

ANÁLISIS PROSPECTIVO DE LAS REDES NO TERRESTRES.



Línea base
técnica,
industrial,
de mercado
y regulatoria.





COMITÉ DE COMISIONADOS DE COMUNICACIONES

Felipe Augusto Díaz Suaza
Comisionado y Director Ejecutivo

Claudia Ximena Bustamante Osorio
Comisionada

Paola Vélez Marroquín
Comisionada

Javier Gutiérrez Afanador
Comisionado

EQUIPO DE TRABAJO

Ana Beatriz Ruiz
Juan José Galeano
Frannz Cachaza
Juan Carlos Millares
Santiago Orjuela Rivera

Víctor Baldrich
Coordinador de Prospectiva Estratégica e Innovación

CONTENIDO

ACRÓNIMOS	8
ANÁLISIS PROSPECTIVO DE LAS REDES NO TERRESTRES. DOCUMENTO 1. LÍNEA BASE TÉCNICA, INDUSTRIAL, DE MERCADO Y REGULATORIA	10
1 INTRODUCCIÓN	10
2 REDES NO TERRESTRES	12
2.1 Tipos de órbita y sus implicaciones técnicas para las redes NTN	14
2.1.1 Órbita Terrestre Muy Baja (VLOW / VLEO – Very Low Earth Orbit).....	15
2.1.2 Órbita Terrestre Baja (LEO – Low Earth Orbit).....	15
2.1.3 Órbita Terrestre Media (MEO – Medium Earth Orbit)	16
2.1.4 Órbita Geoestacionaria (GEO – Geostationary Earth Orbit)	16
2.1.5 Órbita Altamente Elíptica (HEO – Highly Elliptical Orbit)	16
2.2 Clasificación Orbital en la Arquitectura NTN	17
3 RECURSO ORBITAL	18
3.1 Perspectiva Técnica	18
3.1.1 Posiciones orbitales:	18
3.1.2 Espectro radioeléctrico:	18
3.2 Contexto Actual	20
4 ARQUITECTURA FUNCIONAL DE LAS REDES NTN	24
4.1 Carga útil Transparente.....	24
4.2 Carga útil regenerativa.....	25
5 SERVICIOS HABILITADOS POR REDES NO TERRESTRES	26
5.1 Servicios Direct to Device (D2D) y Direct to Cell / Direct to Cellular (D2C)	27
5.2 IoT NTN	28
5.3 4G NTN / LTE IoT NTN	29
5.4 NR NTN / 5G NTN.....	30
5.5 Backhaul NTN.....	31
5.6 Banda ancha satelital, FWA y servicios FSS	32
5.7 Servicios de movilidad satelital y ESIM	33
5.8 Comunicaciones de emergencia y servicios de resiliencia.....	34

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 3 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

5.9	Servicios store-and-forward, enlaces intersatelitales y comunicación UE-satélite-UE	35
5.10	Servicios de difusión, multicast, caching y distribución de contenidos	35
5.11	Matriz de caracterización de servicios habilitados por redes no terrestres (NTN)	36
6	CASOS PRÁCTICOS Y ESCENARIOS DE USO	39
6.1	Uso de las redes no terrestres (NTN) como backhaul de redes móviles terrestres	39
6.2	Casos prácticos en situaciones de emergencia:	40
6.3	Internet de las cosas (IOT):	43
7	REVISIÓN INTERNACIONAL	44
7.1	Cadena de valor	44
7.1.1	Industria – Redes NTN en la región	47
	CANADÁ	48
	ESTADOS UNIDOS	50
	MÉXICO	52
	CHILE	53
	PERÚ	55
	BRASIL	56
	COLOMBIA	58
7.2	Mercado	63
7.2.1	Estado del mercado internacional	63
7.2.2	Estado del mercado colombiano	71
7.3	Regulación – Gobernanza – Tendencias normativas	71
7.3.1	Regulación – Organismos internacionales, de estandarización y asociaciones sectoriales multilaterales y de normalización.	72
	The Third Generation Partnership Project (3GPP)	72
	Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)	75
	OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos)	77
	GSMA (Global System for Mobile Communications Association)	78
7.3.2	Reguladores nacionales	80
	Estados Unidos - Federal Communications Commission (FCC)	80
	Canadá - Ministerio de Innovación, Ciencia e Industria (ISED)	82

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 4 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Unión Europea (UE)	85
Reino Unido - OFCOM	87
Australia - Autoridad Australiana de Comunicaciones y Medios de Comunicación (ACMA).....	89
Brasil - Agencia Nacional de Telecomunicaciones Brasil (ANATEL)	90
Chile - Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (SUBTEL)	91
Argentina - Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología	92
Perú - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)	93
México - Agencia de Transformación Digital y Telecomunicaciones (ATDT)	94
Colombia – CRC - ANE – MINTIC.....	94
Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC).....	94
Agencia Nacional del Espectro (ANE)	95
Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MINTIC)	96
Articulación sectorial	97
7.3.3 Síntesis internacional de tendencias regulatorias.....	99
8 Evaluación de las Redes No Terrestres como alternativa de conectividad: evidencia del caso Starlink en Colombia	102
8.1 Datos	102
8.2 Estrategia Metodológica y Resultados.	103
8.3 Conclusiones	109
9 IMPLICACIONES TÉCNICAS Y REGULATORIAS TRANSVERSALES DE LOS SERVICIOS NTN.....	110
9.1 Integración entre redes terrestres y no terrestres	111
9.2 Espectro, coexistencia e interferencias	112
9.3 Terminales, compatibilidad y homologación.....	113
9.4 Calidad, disponibilidad y experiencia de usuario.....	113
9.5 Comunicaciones de emergencia, localización y resiliencia	114
9.6 Roaming, cobertura transfronteriza y jurisdicción.....	115
9.7 Acceso, interconexión, infraestructura esencial y acuerdos mayoristas	116
9.8 Mercados, competencia y modelos de negocio.....	117
9.9 Protección de usuarios y transparencia comercial.....	117

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 5 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

9.10

Reportes de información, monitoreo y evidencia regulatoria

118

9.11

Seguridad, privacidad y gestión de datos

119

10

CONCLUSIONES DEL DOCUMENTO 1 Y BASES PARA EL ANÁLISIS PROSPECTIVO HACIA 2035

119

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 6 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Tipos de órbitas satelitales	12
Ilustración 2. Arquitectura de carga útil transparente / Arquitectura de carga útil regenerativa	25
Ilustración 3. Cadena de valor de las redes NTN	46
Ilustración 4. Tamaño y pronóstico del mercado 5G NTN de 2025 a 2035 (Miles de Millones USD - BILLION)	65
Ilustración 5. Cuota de mercado de 5G NTN por región, 2026	66
Ilustración 6. Conteo de entrada de municipios.	104
Ilustración 7. Modelo Diferencias en Diferencias, penetración.	104
Ilustración 8. Comparación Contrafactual por Cluster.	106
Ilustración 9. Regresión vertical sobre la penetración.	107

TABLAS

Tabla 1. Matriz de caracterización de servicios habilitados por redes no terrestres (NTN)	37
Tabla 2. Casos de uso experiencias internacionales, Backhaul.	39
Tabla 3. Casos de uso experiencias internacionales, IOT	43
Tabla 4. Países líderes en regulación NTN.....	100
Tabla 5. Caracterización de municipios, penetración y participación de Starlink	103
Tabla 6. Síntesis de la regresión vertical para penetración, después del filtro de ajuste	108

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 7 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

ACRÓNIMOS

3GPP (3rd Generation Partnership Project): Colaboración global entre organizaciones de estándares que desarrollan protocolos para las telecomunicaciones móviles

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

5G NR (New Radio): Estándar global desarrollado por 3GPP para la interfaz de radio de la quinta generación de redes móviles (5G).

D2C (Direct-to-Cell) o SAT To Mobile – directo al celular: Arquitectura de conectividad satelital que permite la comunicación directa entre teléfonos móviles convencionales y plataformas NTN (satélites o HAPS), mediante tecnologías celulares estandarizadas y sin requerir de dispositivos o terminales satelitales dedicadas.

D2D (Direct to Device) - directo al dispositivo: Arquitectura de conectividad satelital que permite la comunicación directa entre dispositivos de usuario (teléfonos móviles, sensores IoT, dispositivos portátiles o terminales de datos compatibles) y plataformas NTN (satélites o HAPS), sin requerir terminales satelitales dedicadas o un gateway de usuario especializado.

FSS (Fixed-Satellite Service / Servicio Fijo por Satélite): Servicio de radiocomunicaciones que utiliza sistemas satelitales para proporcionar enlaces de comunicación entre estaciones terrenas ubicadas en posiciones fijas o determinadas, habitualmente dirigido a la prestación de servicios de backhaul, acceso a Internet, distribución de contenidos y conectividad empresarial.

gNB (gNodeB) - estación base terrestre 5G: Es el nodo de acceso de radio en redes 5G, equivalente al eNodeB en redes 4G LTE.

HAPS (High Altitude Platform Stations) - plataformas aéreas de gran altitud: son sistemas que operan en la estratósfera, típicamente entre 20 y 50 km de altitud, y funcionan como infraestructura de telecomunicaciones aérea, similar a un satélite, pero más cerca de la Tierra.

IMT (International Mobile Telecommunications) o Telecomunicaciones Móviles Internacionales: Es el marco global definido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT/ITU) para especificar los requisitos, capacidades, espectro y estándares de los sistemas móviles de banda ancha a nivel mundial, abarcando tecnologías desde 3G hasta 5G y futuras 6G.

IoT (internet of things) - Internet de las cosas: Infraestructura global que posibilita la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión de dispositivos físicos y virtuales a través de las tecnologías de la información y las comunicaciones, facilitando la recopilación, el intercambio y el procesamiento de datos.

MSS (Mobile Satellite Service / Servicio Móvil por Satélite): Servicio de radiocomunicaciones que proporciona conectividad móvil mediante sistemas satelitales entre estaciones terrenas móviles y estaciones espaciales.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 8 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

NR NTN (New Radio Non-Terrestrial Networks): es una extensión del estándar 5G NR (New Radio) desarrollada por 3GPP para permitir la conectividad móvil a través de redes no terrestres, como satélites o plataformas aéreas.

NTN (Non-Terrestrial Networks) - Redes No Terrestres: son redes de telecomunicaciones que utilizan plataformas no terrestres para proporcionar conectividad.

NB-IoT: Conectividad IoT de banda angosta

LDR: Baja tasa de transferencia de datos (baja velocidad)

Orbita GEO (Geostationary Earth Orbit) - Órbita terrestre geoestacionaria: Órbita circular a 35,786 km sobre el ecuador de la Tierra

Orbita HEO (Highly Elliptical Orbit) - Órbita altamente elíptica: Órbita elíptica alrededor de la tierra.

Orbita LEO (Low Earth Orbit) - Órbita terrestre baja: Órbita circular en altitudes típicas de 500 a 2.000 km

Orbita MEO (Medium Earth Orbit) - Órbita terrestre media: Órbita circular en altitudes típicas de 8.000-20.000 km.

SCS (Supplementary Coverage from Space) - Cobertura Suplementaria desde el Espacio: Se refiere a la extensión de la cobertura de redes móviles terrestres mediante satélites, permitiendo que los usuarios accedan a servicios móviles (como voz, SMS o datos) en áreas donde no hay infraestructura terrestre disponible.

TN (Terrestrial Network) - Red Terrestre: Es el término que se usa para referirse a la infraestructura de red terrestre, en contraste con las NTN (Non-Terrestrial Networks) que incluyen satélites y plataformas aéreas.

UAS (Unmanned Aircraft System) - Aeronaves No Tripuladas: Drones y similares.

UE (User Equipment) (Equipo de Usuario): Es el término técnico que se usa para referirse a cualquier dispositivo de usuario que se conecta a la red. Se debe tener en cuenta el contexto para diferenciar de *Unión Europea*.

UE (Unión Europea): Organización supranacional integrada por Estados europeos que establece políticas y marcos regulatorios comunes, incluyendo aquellos relacionados con las telecomunicaciones y el espectro radioeléctrico. Se debe tener en cuenta el contexto para diferenciar de *User Equipment*.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 9 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

ANÁLISIS PROSPECTIVO DE LAS REDES NO TERRESTRES.

DOCUMENTO 1. LÍNEA BASE TÉCNICA, INDUSTRIAL, DE MERCADO Y REGULATORIA

1 INTRODUCCIÓN

La Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) adelanta un estudio integral sobre las redes no terrestres (NTN, por sus siglas en inglés), orientado a comprender su evolución, caracterizar el ecosistema que las soporta y analizar las implicaciones que su incorporación puede generar para el sector de comunicaciones en Colombia. Las NTN constituyen una de las transformaciones más relevantes del ecosistema contemporáneo de conectividad, en la medida en que permiten integrar sistemas satelitales, plataformas aéreas y redes móviles terrestres para ampliar la cobertura, fortalecer la resiliencia de las comunicaciones, habilitar servicios directos a dispositivos, soportar aplicaciones de Internet de las Cosas y complementar la infraestructura existente.

Para efectos del presente estudio, las redes no terrestres se analizan como un ecosistema amplio de soluciones que incluye servicios satelitales tradicionales, arquitecturas integradas con redes móviles terrestres, backhaul satelital, IoT-NTN¹, NR-NTN², D2D³/D2C⁴ y las soluciones destinadas a fortalecer la continuidad y resiliencia de las comunicaciones. Dentro de este conjunto, el análisis presta especial atención a las modalidades que podrían generar transformaciones relevantes para la prestación de redes y servicios de comunicaciones y, en consecuencia, para el ejercicio de las funciones regulatorias y de coordinación sectorial.

El estudio se desarrolla en tres documentos complementarios. El presente Documento 1 consolida una línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria sobre las redes no terrestres. Su propósito es ofrecer una comprensión estructurada de la tecnología, sus arquitecturas y servicios, la evolución de la industria, las condiciones del mercado, los desarrollos normativos y las experiencias observadas en los ámbitos internacional, regional y nacional. Esta caracterización permite reconocer tanto las oportunidades asociadas a las NTN como los desafíos que pueden surgir de su incorporación progresiva al ecosistema colombiano de conectividad.

Para construir esta línea base se revisaron fuentes técnicas, regulatorias, normativas, académicas, institucionales y de industria, junto con información sobre estandarización, autoridades, proveedores y

¹ IoT-NTN: Internet of Things - Non-Terrestrial Network (Internet de las Cosas sobre Redes No Terrestres). Se refiere a dispositivos IoT conectados mediante redes satelitales o plataformas aéreas, en lugar de infraestructura terrestre convencional.

² NR-NTN: New Radio - Non-Terrestrial Network (Nueva Radio 5G sobre Redes No Terrestres). Es la extensión de la tecnología 5G NR para operación a través de satélites y otras plataformas no terrestres.

³ Direct-to-Device (Directo al Dispositivo). Comunicación directa entre equipos terminales sin pasar por la red central.

⁴ D2C: Device-to-Cellular o Direct-to-Cell (Dispositivo a Red Celular / Directo a Celda). Se usa comúnmente para describir la conexión directa de dispositivos a una red celular, incluyendo las nuevas arquitecturas satélite-celular donde el dispositivo se conecta directamente al satélite usando estándares celulares.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 10 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

evolución del mercado. También se realizó un ejercicio empírico exploratorio que toma la entrada de Starlink en internet fijo como referencia para identificar patrones de adopción, expansión territorial y dinámica de conectividad relevantes para las NTN móviles. Dadas las diferencias entre ambos servicios y las limitaciones de información, sus resultados constituyen evidencia orientadora y no una estimación causal concluyente.

El documento comienza con la delimitación conceptual de las redes no terrestres y la descripción de los principales tipos de órbita, el recurso orbital y las arquitecturas funcionales que soportan su operación. Posteriormente, examina los servicios habilitados por estas redes y sus principales casos prácticos y escenarios de uso, incluidos el backhaul de redes móviles, las comunicaciones de emergencia, las aplicaciones gubernamentales y el Internet de las Cosas. A continuación, presenta una revisión de la industria, el mercado, la regulación, la gobernanza y las tendencias normativas en los ámbitos global, regional y nacional.

Sobre esta base, el documento analiza las implicaciones técnicas y regulatorias transversales que podrían derivarse de la incorporación de las NTN. Entre ellas se encuentran la integración entre redes terrestres y no terrestres; la gestión del espectro y la coexistencia; la compatibilidad y homologación de terminales; la calidad, disponibilidad y experiencia del usuario; las comunicaciones de emergencia; el roaming y la cobertura transfronteriza; el acceso y la interconexión; la competencia y los modelos de negocio; la protección de los usuarios; los reportes de información, y la seguridad, privacidad y gestión de datos. Estos asuntos ponen de manifiesto la necesidad de analizar las NTN desde una perspectiva integral y de fortalecer la coordinación entre las autoridades con competencias relacionadas con su desarrollo.

Esta línea base constituye el punto de partida del componente prospectivo del estudio, que se desarrolla en los Documentos 2 y 3 con horizonte al año 2035. El Documento 2 se orienta a identificar y analizar las variables estratégicas del ecosistema, los actores con mayor capacidad de incidencia, los objetivos y las hipótesis de futuro, así como a estructurar el instrumento mediante el cual estas últimas serán sometidas a valoración probabilística. Una vez procesados los resultados de esta consulta, el Documento 3 completará el ejercicio mediante la construcción e interpretación de escenarios, la formulación de líneas de acción y recomendaciones y su posterior validación y priorización con expertos. De esta manera, la caracterización desarrollada en el presente documento aporta la evidencia necesaria para que el análisis de futuro se sustente en las condiciones técnicas, económicas, regulatorias e institucionales que actualmente configuran el ecosistema NTN.

En conjunto, el estudio busca proporcionar a la CRC y a los demás actores del sector una referencia rigurosa para comprender la evolución de las redes no terrestres, valorar sus oportunidades y riesgos e identificar los asuntos que podrían requerir seguimiento, coordinación institucional o análisis regulatorio. Con ello se pretende contribuir a una incorporación ordenada, sostenible y competitiva de estas tecnologías, orientada a ampliar la conectividad, fortalecer la resiliencia de las redes y proteger adecuadamente los derechos e intereses de los usuarios.

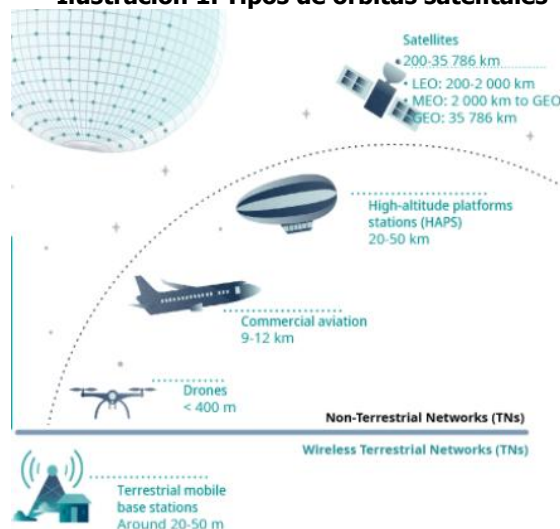
Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 11 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

2 REDES NO TERRESTRES

El 3GPP define las redes no terrestres (NTN, por sus siglas en inglés) como redes o segmentos de red que utilizan plataformas aéreas de gran altitud (HAPs), aeronaves no tripuladas (UAS) y sistemas satelitales desplegados en diferentes constelaciones para proporcionar conectividad o servicios de transmisión de radio bases⁵.

Los sistemas satelitales constituyen un componente fundamental de las NTN al operar en distintas regiones orbitales que determinan sus características de cobertura, latencia y capacidad. Entre estas se incluyen la órbita terrestre muy baja (VLEO), situada a una altitud de entre 100 y aproximadamente 450 km; la órbita terrestre baja (Low Earth Orbit - LEO), que se extiende entre los 500 y 2.000 kilómetros de altitud; la órbita terrestre media (Medium Earth Orbit - MEO) que abarca desde los 8.000 y los 20.000 kilómetros; la órbita geoestacionaria (Geostationary Earth Orbit - GEO) situada a 35.786 kilómetros sobre la superficie terrestre; y la órbita altamente elíptica (Highly Elliptical Orbit – HEO), utilizada principalmente para proporcionar cobertura en regiones de altas latitudes.

Ilustración 1. Tipos de órbitas satelitales



Fuente: Perspectivas de la economía digital de la OCDE 2024 (Volumen 1)⁶

⁵ 3GPP. Non-Terrestrial Networks (NTN). 2024. Actualizado el 4 de julio de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview>

⁶ ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. OECD Digital Economy Outlook 2024 (Volume 1): Embracing the Technology Frontier. Paris: OECD Publishing, 2024. [en línea]. DOI: <https://doi.org/10.1787/a1689dc5-en> Disponible en: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-economy-outlook-2024-volume-1_a1689dc5-en.html

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 12 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Este tipo de sistemas son cruciales para proporcionar cobertura en áreas remotas o de difícil acceso, mejorar la fiabilidad de las comunicaciones y ofrecer servicios complementarios a las redes terrestres convencionales, llegando incluso, en determinados escenarios, a igualar los parámetros de desempeño propios de las conexiones terrestres tradicionales. En este contexto, las redes no terrestres se perfilan como una alternativa idónea para soportar las telecomunicaciones del futuro, perfilándose como uno de los modelos de arquitectura más relevantes para la expansión del alcance de las redes móviles, tal como lo señala el estudio de tendencias en el desarrollo de redes móviles 5G de la Comisión de Regulación de Comunicaciones CRC⁷.

En línea con lo anterior, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) destaca que las redes no terrestres (NTN) constituyen un elemento clave para alcanzar una cobertura global continua, sin interrupciones y en su informe «Perspectivas de la Economía Global 2024», hace énfasis en la relevancia estratégica de integrar las tecnologías de comunicación satelital y aérea con las redes inalámbricas terrestres, como parte de un enfoque convergente orientado a garantizar la provisión ininterrumpida de servicios, expandir la cobertura de conectividad y fortalecer la resiliencia de la red⁸.

Este escenario prospectivo y el impulso institucional asociado han contribuido a lograr que el ecosistema NTN se encuentre actualmente en una fase avanzada de desarrollo, caracterizada por la realización de pruebas piloto, el despliegue de soluciones precomerciales y las primeras implementaciones comerciales, especialmente dirigidas a aplicaciones de cobertura extendida, conectividad en zonas remotas y apoyo a infraestructuras críticas.

En este contexto, las NTN están habilitando nuevas oportunidades de conectividad en entornos terrestres, marítimos y aeronáuticos, impulsando la consolidación de un ecosistema digital convergente. En el cual participan tanto actores tradicionales de telecomunicaciones como nuevos entrantes del sector espacial, configurando escenarios de alianzas comerciales y nuevos modelos de negocio. En este ecosistema en evolución, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y la propia OCDE coinciden en que la intervención de los responsables de políticas públicas es crucial para remover barreras regulatorias, facilitar el acceso al espectro radioeléctrico y promover esquemas de interoperabilidad que permitan fortalecer la innovación y maximizar los beneficios que estas tecnologías pueden ofrecer en materia de accesibilidad, conectividad ubicua y resiliencia de la red.⁹

Partiendo de esta necesidad, múltiples autoridades regulatorias han incorporado las redes no terrestres (NTN) dentro de sus agendas estratégicas y marcos de política pública, entre las que se destacan The

⁷ Estudio de tendencias en el desarrollo de redes móviles 5G, Comisión de Regulación de Comunicaciones de la República de Colombia, 2025, disponible en: <https://www.crcm.gov.co/es/biblioteca-virtual/estudio-tendencias-en-desarrollo-redes-moviles-5g>

⁸ OECD (2024), OECD Digital Economy Outlook 2024 (Volume 1): Embracing the Technology Frontier, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/a1689dc5-en>

⁹ OECD (2024), Future of connectivity: Developments in terrestrial and non-terrestrial connectivity and their interoperability

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 13 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Office of Communications (OFCOM) de Reino Unido, la Federal Communications Commission (FCC) de los Estados Unidos, Canadian Radio-television and Telecommunications Commission (CRTC) de Canadá, la Agencia Nacional de Telecomunicaciones de Brasil ANATEL de Brasil, la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) de Chile y La Unión Europea (UE), las cuales, en línea con su rol en la definición y evolución de las reglas de juego en los mercados de telecomunicaciones, han desarrollado iniciativas regulatorias, consultas públicas y pilotos orientados a habilitar servicios NTN, incluyendo esquemas de direct-to-device, direct to cell y conectividad satelital integrada con redes móviles terrestres.

En Colombia, las NTN se configuran como una alternativa tecnológica con alto potencial para atender retos relevantes como la falta de cobertura en zonas rurales dispersas y apartadas donde, debido a limitaciones técnicas, logísticas y financieras, la infraestructura terrestre resulta limitada o inexistente, y constituirse en un pilar fundamental para garantizar la continuidad de servicios esenciales en escenarios de desastres naturales y situaciones de emergencia, proporcionando capacidades de comunicación resilientes, de rápida implementación y con amplia cobertura geográfica¹⁰.

2.1 Tipos de órbita y sus implicaciones técnicas para las redes NTN

La clasificación de los sistemas satelitales por órbita responde a una tipología técnica basada en la altitud, la geometría orbital y la dinámica relativa del satélite respecto de la Tierra. Estos factores determinan parámetros de desempeño claves como la latencia, la cobertura, la capacidad, las pérdidas de propagación, el efecto Doppler, la movilidad y los requerimientos de continuidad del servicio, y a su vez inciden en la arquitectura de red y en los modelos regulatorios aplicables. El 3rd Generation Partnership Project (3GPP) establece que las características orbitales impactan directamente aspectos como propagación, movilidad y temporización, en función de propiedades intrínsecas del sistema satelital, tales como la altitud orbital y la velocidad relativa entre satélite y usuario¹¹.

De forma complementaria, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) reconoce que las diferentes órbitas satelitales configuran condiciones diferenciadas de operación, derivadas tanto de variaciones en los parámetros físicos de radiación como de la dinámica de movilidad, lo cual impacta de manera significativa en el diseño, dimensionamiento y desempeño de los sistemas de comunicaciones satelitales.¹²

¹⁰ FAIR TECH INSTITUTE. The Role of Satellite Communications in Disaster Management. White paper. 2022. [en línea]. Disponible en: <https://accesspartnership.com/wp-content/uploads/2022/03/The-Role-of-Satellite-Communications-in-Disaster-Management.pdf>

¹¹ 3GPP. Study on solutions for NR to support non-terrestrial networks (NTN). 3GPP TR 38.821, version 16.2.0. 2023. [en línea]. Disponible en: https://www.3gpp.org/ftp/Specs/archive/38_series/38.821/

¹² UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Reglamento de Radiocomunicaciones. Edición de 2020. Ginebra: UIT, 2020. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2020>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 14 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

A continuación, se realiza una reseña con las principales características y propiedades de los tipos de órbita de los sistemas satelitales:

2.1.1 Órbita Terrestre Muy Baja (VLOW / VLEO – Very Low Earth Orbit)

Opera en un rango de altitud situado entre 100 y 450 km, con periodo orbital de 88 a 95 minutos y velocidad entre 27.000 y 28.000 km/h aproximadamente. La cercanía a la superficie reduce la distancia de propagación y la latencia, que corresponde a la más baja de todas las órbitas situándose por debajo de los 10 ms, esto a su vez mejora el presupuesto de enlace, lo que favorece terminales de baja potencia, servicios direct-to-device y observación terrestre de muy alta resolución. Su principal limitante es el arrastre atmosférico, que exige propulsión continua y reduce la vida útil orbital sin reimpulso, además la huella de cobertura reducida obliga a constelaciones muy densas y a una alta frecuencia de handover.¹³

2.1.2 Órbita Terrestre Baja (LEO – Low Earth Orbit)

Se ubica entre 500 y 2.000 km de altitud, con periodos orbitales de 88 a 127 minutos, velocidades similares a VLEO (~27.000–28.800 km/h) y latencias típicas de 20 a 50 ms. Su huella de cobertura es hasta 6 veces mayor que la de un satélite VLEO, por lo que una constelación LEO requiere entre 3 y 6 veces menos satélites para cobertura equivalente. Es la órbita de referencia actual para banda ancha de baja latencia¹⁴, D2D/D2C, IoT NTN y backhaul, gracias a su buen presupuesto de enlace y capacidad de reutilización espectral. Sus desventajas principales son la alta complejidad operativa (handover, tracking, compensación Doppler), la necesidad de grandes constelaciones y el riesgo creciente de congestión orbital y desechos espaciales.¹⁵

¹³ AGENCIA ESPACIAL EUROPEA. ESA seeks space applications ideas in Very Low Earth Orbit. 18 de octubre de 2023. [en línea]. Disponible en:

https://www.esa.int/Enabling_Support/Preparing_for_the_Future/Discovery_and_Preparation/ESA_seeks_space_applications_id_eas_in_Very_Low_Earth_Orbit

¹⁴ **Latencia:** En el contexto de NTN, corresponde a la métrica de desempeño que cuantifica el tiempo de transferencia de una señal entre el terminal de usuario, la plataforma no terrestre (satélite o HAPS) y la infraestructura de red asociada; se define como la suma de los retardos de propagación, transmisión y procesamiento, y está determinada principalmente por la geometría orbital, la altitud de los nodos espaciales y la arquitectura de la red, siendo las constelaciones LEO y VLEO las que ofrecen los menores retardos de propagación en comparación con sistemas MEO y GEO.

3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP). DRAFT-For RAN1-104e-R1-210XXXX-TR 36.763 IoT NTN-v002-RAN1-RAN2 [documento en línea]. Sophia Antipolis, Francia: 3GPP, 2021. Disponible en: https://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_104-e/Inbox/drafts/8.15/Draft%20TP%20and%20TR%2036.763/DRAFT-For%20RAN1-104e-R1-210XXXX-TR%2036.763%20IoT%20NTN-v002-RAN1-RAN2.doc. Consultado el: 2 jul. 2026

¹⁵ 3GPP. Non-Terrestrial Networks (NTN). 2024. Actualizado el 4 de julio de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 15 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

2.1.3 Órbita Terrestre Media (MEO – Medium Earth Orbit)

Comprendida aproximadamente entre 8.000 y 20.000 km de altitud, con periodos orbitales de 2 a 24 horas y latencias intermedias de 100–200 ms. Su mayor altitud le da una cobertura por satélite más amplia que LEO, reduciendo tanto el número de satélites necesarios como la frecuencia de handover. Es la órbita natural para sistemas GNSS (GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou), backhaul de alta capacidad y servicios empresariales/gubernamentales de alta disponibilidad. A cambio de esta estabilidad, sacrifica capacidad de reutilización espectral y presenta mayor latencia y pérdida de propagación que LEO, siendo menos apta para servicios directos masivos a usuario final.¹⁶

2.1.4 Órbita Geoestacionaria (GEO – Geostationary Earth Orbit)

Órbita fija a 35.786 km sobre el ecuador, con periodo orbital de 24 horas sincronizado con la rotación terrestre, por lo que el satélite permanece aparentemente inmóvil respecto a un punto en tierra. Es la órbita de mayor latencia con 500 a 700 ms, pero un solo satélite puede cubrir cerca de un tercio de la superficie terrestre visible sin necesidad de handover. Es la arquitectura base histórica de los servicios FSS y BSS (TV satelital, VSAT, backhaul, servicios gubernamentales), configurándose como el ecosistema comercial más maduro. Sus limitaciones son la alta latencia (incompatible con aplicaciones interactivas críticas), la cobertura deficiente en latitudes altas/polares y el carácter escaso del recurso orbital, sujeto a coordinación internacional.¹⁷

2.1.5 Órbita Altamente Elíptica (HEO – Highly Elliptical Orbit)

A diferencia de las anteriores, es una órbita elíptica no circular, con perigeo típico entre 500 y 2.000 km y apogeo cercano o superior a la altitud GEO (35.000–40.000 km), en configuraciones como Molniya¹⁸ (periodo de 12 h) o Tundra¹⁹ (24 h). La latencia y velocidad varían según la posición orbital: el satélite se mueve lento en el apogeo (tramo donde se concentra el servicio) y rápido en el perigeo. Su ventaja

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ **Órbita Molniya:** Órbita altamente elíptica (Highly Elliptical Orbit – HEO) y semisincrónica, caracterizada por una inclinación crítica de aproximadamente 63,4°, una excentricidad elevada (típicamente alrededor de 0,722) y un periodo orbital cercano a 12 horas. Su diseño permite que el satélite permanezca durante una fracción significativa de la órbita en las proximidades del apogeo sobre regiones de altas latitudes como el norte de Europa, Rusia, Canadá o Alaska, proporcionando cobertura prolongada en áreas cercanas a los polos donde los satélites geoestacionarios presentan limitaciones. - <https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/catalog-of-earth-satellite-orbits/>

¹⁹ **Órbita Tundra:** Órbita altamente elíptica geosincrónica (Geosynchronous Highly Elliptical Orbit), caracterizada por una inclinación crítica cercana a 63,4°, una excentricidad moderada (típicamente entre 0,2 y 0,4) y un periodo orbital equivalente a un día sidereal (24 horas). Esta configuración permite que el satélite permanezca durante largos intervalos de tiempo sobre regiones de altas latitudes como el norte de América, Europa o Asia, proporcionando cobertura prolongada mediante una trayectoria geosincrónica con patrón de cobertura tipo analema. - <https://conference.sdo.esa.int/proceedings/sdc7/paper/328/SDC7-paper328.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 16 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

distintiva es ofrecer cobertura sobre regiones de alta latitud, subpolares o polares, donde GEO es ineficiente, siendo útil para defensa, meteorología y comunicaciones árticas. En contraste, no brinda cobertura global con un solo satélite, requiere handover periódico y presenta mayor complejidad de diseño de red (Doppler, sincronización, predicción orbital) que las órbitas circulares.²⁰

2.2 Clasificación Orbital en la Arquitectura NTN

La selección de una arquitectura orbital no debe entenderse como una decisión puramente tecnológica ni como una jerarquía en la que una órbita sustituye a las demás. Por el contrario, la conveniencia de emplear VLEO, LEO, MEO, GEO o HEO depende del caso de uso, de los recursos técnicos y económicos disponibles, de los requisitos de latencia, capacidad, cobertura, continuidad, movilidad, resiliencia y del tipo de terminal que se pretende atender. Así, mientras las órbitas bajas resultan especialmente relevantes para servicios interactivos, conectividad directa a dispositivos, IoT NTN y aplicaciones sensibles a la latencia, las órbitas medias pueden ofrecer un balance entre cobertura y retardo, las geoestacionarias mantienen ventajas para servicios de cobertura amplia, difusión, backhaul y continuidad regional, y las altamente elípticas permiten atender zonas de alta latitud donde GEO presenta limitaciones técnicas.

En la práctica, los sistemas satelitales modernos no necesariamente operan de manera aislada dentro de una sola órbita. Muchas arquitecturas avanzadas combinan recursos multi-órbita e interorbitales, en las que los datos pueden originarse en un enlace de servicio hacia un satélite en una órbita determinada, ser encaminados mediante enlaces intersatelitales o interplataforma hacia otros satélites, y posteriormente descender a estaciones gateway ubicadas en puntos geográficos óptimos. Esta lógica permite optimizar capacidad, reducir cuellos de botella en los enlaces feeder²¹, mejorar la disponibilidad de red, ampliar la resiliencia y administrar de manera más eficiente el tráfico entre segmentos espaciales y terrestres. En consecuencia, la arquitectura NTN debe analizarse como un sistema integrado de enlaces de servicio, enlaces feeder, gateways, cargas útiles transparentes o regenerativas, enlaces intersatelitales, mecanismos de handover y capacidades de integración con redes terrestres.

Desde esta perspectiva, la clasificación por órbitas constituye una herramienta útil para comprender diferencias técnicas básicas, pero no agota el análisis de diseño de red. La prestación efectiva de servicios NTN depende de la combinación entre segmento espacial, segmento terrestre, espectro, terminales, estaciones gateway, acuerdos de interconexión, capacidades de procesamiento a bordo, gestión de movilidad y condiciones regulatorias aplicables. Por ello, la implementación de redes no terrestres debe evaluarse caso por caso, considerando no solo la altitud orbital, sino también la

²⁰ AGENCIA ESPACIAL EUROPEA. Types of orbits. 30 de marzo de 2020. [en línea]. Disponible en: https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits

²¹ Es el enlace entre el satélite y la estación gateway que conecta con redes terrestres, internet, la red core móvil, centros de datos u otros sistemas.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 17 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

arquitectura completa del sistema, el modelo de servicio y la forma en que la conectividad satelital se integra, complementa o respalda las redes terrestres existentes.

3 RECURSO ORBITAL

En el marco de las telecomunicaciones satelitales, el recurso orbital corresponde a las dimensiones o elementos que se requieren para la debida operación de los sistemas espaciales, comprende las posiciones orbitales (ubicación de los sistemas en el espacio) y el espectro radioeléctrico asociado necesario para los enlaces Tierra-espacio, espacio-Tierra y, cuando aplique, espacio-espacio. Este recurso debe entenderse de manera integral, ya que la operación de un sistema satelital depende de manera simultánea y complementaria tanto de su ubicación en el espacio, como de las frecuencias utilizadas para la transmisión y recepción de señales, lo que configura un recurso técnico indivisible.

Esta visión integral es consistente con el marco normativo internacional establecido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), que reconoce que tanto el espectro radioeléctrico y las órbitas asociadas, incluida la órbita geoestacionaria, constituyen recursos naturales limitados, cuyo uso debe ser racional, eficiente y equitativo entre los Estados²².

3.1 Perspectiva Técnica

Desde la perspectiva técnica, el recurso orbital comprende:

3.1.1 Posiciones orbitales:

- *Sistemas geoestacionarios (GEO)*: Posiciones orbitales específicas definidas por coordenadas longitudinales sobre el ecuador terrestre, donde los satélites permanecen aparentemente fijos respecto a la superficie de la Tierra. Estas posiciones deben mantener una separación angular suficiente para evitar interferencias entre satélites adyacentes.
- *Sistemas no geoestacionarios (NGSO, como LEO, MEO, HEO)*: El recurso orbital se expresa en términos de características orbitales o parámetros dinámicos tales como altitud, inclinación, planos orbitales, densidad de satélites y patrones de cobertura.

3.1.2 Espectro radioeléctrico:

Corresponde a las Bandas de frecuencia utilizadas por los enlaces satelitales (espacio-Tierra, Tierra-espacio e inter satelital) para la transferencia de información. Con relación a la gestión y

²² UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Collection of the Basic Texts of the International Telecommunication Union adopted by the Plenipotentiary Conference. Edición 2022. Ginebra: UIT, 2022. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/pub/S-CONF-PLEN-2022/es>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 18 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

administración del espectro satelital, el organismo encargado es la UIT a través de su Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R), donde mediante procedimientos de notificación, coordinación y registro internacional en el Master International Frequency Register (MIFR), se otorga reconocimiento internacional y genera derechos y obligaciones conforme al Reglamento de Radiocomunicaciones, buscando garantizar la operación eficiente y sin interferencia de los sistemas, además de establecer un marco de referencia para la coexistencia entre redes²³.

El proceso de acceso al recurso orbital se fundamenta en principios como el de « first come, first served» (primero en llegar, primero en ser atendido), combinado con mecanismos obligatorios de coordinación y notificación entre administraciones nacionales dirigidos a prevenir interferencias y otros conflictos técnicos entre redes satelitales existentes o proyectadas. No obstante, la soberanía sobre el uso del espectro dentro de cada territorio nacional recae en los propios estados, quienes, a través de sus autoridades regulatorias, tienen la potestad de autorizar, condicionar o denegar la operación de servicios satelitales dentro de sus jurisdicciones. Lo anterior implica una gobernanza multinivel en la gestión del recurso caracterizada de la siguiente forma:

- **A nivel internacional (norma vinculante):** La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo encargado de establecer el marco regulatorio global para el uso del espectro radioeléctrico y las órbitas de los satélites. Dentro de la UIT, el Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R) y, en particular, la Oficina de Radiocomunicaciones a través del Reglamento de Radiocomunicaciones²⁴ establece los procedimientos regulatorios de notificación, coordinación y registro de redes satelitales, define las condiciones técnicas para la prevención de interferencias entre sistemas y decreta el reconocimiento internacional de asignaciones mediante su inscripción en el Registro Internacional de Frecuencias (MIFR), entre otros.
- **A nivel nacional:** Los Estados Miembros de la UIT, a través de sus entidades regulatorias, son los responsables de implementar el marco internacional y ejercer la titularidad jurídica del recurso órbita-espectro, gestionando los derechos y obligaciones internacionales aplicables. De forma particular, las administraciones nacionales tienen a su cargo la presentación ante la UIT de las redes y sistemas satelitales (satellite network filings), la gestión de los procedimientos de coordinación internacional con otras administraciones, la verificación, seguimiento y aseguramiento del cumplimiento de las obligaciones derivadas del Reglamento de Radiocomunicaciones y la incorporación en el ordenamiento jurídico interno de las disposiciones normativas, técnicas y administrativas necesarias para la gestión, asignación y uso eficiente del recurso órbita-espectro, entre otras. En este contexto, los derechos de uso registrados en el MIFR (Master International Frequency Register) pertenecen a las administraciones notificantes

²³ UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Space Services Department (SSD). Ginebra: UIT. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-R/space/Pages/default.aspx>

²⁴ UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Reglamento de Radiocomunicaciones. Edición de 2024. Ginebra: UIT, 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2024/es>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 19 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

y no a los operadores, quienes acceden al recurso mediante títulos habilitantes nacionales (licencias, concesiones o autorizaciones), otorgados bajo condiciones técnicas, económicas y regulatorias definidas por cada Estado.

En el ámbito interno, las administraciones deben velar por la implementación de buenas prácticas orientadas a garantizar el acceso equitativo y no discriminatorio del recurso, prevenir conductas de acaparamiento (warehousing), asegurar el cumplimiento de los plazos regulatorios internacionales y facilitar la coordinación efectiva para evitar la ocurrencia de eventos de interferencia.

3.2 Contexto Actual

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), como ente rector en la gestión y administración del recurso orbital en el ámbito de las telecomunicaciones, se orienta bajo un principio fundamental que concibe al espectro radioeléctrico y a la órbita geoestacionaria como recursos naturales limitados que deben usarse de forma racional, eficiente y equitativa. Este principio regulatorio, concebido originalmente para sistemas geoestacionarios, se ha extendido progresivamente a la coordinación y regulación de los sistemas no geoestacionarios (NGSO), dado el contexto actual, en el que el recurso orbital enfrenta una presión sin precedentes derivado del crecimiento exponencial de las mega constelaciones de satélites en órbita baja (LEO), impulsadas por actores de la industria como SpaceX, Amazon (Proyecto Kuiper) y OneWeb, entre otros.

Este fenómeno ha generado un aumento sin precedentes en los requerimientos de acceso al recurso orbital, dando lugar al surgimiento de desafíos técnicos y regulatorios, entre los que se destacan la creciente congestión del recurso orbital y espectral, el incremento del riesgo de interferencias entre sistemas geoestacionarios y no geoestacionarios, y retos asociados a la equidad en el acceso y potencial concentración del recurso en un número limitado de operadores.

En este contexto, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), ha advertido, en un artículo publicado en su portal institucional²⁶, que la creciente presión sobre el espectro radioeléctrico y las órbitas satelitales convierte la sostenibilidad espacial en un desafío urgente para los próximos 5 a 7 años y podría convertirse en una de las principales limitantes para el desarrollo futuro de las telecomunicaciones satelitales. En este sentido, resalta el análisis, la tarea más urgente para la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) corresponde a *garantizar un uso eficiente del espectro y de las órbitas a medida que se multiplican las constelaciones*, especialmente como consecuencia del crecimiento exponencial de sistemas no geoestacionarios en órbita baja NGSO/LEO.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 20 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

La UIT también indica que conforme a los análisis técnicos del Sector de Radiocomunicaciones de la UIT-R, en particular del Grupo de Estudio 4²⁵, la situación coyuntural actual responde a la combinación de factores estructurales, de un lado, a la existencia de brechas en los marcos de gobernanza internacional que dificultan una gestión integral y coordinada del entorno orbital; y de otro lado, a la configuración de un escenario sostenido de alta demanda en el que los mecanismos actuales (tanto a nivel del sistema de las Naciones Unidas-UIT como de las administraciones nacionales) enfrentan limitaciones para atender, en condiciones de eficiencia, racionalidad y equidad, el incremento vertiginoso de solicitudes de acceso al espectro y a las posiciones orbitales.²⁶

Desde una perspectiva normativa, este diagnóstico se encuentra alineado con lo dispuesto en la Resolución UIT-R 74 (2023), adoptada por la Asamblea de Radiocomunicaciones (RA-23)²⁷, la cual reafirma que las frecuencias radioeléctricas y las órbitas de satélite constituyen recursos naturales limitados que deben ser utilizados de manera racional, eficiente, económica y equitativa, conforme a lo establecido en el Reglamento de Radiocomunicaciones. En particular, la Resolución reconoce los desafíos asociados al crecimiento acelerado de los sistemas NGSO y dispone el fortalecimiento de las actividades técnicas del UIT-R orientadas a:

- Prevenir la interferencia perjudicial entre sistemas espaciales, con especial énfasis en la coexistencia entre sistemas NGSO y GSO;
- Promover el uso racional, equitativo, eficiente y económico del espectro y de los recursos orbitales asociados;
- Asegurar la sostenibilidad a largo plazo del entorno espacial, considerando el incremento de densidad orbital y la complejidad de los escenarios de coordinación;
- Desarrollar instrumentos técnicos y regulatorios adicionales que faciliten la gestión integral del recurso órbita-espectro.

En desarrollo de lo anterior, la Resolución UIT-R 74 (2023) instruye al UIT-R, entre otros aspectos, a elaborar un manual sobre el uso sostenible de las frecuencias radioeléctricas y de las órbitas satelitales, particularmente para sistemas NGSO, así como a desarrollar una nueva Recomendación UIT-R que establezca prácticas técnicas para la disposición al final de vida (end-of-life) de satélites NGSO,

²⁵ **Grupo de Estudio 4 (Study Group 4 - SG 4):** De acuerdo con el mandato oficial de la UIT-R, el SG 4 es el responsable del desarrollo de estudios técnicos, recomendaciones e informes relativos a los sistemas y redes para el servicio fijo por satélite (FSS), servicio móvil por satélite (MSS), servicio de radiodifusión por satélite (BSS) y servicio de radiodeterminación por satélite (RDSS), incluyendo cuando corresponda el uso asociado de enlaces del servicio intersatelital (ISS). Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg4/Pages/default.aspx>

²⁶ STRELETS, Victor. Sustainable space: Satellites need harmonized spectrum and more. En: International Telecommunication Union, News, 22 de septiembre de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/hub/2025/09/sustainable-space-satellites-need-harmonized-spectrum-and-more/>

²⁷ UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Resolución UIT-R 74-3: Actividades relacionadas con la utilización sostenible de los recursos de espectro radioeléctrico y órbitas de satélites utilizados por los servicios espaciales. Ginebra: UIT, 2023. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/pub/R-RES-R.74-2023/es>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 21 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

incluyendo estrategias de desorbitado seguro y mitigación de riesgos. Asimismo, encomienda a los grupos de estudio, en particular al Grupo de Estudio 4, la realización de estudios técnicos adicionales orientados a mejorar los mecanismos de coordinación, optimizar el uso del espectro y reducir los riesgos de interferencia en entornos de alta densidad orbital.

En conjunto, estas disposiciones reflejan un reconocimiento explícito de que los actuales marcos de gobernanza, tanto a nivel del sistema de las Naciones Unidas-UIT, como de las administraciones nacionales, enfrentan limitaciones estructurales para atender la creciente demanda de acceso al recurso órbita-espectro, lo que hace necesario avanzar hacia esquemas regulatorios más robustos, armonizados y técnicamente sustentados.

En esta línea, una de las respuestas regulatorias más relevantes se materializó en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019 (WRC-19), donde la UIT adoptó un esquema de hitos de despliegue aplicable a sistemas NGSO, con el objetivo de evitar la ocupación especulativa del recurso orbital y asegurar que los registros internacionales correspondan a despliegues efectivos y operativos, y no a proyectos meramente enunciativos. Este mecanismo introdujo obligaciones progresivas de implementación para constelaciones (10%, 50% y 100%) dentro de plazos definidos, contribuyendo a mitigar prácticas de *spectrum warehousing*²⁸ y preservar la integridad del sistema de coordinación internacional.²⁹

En el plano nacional, diferentes reguladores han comenzado a adaptar sus marcos normativos a esta nueva realidad. En Estados Unidos, la Federal Communications Commission (FCC) adoptó el marco de *Supplemental Coverage from Space (SCS)*, orientado a integrar redes satelitales con servicios móviles terrestres en bandas previamente asignadas a uso terrestre. Este enfoque, considerado pionero a nivel global, busca habilitar conectividad ubicua, ampliar la cobertura en zonas remotas y fortalecer las comunicaciones de emergencia, al tiempo que introduce nuevos retos en materia de coordinación espectral e interoperabilidad entre redes terrestres y espaciales³⁰.

En Europa y el Reino Unido, la convergencia regulatoria avanza en una dirección similar. OFCOM ha desarrollado procesos de consulta y regulación sobre servicios *Direct to Device (D2D)*, orientados a habilitar la conectividad directa entre satélites y dispositivos móviles en ausencia de cobertura terrestre,

²⁸ El spectrum warehousing hace referencia a la práctica de reservar o mantener derechos de uso sobre recursos escasos de espectro radioeléctrico u órbitas satelitales sin una utilización efectiva, eficiente o proporcional al recurso registrado.

²⁹ UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. ITU Members agree to new milestones for non-geostationary satellite deployment. En: ITU News, 30 de enero de 2020. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/hub/2020/01/itu-members-agree-to-new-milestones-for-non-geostationary-satellite-deployment/>

³⁰ FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION. Single Network Future: Supplemental Coverage from Space; Space Innovation. Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking, FCC 24-28, GN Docket No. 23-65; IB Docket No. 22-271. Washington, D.C.: FCC, 15 de marzo de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-24-28A1.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 22 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

incluyendo la flexibilización de condiciones de uso en bandas como 1800 MHz y 900 MHz³¹, habitualmente reservadas para la prestación del servicio terrestre. Por su parte, la Comisión Europea mantiene el desarrollo satelital dentro de su agenda de conectividad digital, reconociendo el papel complementario de las órbitas GEO, MEO y LEO en la provisión de servicios de banda ancha y destacando sus diferencias en términos de latencia y capacidad³². Este enfoque confirma que el recurso orbital está siendo integrado dentro de una visión más amplia de infraestructura digital.

En Brasil, la Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) ha establecido que la operación de sistemas satelitales en su territorio debe estar asociada a redes reconocidas por la UIT, destacando que los derechos de aterrizaje (*landing rights*) habilitan el uso combinado de espectro y órbita. Asimismo, ha advertido sobre los riesgos asociados al crecimiento de las constelaciones LEO, incluyendo el incremento del tráfico espacial, el riesgo de colisiones y los impactos ambientales, y ha implementado mecanismos como *sandboxes regulatorios* y consultas públicas para adaptar su marco normativo a las decisiones internacionales³³ y por su parte, en Canadá, la Canadian Radio-television and Telecommunications Commission (CRTC) ha vinculado el uso del recurso orbital con objetivos de conectividad universal, resiliencia de redes y atención de emergencias³⁴.

En conjunto, las acciones regulatorias adoptadas a nivel internacional evidencian un enfoque multidimensional para la gestión del recurso orbital, que combina: (i) mecanismos de coordinación internacional bajo la UIT; (ii) requisitos de despliegue para evitar la ocupación especulativa del recurso; (iii) esquemas nacionales de licenciamiento e integración satélite-terrestre; (iv) instrumentos de experimentación regulatoria como *sandboxes*; y (v) políticas orientadas a la sostenibilidad espacial y la mitigación de desechos. En este escenario, el recurso orbital deja de ser un insumo técnico pasivo para convertirse en un activo estratégico cuya gestión condiciona el desarrollo de las redes no terrestres, la conectividad ubicua y la sostenibilidad del entorno espacial en el largo plazo.

Entre dichas medidas se incluyen la introducción de hitos de despliegue (milestones) para evitar la especulación sobre recursos orbitales, el desarrollo de metodologías avanzadas de evaluación de interferencias como el EPFD (Equivalent Power Flux Density), y la promoción de estudios sobre sostenibilidad espacial y gestión del tráfico orbital.

³¹ OFCOM. Enabling satellite Direct to Device services in mobile spectrum bands. Londres: Ofcom, 25 de marzo de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.ofcom.org.uk/spectrum/space-and-satellites/consultation-enabling-satellite-direct-to-device-services-in-mobile-spectrum-bands>

³² COMISIÓN EUROPEA. Satellite digital connectivity. En: Shaping Europe's digital future. Bruselas: Comisión Europea. [en línea]. Disponible en: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/satellite-broadband>

³³ AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Process for granting satellite landing rights. Brasília: Anatel. Actualizado el 22 de marzo de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/regulado/satellite/process-for-granting-satellite-landing-rights>

³⁴ CANADIAN RADIO-TELEVISION AND TELECOMMUNICATIONS COMMISSION. Telecom Regulatory Policy CRTC 2024-328. Ottawa: CRTC, 2024. [en línea]. Disponible en: <https://crtc.gc.ca/eng/archive/2024/2024-328.htm>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 23 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Adicionalmente, organismos regulatorios y foros internacionales han comenzado a discutir la necesidad de fortalecer los mecanismos de gobernanza del espacio, incluyendo la posible implementación de esquemas de administración del tráfico espacial y nuevas reglas para la coexistencia entre sistemas NGSO y GEO. En este escenario, el recurso orbital se consolida como un elemento estratégico no solo desde el punto de vista técnico, sino también geopolítico y económico, cuya gestión eficiente y equitativa será determinante para garantizar el desarrollo sostenible del ecosistema de telecomunicaciones satelitales y de las redes no terrestres en el futuro.

4 ARQUITECTURA FUNCIONAL DE LAS REDES NTN

Una vez identificadas las principales órbitas utilizadas por los sistemas satelitales y la necesidad de administrar de manera eficiente el recurso orbital-espectral, resulta necesario pasar del plano orbital al plano funcional de las redes no terrestres. En efecto, la órbita determina condiciones físicas relevantes como cobertura, latencia, tiempo de visibilidad, ángulo de elevación y requerimientos de constelación; sin embargo, la capacidad real de prestar servicios NTN depende también de la arquitectura de red, del tipo de carga útil embarcada en el satélite, de la forma en que se conectan los enlaces de servicio y feeder, y del grado de integración con las redes terrestres. Por esta razón, antes de abordar los servicios específicos que pueden prestarse sobre NTN, es necesario distinguir entre cargas útiles transparentes o no regenerativas y cargas útiles regenerativas, conforme a la clasificación técnica empleada por 3GPP³⁵.

4.1 Carga útil Transparente

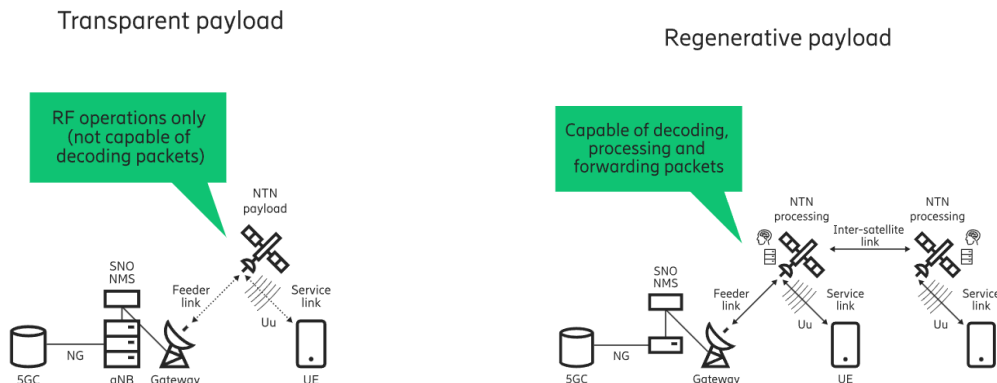
En términos generales, una carga útil transparente, también conocida como no regenerativa o bent-pipe, corresponde a una arquitectura en la cual el satélite actúa principalmente como un repetidor entre el terminal de usuario y la estación gateway. En este modelo, el satélite recibe la señal, la amplifica, realiza las conversiones de frecuencia necesarias y la retransmite hacia el segmento terrestre, sin ejecutar funciones completas de procesamiento de red a bordo. En consecuencia, buena parte de las funciones de acceso, control, gestión de sesión, procesamiento e interconexión permanecen en tierra, particularmente en la gateway y en los elementos de red conectados a ella.

Esta arquitectura resulta útil cuando se busca mantener una carga útil espacial menos compleja y concentrar la inteligencia de red en infraestructura terrestre. Sin embargo, también implica una mayor dependencia de la disponibilidad de gateways, enlaces feeder y puntos de conexión con la red terrestre. Por ello, en servicios NTN basados en carga útil transparente, la continuidad, la latencia efectiva y la calidad del servicio no dependen únicamente del satélite o de la órbita utilizada, sino también de la localización de las estaciones gateway, de la capacidad de los enlaces feeder, del diseño de interconexión y de la integración con la red core o con las plataformas del proveedor del servicio.

³⁵ 3GPP. Non-Terrestrial Networks (NTN). 2024. Actualizado el 4 de julio de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 24 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 2. Arquitectura de carga útil transparente / Arquitectura de carga útil regenerativa



Fuente: Masini (2024), Ericsson.³⁶

4.2 Carga útil regenerativa

Por su parte, una carga útil regenerativa incorpora capacidades de procesamiento a bordo del satélite. En este caso, el satélite no se limita a amplificar y retransmitir la señal, sino que puede realizar funciones como demodulación, decodificación, procesamiento, re-codificación, re-modulación y, dependiendo de la arquitectura, ciertas funciones propias de la red de acceso. En el contexto de NTN, esto permite que el satélite asuma un rol más activo dentro de la red, lo que puede habilitar mayor flexibilidad para la gestión de movilidad, el uso de enlaces intersatelitales, la selección dinámica de rutas y la continuidad del servicio entre componentes terrestres y no terrestres.

La carga útil regenerativa puede ser especialmente relevante en arquitecturas avanzadas de constelaciones LEO, MEO o multi-órbita, en las que los satélites se desplazan constantemente respecto de la superficie terrestre y pueden requerirse mecanismos de handover, procesamiento distribuido, enrutamiento espacial o descarga del tráfico hacia gateways ubicadas en diferentes regiones. No obstante, esta arquitectura también incrementa la complejidad técnica y operacional del sistema, pues exige mayor capacidad de procesamiento a bordo, gestión de software, sincronización, seguridad, consumo energético, coordinación con la red terrestre y definición clara de responsabilidades entre los distintos actores que intervienen en la prestación del servicio.

³⁶ MASINI, Gino. How we reached a common vision on the architecture for 5G non-terrestrial networks in 3GPP Rel-19. En: Ericsson Blog, 18 de octubre de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.ericsson.com/en/blog/2024/10/ntn-payload-architecture>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 25 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Esta distinción es relevante porque los servicios NTN no dependen únicamente de la altitud orbital o del tipo de constelación utilizada. Dos sistemas ubicados en una misma órbita pueden ofrecer prestaciones distintas si uno opera con una carga útil transparente y otro con una carga útil regenerativa. En consecuencia, la evaluación técnica y regulatoria de los servicios NTN debe considerar de manera conjunta la órbita, el espectro, el tipo de terminal, la arquitectura de carga útil, la disponibilidad de gateways, los enlaces feeder, los enlaces intersatelitales, la integración con redes terrestres y el modelo de prestación del servicio.

Desde esta perspectiva, la arquitectura funcional de las redes NTN constituye el puente entre el recurso orbital-espectral y los servicios que efectivamente pueden ofrecerse al usuario final. Sobre esta base pueden estructurarse servicios como banda ancha satelital, conectividad directa a dispositivos, IoT NTN, backhaul satelital, comunicaciones de emergencia, conectividad para transporte marítimo y aeronáutico, redes privadas, servicios gubernamentales y soluciones de resiliencia. La forma concreta en que cada servicio se presta dependerá de la combinación entre arquitectura espacial, capacidades de procesamiento, integración terrestre, condiciones regulatorias y necesidades específicas del caso de uso.

5 SERVICIOS HABILITADOS POR REDES NO TERRESTRES

Una vez descritas las órbitas satelitales, la administración del recurso orbital-espectral y las arquitecturas funcionales basadas en cargas útiles transparentes y regenerativas, se procede a identificar los principales servicios que pueden prestarse mediante redes no terrestres. En términos técnicos, las NTN no constituyen un único servicio, sino una familia de soluciones de conectividad que pueden integrarse con redes terrestres móviles, fijas o privadas para ampliar cobertura, soportar movilidad, mejorar resiliencia, habilitar comunicaciones críticas o atender dispositivos directamente desde el segmento espacial. Esta diversidad explica por qué 3GPP define las NTN como redes o segmentos de red que utilizan plataformas espaciales o aerotransportadas —incluidos satélites en diferentes constelaciones— para transportar equipos de retransmisión o estaciones base, y por qué sus casos de uso abarcan desde acceso directo al usuario hasta backhaul, IoT, movilidad, emergencia y conectividad empresarial³⁷.

La evolución de estos servicios se articula con la visión IMT-2020 de la UIT, que organiza el desarrollo de las redes móviles avanzadas alrededor de tres grandes escenarios de uso: banda ancha móvil mejorada, comunicaciones masivas tipo máquina y comunicaciones ultraconfiables de baja latencia.³⁸ A su vez, el Informe UIT-R M.2410 define requisitos mínimos de desempeño técnico para IMT-2020, incluyendo velocidad pico, eficiencia espectral, latencia, densidad de conexión, confiabilidad, movilidad

³⁷ 3GPP. Non-Terrestrial Networks (NTN). 2024. Actualizado el 4 de julio de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview>

³⁸ UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Recomendación UIT-R M.2083-0: Visión de las IMT – Marco y objetivos generales del desarrollo futuro de las IMT para 2020 y en adelante. Ginebra: UIT, 2015. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083/es>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 26 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

y ancho de banda, que sirven como referencia para evaluar hasta qué punto las soluciones NTN pueden complementar o extender las capacidades de las redes móviles terrestres.³⁹

Desde esta perspectiva, los servicios NTN pueden ordenarse en dos grandes grupos. El primero corresponde a servicios de acceso directo, en los que el usuario, el teléfono celular, el dispositivo IoT, el vehículo, la embarcación o la aeronave se conecta directamente con el satélite. El segundo corresponde a servicios de soporte de red, en los que el satélite no necesariamente atiende directamente al usuario final, sino que proporciona transporte, backhaul, resiliencia, distribución de contenidos, continuidad operacional o capacidad complementaria para redes terrestres. Esta distinción es relevante porque no todos los servicios NTN generan los mismos retos técnicos, regulatorios o de mercado: algunos se asemejan a servicios móviles tradicionales, otros a servicios satelitales clásicos, otros a conectividad IoT de baja potencia y otros a infraestructura mayorista o de transporte.

5.1 Servicios Direct to Device (D2D) y Direct to Cell / Direct to Cellular (D2C)

Empresas y servicios: Starlink Direct to Cell (SpaceX Starlink), T-Satellite (T-Mobile US + Starlink), SpaceMobile Network (AST SpaceMobile), Lynk Direct-to-Phone (Lynk Global), Skylo Satellite Connectivity (Skylo Technologies), entre otros.

Los servicios Direct to Device (D2D) se refieren a la conectividad directa entre un satélite y un dispositivo de usuario, sin necesidad de una antena satelital externa, terminal dedicado voluminoso o infraestructura terrestre intermedia en el punto de acceso del usuario. Bajo esta categoría pueden encontrarse teléfonos inteligentes, tabletas, dispositivos IoT, wearables, sensores, equipos de telemetría o terminales instalados en plataformas móviles. En sentido estricto, D2D es una categoría amplia, mientras que Direct to Cell o Direct to Cellular (D2C) suele utilizarse para referirse específicamente a la conectividad directa entre satélites y teléfonos celulares o dispositivos móviles compatibles con redes celulares.⁴⁰

La Global Satellite Operators Association distingue dos variantes principales de D2D. La primera utiliza espectro atribuido al servicio móvil por satélite (MSS/SMS) y se apoya, en general, en especificaciones NTN de 3GPP, lo que permite integrar capacidades satelitales en dispositivos compatibles con frecuencias MSS y con interfaces radioeléctricas NTN. La segunda utiliza bandas atribuidas al servicio móvil terrestre e identificadas para IMT, con el fin de conectar satélites a teléfonos móviles existentes o futuros que operan en bandas móviles terrestres; esta variante exige acuerdos entre operadores

³⁹ UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Informe UIT-R M.2410-0: Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s). Ginebra: UIT, 2017. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2410-2017/es>

⁴⁰ GLOBAL SATELLITE OPERATORS ASSOCIATION. Diversos enfoques del servicio directo al dispositivo. GSOA, septiembre de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://gsoasatellite.com/wp-content/uploads/D2D-Paper-SPANISH-Sep-24.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 27 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

satelitales y operadores móviles, así como reglas específicas de coexistencia e interferencia, dado que el uso satelital de bandas móviles terrestres no responde al mismo marco técnico que el uso terrestre convencional.⁴¹

En términos de servicios, D2D/D2C puede habilitar mensajería básica, mensajes de emergencia, localización, alertamiento, voz de baja tasa, datos de baja capacidad, servicios IoT, conectividad intermitente, continuidad de cobertura en zonas remotas y, progresivamente, servicios de mayor capacidad conforme evolucionen los estándares, los chipsets y las constelaciones. Sin embargo, estos servicios no deben equipararse automáticamente a la experiencia de una red móvil terrestre. Las limitaciones de línea de vista, capacidad por haz, potencia del terminal, latencia, disponibilidad de satélites, interferencia, coordinación de espectro y cobertura indoor hacen que el D2D sea más adecuado como cobertura complementaria, servicio de resiliencia o conectividad básica en zonas sin cobertura terrestre.

Desde la perspectiva regulatoria, D2D/D2C es uno de los servicios NTN más sensibles, porque desborda la separación tradicional entre servicio móvil terrestre y servicio satelital. Cuando opera en bandas MSS, el reto principal consiste en habilitar terminales compatibles, autorizaciones satelitales, condiciones de mercado y acuerdos de integración con operadores móviles. Cuando opera en bandas móviles terrestres, el reto aumenta, porque deben definirse las condiciones bajo las cuales un satélite puede transmitir o recibir en bandas IMT, cómo se protege la red terrestre, qué ocurre en fronteras, cómo se tratan los usuarios en roaming, quién responde por calidad y emergencias, y cómo se evita que el uso satelital de espectro móvil genere afectaciones a la competencia o a la administración eficiente del espectro.

5.2 IoT NTN

Empresas y servicios: Vodafone Business Satellite IoT (Vodafone), Sateliot 5G NB-IoT NTN (Sateliot), OQ Satellite IoT (OQ Technology), Skylo IoT Connectivity (Skylo Technologies), Iridium IoT (Iridium Communications), entre otros.

IoT NTN corresponde al uso de redes no terrestres para conectar sensores, medidores, dispositivos industriales, equipos de telemetría, activos logísticos, plataformas móviles, infraestructura crítica o dispositivos de baja potencia ubicados fuera de la cobertura terrestre. Su importancia radica en que una parte sustancial de los casos de uso IoT se desarrolla en zonas rurales, marítimas, mineras, energéticas, agroindustriales, ambientales o de transporte, donde no siempre existe cobertura celular o redes fijas disponibles.

En el marco de 3GPP, IoT NTN se relaciona especialmente con la extensión de tecnologías LTE orientadas a comunicaciones masivas tipo máquina, como comunicaciones de banda angosta (NB-IoT) y comunicación a máquina mejorada (eMTC), hacia redes no terrestres. 3GPP inició el trabajo de

⁴¹ Ibíd.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 28 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

comunicaciones tipo máquina bajo LTE en releases anteriores, introdujo NB-IoT en Release 13 y posteriormente avanzó en Release 17⁴² con actividades para soportar NB-IoT y enhanced MTC sobre NTN mediante LTE/EPS.⁴³

El servicio IoT NTN se caracteriza por tasas de datos reducidas, bajo consumo energético, mensajes pequeños, transmisión periódica o eventual, tolerancia a ciertos retardos y larga vida útil de baterías. Esto lo hace especialmente apropiado para monitoreo ambiental, trazabilidad logística, agricultura inteligente, sensores remotos, infraestructura energética, transporte, gestión de flotas, monitoreo marítimo, seguridad, alertas tempranas y dispositivos desplegados en zonas donde el costo de instalar infraestructura terrestre resulta elevado.

En términos técnicos, IoT NTN puede operar mediante cargas útiles transparentes o regenerativas, dependiendo del diseño de red. En algunos casos, el satélite actúa como repetidor entre el dispositivo y la gateway; en otros, puede incorporar funciones de procesamiento, almacenamiento o enrutamiento que favorecen comunicaciones tolerantes al retardo. La evolución hacia modelos store-and-forward⁴⁴ resulta especialmente relevante para IoT NTN, porque permite que el satélite reciba información de dispositivos, aunque no exista, en ese momento, un enlace feeder activo hacia tierra, y la descargue posteriormente cuando tenga visibilidad de una gateway. 3GPP identifica esta operación store-and-forward como uno de los temas de estudio de Release 19 para comunicaciones tolerantes al retardo, especialmente relevantes para servicios IoT sobre segmentos espaciales NGSO.⁴⁵

5.3 4G NTN / LTE IoT NTN

Empresas y servicios: Skylo NTN Network (Skylo Technologies), Omnispace NTN Services (Omnispace), Globalstar Satellite IoT Services (Globalstar), entre otros.

Aunque el debate público suele asociar NTN con 5G, la estandarización también contempla soluciones basadas en LTE, especialmente para IoT. En este contexto, 4G NTN no debe entenderse como una red LTE móvil terrestre convencional prestada desde el espacio para todos los servicios móviles, sino

⁴² Un release de 3GPP es una versión específica del conjunto de estándares definidos por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) para tecnologías móviles, como GSM, UMTS, LTE y 5G. Cada Release introduce nuevas funcionalidades y mejoras a las tecnologías existentes, permitiendo la evolución continua de las redes móviles. Disponible en <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-17>

⁴³ 3GPP. Non-Terrestrial Networks (NTN). 2024. Actualizado el 4 de julio de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview>

⁴⁴ El 3GPP define el Store-and-forward como la modalidad en la que el satélite recibe y almacena temporalmente información para retransmitirla posteriormente cuando exista una ruta disponible hacia otro satélite, una estación gateway o la red terrestre.

⁴⁵ Ibid

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 29 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

principalmente como la adaptación de tecnologías LTE de baja potencia y baja tasa —en particular NB-IoT y eMTC— para operar sobre redes no terrestres⁴⁶.

La relevancia de LTE IoT NTN es que permite una ruta de evolución menos disruptiva para servicios de baja tasa de datos, aprovechando ecosistemas LTE ya existentes y dispositivos IoT de menor complejidad que los terminales 5G NR (New Radio). Esto puede resultar particularmente útil en países donde la cobertura terrestre aún presenta brechas significativas y donde los casos de uso iniciales de NTN pueden estar más asociados a telemetría, monitoreo, mensajería, seguimiento de activos, emergencias básicas o conectividad industrial que a banda ancha móvil de alta capacidad.

Desde el punto de vista regulatorio, 4G NTN plantea preguntas específicas sobre homologación de módulos, bandas MSS, compatibilidad de terminales, numeración o identificación de dispositivos, reportes de tráfico IoT, condiciones de calidad diferenciadas, obligaciones de seguridad, manejo de datos de ubicación y eventual integración con operadores móviles terrestres. Su tratamiento no debería confundirse con el de la banda ancha satelital tradicional ni con el de la conectividad móvil 5G completa, pues se trata de una capa funcional distinta orientada a comunicaciones masivas, de baja potencia y, en muchos casos, tolerantes al retardo.

5.4 NR NTN / 5G NTN

Empresas y servicios: SpaceMobile Broadband Network (AST SpaceMobile), OneWeb 5G NTN (Eutelsat OneWeb), O3b mPOWER (SES), entre otras.

NR NTN corresponde a la adaptación de la interfaz radio 5G New Radio para soportar acceso no terrestre mediante satélites o plataformas no terrestres. Esta adaptación se integra al Sistema 5G, entendido como el ecosistema completo de red que incluye funciones de movilidad, autenticación, selección de red, roaming, calidad de servicio y continuidad del servicio. En consecuencia, NR NTN no debe entenderse como una tecnología separada de 5G, sino como la extensión del acceso radio 5G hacia entornos no terrestres, permitiendo que los usuarios puedan conectarse mediante componentes terrestres y satelitales bajo una arquitectura común.

3GPP señala que Release 17 fue el primer release con requisitos normativos para NTN en sus especificaciones. En esa etapa se incorporaron requisitos de continuidad de servicio entre redes terrestres 5G y redes satelitales 5G, roaming de equipos de usuario entre acceso satelital y terrestre, selección y reelección optimizada de redes con acceso satelital, soporte de movilidad entre redes de

⁴⁶ La especificación 3GPP TR 36.763 analiza la forma de adaptar las tecnologías NB-IoT y eMTC para que operen sobre redes no terrestres (NTN) dentro del ecosistema LTE. Por su parte, el informe técnico ETSI TR 136 764 (equivalente al 3GPP TR 36.764 Release 18), profundiza en la definición de bandas de operación para LTE IoT NTN. En particular, este documento identifica bandas específicas para servicios LTE IoT sobre NTN y estudia aspectos técnicos clave como los parámetros del sistema, arreglos de canalización, requisitos de los terminales y condiciones de operación. Disponible en: https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/136700_136799/136764/18.01.00_60/tr_136764v180100p.pdf

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 30 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

acceso, servicios mediante acceso satelital, localización para fines de servicio y emergencia, comunicaciones de baja potencia tipo MIIOT, enlaces satelitales entre RAN y core, conectividad mallada mediante enlaces intersatelitales y selección del enlace que mejor cumpla la calidad de servicio acordada⁴⁷.

NR NTN puede soportar servicios más exigentes que IoT NTN, incluyendo conectividad de datos, movilidad, continuidad entre acceso terrestre y satelital, comunicaciones críticas, acceso para usuarios en zonas remotas, transporte marítimo y aeronáutico, redes privadas, conectividad institucional y aplicaciones empresariales. En Release 17 y Release 18, el foco inicial estuvo fuertemente asociado a arquitecturas con carga útil transparente; posteriormente, Release 19 profundiza en aspectos como carga útil regenerativa, operación store-and-forward, comunicación UE-satélite-UE, operación independiente de GNSS⁴⁸ y mejoras de posicionamiento⁴⁹.

El servicio NR NTN es especialmente relevante para la convergencia entre redes móviles y satelitales, porque permite que la red satelital deje de ser un sistema externo o paralelo y se integre funcionalmente al ecosistema 5G. Esto puede permitir cobertura suplementaria, continuidad de servicio, movilidad internacional, acceso en zonas remotas, servicios resilientes y conectividad para usuarios o sectores que requieren mayor integración con redes móviles. No obstante, su implementación exige resolver condiciones de espectro, sincronización, compensación de efecto Doppler, movilidad, handover, localización, gateways, roaming, emergencia, seguridad y responsabilidad de calidad.

5.5 Backhaul NTN

Empresas y servicios: OneWeb Enterprise Connectivity (Eutelsat OneWeb), Starlink Business (SpaceX), O3b mPOWER (SES), Intelsat Flex Enterprise (Intelsat/SES), entre otras.

El backhaul NTN se refiere al uso de enlaces satelitales para transportar tráfico entre una red de acceso terrestre —por ejemplo, una estación base móvil, una red comunitaria, una red privada o un nodo de acceso fijo— y la red core, internet, una red corporativa o una plataforma de servicios. A diferencia del D2D o D2C, en este caso el usuario final no necesariamente se conecta directamente al satélite; el satélite actúa como medio de transporte o respaldo para conectar infraestructura terrestre ubicada en zonas donde no existe fibra, microondas u otra solución de transporte disponible o económicamente viable. 3GPP identifica el backhaul satelital como un componente importante para áreas remotas o escenarios de misión crítica en los que no es posible construir conexiones terrestres de backhaul. En Release 18, los trabajos sobre satellite backhauling en el sistema 5G abordaron asuntos como backhaul

⁴⁷ 3GPP. Non-Terrestrial Networks (NTN). 2024. Actualizado el 4 de julio de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview>

⁴⁸ La comunicación UE-satélite-UE hace referencia a la comunicación entre equipos de usuario —User Equipment— a través del segmento satelital; GNSS corresponde a los sistemas globales de navegación por satélite, como GPS, Galileo, GLONASS o BeiDou, utilizados para posicionamiento, navegación y sincronización.

⁴⁹ 3GPP. Release 19. [en línea]. Disponible en: <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-19>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 31 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

satelital dinámico, problemas derivados de múltiples saltos o enlaces a través de diferentes satélites y redes terrestres, latencia de entrega de paquetes, ancho de banda, paquetes fuera de secuencia, edge computing (computación de borde) satelital mediante UPF⁵⁰ a bordo y conmutación local de datos para reducir retardos de extremo a extremo⁵¹.

La UIT también ha desarrollado este tema desde la perspectiva de la convergencia fija, móvil y satelital. La Recomendación UIT-T Y.3208 la define como la capacidad de proporcionar servicios y aplicaciones a los usuarios independientemente de la tecnología de acceso fija, móvil o satelital, y especifica requisitos, marco, procedimientos y consideraciones de seguridad para la gestión de sesiones con backhaul satelital en redes IMT-2020 y posteriores⁵².

El backhaul NTN es particularmente relevante para Colombia por la dispersión geográfica, la existencia de zonas rurales y apartadas, la dificultad de conectar estaciones base en áreas selváticas, montañosas, marítimas o de baja densidad poblacional, y la necesidad de resiliencia en situaciones de emergencia. Su uso puede permitir extender redes móviles terrestres, soportar redes privadas industriales, conectar instituciones públicas, respaldar infraestructura crítica o mantener operación cuando fallan enlaces terrestres. Regulatoriamente, exige revisar calidad, disponibilidad, gestión de fallas, reportes de tráfico, interconexión, neutralidad, seguridad, obligaciones de continuidad y eventual tratamiento de infraestructura esencial o facilidades mayoristas.

5.6 Banda ancha satelital, FWA y servicios FSS

Empresas y servicios: Starlink Residential, Starlink Business, Starlink Roam (SpaceX), OneWeb Connectivity Services (Eutelsat OneWeb), HughesNet Fusion (Hughes), Viasat Unlimited (Viasat), SES Enterprise Services (SES), entre otros.

Además de los servicios directamente integrados con redes móviles, las NTN también habilitan servicios de banda ancha satelital fija o semifija, incluyendo soluciones de Fixed Wireless Access (FWA) satelital, conectividad residencial, empresarial, institucional y comunitaria. En estos casos, el usuario accede al servicio mediante una antena o terminal satelital instalado en una ubicación determinada, que se conecta al satélite y, a través de enlaces feeder y gateways, a internet o a redes privadas.

⁵⁰ User Plane Function o función de plano de usuario. Es una función de la arquitectura 5G encargada de manejar el tráfico de datos del usuario: enrutar paquetes, aplicar reglas de calidad de servicio, conectar con redes externas como internet o redes privadas, soportar movilidad y servir como punto de anclaje del tráfico.

⁵¹ 3GPP. Non-Terrestrial Networks (NTN). 2024. Actualizado el 4 de julio de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview>

⁵² UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Recomendación UIT-T Y.3208: Fixed, mobile and satellite convergence – Session management with satellite backhaul for IMT-2020 networks and beyond. Ginebra: UIT, 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3208/en>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 32 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Este tipo de servicio puede operar sobre distintas órbitas y arquitecturas. En GEO, históricamente ha sido utilizado para conectividad fija, televisión, VSAT, servicios corporativos y backhaul. En LEO y MEO, la menor latencia y la mayor reutilización de frecuencias permiten modelos de banda ancha satelital de nueva generación, con mayor capacidad e interactividad. En bandas FSS, como Ku y Ka, se pueden prestar servicios de mayor ancho de banda que resultan adecuados para hogares, empresas, escuelas, centros de salud, estaciones base, redes privadas y usuarios en zonas de difícil acceso. La diferencia principal entre FWA satelital y D2D/D2C es el tipo de terminal y la expectativa de servicio.

Mientras D2D busca conectividad directa a dispositivos de usuario de bajo tamaño y potencia, FWA satelital normalmente requiere una antena o terminal dedicado con mejores condiciones de enlace, mayor ganancia y capacidad superior. Por ello, FWA resulta más adecuado para banda ancha residencial, institucional o empresarial, mientras que D2D se orienta inicialmente a cobertura complementaria, emergencia, mensajería, IoT o servicios móviles básicos.

En términos regulatorios, los servicios FWA y FSS exigen considerar autorizaciones de estaciones terrenas, terminales de usuario, derechos de aterrizaje, condiciones de uso de espectro, calidad del servicio, protección de usuarios, neutralidad de red, obligaciones de información, coordinación con redes terrestres y eventual articulación con políticas de servicio universal. También plantean preguntas sobre si la conectividad satelital debe reportarse como cobertura fija, cobertura móvil, cobertura satelital o una categoría diferenciada.

5.7 Servicios de movilidad satelital y ESIM

Empresas y servicios: OneWeb Maritime (Eutelsat OneWeb), OneWeb Aviation (Eutelsat OneWeb), Garmin inReach (Garmin + Iridium), Iridium Certus (Iridium), entre otros.

Las NTN también permiten servicios para plataformas móviles, incluyendo aeronaves, embarcaciones, vehículos terrestres, trenes, maquinaria, flotas logísticas, transporte de carga, defensa, seguridad y operaciones en zonas remotas. En este grupo se ubican tanto los servicios satelitales móviles tradicionales como las estaciones terrenas en movimiento, usualmente conocidas como ESIM, que permiten mantener conectividad mientras el terminal se desplaza.

Los servicios de movilidad satelital son relevantes porque muchos casos de uso no se desarrollan en ubicaciones fijas: transporte marítimo, aviación, carreteras, corredores logísticos, minería, hidrocarburos, operaciones de emergencia, defensa y monitoreo ambiental requieren conectividad sobre plataformas que atraviesan zonas con cobertura terrestre intermitente o inexistente. En estos casos, la NTN no solo amplía cobertura, sino que permite continuidad operacional, seguimiento de activos, transmisión de datos de operación, comunicaciones de seguridad, telemetría y conectividad para tripulaciones o pasajeros.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 33 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Desde el punto de vista técnico, la movilidad satelital exige gestión de handover, seguimiento de haces, variación de ángulos de elevación, coordinación de espectro, antenas estabilizadas o electrónicamente orientables, y, en algunos casos, conmutación entre satélites, gateways u órbitas. Desde el punto de vista regulatorio, requiere claridad sobre autorización de terminales móviles, operación transfronteriza, roaming, jurisdicción aplicable, homologación, uso de espectro, reportes de servicio, seguridad de red y tratamiento de comunicaciones de emergencia en tránsito.

5.8 Comunicaciones de emergencia y servicios de resiliencia

Empresas y servicios: Apple Emergency SOS (Apple + Globalstar), Starlink Emergency Response (Starlink), Business Continuity & Disaster Recovery (Iridium), FirstNet Satellite Connectivity (AT&T + AST SpaceMobile), entre otros.

Uno de los servicios de mayor relevancia pública en NTN es la comunicación de emergencia en zonas sin cobertura terrestre o en situaciones en las que la infraestructura terrestre se encuentra degradada, destruida o congestionada. Las soluciones satelitales pueden permitir mensajería de emergencia, localización, alertamiento, respaldo de redes críticas, comunicaciones autoridad-autoridad, conectividad para centros de operación, soporte a brigadas, continuidad de redes móviles mediante backhaul satelital y conectividad directa a usuarios en condiciones excepcionales.

El caso de Emergency SOS vía satélite de Apple ilustra una modalidad propietaria de conectividad directa para emergencia: los modelos iPhone 14 o posteriores pueden enviar mensajes de texto a servicios de emergencia cuando el usuario está fuera de cobertura celular y Wi-Fi, siempre que exista visibilidad adecuada del cielo y disponibilidad del servicio en el país correspondiente⁵³.

Este tipo de servicio evidencia un cambio regulatorio importante: la comunicación de emergencia ya no puede concebirse exclusivamente como una llamada de voz cursada sobre una red fija o móvil terrestre. En NTN, la emergencia puede adoptar la forma de mensaje corto, paquete de datos, coordenada de localización, cuestionario estructurado, sesión asincrónica, comunicación store-and-forward o contacto intermediado por un centro de relevo. Por ello, al incorporar NTN en el marco regulatorio, será necesario revisar las reglas de acceso a números de emergencia, localización, gratuidad, priorización, interoperabilidad con centros de atención, responsabilidad del proveedor, continuidad del servicio, trazabilidad y calidad diferenciada para comunicaciones críticas.

⁵³ APPLE. Usar Emergencia SOS vía satélite en el iPhone. Soporte técnico de Apple. [en línea]. Disponible en: <https://support.apple.com/es-la/101573>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 34 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

5.9 Servicios store-and-forward, enlaces intersatelitales y comunicación UE-satélite-UE

Empresas y servicios: Laser Inter-Satellite Links (Starlink), Iridium Messaging Transport (Iridium), Store-and-Forward (Sateliot), entre otros.

Las arquitecturas NTN más avanzadas pueden incorporar servicios que no dependen de una conexión inmediata y permanente con una gateway terrestre. En el modelo store-and-forward, el satélite almacena temporalmente información recibida de un usuario o dispositivo y la entrega posteriormente cuando dispone de un enlace feeder o de una ruta adecuada hacia tierra. Este modelo es particularmente útil para IoT, monitoreo ambiental, sensores remotos, trazabilidad logística, boyas marítimas, estaciones científicas o comunicaciones tolerantes al retardo.

Asimismo, los enlaces intersatelitales permiten que el tráfico recibido por un satélite sea encaminado hacia otro satélite antes de descender a una gateway. Esto puede mejorar resiliencia, reducir dependencia de estaciones terrenas locales, optimizar rutas, ampliar cobertura y permitir arquitecturas multi-órbita o interorbitales. 3GPP reconoce la conectividad mallada entre satélites mediante enlaces intersatelitales dentro de los requisitos de acceso satelital del sistema 5G, y en Release 19 estudia comunicación UE-satélite-UE, operación store-and-forward y arquitecturas de carga útil regenerativa⁵⁴.

Estos servicios amplían el alcance de las NTN más allá del simple “usuario-satélite-gateway”. En la práctica, permiten redes más distribuidas, resilientes y flexibles, pero también introducen preguntas regulatorias complejas: dónde se entiende cursado el tráfico, qué jurisdicción aplica, cómo se garantiza la seguridad y privacidad, cómo se reporta la calidad, cómo se localiza al usuario, cómo se gestiona el roaming y cómo se asignan responsabilidades cuando el tráfico se procesa, almacena o enruta en el segmento espacial.

5.10 Servicios de difusión, multicast, caching y distribución de contenidos

Empresas y servicios: Eutelsat Video Services (Eutelsat), Intelsat Media (SES), Manage Network Services (Hughes), entre otros.

Las NTN también pueden soportar servicios de difusión, multicast, caching y distribución de contenidos sobre áreas de cobertura amplias. Este tipo de servicio aprovecha una característica natural de los sistemas satelitales: la capacidad de cubrir zonas extensas y distribuir información a múltiples usuarios o nodos simultáneamente. En el contexto 5G NTN, 3GPP identifica la posibilidad de optimizar la entrega

⁵⁴ 3GPP. Non-Terrestrial Networks (NTN). 2024. Actualizado el 4 de julio de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 35 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

de contenido mediante aplicaciones de caching que aprovechen la capacidad de los satélites para soportar cobertura ubicua y difusión o multicast sobre coberturas muy amplias o globales⁵⁵.

Estos servicios pueden ser útiles para educación remota, distribución de contenidos audiovisuales, actualización de software, entrega de información pública, alertamiento temprano, comunicaciones institucionales, redes privadas, transporte y sectores productivos. También pueden reducir presión sobre redes terrestres en zonas donde la distribución simultánea de información a muchos usuarios o nodos resulta más eficiente por satélite que por enlaces terrestres individuales.

Regulatoriamente, estos servicios pueden tocar materias de neutralidad de red, derechos de usuarios, priorización de contenidos de interés público, interoperabilidad, calidad, seguridad, ciberseguridad, protección de datos, reportes de tráfico y coordinación con regímenes audiovisuales o de comunicaciones públicas cuando corresponda.

De esta manera, los servicios NTN deben analizarse como un ecosistema de soluciones y no como una única modalidad de conectividad satelital. D2D/D2C, IoT NTN, LTE IoT NTN, NR NTN, backhaul satelital, FWA, FSS, movilidad, emergencia, store-and-forward, enlaces intersatelitales y distribución de contenidos responden a necesidades técnicas y de mercado distintas. Algunos servicios están orientados al usuario final; otros funcionan como infraestructura de soporte para redes terrestres; otros habilitan conectividad de dispositivos de baja potencia; y otros cumplen funciones de resiliencia, seguridad pública o continuidad operacional.

En consecuencia, la intervención regulatoria, en caso de ser requerida, no debería partir de una categoría genérica de «servicio satelital», sino de una clasificación funcional que distinga el tipo de acceso, el tipo de terminal, la banda de frecuencia utilizada, el grado de integración con redes terrestres, la arquitectura de carga útil, la existencia de gateways, la modalidad de movilidad, el tratamiento de emergencias, las responsabilidades frente al usuario y la función que cumple el satélite dentro de la cadena de valor. Esta diferenciación será fundamental para adaptar el marco regulatorio colombiano a las NTN sin generar vacíos frente a protección de usuarios, espectro, calidad, interconexión, roaming, seguridad, competencia y conectividad universal.

5.11 Matriz de caracterización de servicios habilitados por redes no terrestres (NTN)

La siguiente matriz presenta una caracterización funcional de las principales categorías de servicios habilitados por redes no terrestres. Su propósito es identificar las diferencias entre modalidades de acceso, capacidades de transmisión, requisitos operacionales, integración con redes IMT y aptitud para soportar comunicaciones críticas o de continuidad del servicio. Dado que las NTN constituyen un ecosistema tecnológico en evolución, las características descritas corresponden a la función

⁵⁵ *Ibíd.*

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 36 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

predominante de cada servicio y no necesariamente a las prestaciones específicas de una implementación comercial particular.

Tabla 1. Matriz de caracterización de servicios habilitados por redes no terrestres (NTN)

Núm.	Categoría de servicio NTN	Función	Servicios y/o Aplicaciones predominantes	Calidad y desempeño característicos	Convergencia con IMT	Aspecto diferenciador principal
5.1	D2D / D2C	Acceso directo al usuario	Mensajería, emergencia, localización, voz básica, datos e IoT	Movilidad alta; tolerancia media al retardo; capacidad limitada; cobertura complementaria; posible intermitencia; dependencia de visibilidad satelital.	Alta	Conecta dispositivos de usuario directamente con satélites sin terminal satelital dedicado.
5.2	IoT NTN	Acceso IoT directo	Telemetría, monitoreo, seguimiento de activos, agricultura inteligente, monitoreo ambiental e infraestructura energética	Amplia cobertura; baja velocidad; alta tolerancia al retardo; bajo consumo energético.	Media-Alta	Diseñado para dispositivos IoT de baja potencia ubicados fuera de cobertura terrestre.
5.3	LTE IoT NTN	Acceso IoT directo	NB-IoT, eMTC, monitoreo remoto, telemetría y seguimiento de activos	Cobertura amplia; baja capacidad; alta tolerancia al retardo; reutiliza ecosistemas LTE existentes.	Media-Alta	Extiende tecnologías LTE para comunicaciones masivas tipo máquina sobre NTN.
5.4	NR NTN / 5G NTN	Acceso móvil directo	Voz, datos, IoT, movilidad y comunicaciones críticas	Mayor continuidad de servicio; soporte de movilidad y handover; mejor capacidad	Muy alta	Integra componentes terrestres y satelitales dentro de una arquitectura 5G común.

				relativa; menor latencia relativa.		
5.5	Backhaul NTN	Transporte y soporte de red	Transporte de tráfico, respaldo de redes, interconexión y conectividad de sitios remotos	Alta disponibilidad; continuidad operativa; capacidad significativa; dependencia de gateways.	Alta	Conecta redes de acceso con la red núcleo, Internet u otras redes de transporte.
5.6	Banda ancha satelital, FWA y FSS	Acceso fijo o semifijo	Internet, voz IP, video, servicios empresariales e institucionales	Alta capacidad; cobertura amplia; disponibilidad continua; uso de terminales dedicados.	Baja	Proporciona banda ancha mediante antenas satelitales de usuario con mayor ganancia y capacidad.
5.7	Movilidad satelital y ESIM	Acceso móvil	Voz, datos, telemetría y comunicaciones operacionales en movimiento	Muy alta movilidad; soporte de handover; cobertura extensa; dependencia de visibilidad satelital.	Media-Alta	Mantiene conectividad sobre aeronaves, embarcaciones, trenes y vehículos.
5.8	Emergencia y resiliencia	Acceso directo y soporte de red	Alertamiento, localización, continuidad de redes y recuperación de comunicaciones	Alta disponibilidad; priorización de tráfico crítico; operación ante fallas o congestión de redes terrestres.	Alta	Diseñado para mantener comunicaciones durante contingencias.
5.9	Store-and-forward, ISL y UE-satélite-UE	Transporte espacial y acceso directo	Mensajería diferida, telemetría, monitoreo remoto y encaminamiento espacial	Muy alta tolerancia al retardo; almacenamiento y reenvío; menor dependencia de gateways en tiempo real.	Media-Alta	Permite procesar, almacenar y reenviar información desde el segmento espacial.

5.10	Difusión, multicast, caching y distribución de contenidos	Distribución multipunto	Distribución de contenidos, actualizaciones, alertas e información pública	Amplia cobertura; distribución simultánea eficiente; optimización del uso de capacidad de red.	Media-Alta	Permite entregar información simultáneamente a múltiples usuarios o nodos.
------	---	-------------------------	--	--	------------	--

Fuente. Elaboración propia con base en documentación técnica de la UIT, 3GPP y demás fuentes analizadas para el presente estudio prospectivo.

6 CASOS PRÁCTICOS Y ESCENARIOS DE USO

A continuación, se relacionan los casos de uso y ejemplos de avances en la implementación de NTN, en diferentes sectores y aplicaciones:

6.1 Uso de las redes no terrestres (NTN) como backhaul de redes móviles terrestres

El empleo de redes no terrestres (NTN) como backhaul para infraestructuras móviles terrestres representa una estrategia eficiente para ampliar la cobertura y capacidad de las redes celulares, particularmente en ubicaciones remotas o de acceso complicado, la cual es de amplio uso en la industria, incluso desde antes de la llegada de 5G. En estos escenarios, la estación base puede respaldarse en redes NTN como enlace de retorno para ofrecer servicios 5G en áreas donde sólo existe disponibilidad satelital.

A continuación, se presentan algunas experiencias internacionales de estos casos de uso:

Tabla 2. Casos de uso experiencias internacionales, Backhaul.

Empresa	País	Tecnología y Proveedor Satelital	Descripción y Resultados
Grupo Oesía, Ericsson y UC3M ⁵⁶	España	LEO (Eutelsat OneWeb)	Realizaron pruebas con una red privada 5G portátil operativa en entornos sin conectividad a Internet. Se implementó sobre un gNodeB 5G portátil conectado a satélites LEO, enlazando con el núcleo de red 5G en laboratorio.

⁵⁶ EL RADAR. Grupo Oesía, Ericsson y UC3M demuestran escenarios de integración de las tecnologías 5G y Redes No Terrestres (NTN) en entornos sin internet. 2025. Actualizado el 24 de febrero de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.elradar.es/grupo-oesia-ericsson-y-uc3m-demuestran-escenarios-de-integracion-de-las-tecnologias-5g-y-redes-no-terrestres-ntn-en-entornos-sin-internet/>

Virgin Media O2 ⁵⁷	Reino Unido	LEO (Starlink)	Desplegó <i>backhaul</i> móvil satelital para conectar estaciones base en zonas extremadamente remotas (como las Highlands escocesas) donde la fibra o microondas no son viables, como parte del programa <i>Shared Rural Network</i> (4G).
Africa Mobile Networks (AMN) ⁵⁸	Nigeria	LEO (Starlink)	Conectó más de 100 estaciones base rurales, logrando un incremento promedio del 45% en el tráfico móvil y dando acceso por primera vez a sitios sin conectividad previa.
Telstra ⁵⁹	Australia	LEO (OneWeb)	Realizó el despliegue de <i>backhaul</i> móvil LEO conectando más de 300 estaciones base remotas, alcanzando capacidades de hasta 25 Gbit/s y mejoras significativas en latencia y ancho de banda.
TIM Brasil ⁶⁰	Brasil	GEO satelital	Implementó el proyecto Sky Coverage (considerada la mayor red de <i>backhaul</i> satelital 4G en América Latina) con más de 1.500 sitios rurales, donde aprox. el 75% usa enlace satelital para extender cobertura 4G e impulsando IoT agrícola.

Fuente: Elaboración propia CRC con base en las fuentes consultadas

En Colombia todos los operadores hacen uso de sistemas satelitales como backhaul, solo para estaciones base 4G, a marzo de 2026, la cantidad de estaciones base con backhaul satelital eran: Movistar (247), Tigo (385), Comcel (132) Y Wom (77), según los reportes de información de los operadores.

6.2 Casos prácticos en situaciones de emergencia:

Las NTN amplían la cobertura de la red donde la infraestructura terrestre es inexistente, insuficiente o ha sido comprometida (por desastres naturales, conflictos, etcétera), lo que garantiza una comunicación segura e ininterrumpida para el personal de emergencia y los funcionarios de seguridad pública en entornos de difícil acceso.

⁵⁷ UK FUTURE CONNECTIVITY FORUM. Virgin Media O2 Use Starlink for UK Mobile Backhaul in Rural Areas. 2024. Actualizado en 2024. [en línea]. Disponible en: <https://ukfcf.org.uk/virgin-media-o2-use-starlink-for-uk-mobile-backhaul-in-rural-areas>.

⁵⁸AFRICA MOBILE NETWORKS (AMN). AMN Reports a 45% Traffic Increase Across More Than 100 Rural Base Stations Using Starlink's LEO Constellation. 2024. Actualizado en septiembre de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://amn.com/2024/09/amn-reports-a-45-traffic-increase-across-more-than-100-rural-base-stations-using-starlinks-leo-constellation/>.

⁵⁹ TELSTRA. Telstra and OneWeb begin world's largest deployment of LEO backhaul with first voice call. 2024. Actualizado el 12 de febrero de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.telstra.com.au/aboutus/media/media-releases/telstra-and-oneweb-first-voice-call>

⁶⁰ GILAT. Case Study: Becoming The #1 Mobile Network Operator in Latam Using Cellular Backhaul Over Satellite. s. f. [en línea]. Disponible en: <https://www.gilat.com/wp-content/uploads/Cellular-TIM-Brazil.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 40 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Entre los casos prácticos de NTN en situaciones de emergencia se tienen:

- **Interoperabilidad transfronteriza**

La banda ancha satelital puede facilitar la interoperabilidad transfronteriza, lo cual es esencial para dar respuestas coordinadas durante emergencias o crisis internacionales. Si bien cabe señalar que los operadores de satélites aún necesitan autorización para ofrecer sus servicios por país o región, la naturaleza global de las constelaciones de satélites garantiza que los enlaces de comunicación puedan permanecer fluidos e ininterrumpidos a través de las fronteras, lo que respalda los esfuerzos conjuntos de diferentes agencias y organizaciones nacionales.

Un ejemplo de este caso de uso se presenta en Europa, donde el operador Sateliot realiza negociaciones con los ejércitos europeos para brindar conexión de banda estrecha a través de su red satelital, buscando garantizar la conectividad ubicua y continuidad de las comunicaciones y operaciones de las fuerzas militares. Además del sector de defensa, otros clientes potenciales incluyen empresas de logística, agricultores, plataformas petrolíferas o aplicaciones medioambientales que no requieren conexiones de banda ancha en tiempo real⁶¹.

- **Coordinación marítima**

La banda ancha satelital también es esencial para las operaciones de vigilancia y rescate marítimo, ya que proporciona enlaces de comunicación que no dependen de la infraestructura terrestre. Esto facilita la coordinación entre buques, aeronaves y equipos de rescate durante las misiones de búsqueda y rescate en el mar, donde una comunicación fiable es crucial para salvar vidas.

La Agencia Europea del Espacio (ESA), a través del proyecto SeaWire DeepSea 5G LEO⁶² liderado por la empresa danesa MiWire, impulsa desde 2023 el desarrollo y validación de una solución de comunicaciones marítimas basada en la integración de Comunicaciones Satelitales 5G (NTN) y redes terrestres móviles (TN). De acuerdo con la información más reciente disponible⁶³, el proyecto continúa en fase de desarrollo y evaluación de viabilidad técnica y comercial, con el objetivo de desarrollar capacidades de conectividad 5G marítima, traspaso transparente entre redes terrestres y satelitales y sistemas de antenas NTN adaptados a entornos marítimos.

⁶¹REUTERS. Spanish Satellite Operator Sateliot in Talks to Offer 5G to European Armies. 2025. Actualizado el 28 de mayo de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/spanish-satellite-operator-sateliot-talks-offer-5g-european-armies-2025-05-28/>

⁶²MiWire. Danish enterprise will ensure 5G connectivity from satellites to sea. Nota informativa sobre el proyecto SeaWire DeepSea 5G LEO, apoyado por la Agencia Espacial Europea (ESA), para el desarrollo de una solución que integre redes terrestres 5G y comunicaciones satelitales LEO para el sector marítimo. Disponible en: MiWire - Danish enterprise will ensure 5G connectivity from satellites to sea. Consulta: 27 de agosto de 2026.

⁶³Agencia Espacial Europea (ESA), SeaWire DeepSea 5G LEO. La ficha oficial del proyecto lo clasifica como "Kick-start Activity" y registra su estado como "Ongoing" (En curso). Disponible en: ESA Space Solutions - SeaWire DeepSea 5G LEO. Consultado el 27 de agosto de 2026.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 41 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

La solución propuesta consiste en un sistema de comunicación global que aprovecha tanto las Comunicaciones por Satélite como la conectividad de banda ancha móvil de la red terrestre con un sistema de antenas de red no terrestre que garantice una conectividad 5G estable, implemente trasposos de red sin interrupciones y garantice la robustez operativa en diversos entornos marítimos.

- **Direct to Cell (D2C) ante emergencias en áreas donde las redes terrestres están comprometidas o no están disponibles.**

La tecnología Direct to Cell (D2C) permite establecer comunicaciones a través de satélites utilizando dispositivos móviles compatibles, contribuyendo a mantener la capacidad de comunicación durante situaciones de emergencia en las que las redes terrestres se encuentren afectadas o no estén disponibles. No obstante, los requisitos para el acceso a estos servicios dependen de la solución tecnológica implementada. En algunos casos, cuando el sistema emplea bandas IMT y está diseñado para comunicarse directamente con teléfonos convencionales, no se requieren dispositivos especializados. En otros, especialmente cuando se utilizan servicios satelitales específicos, pueden ser necesarios terminales compatibles o configuraciones particulares del fabricante. Asimismo, algunos dispositivos comerciales incorporan funcionalidades de emergencia vía satélite habilitadas de fábrica o mediante actualizaciones de software, como ocurre en ciertos modelos de teléfonos inteligentes. Por tanto, la disponibilidad efectiva de estos servicios depende de la compatibilidad entre la red satelital, el dispositivo terminal y las condiciones de prestación definidas por cada proveedor.

Respecto al uso de NTN en situaciones de emergencia, a principios de octubre de 2024, T-Mobile y SpaceX recibieron permiso de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) para proporcionar temporalmente servicios precomerciales de SMS directos a celular, con intención de brindar apoyo a las zonas afectadas por los huracanes Milton y Helene. El huracán Milton tocó tierra cerca de Tampa, Florida, e impactó esas zonas en su camino hacia Orlando, Florida. Durante 48 horas, tanto antes como durante la llegada de Milton, el servicio Direct to Cell (D2C) se utilizó para transmitir más de 120 alertas meteorológicas (WEA) de agencias de seguridad pública y permitió el envío y la recepción de más de 100 000 mensajes SMS.

En Puerto Rico, en junio de 2025, T-Mobile lanzó su servicio de T-Satellite⁶⁴ con Starlink, que permitía usar el celular comercial sin cambios para enviar alertas de emergencia donde falte la conectividad móvil terrestre (D2D). El operador informó que ya estuvo disponible la prueba beta de T-Satelital, que fue gratuita hasta julio de 2025 y a la que podía acceder cualquier usuario que haya contratado servicios con cualquier operador.

⁶⁴ CONVERGENCIA LATINA. T-Mobile lanzó la prueba de su servicio D2D con Starlink. 2025. Actualizado el 4 de junio de 2025. [en línea]. Disponible en: https://www.convergencialatina.com/Nota-Desarrollo/367365-3-8-T-Mobile_lanza_la_prueba_de_su_servicio_D2D_con_Starlink

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 42 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

En Colombia en mayo de 2026 se realizó la primera prueba piloto de comunicación satelital de emergencia directo al dispositivo (D2D). El ejercicio fue liderado por el Ministerio TIC, la Agencia Nacional del Espectro (ANE), la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), la Consejería de TIC de Bogotá y el Centro de Comando, Control, Comunicaciones y Cómputo (C4) de Bogotá, en articulación con aliados estratégicos como Skylo Technologies y Viasat Inc.

Uno de los casos más recientes se evidenció en Venezuela, donde Starlink ofreció servicio a las comunidades afectadas por el terremoto ocurrido el 24 de junio del 2026, posibilitando la continuidad de las comunicaciones críticas y facilitando las tareas de coordinación, búsqueda y rescate.

6.3 Internet de las cosas (IOT):

A medida que el Internet de las cosas (IoT) se integra en sectores como la agricultura, la ganadería, la logística, la salud, el transporte y la industria, aumenta la necesidad de conectar sensores, vehículos y otros activos ubicados fuera del alcance de las redes terrestres. En este contexto, las redes no terrestres pueden complementar la conectividad fija y móvil mediante la transmisión de datos de telemetría, localización, seguimiento y alertas en zonas remotas o de difícil acceso. Por tanto, más que una solución universal, las NTN constituyen una alternativa para aquellos casos en los que la cobertura terrestre es inexistente, inestable o económicamente difícil de desplegar.

Para Colombia, esta capacidad resulta especialmente relevante por la dispersión territorial y poblacional, la presencia de áreas rurales, selváticas, montañosas, marítimas e insulares, y la necesidad de monitorear activos productivos, ambientales y de infraestructura ubicados fuera de las zonas con cobertura continua. Las soluciones IoT-NTN podrían apoyar, entre otras aplicaciones, la agricultura de precisión, el seguimiento de ganado, la trazabilidad de carga y flotas, el monitoreo de cuerpos de agua, bosques y biodiversidad, la supervisión de infraestructura crítica y actividades minero-energéticas, así como los sistemas de alerta temprana. Su implementación deberá evaluarse considerando las necesidades de capacidad y latencia, la autonomía y compatibilidad de los dispositivos, los costos, la seguridad de la información y las condiciones de uso del espectro. A continuación, se presentan algunas experiencias internacionales asociadas con este caso de uso:

Tabla 3. Casos de uso experiencias internacionales, IOT

Empresa u organización	País o ámbito	Tecnología y proveedor satelital	Descripción y resultados
Sateliot ⁶⁵	España / alcance global	Conectividad 5G IoT mediante satélites LEO (Sateliot)	Su oferta está orientada a conectar sensores y activos en zonas sin cobertura terrestre, con aplicaciones en agricultura, ganadería, logística, transporte marítimo, infraestructura y monitoreo ambiental.

⁶⁵ SATELIOT. Casos prácticos – Conectividad Satelital IoT 5G Global. s. f. [en línea]. Disponible en: <https://sateliot.space/es/casos-practicos/>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 43 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Iridium ⁶⁶	Global	Constelación LEO en banda L y servicios satelitales IoT (Iridium)	Proporciona conectividad bidireccional de datos, localización y control para sensores y activos remotos. Sus aplicaciones comprenden transporte y flotas, agricultura, minería, energía, aviación y operaciones marítimas. La red se apoya en una constelación de 66 satélites LEO.
LG Electronics ⁶⁷	Francia — demostración realizada en París	Solución IoT-NTN integrada en unidades de control telemático vehicular; proveedor satelital no especificado	En mayo de 2025 realizó una demostración con un vehículo en movimiento que intercambió mensajes de voz entre zonas con cobertura terrestre y satelital. La solución empleó compresión de voz basada en inteligencia artificial y evidenció aplicaciones potenciales en emergencias, seguimiento vehicular, control remoto y movilidad conectada.
GGGI, Buoy.fish, Pronatura y FEDECOOP	México — Punta Abreojos, Baja California Sur	Boyas inteligentes con GPS, conectividad LoRaWAN y dispositivos con seguimiento satelital integrado; proveedor satelital no especificado	En 2024 se instalaron 80 dispositivos de seguimiento en cinco embarcaciones pesqueras. Las boyas permiten conocer la ubicación de los aparejos y generar alertas cuando se desplazan, contribuyendo a prevenir su pérdida y a reducir los efectos de la pesca fantasma.

Fuente: Elaboración propia CRC con base en las fuentes consultadas.

7 REVISIÓN INTERNACIONAL

7.1 Cadena de valor

La industria global de redes no terrestres se encuentra en una fase de consolidación acelerada caracterizada por el despliegue masivo de constelaciones satelitales en órbita baja (LEO), la convergencia entre operadores satelitales y operadores móviles terrestres, y la transición hacia arquitecturas multi-órbita integradas. El mercado ha evolucionado desde modelos tradicionales centrados en capacidad satelital GEO hacia esquemas de conectividad híbrida orientados a banda ancha, soluciones IoT, movilidad y conectividad directa a dispositivos móviles, impulsados principalmente por el ecosistema 5G/6G y por la estandarización NTN desarrollada en el marco de 3GPP.

En la capa industrial de la cadena de valor de NTN, la fabricación de satélites y equipos asociados continúa concentrada en grandes integradores aeroespaciales con capacidades de diseño, producción y soporte a escala global:

⁶⁶ IRIDIUM COMMUNICATIONS INC. The Only Truly Global Network. s. f. [en línea]. Disponible en: <https://www.iridium.com/>

⁶⁷ LG ELECTRONICS. LG sorprende en la conferencia 5GAA 2025 con su nueva solución satelital de vehículo conectado. 2025. Actualizado el 21 de mayo de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.lg.com/es/acerca-de-lg/comunicados-de-prensa/---lg-sorprende-en-la-conferencia-5gaa-2025-con-su-nueva-solucio/>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 44 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

- **Airbus:** Proveedor de satélites de telecomunicaciones y navegación, sistemas de suelo, equipos de carga útil y terminales satelitales, incluyendo soluciones GEO, constelaciones LEO, RF/láser y ground systems.
- **Thales Alenia Space:** Fabricante de satélites de telecomunicaciones GEO y VHTS, plataformas Spacebus NEO con propulsión eléctrica, procesadores digitales a bordo y soluciones para constelaciones (plataformas satelitales, antenas)
- **NEC:** Relevante en el mercado de Asia como integrador de satélites, cargas útiles, antenas espaciales, subsistemas de comunicaciones y sistemas de control en tierra.

A nivel de lanzamientos, el actor dominante sigue siendo SpaceX, quien a través de su programa Smallsat Rideshare ofrece misiones dedicadas desde USD 350.000 para 50 kg a SSO (Sun-Synchronous Orbit, órbita sol-sincrónica)⁶⁸, con frecuencia programada y flexibilidad de reprogramación y el Falcon 9 se presenta como el primer cohete orbital reutilizable y uno de los principales vectores para despliegues comerciales de constelaciones. En menor escala se encuentran ULA, que comercializa Vulcan y mantiene servicios de lanzamiento compartido y de lanzamiento rápido, Arianespace, que posiciona Ariane 6 como lanzador modular y competitivo para misiones comerciales e institucionales, y Blue Origin, cuyo New Glenn ya se ofrece como vector reutilizable para cargas pesadas a LEO y GTO.

El segmento terreno (ground segment), que incluye telepuertos, gateways, infraestructura de red terrestre (fibra/backhaul, centros de datos, orquestación en la nube) y terminales de usuario, se ha convertido en uno de los principales focos de captura de valor dentro de la industria satelital, operadores comerciales como Amazon, Telesat y Eutelsat, han puesto especial énfasis en el despliegue de estaciones terrenas avanzadas y terminales compactos como parte integral de su oferta.

En conclusión, la cadena de valor de la industria NTN revela una configuración crecientemente dual, por un lado, los segmentos upstream (fabricación satelital, subsistemas espaciales y servicios de lanzamiento) continúan altamente concentrados en un número reducido de firmas con capacidades tecnológicas, financieras e industriales de escala global; por otro, los segmentos downstream (particularmente el ground segment), adquieren una posición estratégica cada vez mayor, en tanto articulan la interfaz entre el activo orbital y la prestación del servicio final. En este contexto, el valor ya no reside exclusivamente en la posesión de satélites o en la capacidad de lanzamiento, sino en la aptitud para integrar infraestructuras espaciales y terrestres mediante gateways, estaciones de aterrizaje, fibra, puntos de interconexión, centros de datos, plataformas de orquestación y terminales inteligentes, elementos que permiten traducir la capacidad espacial en servicios resilientes, interoperables y comercialmente escalables.

⁶⁸ Es un tipo de órbita polar de baja altura (LEO) que permite que el satélite pase sobre un mismo punto de la Tierra aproximadamente a la misma hora solar local en cada recorrido. Por ello es muy utilizada para observación terrestre, monitoreo ambiental, cartografía y teledetección.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 45 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 3. Cadena de valor de las redes NTN



Fuente: Elaboración propia CRC

Asociación de Servicios Satelitales Móviles (Mobile Satellite Services Association - MSSA) ⁶⁹

A comienzos de 2024, se estableció la Asociación de Servicios Satelitales Móviles (Mobile Satellite Services Association - MSSA), una iniciativa orientada a fortalecer la conectividad móvil global para servicios directos al dispositivo (D2D) e Internet de las Cosas (IoT). Esta organización industrial sin fines de lucro tiene como objetivo adherirse a los estándares del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) y a otros marcos normativos pertinentes, con el propósito de ampliar la cobertura de redes móviles terrestres en todo el mundo, tanto para los servicios de Internet ofrecidos por operadores móviles (MNO) como para aquellos de tipo Over-the-Top (OTT).

Desde octubre de 2024 la MSSA mantiene una alianza con GSMA⁷⁰ (organización global que representa a los operadores móviles y al ecosistema móvil en general) que busca revolucionar la conectividad global mediante la integración de servicios satelitales directos al dispositivo (D2D) y del Internet de las cosas (IoT), basados en estándares 3GPP. Su objetivo es crear un ecosistema abierto e interoperable que

⁶⁹ MOBILE SATELLITE SERVICES ASSOCIATION (MSSA). Mobile Satellite Services Association Homepage. [en línea]. Disponible en: <https://www.mss-association.org/>
⁷⁰ GSMA. [en línea]. Disponible en: <https://www.gsma.com/>

conecte redes terrestres y no terrestres, ampliando los límites de la tecnología móvil y redefiniendo el futuro de las comunicaciones⁷¹.

En este contexto, la MSSA adquiere relevancia como una iniciativa orientada a articular el ecosistema móvil y satelital en torno al desarrollo de soluciones directas al dispositivo e IoT basadas en estándares 3GPP, además de facilitar la integración entre redes terrestres y no terrestres a través de la promoción de esquemas interoperables y del uso eficiente de espectro armonizado, contribuyendo a la expansión de la cobertura móvil y al cierre de brechas de conectividad, particularmente en zonas rurales, remotas o con limitaciones de infraestructura.

7.1.1 Industria – Redes NTN en la región

Desde la perspectiva de industria, América se ha convertido en una de las regiones más estratégicas y diversas para el desarrollo de las redes no terrestres. Su evolución sin embargo, presenta dinámicas diferenciadas, con Canadá y Estados Unidos, compitiendo en mercados maduros, hiperconectados y con alta penetración de infraestructura; en contraste, en América Latina este modelo recién empieza a integrarse al ecosistema de telecomunicaciones como una solución complementaria dirigida principalmente a extender servicios de conectividad en zonas con condiciones geográficas, económicas, demográficas y sociales particulares, donde la expansión de redes terrestres convencionales resulta técnicamente compleja o financieramente inviable.

De acuerdo con GSMA Intelligence, América Latina ha alcanzado una cobertura móvil poblacional cercana al 95%⁷², no obstante, desde la perspectiva técnica, persiste una brecha de cobertura significativa que resulta particularmente evidente en zonas rurales, amazónicas, montañosas y fronterizas, donde los modelos tradicionales de redes terrestres no solo implican elevados costos de inversión, sino que también enfrentan importantes desafíos operativos debido a restricciones geográficas de acceso, disponibilidad de infraestructura eléctrica, condiciones climáticas adversas, dificultades logísticas para el despliegue e incluso eventos de orden público, entre otros factores.

Adicionalmente, factores como la baja densidad poblacional y el limitado retorno económico esperado reducen los incentivos para la expansión de estas redes, perpetuando la exclusión digital en amplias zonas de los territorios. En este escenario, las NTN surgen como una alternativa tecnológica viable, flexible y escalable con un enorme potencial para complementar las redes terrestres dada su capacidad de ofrecer cobertura amplia, rápida implementación y menor dependencia de infraestructura local para

⁷¹ MOBILE SATELLITE SERVICES ASSOCIATION (MSSA). Mobile Satellite Services Association (MSSA) Announces Strategic Collaboration with GSMA to Enhance Global Mobile Connectivity. En: MSSA, 8 de octubre de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.mss-association.org/mobile-satellite-services-association-announces-collaboration-with-gsma-to-enhance-global-mobile-connectivity/>

⁷² GSMA. La Economía Móvil América Latina 2026. Londres: GSMA, mayo de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/mobile-economy/wp-content/uploads/2026/05/The-Mobile-Economy-Latin-America-2026-Spanish.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 47 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

extender servicios de conectividad hacia regiones históricamente desatendidas, contribuyendo no solo al cierre de la brecha digital, sino también al desarrollo social y económico de estos territorios.

Desde otra perspectiva, Norteamérica ocupa una posición de liderazgo global en el desarrollo de la industria de redes no terrestres (NTN), sustentada en la integración de capacidades avanzadas a lo largo de la cadena de valor del ecosistema espacial y de telecomunicaciones. Estas capacidades abarcan el diseño y fabricación de satélites, el desarrollo de semiconductores, chipsets, módulos y dispositivos compatibles con conectividad satelital, la disponibilidad de capacidades de lanzamiento y despliegue de constelaciones, particularmente en órbita terrestre baja (LEO), y el despliegue de infraestructura terrestre para el control, procesamiento, interconexión y prestación de servicios. A ello se suma la creciente convergencia entre operadores satelitales y operadores móviles, que está permitiendo evolucionar desde servicios satelitales mediante terminales dedicadas hacia esquemas de conectividad directamente sobre dispositivos convencionales de uso masivo, incluidos teléfonos inteligentes, vehículos, sensores IoT y dispositivos de bajo consumo. Esta evolución permite reducir las barreras para la incorporación comercial de servicios NTN y aceleran la transición hacia modelos de conectividad híbrida satélite-terrestre, consolidando la región como plataforma mundial para el desarrollo, certificación y escalamiento de soluciones Direct-to-Device, NB-IoT NTN y arquitecturas de conectividad satelital integradas.

En este contexto, la región se posiciona como uno de los principales focos de expansión y evolución de las Redes no Terrestres (NTN), al combinar capacidades industriales, tecnológicas y espaciales con un mercado de gran escala, una creciente articulación comercial entre operadores móviles y proveedores satelitales y necesidades crecientes de conectividad. Esta convergencia configura un escenario estratégico para la innovación, la inversión y la expansión comercial de las redes de próxima generación.

CANADÁ

Canadá ocupa una posición particular dentro de la industria global de las NTN al combinar tres características poco frecuentes en un mismo mercado; una demanda estructural de conectividad derivada de su extensa geografía y baja densidad poblacional, una industria espacial altamente desarrollada con capacidades propias de diseño, fabricación y operación de sistemas satelitales y un ecosistema integral de innovación compuesto por operadores satelitales, fabricantes aeroespaciales, universidades, centros de investigación y operadores móviles. Esta combinación ha permitido que el país evolucione desde un mercado tradicional de comunicaciones satelitales hacia el posicionamiento como actor estratégico en el desarrollo de las NTN de nueva generación, particularmente en aplicaciones orientadas a la cobertura de regiones árticas, comunidades remotas, transporte, minería, energía y defensa.

A diferencia de la mayoría de los países latinoamericanos, donde las NTN se incorporan principalmente mediante operadores internacionales, Canadá alberga uno de los operadores satelitales más relevantes del mercado mundial, Telesat, compañía que se constituye como el principal referente de la industria

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 48 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

canadiense en el sector espacial y representa un caso emblemático de transición desde modelos tradicionales basados en satélites geoestacionarios (GEO) hacia arquitecturas de órbita baja (LEO). Su programa Telesat Lightspeed refleja esta transformación al desarrollar una constelación diseñada para ofrecer servicios de banda ancha de alta capacidad orientados principalmente a clientes empresariales, operadores de telecomunicaciones, gobiernos y sectores industriales críticos, que a diferencia de modelos comerciales con enfoque en el mercado residencial, como Starlink, orienta su estrategia principalmente en los segmentos B2B, B2G y wholesale, planeando suministrar hacia el primer trimestre del 2028, capacidad satelital para operadores terrestres, empresas de infraestructura crítica y organizaciones gubernamentales.⁷³

La evolución industrial canadiense también se caracteriza por una estrecha integración entre operadores satelitales y operadores de telecomunicaciones donde empresas como Bell Canada, Rogers Communications y Telus han incorporado progresivamente soluciones satelitales dentro de sus estrategias de expansión de cobertura y resiliencia de red, especialmente para atender regiones donde el despliegue de fibra óptica o infraestructura móvil convencional resulta económicamente inviable y el desarrollo de modelos híbridos en los que las NTN complementan las redes terrestres, permiten mejorar la continuidad del servicio, optimizar el transporte de tráfico (*backhaul*) y fortalecer la conectividad de infraestructuras críticas.

Uno de los principales diferenciadores del mercado canadiense radica en la diversidad de su cadena de valor espacial, ya que adicional a Telesat, el país alberga empresas de reconocimiento internacional como MDA Space⁷⁴, líder mundial en robótica espacial, sistemas satelitales y tecnologías para observación terrestre, Magellan Aerospace, especializada en componentes aeroespaciales y una amplia red de empresas dedicadas al desarrollo de antenas, software espacial, estaciones terrenas y soluciones avanzadas de comunicaciones satelitales. Este ecosistema industrial ha sido fortalecido por la Canadian Space Agency(CSA) y por programas nacionales de innovación que promueven el desarrollo de capacidades tecnológicas para aplicaciones espaciales civiles y comerciales, posicionando a Canadá no solo como consumidor de infraestructura NTN, sino como articulador de una cadena de valor que abarca investigación científica, desarrollo tecnológico, fabricación de componentes espaciales, operación de constelaciones, integración con redes móviles y provisión de servicios especializados y tecnologías críticas para el sector espacial.

⁷³ **TELESAT.** LEO Satellites [en línea]. Ottawa: Telesat, s. f. Disponible en: <https://www.telesat.com/leo-satellites/>

⁷⁴ **MDA SPACE.** Your Trusted Space Mission Partner [en línea]. Brampton: MDA Space, s. f. Disponible en: <https://mda.space/>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 49 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

ESTADOS UNIDOS

Estados Unidos se constituye como la industria más desarrollada a nivel global en materia de Redes no Terrestres (NTN), concentrando a los principales operadores satelitales, fabricantes, proveedores de infraestructura espacial, empresas de lanzamiento, desarrolladores de terminales, operadores móviles e inversionistas del sector. A diferencia de otros mercados donde las NTN se incorporan principalmente como una solución de conectividad para ampliar la cobertura en zonas rurales y de difícil acceso, en Estados Unidos estas redes forman parte de una estrategia industrial de largo plazo orientada a integrar el sector espacial con la industria de telecomunicaciones, la economía digital y las infraestructuras críticas. Como resultado, el país lidera prácticamente todos los segmentos de la cadena de valor de las NTN, desde el diseño y fabricación de satélites hasta la prestación de servicios comerciales de banda ancha, conectividad móvil satelital, Internet de las Cosas (IoT), comunicaciones gubernamentales y aplicaciones de defensa. Esta posición se refleja en la concentración de operadores como SpaceX (Starlink), Amazon Leo, Viasat, EchoStar-Hughes, Iridium, Globalstar, AST SpaceMobile, Lynk Global y SES Space & Defense, así como en la presencia de un ecosistema industrial integrado por fabricantes, proveedores de componentes, empresas aeroespaciales, operadores de lanzamiento y desarrolladores de software satelital⁷⁵.

Un elemento particularmente relevante de este mercado es que la incorporación de capacidades D2D/NTN a la oferta móvil no se soporta en subsidios públicos ni en obligaciones específicas de cobertura impuestas al operador, sino en la disposición voluntaria de los usuarios a pagar por la conectividad satelital como complemento de su servicio móvil, por ejemplo en el caso de T-Satellite de T-Mobile, el servicio se puede contratar por USD 10 mensuales, está incluido sin costo adicional en determinados planes y comprende mensajería, ubicación en tiempo real y un conjunto limitado de aplicaciones optimizadas para conectividad satelital⁷⁶. Este modelo de ingresos recurrentes y de adhesión voluntaria es el que financia los acuerdos comerciales entre operador móvil y operador satelital, incluidos los mecanismos asociados al uso de espectro y a la provisión de capacidad satelital, dentro del marco de Supplemental Coverage from Space (SCS) de la FCC⁷⁷. De manera complementaria, sobre esta misma infraestructura comercial, se articula la capacidad de atención de emergencias pero con una lógica distinta, el acceso a mensajes de texto al 911 mediante satélite se ofrece gratuitamente a los usuarios

⁷⁵ JOINER, James; OKELEKE, Kenechi; AQUIJE BALLON, Harry. The Mobile Economy North America 2025. En: GSMA Intelligence, octubre de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.gsmaintelligence.com/research/the-mobile-economy-north-america-2025>

⁷⁶ T-Mobile. (s. f.). T-Satellite with Starlink: Direct to Cell satellite phone service. Disponible en: <https://www.t-mobile.com/coverage/satellite-phone-service>

⁷⁷ Federal Communications Commission. (2024, March 15). Single network future: Supplemental coverage from space; Space innovation: Report and order and further notice of proposed rulemaking (FCC 24-28; GN Docket No. 23-65; IB Docket No. 22-271). Disponible en: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-24-28A1.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 50 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

con equipos compatibles, incluso cuando pertenecen a otro operador móvil⁷⁸. En este tipo de eventos, la comunicación debe ser encaminada por los operadores terrestres hacia los centros de atención de primer nivel (Public Safety Answering Points - PSAP), mediante enrutamiento basado en ubicación o a través de un centro de atención de llamadas de emergencia, conforme a los requisitos de 911 fijados por la FCC⁷⁹. De este modo, el modelo estadounidense articula una capacidad comercial de acceso voluntario y pago recurrente con una capacidad de emergencia de acceso gratuito, contribuyendo a sostener una infraestructura de conectividad aplicable tanto a comunicaciones comerciales como de acceso universal ante situaciones de emergencia.

Otro aspecto que diferencia a Estados Unidos de otros mercados es la elevada participación del capital privado y del mercado financiero en el desarrollo de la industria espacial y satelital, entorno que ha favorecido una importante movilización de inversión hacia actividades comerciales del sector espacial, particularmente en segmentos como los servicios satelitales, infraestructura terrestre, capacidades de lanzamiento, fabricación de satélites y tecnologías asociadas a la sostenibilidad espacial. Un escenario que resulta especialmente relevante si se considera que las actividades comerciales satelitales han permitido concentrar cerca del 71% de los ingresos de la economía espacial global.

Esta dinámica, respaldada por compañías tecnológicas, fondos de inversión y operadores tradicionales de telecomunicaciones, ha favorecido el surgimiento de nuevos modelos de negocio basados en comunicaciones IoT, conectividad para vehículos, aviación, transporte marítimo, agricultura de precisión, infraestructura energética y aplicaciones de seguridad nacional, adicional, la presencia simultánea de empresas espaciales, operadores de telecomunicaciones, fabricantes de equipos y desarrolladores de software ha convertido a Estados Unidos en el principal polo mundial de innovación para las NTN, generando un efecto de arrastre sobre el resto de la industria satelital internacional⁸⁰.

La regulación ha desempeñado un papel principalmente habilitador dentro de este proceso, evolucionando desde un enfoque centrado en el licenciamiento de sistemas satelitales hacia un modelo orientado a facilitar la convergencia entre redes espaciales y terrestres, promoviendo mecanismos flexibles para el uso compartido del espectro, autorizaciones experimentales, integración con redes móviles y despliegue de servicios Direct-to-Device⁸¹. Este enfoque ha permitido que la competencia

⁷⁸ T-Mobile US, Inc. (2025, November 5). T-Mobile makes Text to 911 available off-grid to any wireless user with a compatible smartphone – even Verizon and AT&T customers. T-Mobile Newsroom. Disponible en: <https://www.t-mobile.com/news/network/t-mobile-text-to-911-available-for-everyone>

⁷⁹ Federal Communications Commission. (2024, March 15). Single network future: Supplemental coverage from space; Space innovation: Report and order and further notice of proposed rulemaking (FCC 24-28; GN Docket No. 23-65; IB Docket No. 22-271). Disponible en: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-24-28A1.pdf>

⁸⁰ SATELLITE INDUSTRY ASSOCIATION (SIA). State of the Satellite Industry Report. En: Satellite Industry Association, mayo de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://sia.org/news-resources/state-of-the-satellite-industry-report/>

⁸¹ FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION (FCC). FCC Advances Supplemental Coverage from Space Framework. En: Federal Communications Commission, 14 de marzo de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.fcc.gov/document/fcc-advances-supplemental-coverage-space-framework-0>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 51 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

dentro de la industria estadounidense ya no se genere exclusivamente entre operadores satelitales, sino entre ecosistemas integrados de conectividad, donde convergen operadores móviles, fabricantes aeroespaciales, proveedores de infraestructura terrestre, empresas de software, plataformas de computación en la nube y operadores de redes satelitales, lo que ha permitido acelerar la adopción de soluciones NTN en prácticamente todos los segmentos del mercado, desde usuarios residenciales hasta sectores estratégicos como defensa, transporte, energía, salud y servicios públicos. Desde la perspectiva de industria, el principal atributo del sistema estadounidense no reside únicamente en el tamaño de sus operadores o en la magnitud de sus constelaciones, sino en la consolidación de un ecosistema industrial completo que integra toda la cadena de valor de las NTN y constituye actualmente el principal referente mundial para el desarrollo de redes no terrestres.

MÉXICO

México representa uno de los mercados con mayor potencial para el desarrollo de las Redes no Terrestres (NTN) en América Latina debido a la combinación de un amplio territorio, brechas de cobertura de redes terrestres, una elevada penetración del mercado móvil y la presencia de algunos de los principales operadores de telecomunicaciones de la región. A diferencia de los países de Sur América donde la industria NTN se ha configurado principalmente como un mecanismo para complementar la cobertura en zonas remotas o de difícil acceso, el mercado mexicano presenta una dinámica más compleja, caracterizada por la coexistencia de grandes operadores móviles nacionales, operadores satelitales internacionales y proyectos públicos de conectividad que demandan soluciones de cobertura para comunidades rurales, corredores logísticos, zonas costeras, regiones montañosas y espacios de frontera.

Este escenario ha favorecido el desarrollo de un ecosistema donde las NTN empiezan a tener relevancia como un componente estratégico de la infraestructura nacional de telecomunicaciones, particularmente para fortalecer la cobertura universal, mejorar la resiliencia de las redes y atender sectores económicos con alta dispersión geográfica.

Desde la perspectiva industrial, la composición del ecosistema en México continúa sustentándose sobre sistemas tradicionales GEO que mantienen una presencia consolidada en segmentos empresariales, gubernamentales y de infraestructura crítica, donde operadores como Hughes Network Systems, Viasat, SES, Intelsat e Hispasat ofrecen servicios de banda ancha corporativa, conectividad para redes de transporte, energía, petróleo y gas, banca, educación y salud, además de desempeñar un papel relevante como proveedores de capacidad mayorista para operadores de telecomunicaciones y proyectos de conectividad social, aprovechando la extensa infraestructura satelital desarrollada durante décadas en el mercado mexicano.

En combinación al modelo de infraestructura tradicional, la incorporación de constelaciones NGSO - LEO, introdujeron un modelo orientado al acceso masivo de banda ancha y alta capacidad que ha ampliado significativamente el uso de soluciones satelitales en hogares, pequeñas empresas, actividades

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 52 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

agroindustriales, turismo, minería e infraestructura energética, que más que sustituir a los operadores GEO, han impulsado una diferenciación del mercado basada en la flexibilidad del servicio, velocidad de aprovisionamiento e integración con redes terrestres que han generado un entorno competitivo más dinámico que el observado en la mayoría de los países latinoamericanos⁸².

La industria NTN Mexicana también se apalanca en su estrecha integración con la cadena de suministro aeroespacial de América del Norte ya que México alberga uno de los ecosistemas aeroespaciales más importantes de la región, con una amplia red de empresas dedicadas a manufactura avanzada, componentes electrónicos, sistemas de comunicación, materiales compuestos y servicios de ingeniería para la industria espacial y aeronáutica, y aunque la participación nacional en la fabricación de satélites completos aún continúa siendo limitada, se encuentran en marcha proyectos de iniciativa nacional⁸³ que aunados a la existencia de capacidades industriales en estados como Querétaro, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Baja California constituyen una ventaja competitiva para la futura integración de actividades relacionadas con infraestructura NTN, producción de componentes especializados y servicios tecnológicos asociados al sector espacial⁸⁴.

De esta forma, México ocupa una posición intermedia entre el modelo altamente integrado observado en Estados Unidos y el proceso de rápida consolidación comercial desarrollado por Chile, apalancando su principal fortaleza en la escala del mercado nacional, la presencia de operadores móviles de gran tamaño, una industria aeroespacial con capacidades manufactureras consolidadas y una demanda significativa de servicios de conectividad para sectores productivos estratégicos. Estas características convierten al mercado mexicano en uno de los principales laboratorios regionales para la evolución de modelos de negocio basados en NTN, sustentado en la integración progresiva de redes satelitales y terrestres, el aprovechamiento de las capacidades industriales existentes y el desarrollo de alianzas entre operadores móviles y proveedores globales de infraestructura satelital.

CHILE

Chile constituye el mercado más desarrollado de América Latina en materia de NTN, debido, en primera instancia, a la adopción temprana de constelaciones de órbita baja (LEO), y seguido, a la evolución de su ecosistema hacia un modelo de convergencia entre operadores satelitales globales, operadores móviles nacionales, proveedores de infraestructura y empresas de servicios digitales, entre otros, que han incorporado progresivamente los sistemas NTN como complemento de las redes terrestres. Desde

⁸² WIRED EN ESPAÑOL. México avanza en su proyecto satelital para mejorar la conectividad y el monitoreo terrestre. En: WIRED en Español, 28 de abril de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://es.wired.com/articulos/mexico-avanza-en-su-proyecto-satelital-para-mejorar-la-conectividad-y-el-monitoreo-terrestre>

⁸³ GUTIÉRREZ, Ana Luisa. México invertirá 540 mdp para lanzar cuatro satélites que monitorearán temas de seguridad y cambio climático. En: Expansión, 3 de marzo de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://expansion.mx/empresas/2026/03/03/mexico-lanza-cuatro-satelites-seguridad-clima>

⁸⁴ ESCOBAR, Brenda. México avanza en su proyecto satelital para mejorar la conectividad y el monitoreo terrestre. En: WIRED en Español, 28 de abril de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://es.wired.com/articulos/mexico-avanza-en-su-proyecto-satelital-para-mejorar-la-conectividad-y-el-monitoreo-terrestre>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 53 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

la perspectiva industrial, la evolución del mercado chileno evidencia la transición desde un esquema tradicional de comunicaciones satelitales centrado en operadores geoestacionarios orientado principalmente a servicios corporativos y gubernamentales especializados, hacia un ecosistema convergente donde las redes no terrestres desempeñan un rol complementario dentro de la infraestructura nacional de conectividad.

La industria chilena presenta una estructura significativamente diversificada en la que los operadores satelitales geoestacionarios (SES, Viasat, Hughes Network Systems e Hispasat) mantienen una posición consolidada en segmentos clave como conectividad empresarial, infraestructura crítica, minería, energía, transporte marítimo y servicios gubernamentales, en paralelo, la irrupción de operadores NGSO-LEO, liderados por Starlink, ha marcado un punto de inflexión para el sector al poner a disposición servicios de banda ancha de alta capacidad, lo que ha ampliado considerablemente la base potencial de usuarios y acelerado la adopción de soluciones satelitales en regiones donde históricamente predominaban las limitaciones de cobertura terrestre, como la Patagonia, el extremo austral, el desierto de Atacama, zonas cordilleranas, archipiélagos e Isla de Pascua. Esta expansión también ha impulsado la demanda de infraestructura terrestre asociada a las NTN, en particular estaciones gateway, sistemas de integración y distribución de terminales, fortaleciendo segmentos de la cadena de valor que anteriormente tenían una presencia limitada en el mercado chileno.

Uno de los rasgos más distintivos en la evolución y masificación de las redes no terrestres en Chile es la alianza entre Entel y Starlink, la cual ha permitido integrar capacidades satelitales directamente en la oferta comercial de un operador móvil, logrando que los usuarios de Entel además de utilizar servicios Direct-to-Cell (D2C) para mensajería, puedan acceder al uso de aplicaciones como WhatsApp, Google Maps, AccuWeather y X en zonas sin cobertura terrestre, utilizando teléfonos móviles convencionales y la red satelital de Starlink como una extensión de la infraestructura celular⁸⁵. Pero esta integración no se explica únicamente por el acuerdo comercial, contribuye de manera fundamental la existencia de un habilitador regulatorio previamente establecido, en particular, el Decreto Supremo N.º 49 de 2025⁸⁶ que incorporó al marco chileno la posibilidad de utilizar determinadas bandas asociadas a IMT para la prestación del servicio móvil por satélite en modalidad D2D, a título secundario y bajo condiciones técnicas debidamente establecidas por la Subsecretaría de Telecomunicaciones. Para efectos del análisis en Colombia, resulta relevante destacar que el modelo permitió utilizar, bajo condiciones regulatorias específicas, espectro IMT asociado al operador móvil terrestre, de modo que la articulación entre este

⁸⁵ SUBSECRETARÍA DE TELECOMUNICACIONES DE CHILE (SUBTEL). Chile se posiciona como primer país de la región y quinto del mundo: Entel y Starlink D2C amplían sus servicios incluyendo aplicaciones como WhatsApp y Google Maps. En: Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile, 25 de marzo de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://www.subtel.gob.cl/chile-se-posiciona-como-primer-pais-de-la-region-y-quinto-del-mundo-entel-y-starlink-d2c-amplian-sus-servicios-incluyendo-aplicaciones-como-whatsapp-y-google-maps>

⁸⁶ Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Subsecretaría de Telecomunicaciones. (2025, 30 de octubre). Decreto número 49, de 2025: Modifica decreto supremo N.º 127, de 2006, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que aprueba el Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico. Diario Oficial de la República de Chile, Núm. 44.288, CVE 2719462. Disponible en: <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2025/10/30/44288/01/2719462.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 54 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

y el operador satelital, junto con la correspondiente habilitación regulatoria, constituyeron elementos necesarios para la concepción del servicio que se materializó mediante la incorporación a la oferta comercial de Entel⁸⁷, bajo el régimen de libertad tarifaria aplicable en el país austral. Este modelo representa un cambio estructural para la industria chilena, ya que las NTN dejan de competir exclusivamente como una alternativa a las redes terrestres y comienzan a integrarse como parte de una arquitectura híbrida de conectividad, en la que ambas infraestructuras operan de forma complementaria.

En conjunto, la industria NTN en Chile ha evolucionado hacia un ecosistema caracterizado por una mayor diversidad de actores, modelos de negocio y aplicaciones, donde la competencia ya no se limita a la provisión de capacidad satelital, sino que se extiende a la integración de servicios digitales, infraestructura terrestre y redes móviles. La estructura regulatoria ha desempeñado un papel habilitador fundamental en este proceso al facilitar el ingreso de nuevos operadores y la incorporación de modelos tecnológicos emergentes, pero el principal motor del crecimiento ha sido la capacidad de la industria para responder a las necesidades de conectividad de un país con condiciones geográficas complejas y sectores productivos altamente dependientes de comunicaciones resilientes.

PERÚ

La industria de Non-Terrestrial Networks (NTN) en Perú ha experimentado una evolución significativa durante los últimos años, impulsada por la necesidad de ampliar la cobertura de telecomunicaciones en un territorio caracterizado por una geografía compleja, una elevada dispersión poblacional y extensas zonas rurales donde el despliegue de infraestructura terrestre continúa representando un desafío técnico, económico y logístico significativo. A diferencia de mercados más maduros como Chile, donde las NTN comienzan a integrarse de forma estructural con las redes móviles, el mercado peruano se encuentra en una fase de consolidación, caracterizada por la coexistencia de operadores satelitales tradicionales y la incorporación progresiva de constelaciones de órbita baja (LEO), que han ampliado el alcance comercial de las comunicaciones satelitales y dinamizado la competencia en segmentos históricamente atendidos por tecnologías geoestacionarias.

La estructura de la industria mantiene una composición mixta, con los operadores satelitales geoestacionarios desempeñando un papel predominante en servicios empresariales, conectividad para entidades públicas, infraestructura crítica, transporte, energía y proyectos de inclusión digital, mientras que los operadores NGSO-LEO han empezado a expandir el mercado hacia soluciones masivas de banda ancha para usuarios residenciales, pequeñas empresas y actividades productivas localizadas en la Amazonía, la sierra y otras zonas de baja cobertura terrestre. Esta evolución ha ampliado la base de usuarios potenciales de los servicios satelitales y ha favorecido la aparición de nuevos modelos de negocio orientados a complementar, más que sustituir, las redes terrestres.

⁸⁷ Entel Empresas. (s. f.). Conectividad satelital Starlink. Disponible en: <https://empresas.entel.cl/movil/conectividad-satelital-starlink>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 55 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Esta evolución se ha materializado a través de la implementación del proyecto Direct-to-Cell (D2C) desarrollado conjuntamente por Entel Perú y Starlink, que permite a los teléfonos móviles compatibles conectarse directamente a la constelación de satélites LEO cuando se encuentran fuera de la cobertura terrestre. Inicialmente, el servicio se enfocó en funcionalidades básicas de mensajería SMS, para posteriormente evolucionar de forma progresiva hacia la habilitación de servicios de datos y aplicaciones compatibles tales como WhatsApp, Google Maps, X y AccuWeather⁸⁸, representando uno de los primeros despliegues comerciales de este tipo en América Latina.

No obstante, la industria peruana también continúa sustentándose en operadores satelitales consolidados como Hughes Network Systems, SES, Viasat e Hispasat, cuya actividad permanece concentrada en conectividad empresarial, enlaces para operadores de telecomunicaciones, redes corporativas, servicios gubernamentales y proyectos de conectividad rural. Estos operadores conservan una posición relevante dentro de la cadena de valor debido a la estabilidad de sus plataformas, la cobertura regional y la capacidad para atender proyectos de infraestructura crítica, particularmente en sectores como minería, hidrocarburos, energía y transporte, en este contexto, el crecimiento de las constelaciones LEO no ha reducido la importancia de los sistemas GEO, sino que ha generado una mayor especialización de la oferta satelital según los requerimientos de cada segmento de mercado.

BRASIL

Brasil reúne condiciones favorables para el desarrollo de redes no terrestres (NTN), debido a la convergencia de tres factores: la escala de su mercado de telecomunicaciones, la presencia de una industria espacial con capacidades propias y los desafíos de conectividad asociados a la extensión territorial y a la existencia de amplias áreas con baja densidad poblacional. A diferencia de la mayoría de los países de la región, donde las NTN han evolucionado principalmente como una solución para ampliar la cobertura de servicios de telecomunicaciones, en Brasil estas redes forman parte de un ecosistema industrial más amplio que integra operadores satelitales nacionales e internacionales, fabricantes de equipos, empresas aeroespaciales, centros de investigación y operadores móviles, lo cual ha permitido que el país consolide la cadena de valor satelital más completa e integral de América Latina y se convierta en el principal mercado regional para la adopción de nuevas arquitecturas espaciales de conectividad.

La estructura de la industria satelital brasileña combina operadores nacionales e internacionales que participan en distintos segmentos del mercado. Desde el ámbito de los sistemas geoestacionarios (GEO), el principal actor nacional es Telebras, operador del Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) concebido para soportar comunicaciones gubernamentales y ampliar la conectividad en regiones con limitada cobertura terrestre. En paralelo, operadores internacionales como SES, Hughes, Viasat, Intelsat, Hispasat y Eutelsat mantienen una presencia consolidada mediante

⁸⁸ ENTEL PERÚ. Starlink con Entel Perú: Conectividad en Zonas Remotas. [en línea]. Disponible en: <https://www.entel.pe/starlink>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 56 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

servicios de conectividad empresarial, enlaces de alta capacidad, transporte de tráfico (backhaul), soluciones para aviación, comunicaciones marítimas y redes corporativas.

Combinado con lo anterior, la incorporación de constelaciones de órbita baja (LEO) ha representado un punto de inflexión para la industria al introducir un modelo comercial orientado simultáneamente a usuarios residenciales, empresas, operadores de telecomunicaciones y entidades públicas. Esta expansión ha tenido especial relevancia en estados como Amazonas, Pará, Mato Grosso, Acre, Rondônia y Roraima, que en conjunto representan cerca del 57 % del territorio brasileño⁸⁹, pero concentran una proporción significativamente menor de la población nacional, según datos del IBGE, condiciones que históricamente han incrementado los costos de despliegue de infraestructura terrestre y favorecido la adopción de soluciones satelitales para ampliar la conectividad.

Brasil también sobresale por la consolidación de su cadena de valor espacial, a diferencia de otros mercados latinoamericanos, el país dispone de capacidades propias en investigación, desarrollo y fabricación de componentes espaciales. Compañías como Embraer, mediante sus actividades en defensa y sistemas aeroespaciales, junto con entidades nacionales especializadas en electrónica, integración de satélites y sistemas de control, participan activamente en el desarrollo de soluciones espaciales⁹⁰. Estas capacidades se complementan con el trabajo desarrollado por la Agência Espacial Brasileira (AEB), el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) y diversas universidades que mantienen programas de investigación en comunicaciones satelitales, observación de la Tierra, navegación y tecnologías espaciales, lo cual constituye una ventaja competitiva científico-tecnológica para el desarrollo futuro de las NTN y posiciona a Brasil como el principal centro regional de innovación espacial.

Conforme a lo anterior, Brasil ocupa una posición única dentro del ecosistema NTN latinoamericano, ya que mientras Chile se caracteriza por una rápida integración comercial entre operadores móviles y constelaciones LEO, y México destaca por la convergencia entre telecomunicaciones e industria aeroespacial, Brasil combina ambos elementos con una capacidad institucional y tecnológica propia para el desarrollo espacial. Esta condición permite que el país participe simultáneamente como usuario, operador, desarrollador e integrador de tecnologías satelitales, fortaleciendo su posición dentro de la economía espacial regional.

⁸⁹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Censo Demográfico 2022 y Área Territorial Brasileira.

⁹⁰ EMBRAER. VCUB1, a Satellite Developed by Visiona, a Joint Venture Between Embraer and Telebras, is Launched in the U.S.. En: Embraer Media Center, 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.embraer.com/media-center/en/?mediatype=NEWS&detail=14168-VCUB1%2C-a-satellite-developed-by-Visiona%2C-a-joint-venture-between-Embraer-and-Telebras%2C-is-launched-in-the-U.S.>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 57 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

COLOMBIA

Colombia atraviesa una fase de aceleración de su industria de redes no terrestres, aunque todavía se encuentra en una posición de desarrollo inicial frente a los mercados latinoamericanos con mayor grado de madurez. La característica principal de la industria NTN en Colombia corresponde a la evolución desde un modelo tradicional de conectividad satelital, históricamente concentrado en servicios GEO para clientes empresariales, institucionales y gubernamentales, hacia un ecosistema más diversificado en el que hoy conviven constelaciones LEO, operadores móviles, integradores tecnológicos y proveedores de infraestructura terrestre.

Este proceso tuvo un punto de inflexión en el año 2022, cuando inicialmente el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones MinTIC renovó el régimen satelital mediante la Resolución 376 del 2022, que entre otros, simplificó el trámite de permisos de uso del espectro para radiocomunicaciones por satélite y actualizó los parámetros de contraprestación, para posteriormente, mediante la resolución 2810 de 2022, autorizar a Starlink el uso del espectro radioeléctrico para la operación de su sistema no geoestacionario.

La entrada de Starlink se constituyó un cambio radical del modelo comercial y de industria en Colombia al pasar de depender principalmente de soluciones satelitales contratadas para proyectos específicos a disponer de una oferta LEO con capacidad de atender simultáneamente segmentos residenciales, empresariales e institucionales, lo que incrementó la presión competitiva sobre los proveedores tradicionales y amplió el espacio para modelos de integración entre conectividad satelital, infraestructura de acceso y soluciones de conectividad de extremo a extremo. Pero la diversificación no se limita únicamente a Starlink; documentación oficial del MinTIC de 2026 registra actuaciones relacionadas con estaciones terrenas asociadas a sistemas NGSO correspondientes a Starlink, Hughes de Colombia, Telefónica Global Solutions e Intelsat Inflight Colombia, evidenciando una progresiva ampliación del ecosistema de infraestructura terrestre asociado a sistemas no geoestacionarios⁹¹.

En términos cuantitativos, la conectividad satelital continúa representando un segmento relativamente pequeño dentro del mercado colombiano de acceso a Internet, pero presenta una dinámica de crecimiento significativamente superior a la de mercados tradicionales, por ejemplo, según cifras recientes, en 2024 Colombia registró 56.793 accesos a Internet satelital, cifra que representó un crecimiento de 119,2 % frente a 2023⁹² y confirma una rápida expansión de la demanda, aunque debe interpretarse como un indicador de adopción de acceso a Internet mediante redes satelitales y no como una medición directa del mercado NTN en sentido amplio, dado que comprende diferentes arquitecturas y modalidades de servicio.

⁹¹ Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2026). Informe de auditoría de efectividad al proceso de gestión de industria de comunicaciones. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Disponible en: https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-438692_documento.pdf

⁹² Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2026). Convocatoria para participar en el Sandbox Regulatorio Sectorial 2026. Disponible en: https://mintic.gov.co/portal/715/articles-438328_recurso_1.pdf

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 58 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Desde el punto de vista de la fuerte relación de la demanda con la geografía del país, el propio MinTIC ha señalado la necesidad de soluciones de conectividad satelital para zonas rurales, apartadas o de difícil acceso, en 2025, documentando una estimación de 47,07 Gbit/s de necesidad de capacidad satelital en el corto plazo, con una proyección de 69,19 Gbit/s en el mediano y largo plazo⁹³, dentro de un estudio de soluciones de conectividad satelital desarrollado con cooperación de la Unión Europea, cifra que resulta particularmente relevante para dimensionar la oportunidad industrial en el segmento de los servicios de acceso a Internet mediante redes satelitales.

Esta condición geográfica permite identificar una característica estructural del mercado colombiano, las NTN no se configuran como sustituto generalizado de las redes terrestres, sino como una capa complementaria de conectividad, especialmente relevante donde las economías de escala de las redes terrestres son insuficientes o, donde la continuidad de la comunicación requiere de redundancia. En esta dirección, el mercado tiende hacia una estructura multimodal en la que los sistemas GEO, LEO y redes terrestres pueden coexistir según las necesidades de cobertura, capacidad, disponibilidad, latencia, costo y criticidad del servicio, lo cual es particularmente estratégico en sectores como minería, hidrocarburos, energía, agroindustria, transporte, logística, turismo, gestión del riesgo y servicios públicos, en los que la continuidad de las comunicaciones puede constituir un componente crítico de la operación.

Cambiando de panorama, un hito particularmente relevante durante 2026 fue la incorporación de los operadores terrestres al proceso de experimentación de nuevos modelos satelitales, en el marco de la primera convocatoria del Sandbox Regulatorio Sectorial 2026, desarrollada conjuntamente por MinTIC, CRC y ANE, se recibieron cuatro iniciativas, Starlink Colombia, Hughes de Colombia, COMCEL S.A. (Claro) y Colombia Móvil S.A.S. (Tigo), estas propuestas muestran una diversidad creciente de modelos industriales en donde Starlink busca evaluar nuevas capacidades de infraestructura satelital para fortalecer cobertura y desempeño, Hughes plantea modelos de comercialización orientados a las condiciones socioeconómicas de comunidades rurales, COMCEL propone evaluar sistemas LEO para apoyar la expansión de cobertura móvil y Colombia Móvil plantea analizar la integración entre redes móviles terrestres y servicios de conexión directa a dispositivos mediante Direct-to-Device (D2D)⁹⁴.

⁹³Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2025). Informe de gestión del Ministro TIC Julián Molina Gómez: marzo–septiembre de 2025. Disponible en: https://mintic.gov.co/portal/715/articles-135840_Informe_de_Gestion_Ministro_Julian_Molina_Gomez_marzo_septiembre_de_2025.pdf

⁹⁴ Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2026, 1 de julio). MinTIC recibió cuatro propuestas de pilotos de conectividad rural en la primera etapa del Sandbox Regulatorio. Disponible en: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/439369:MinTIC-recibio-cuatro-propuestas-de-pilotos-de-conectividad-rural-en-la-primera-etapa-del-Sandbox-Regulatorio>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 59 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

La composición de estas cuatro iniciativas, de las cuales a agosto del 2026 tres fueron habilitadas y continúan a la fase de evaluación⁹⁵, constituye un indicador particularmente significativo de la evolución de la industria, ya que empieza a desplazar el mercado desde un esquema en el que el operador satelital comercializa la capacidad de manera directa, hacia un ecosistema en el que los proveedores satelitales y los operadores móviles exploran modelos de integración, escenario ya bien desarrollado en la región, pero que para Colombia representa un modelo aún incipiente. En esta dirección se pueden identificar tres líneas de evolución industrial, la prestación directa de conectividad satelital al usuario final, la integración de capacidad satelital en ofertas administradas de operadores e integradores y la convergencia entre redes móviles terrestres y sistemas NTN mediante D2D.

Colombia también ha comenzado a explorar la evolución del mercado más allá del acceso fijo, mediante pruebas de D2D llevadas a cabo el 26 de mayo de 2026, el MinTIC, la ANE, la CRC, la Consejería TIC de Bogotá y el C4 de Bogotá, con participación de Skylo Technologies y Viasat, realizaron en Sumapaz una prueba de comunicación de emergencia desde un teléfono inteligente directamente hacia un sistema satelital, sin cobertura móvil terrestre⁹⁶, el ejercicio utilizó la red NTN de Skylo y capacidad satelital de Viasat y demostró técnicamente la posibilidad de transmitir mensajes de emergencia desde dispositivos compatibles en zonas sin cobertura terrestre. Sin embargo, el MinTIC precisó que se trató de un piloto de prueba y no de un servicio disponible para la ciudadanía, por lo que este hito más que marcar el inicio de un mercado D2D comercial en Colombia, evidencia la madurez tecnológica y la preparación y proyección del ecosistema.

La agenda de D2D ha comenzado a adquirir una dimensión más estructurada en Colombia, tanto desde la perspectiva técnica como de la gestión del espectro, en la Agenda Regulatoria 2026 – 2027, la ANE incorporó el proyecto «Lineamientos Estratégicos para habilitar la conectividad satelital Direct-to-Device (D2D) en el país», cuyo alcance contempla realizar un análisis técnico, regulatorio y económico sobre la viabilidad del uso del espectro identificado para IMT para la operación de soluciones D2D en Colombia, incluyendo la identificación de las bandas potencialmente involucradas y el análisis de escenarios de coexistencia e interferencia con las redes IMT terrestres y otros servicios de radiocomunicaciones.

La incorporación de esta iniciativa constituye un hito relevante al reconocer explícitamente el potencial de las NTN como componente para complementar la cobertura de las redes terrestres y extender la conectividad, particularmente en zonas donde el despliegue de infraestructura terrestre presenta mayores limitaciones, de esta manera, las NTN comienzan a trascender su papel tradicional como

⁹⁵ Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Comisión de Regulación de Comunicaciones, & Agencia Nacional del Espectro. (2026, 20 de agosto). Sandbox Regulatorio Sectorial 2026: Informe de evaluación de requisitos habilitantes – Fase Aplicación. Disponible en: https://mintic.gov.co/micrositios/sandbox-regulatorio-sectorial/915/articles-440374_recurso_1.pdf

⁹⁶ Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2026, 29 de mayo). Colombia prueba nueva tecnología para atender emergencias en territorios apartados. Disponible en: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/438357:Colombia-prueba-nueva-tecnologia-para-atender-emergencias-en-territorios-apartados>.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 60 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

infraestructura satelital independiente para incorporarse progresivamente al ecosistema de conectividad móvil.⁹⁷

En este contexto, el presente estudio se articula de manera complementaria con el trabajo adelantado por la ANE y no pretende sustituirlo ni anticipar sus resultados. Mientras el proyecto de la ANE se orienta específicamente a evaluar la viabilidad y las condiciones para el uso del espectro identificado para IMT en la prestación de soluciones D2D, incluyendo los aspectos de coexistencia e interferencia radioeléctrica, este estudio aborda las NTN desde una perspectiva prospectiva más amplia, analizando su evolución tecnológica, los actores y dinámicas del ecosistema, los posibles escenarios de desarrollo y los retos que su incorporación progresiva puede plantear para el sector de comunicaciones. De esta manera, ambos ejercicios resultan complementarios: los análisis técnicos y de gestión del espectro adelantados por la ANE constituyen un insumo fundamental para una eventual habilitación de soluciones D2D, mientras que el análisis de la CRC aporta una visión integral sobre su posible inserción y evolución dentro del ecosistema de conectividad colombiano.

Una situación reciente permite contrastar el rol que las NTN empiezan a adquirir en la infraestructura nacional, el lamentable suceso del terremoto de magnitud 7,4 ocurrido el 10 de agosto de 2026, con epicentro en San José del Palmar (Chocó) y afectación en los departamentos de Valle del Cauca, Chocó, Risaralda, Caldas y Quindío, llevó al MinTIC a activar ese mismo día el Plan de Contingencia Sectorial y a disponer el monitoreo permanente de las redes mediante el Centro de Monitoreo e Inspección de Servicios de Comunicaciones (CMIC)⁹⁸, tres días después, mediante la Circular No. 0028 del 13 de agosto de 2026⁹⁹, el Ministerio instruyó a adoptar medidas prioritarias dentro de las que resalta la del numeral 4 de la circular "*4. Integración con redes satelitales*", que insta a los proveedores u operadores de sistemas satelitales a integrar y operar soluciones temporales de telecomunicaciones mediante redes terrestres, satelitales o híbridas terrestre-satelitales, incluyendo tecnologías de conectividad directa entre satélites y terminales móviles dentro de las que se encuentran Direct-to-Device, Direct-to-Cell, NTN, MSS, SCS o cualquier otra solución técnicamente idónea para restablecer, complementar o ampliar las comunicaciones en las áreas afectadas.

A estas medidas se sumó la utilización de capacidad satelital previamente contratada por el Estado, mediante cual, a partir del 24 de agosto de 2026, el MinTIC amplió, durante dos meses y sin costo adicional, la capacidad de hasta 380 Centros Digitales ubicados en Chocó, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca, elevando las velocidades de descarga a un rango de entre 42 y 50 Mbps para atender las conexiones simultáneas de estudiantes, docentes y comunidades. Asimismo, se anunció que ETB puso

⁹⁷ Agencia Nacional del Espectro. (2026). Plan Maestro de Gestión del Espectro 2026–2030 y Agenda Regulatoria ANE 2026–2027. <https://www.ane.gov.co/Sliders/Publicaciones/PMGE20262030yAgendaRegulatoriaANEMar2026.pdf>

⁹⁸ Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2026, 10 de agosto). MinTIC activa Plan de Contingencia Sectorial tras terremoto registrado en Colombia. Disponible en: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/440209:MinTIC-activa-Plan-de-Contingencia-Sectorial-tras-terremoto-registrado-en-Colombia>

⁹⁹ Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2026, 13 de agosto). Circular No. 0028 de 2026: Medidas prioritarias para atender la declaratoria de Situación de Desastre de Carácter Nacional decretada mediante el Decreto No. 1171 de 2026 [Circular]. Disponible en: https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-440280_recurso_1.pdf

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 61 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

a disposición siete kits de conectividad satelital LEO, con velocidades de hasta 50 Mbps de descarga y 10 Mbps de carga y capacidad ilimitada durante un mes, para ser desplegados en los Puestos de Mando Unificado instalados en Andalucía, Argelia, Bolívar, El Cairo, La Cumbre, Zarzal y Tuluá, ubicaciones definidas de acuerdo con las necesidades de conectividad identificadas en los territorios y las condiciones técnicas requeridas para la instalación de las soluciones.

En esta misma línea, y mediante la acción conjunta de entidades públicas y la empresa privada, a través del ecosistema de infraestructura no terrestre se contribuyó a brindar respuesta inmediata ante la emergencia mediante mecanismos como el acceso y gratuidad en el servicio de internet satelital a suscriptores ubicados en los cinco departamentos afectados, además de disponer la reposición sin costo de los kits dañados por el sismo¹⁰⁰; así mismo, Indra Group, en coordinación con la UNGRD, desplegó conectividad satelital soportada sobre capacidad de Hispasat en 42 puntos de acceso Wi-Fi gratuito en el Valle del Cauca y 25 puntos adicionales en Caldas, con extensión prevista a Risaralda y Chocó, intervención que se complementó con el uso de drones para levantamiento aéreo y con el procesamiento de imágenes satelitales mediante técnicas de inteligencia artificial para apoyar la evaluación de daños¹⁰¹. De igual forma, la misma la UNGRD activó la Carta Internacional sobre el Espacio y los Grandes Desastres, lo que permitió procesar 166 imágenes satelitales de alta resolución correspondientes a 85 municipios, con la participación del Disaster Response Coordination System (DRCS) de la NASA, el IGAC, la Fuerza Aeroespacial Colombiana, el PNUD, Indra y Airbus¹⁰².

En conjunto, es de rescatar que de una situación tan lamentable como la emergencia acontecida, se constituyó un banco de pruebas no planificado para la resiliencia de las redes de telecomunicaciones al evidenciar el papel fundamental que pueden desempeñar las capacidades no terrestres como complemento efectivo de la infraestructura terrestre cuando esta resulta afectada o pierde disponibilidad, y a su vez, pone sobre el papel, la importancia de avanzar en el establecimiento de las condiciones que permitan la integración de las NTN como un componente de resiliencia, continuidad y disponibilidad de las redes de telecomunicaciones en el país.

En el contexto general, es pertinente afirmar que la industria colombiana se encuentra actualmente en una transición desde un mercado fundamentalmente orientado al acceso satelital fijo y backhaul hacia

¹⁰⁰ El Tiempo. (2026, 8 de agosto). Terremoto de magnitud 7,4 en Colombia: Starlink, empresa de Elon Musk, ofrece conexión a internet gratuita en zonas afectadas del país: así funciona. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/terremoto-de-magnitud-7-4-en-colombia-starlink-empresa-de-elon-musk-ofrece-conexion-a-internet-gratuita-en-zonas-afectadas-del-pais-asi-funciona-3577777>

¹⁰¹ Newsroom Infobae. (2026, 14 de agosto). Indra ayuda tras el terremoto de Colombia con drones, conectividad satelital y el análisis de imágenes con IA. Infobae. Disponible en: <https://www.infobae.com/america/agencias/2026/08/14/indra-ayuda-tras-el-terremoto-de-colombia-con-drones-conectividad-satelital-y-el-analisis-de-imagenes-con-ia/>

¹⁰² Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2026, 13 de agosto). Con tecnología satelital UNGRD fortalece evaluación de los daños causados por el terremoto en el occidente del país. Disponible en: <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2026/Con-tecnologia-satelital-UNGRD-fortalece-evaluacion-de-los-danos-causados-por-el-terremoto-en-el-occidente-del-pais.aspx>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 62 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

un ecosistema más amplio de conectividad híbrida, no obstante como se ha señalado, esta transición aún no se ha traducido en una oferta D2D comercial de alcance nacional, por lo cual el principal cambio industrial que se avizora durante la segunda mitad de la década no será únicamente el crecimiento del número de terminales satelitales, sino la incorporación progresiva de nuevos modelos de negocio basados en la integración de redes satelitales con redes móviles, dispositivos convencionales, IoT y servicios especializados.

En síntesis, la industria colombiana ha superado la etapa en la que la conectividad satelital constituía principalmente una solución de nicho para proyectos empresariales o institucionales y ha entrado en una fase de experimentación y expansión comercial en la que las soluciones LEO, el acceso satelital fijo y D2D comienzan a converger con las redes terrestres. El crecimiento de los accesos satelitales, la diversificación de proveedores de infraestructura NGSO, la participación conjunta de operadores satelitales y operadores móviles nacionales en el Sandbox Sectorial y las primeras pruebas D2D, constituyen señales concretas de esta transición, sin embargo, la industria todavía se encuentra en una fase previa a la consolidación de un mercado NTN plenamente integrado, por lo que el principal reto industrial consiste en transformar estas primeras experiencias y alianzas en modelos comerciales escalables, capaces de complementar las redes terrestres y atender de manera sostenible las regiones rurales, remotas y de difícil acceso del país.

7.2 Mercado

7.2.1 Estado del mercado internacional

El mercado global de las redes no terrestres atraviesa una fase de transformación estructural que supera la visión tradicional del sector satelital como un segmento separado del ecosistema general de telecomunicaciones. La evidencia institucional más reciente muestra que estas redes están dejando de entenderse únicamente como una solución de conectividad para territorios aislados y comienzan a consolidarse como una capa complementaria de la infraestructura digital mundial. En particular, los análisis técnicos relacionados en este documento destacan su capacidad para ampliar cobertura, reforzar la continuidad del servicio, habilitar nuevos usos empresariales y acercarse progresivamente al mercado masivo móvil mediante esquemas de conectividad directa al dispositivo¹⁰³.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones y la Comisión de Banda Ancha¹⁰⁴ subrayan que la expansión de la conectividad satelital y de las redes no terrestres se produce en paralelo con una mayor articulación con tecnologías móviles, especialmente para conectar zonas rurales, remotas y con oferta

¹⁰³ UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT). The State of Satellite Broadband 2025 [en línea]. Ginebra: UIT, 2025 [consultado el 29 de mayo de 2026]. Disponible en internet: <https://www.itu.int/pub/S-POL-BROADBAND.31-2025>

¹⁰⁴ UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT) y COMISIÓN DE BANDA ANCHA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. State of Broadband 2025 [en línea]. Ginebra: UIT, 2025 [consultado el 29 de mayo de 2026]. Disponible en internet: <https://broadband.itu.int/publication/state-of-broadband-2025/>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 63 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

baja de servicios, aunque advierten que este crecimiento exige marcos regulatorios y de política pública capaces de acompañar la nueva escala del sector.

Desde una perspectiva económica, el crecimiento de este mercado para 2026 responde a la persistencia de fallas estructurales de cobertura y a los altos costos de despliegue de infraestructura terrestre en determinadas geografías.¹⁰⁵ En ese sentido, las redes no terrestres no solo constituyen una tecnología de expansión, sino también una respuesta económica a contextos donde la inversión en redes terrestres presenta retornos limitados, elevados tiempos de despliegue o restricciones físicas significativas.

Por ello, el valor del mercado no reside únicamente en el número de suscriptores potenciales, sino en su capacidad para reducir el costo de oportunidad de no conectar determinados territorios, disminuir el riesgo de interrupciones y ofrecer alternativas de continuidad operativa para sectores productivos y entidades públicas. La literatura relacionada sugiere, en consecuencia, que el papel económico de estas redes es especialmente relevante en entornos de baja densidad, situaciones de emergencia y esquemas de conectividad de respaldo.

El estado actual del mercado muestra, además, una transición desde modelos centrados en la venta de capacidad satelital hacia esquemas de integración vertical y horizontal entre múltiples actores. La Asociación Mundial del Sistema para Comunicaciones Móviles y la Agencia Espacial Europea¹⁰⁶ coinciden en que la nueva etapa del sector está marcada por la convergencia entre operadores satelitales, operadores móviles, fabricantes de dispositivos, desarrolladores de componentes y proveedores de infraestructura digital.

Esta convergencia modifica la estructura competitiva del mercado, ya que el valor ya no depende exclusivamente de la posesión de activos espaciales, sino también de la capacidad de integrarlos con redes móviles existentes, terminales de consumo masivo y estándares técnicos internacionales. En este contexto, la conectividad directa al dispositivo representa uno de los vectores más relevantes de expansión, porque desplaza a las redes no terrestres desde mercados especializados hacia la frontera del servicio móvil de consumo.

Sobre la evolución reciente del mercado de redes no terrestres, los estudios de prospectiva de mercado coinciden en señalar una fase de expansión acelerada, aunque condicionada por factores técnicos, económicos y regulatorios. En esta línea, Precedence Research, firma global de investigación de mercado y consultoría estratégica, estima que el mercado global de redes no terrestres para quinta generación alcanzó un valor de 7,65 mil millones de dólares en 2025 y proyecta que ascenderá a 10,33 mil millones de dólares en 2026, con una trayectoria de crecimiento que podría llevarlo a 138,45 mil

¹⁰⁵ Ibíd.

¹⁰⁶ AGENCIA ESPACIAL EUROPEA (ESA). Converging Earth and Space: Direct-to-Device Connectivity via Satellite [en línea]. [s. l.]: Agencia Espacial Europea, 2025 [consultado el 29 de mayo de 2026]. Disponible en internet: https://connectivity.esa.int/wp-content/uploads/2025/12/ESA_D2D_White-Paper.pdf

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 64 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

millones de dólares en 2035, bajo una tasa de crecimiento anual compuesta de 33,59% para el período 2026–2035, (Ilustración 3 e Ilustración 4).

El mismo estudio identifica que América del Norte concentró la mayor participación regional en 2025, con 35% del mercado, y que el segmento de hardware lideró por componente, mientras que las aplicaciones de banda ancha móvil mejorado ocuparon la mayor participación por tipo de aplicación y el sector «aeroespacial y de defensa» se posicionó como principal usuario final.

Ilustración 4. Tamaño y pronóstico del mercado 5G NTN de 2025 a 2035 (Miles de Millones USD - BILLION)



Fuente: Precedence Research (2026).¹⁰⁷

Estas cifras sugieren que el mercado ya no está siendo impulsado exclusivamente por la provisión satelital tradicional, sino por una lógica de convergencia funcional entre redes móviles terrestres y redes no terrestres, particularmente a través de conectividad directa al dispositivo, servicios de resiliencia, ampliación de cobertura en zonas remotas y nuevos esquemas de articulación entre operadores. Sin embargo, la literatura especializada y los análisis institucionales más recientes también advierten que esta expansión no debe interpretarse de manera lineal, pues la velocidad y profundidad de la adopción continúan dependiendo de variables estructurales como el costo de los equipos terminales, las reglas

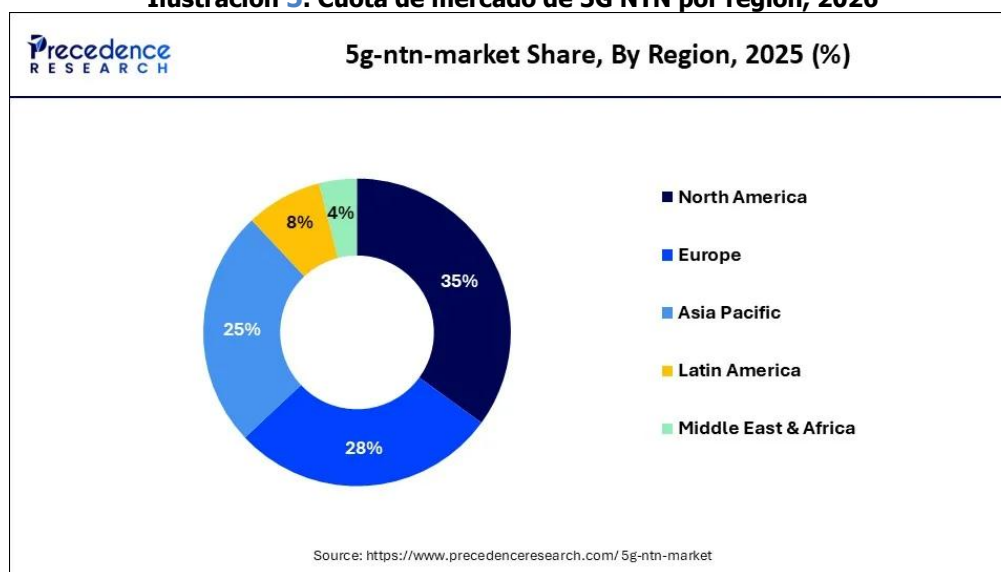
¹⁰⁷ PRECEDENCE RESEARCH. *5G NTN Market Size, Share and Trends 2026 to 2035*. 6 de febrero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.precedenceresearch.com/5g-ntn-market>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 65 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

de acceso y uso del espectro, la interoperabilidad entre infraestructuras, el desempeño efectivo del servicio y la diversidad de los marcos regulatorios nacionales.

En consecuencia, más que un proceso de crecimiento homogéneo, el estado actual del mercado refleja una etapa de consolidación progresiva, en la que la promesa de expansión está estrechamente vinculada a la capacidad de resolver restricciones de implementación y de integración con el ecosistema general de telecomunicaciones.

Ilustración 5. Cuota de mercado de 5G NTN por región, 2026



Fuente: Precedence Research (2026).¹⁰⁸

La distribución regional presentada en la Ilustración 4 evidencia que el desarrollo del mercado de 5G NTN no se produce de manera homogénea entre regiones. Para 2025, América del Norte concentró el 35% del mercado global, seguida de Europa con el 28% y Asia-Pacífico con el 25%, de manera que estas tres regiones representaron conjuntamente cerca del 88% del mercado. En contraste, América Latina alcanzó una participación del 8% y Medio Oriente y África del 4%. Esta concentración permite observar que, aunque las redes no terrestres responden a necesidades de conectividad presentes a escala global, su grado de desarrollo comercial y adopción todavía difiere considerablemente entre regiones, lo que puede estar asociado con diferencias en el nivel de desarrollo de los ecosistemas de

¹⁰⁸ *Ibid.*

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 66 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

telecomunicaciones, la capacidad de inversión, la disponibilidad de infraestructura complementaria y el avance de los marcos regulatorios.

Esta heterogeneidad también se presenta entre los distintos segmentos que conforman el mercado. La evidencia disponible permite distinguir entre submercados con niveles de madurez económica diferenciados. Por un lado, los servicios de conectividad de respaldo, acceso rural, transporte de capacidad y soluciones para gobiernos, defensa, aviación, navegación y logística presentan fundamentos económicos relativamente robustos, debido a que responden a necesidades de cobertura o resiliencia ya claramente identificadas. Por otro lado, los servicios orientados al consumo masivo, en especial aquellos vinculados con conectividad directa a teléfonos inteligentes, dependen todavía de factores adicionales como la regulación del espectro, la interoperabilidad entre redes, la asequibilidad del equipo terminal y la calidad efectiva de la experiencia del usuario.

En materia de precios, el análisis comparado indica que las redes no terrestres pueden generar eficiencias significativas en contextos donde el despliegue terrestre resulta particularmente costoso, pero no implican automáticamente una reducción generalizada de precios finales en todos los mercados. La lógica económica es más bien relativa: estas redes mejoran la viabilidad del servicio allí donde la alternativa terrestre es escasa, tardía o financieramente poco atractiva.

De este modo, su principal ventaja no siempre radica en ofrecer el precio absoluto más bajo, sino en reducir el costo total de provisión en territorios de difícil acceso y en introducir una opción competitiva donde antes existía un monopolio geográfico o una oferta insuficiente. Al mismo tiempo, persisten barreras de entrada para el usuario final, especialmente asociadas al costo inicial del equipo y a la necesidad de terminales compatibles, lo que limita la velocidad de adopción masiva en ciertos segmentos residenciales. Esa combinación de mayor eficiencia territorial y persistencia de barreras iniciales sugiere que el impacto en precios dependerá de la estructura local del mercado, del grado de competencia preexistente y de la existencia o no de instrumentos públicos de apoyo a la adopción.

En términos de disponibilidad, el impacto del mercado resulta más claro y consistente. Las fuentes recientes coinciden en que las redes no terrestres amplían de forma significativa la huella potencial de conectividad y contribuyen a reducir vacíos persistentes de servicio. Esta mejora en disponibilidad posee una dimensión económica central, puesto que no solo incorpora nuevos usuarios o territorios al mercado, sino que también aumenta el valor de las redes terrestres al complementarlas. La disponibilidad adicional puede traducirse en mayores niveles de inclusión digital, expansión de servicios públicos digitales, continuidad empresarial y reducción de pérdidas derivadas de fallas de conectividad. En esa medida, una parte importante del valor económico de estas redes no se expresa únicamente en ingresos directos por suscripción, sino también en externalidades positivas asociadas a productividad, integración territorial y resiliencia económica.

La experiencia del usuario final constituye otro eje central del estado del arte. La evolución tecnológica reciente ha reducido parcialmente la brecha histórica entre servicios satelitales tradicionales y redes terrestres, especialmente en relación con latencia, cobertura y compatibilidad con terminales comunes.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 67 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

No obstante, la evidencia disponible todavía apunta a una experiencia heterogénea según arquitectura orbital, densidad de la constelación, condiciones atmosféricas, gestión del tráfico y tipo de aplicación.

Esto implica que la sustituibilidad entre redes no terrestres y redes terrestres no puede asumirse como completa en todos los casos. En segmentos donde el atributo clave es simplemente «tener conexión», como en zonas rurales profundas o situaciones de emergencia, las redes no terrestres pueden ofrecer una mejora muy significativa del bienestar del usuario. En cambio, en entornos urbanos de alta demanda o en usos intensivos de capacidad, la experiencia puede seguir siendo menos competitiva frente a infraestructuras terrestres avanzadas. Por ello, la expansión del mercado se apoya más en la complementariedad estratégica que en una sustitución total e inmediata de las redes terrestres.

Desde la óptica de organización industrial, el mercado presenta una tensión relevante entre ampliación de competencia y posible concentración de poder. A nivel local o nacional, la entrada de soluciones no terrestres puede disciplinar mercados con baja rivalidad, aumentar opciones de abastecimiento mayorista y reducir la dependencia exclusiva de operadores terrestres. Sin embargo, a escala global, la provisión de capacidad espacial, el acceso a recursos orbitales, la fabricación de terminales compatibles y los acuerdos con operadores móviles tienden a concentrarse en un conjunto relativamente limitado de actores. La Unión Internacional de Telecomunicaciones advierte precisamente que el crecimiento del sector viene acompañado de riesgos regulatorios y de acceso equitativo a los recursos espaciales. En consecuencia, el mercado global de redes no terrestres presenta una doble dinámica: puede abrir competencia en ciertas capas del mercado de telecomunicaciones, especialmente locales, pero al mismo tiempo puede consolidar posiciones estratégicas en capas globales de infraestructura y coordinación técnica.

A la luz de estas fuentes, el estado del arte permite afirmar que el mercado de las redes no terrestres no debe analizarse ya como una prolongación del mercado satelital clásico, sino como un mercado convergente que articula infraestructura espacial, redes móviles, conectividad empresarial y políticas de inclusión digital. Su expansión global está impulsada por necesidades reales de cobertura y resiliencia, por avances en integración tecnológica y por una creciente convergencia entre espacio y telecomunicaciones terrestres. No obstante, su consolidación dependerá de cuatro condiciones críticas: la evolución de la regulación del espectro y del acceso al mercado, la reducción de barreras de adopción para el usuario final, la capacidad de asegurar interoperabilidad con ecosistemas terrestres y la posibilidad de ofrecer una experiencia suficientemente consistente para cada caso de uso.

En síntesis, el mercado global de redes no terrestres se perfila como uno de los componentes más relevantes de la reconfiguración contemporánea de las telecomunicaciones, no porque reemplace completamente a las redes terrestres, sino porque redefine la frontera de dónde, cómo y bajo qué condiciones puede prestarse conectividad significativa.

En el contexto global, el mercado de redes no terrestres (NTN) móviles bajo esquemas Direct-to-Device (D2D) continúa en una etapa temprana de desarrollo, aunque presenta señales de aceleración en su

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 68 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

despliegue. Las mediciones de Ookla muestran que, entre julio de 2025 y marzo de 2026, las conexiones D2D registradas a nivel mundial aumentaron aproximadamente un 24,5%, crecimiento que coincidió principalmente con la expansión de los servicios D2D de Starlink hacia nuevos mercados. A pesar de esta evolución, la penetración de estas soluciones continúa siendo reducida frente al total de usuarios móviles, lo que evidencia que la tecnología aún atraviesa una fase inicial de adopción comercial. La experiencia internacional muestra, además, una mayor presencia de este tipo de conexiones en países con extensas áreas rurales o territorios con dificultades de cobertura terrestre, donde la conectividad satelital puede complementar las redes móviles y ampliar su cobertura y resiliencia.¹⁰⁹

Como se ha desarrollado en este capítulo, los servicios satelitales están modificando la competencia en telecomunicaciones, por canales que depende según el mercado. Si entendemos como competencia también el generar cambios en los operadores móviles, la evidencia empírica más fuerte de sustitución competitiva no proviene todavía del móvil D2D, sino del mercado de banda ancha rural. Nueva Zelanda constituye el caso más claro: en junio de 2026, la Commerce Commission informó que Starlink ya representaba 27 % de las conexiones de banda ancha rural, era el mayor proveedor rural del país, alcanzaba velocidades en hora punta aproximadamente cuatro veces superiores a 4G Fixed Wireless, y su entrada había inducido a proveedores terrestres a reducir restricciones de datos, ajustar precios e invertir más en fibra, 4G y 5G. Entre usuarios rurales que abandonaban el cobre, el 54 % escogía Starlink y el 46 % proveedores locales.¹¹⁰

Esto es especialmente relevante para operadores móviles porque el primer mercado susceptible de cambios por el satélite no es necesariamente la SIM móvil tradicional, sino el Fixed Wireless Access — FWA— 4G/5G, que utiliza las redes móviles para prestar banda ancha residencial. Allí el satélite puede convertirse en un sustituto directo en zonas de baja densidad, mientras que en zonas urbanas su capacidad compartida y limitaciones de espectro lo hacen mucho menos competitivo. Modelos tecnoeconómicos académicos encuentran precisamente que las constelaciones LEO son especialmente competitivas cuando la densidad de usuarios es muy baja; un estudio de Oughton y colaboradores estima que para proporcionar aproximadamente 10 Mbps la densidad sostenible puede ser inferior a un usuario por 10 km², lo que refuerza la hipótesis de complementariedad rural más que de sustitución masiva urbana.¹¹¹

En el mercado móvil propiamente dicho está apareciendo un segundo fenómeno, diferente: el satélite deja de ser principalmente competidor del MNO y se convierte en un insumo de su red. T-Mobile–Starlink en Estados Unidos, KDDI–Starlink en Japón, One NZ–Starlink en Nueva Zelanda, Telstra–Starlink

¹⁰⁹DANO, Mike. Measuring the Direct-to-Device Marketplace: 2026. En: Benton Institute for Broadband & Society, 21 de abril de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://www.benton.org/headlines/measuring-direct-device-marketplace-2026>

¹¹⁰ Commerce Commission. (2026, June 30). Rural connectivity: A market reset in motion. <https://www.comcom.govt.nz/news-and-media/news-and-events/2026/rural-connectivity-a-market-reset-in-motion/>

¹¹¹ Edward J. Oughton, Policy options for broadband infrastructure strategies: A simulation model for affordable universal broadband in Africa, Telematics and Informatics, Volume 76, 2023, 101908, ISSN 0736-5853, <https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101908>.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 69 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

en Australia, Entel–Starlink en Chile, Globe–Starlink en Filipinas, Rogers en Canadá y VodafoneThree–AST SpaceMobile en Reino Unido muestran una arquitectura en la cual el operador móvil comercializa cobertura terrestre más cobertura satelital como una única experiencia.

Sin embargo, todavía no existe suficiente evidencia pública para afirmar de manera causal cuánto aumenta el ARPU o cambia la cuota móvil de mercado el D2D. Los despliegues comerciales de escala son demasiado recientes. En las fuentes primarias y estudios revisados se publican adopción, cobertura, número de mensajes, precios y desempeño técnico, pero no se encontraron estimaciones públicas robustas de elasticidad-precio, incremento causal del ARPU o reducción causal del churn asociada exclusivamente a D2D. Esto es una laguna de evidencia que los reguladores deberían llenar.

En la región latinoamericana el desarrollo es todavía incipiente, pero empieza a ganar relevancia. El reporte destaca que países como Chile y Perú ya aparecen dentro de los mercados donde se observan conexiones D2D asociadas a la expansión reciente de Starlink Mobile, y Chile incluso representa una participación destacada dentro de las mediciones globales reportadas por Ookla. Esto sugiere que América Latina comienza a posicionarse como una región estratégica para el desarrollo de NTN, especialmente por la combinación de amplias zonas rurales, geografías complejas y brechas persistentes de cobertura móvil. En ese contexto, Colombia comparte varias de estas condiciones estructurales, por lo que la experiencia observada en la región permite anticipar que una eventual entrada de NTN móviles podría encontrar oportunidades relevantes en territorios con menor presencia de infraestructura terrestre, consolidándose inicialmente como mecanismo de cierre de brechas y, en una etapa posterior, como complemento de cobertura y resiliencia dentro del ecosistema móvil nacional.¹¹²

Desde una perspectiva regional, el patrón observable es bastante claro. Chile y Perú aparecen como casos de adopción temprana en América del Sur a través de la alianza entre Entel y Starlink, con pruebas primero enfocadas en mensajería y luego en una ampliación progresiva de funcionalidades. Estados Unidos representa el mercado más avanzado en comercialización efectiva, porque allí la prueba beta evolucionó hacia una oferta comercial ya lanzada, con modelo de precio y expansión funcional definida. Brasil, por su parte, aparece menos orientado todavía al servicio masivo directo al teléfono móvil y más como un mercado de preparación competitiva y regulatoria, en el que la autorización de pruebas para Amazon Leo (anteriormente denominado Project Kuiper) y las demostraciones de otros actores anticipan una futura intensificación de la competencia satelital y convergente. En conjunto, estos casos muestran que la región no se encuentra en una única fase de desarrollo, sino en tres velocidades de mercado: pilotos regulatorios, despliegues controlados y comercialización escalable.

¹¹²ADVANCED TELEVISION. *Analysis: US leads in D2D connections* [en línea]. 21 de abril de 2026 [consultado el 29 de mayo de 2026]. Disponible en internet: <https://www.advanced-television.com/2026/04/21/analysis-us-leads-in-d2d-connections/>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 70 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

7.2.2 Estado del mercado colombiano

En Colombia, la eventual incorporación de servicios basados en redes no terrestres se produciría en un contexto marcado por la persistencia de brechas de conectividad y por la expansión del mercado móvil. La Estrategia Nacional Digital 2023–2026 prioriza la reducción de las diferencias de acceso, uso y apropiación de tecnologías digitales entre territorios. Para el análisis de las NTN, su relevancia radica especialmente en las zonas rurales, fronterizas o dispersas donde la extensión de infraestructura terrestre enfrenta mayores restricciones técnicas o económicas.

Al cierre de 2025, Colombia registró 49,7 millones de accesos a internet móvil. De estos, 37,2 millones correspondían a tecnología 4G y 9,3 millones a 5G. Los accesos 5G habían aumentado desde aproximadamente 3,8 millones en el cuarto trimestre de 2024, lo que evidencia una rápida evolución tecnológica del mercado móvil nacional. Esta expansión amplía el ecosistema sobre el cual podrían desarrollarse, a futuro, esquemas de integración entre redes terrestres y no terrestres.

No obstante, el crecimiento de 5G no constituye por sí solo un indicador de preparación para la prestación de servicios D2D. Las cifras disponibles no permiten establecer cuántos dispositivos incorporan capacidades de conexión satelital ni si existen las condiciones técnicas, comerciales y de interoperabilidad necesarias para ofrecer estos servicios. Además, como se señaló previamente, a la fecha del análisis no se habían identificado ofertas comerciales activas de D2D en Colombia.

En consecuencia, el país presenta una línea base caracterizada por una amplia base de accesos móviles y una transición acelerada hacia 5G, pero todavía sin integración comercial entre redes móviles terrestres y satelitales. Una eventual entrada de servicios D2D dependerá de factores como la disponibilidad y asequibilidad de terminales compatibles, los acuerdos entre operadores móviles y satelitales, las condiciones de uso del espectro y la viabilidad económica de atender territorios con baja cobertura. Bajo estas condiciones, las NTN tendrían un papel complementario, orientado a extender la cobertura y fortalecer la continuidad de las comunicaciones donde el despliegue terrestre resulte insuficiente o poco viable.

7.3 Regulación – Gobernanza – Tendencias normativas

El presente capítulo desarrolla un análisis integral del marco regulatorio y de los procesos de estandarización asociados a las redes no terrestres (NTN), abordando su evolución y estado actual desde una perspectiva internacional. En este contexto, se examinan los avances impulsados por organismos internacionales como el 3GPP y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en la definición de especificaciones técnicas, armonización del espectro y convergencia entre redes terrestres y satelitales, así como las tendencias regulatorias adoptadas en diferentes países para habilitar la conectividad Direct-to-Device (D2D) y modelos híbridos de operación.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 71 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Finalmente, se analizan las iniciativas adelantadas en Colombia por entidades como la CRC, la ANE y el MinTIC, orientadas a evaluar la viabilidad de estas tecnologías, su impacto en el uso eficiente del espectro y su potencial para complementar las redes móviles terrestres, particularmente en zonas rurales y apartadas, contribuyendo al cierre de la brecha digital y al fortalecimiento del ecosistema de conectividad.

7.3.1 Regulación – Organismos internacionales, de estandarización y asociaciones sectoriales multilaterales y de normalización.

Con el objetivo de estandarizar y normalizar tecnologías, protocolos y la interoperabilidad con otras redes, entidades como el 3GPP y la UIT han venido desarrollando un marco de especificaciones y recomendaciones que sirva como referencia global para la evolución e integración de las redes NTN.

The Third Generation Partnership Project (3GPP)

El 3GPP ha desempeñado un papel central en la integración de las redes no terrestres dentro del ecosistema de comunicaciones móviles. Su trabajo en esta materia ha seguido dos etapas principales: una fase inicial de caracterización y evaluación de viabilidad, desarrollada en las Releases 15 y 16, y una fase normativa iniciada con la Release 17.

En la Release 15, el informe TR 38.811 caracterizó los escenarios de despliegue, los modelos de canal y los principales desafíos técnicos para utilizar New Radio (NR) sobre plataformas no terrestres, entre ellos los mayores retardos de propagación, el efecto Doppler y el movimiento de las celdas¹¹³.

Posteriormente, la Release 16 profundizó en las soluciones necesarias para adaptar la interfaz de radio y la arquitectura 5G a estas condiciones. Este trabajo se desarrolló principalmente mediante el TR 38.821, enfocado en las soluciones de acceso NR para NTN¹¹⁴ y el TR 22.822, orientado a los casos de uso y requisitos del acceso satelital dentro del sistema 5G.

La Release 17 marcó el paso de los estudios de viabilidad a la estandarización, al ser la primera versión de 3GPP que incorporó requisitos normativos para NTN. A continuación, se presenta la evolución de las NTN entre las Releases 17 y 21:

- **Release 17¹¹⁵ Inicio junio 2018 – Finalización 2022.**

¹¹³ 3GPP. TR 38.811: Study on New Radio (NR) to Support Non-Terrestrial Networks. 2018. Actualizado el 19 de junio de 2018. [en línea]. Disponible en: <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3234>

¹¹⁴ 3GPP. TR 22.822: Study on Using Satellite Access in 5G. 2018. Actualizado el 17 de junio de 2018. [en línea]. Disponible en: <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3372>

¹¹⁵ 3GPP. Release 17 (Rel-17). 2022. Actualizado el 10 de junio de 2022. [en línea]. Disponible en: <https://portal.3gpp.org/Specifications.aspx?q=1&releases=192>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 72 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Enfoque: Introducción de las primeras especificaciones 5G para Redes No Terrestres (NTN), incorporación de NTN para IoT (NB-IoT y LTE-M satelital), mejoras en Internet de las Cosas (IoT) y soporte para redes privadas 5G.

En NTN: La Release 17 de 3GPP marcó el inicio de la estandarización de las redes no terrestres (NTN) dentro del ecosistema 5G, permitiendo integrar comunicaciones satelitales con las redes móviles. Esta versión introdujo soporte para servicios NR-NTN e IoT-NTN, incorporando mecanismos para operar a través de satélites GEO, MEO y LEO, así como plataformas de gran altitud, y abordando desafíos propios de las comunicaciones satelitales, como los retardos y el efecto Doppler. Asimismo, estandarizó capacidades de operación en determinadas bandas de frecuencia para NTN en las bandas L y S y extendió tecnologías como NB-IoT y LTE-M para su funcionamiento vía satélite, sentando las bases para servicios de conectividad e Internet de las Cosas con cobertura global.

Impacto en políticas públicas: el Release 17 estandarizó características técnicas para la extensión de la conectividad más allá de redes terrestres tradicionales, influyendo en políticas de cierre de brecha digital, conectividad rural y atención de emergencias. Asimismo, habilita el diseño de marcos normativos para redes privadas, industria 4.0 y servicios críticos, apoyando estrategias de transformación digital, productividad y fortalecimiento de la infraestructura de comunicaciones esenciales.

Las TS (Technical Specification - Especificación Técnica) de NTN incluidas de forma normativa desde 3GPP Release 17, definen cómo 5G puede operar sobre satélites (LEO/MEO/GEO) y plataformas aéreas (HAPS). Estas especificaciones adaptan NR para manejar largos retardos de propagación, Doppler elevado, celdas móviles y enlaces satelitales, mediante cambios obligatorios en capa física (TS 38.211–38.214), capa de enlace de datos - MAC (TS 38.321), capa de control - control RRC (TS 38.331) y en la arquitectura del sistema 5G (TS 23.501 y 23.502). En conjunto, las TS de NTN permiten interoperabilidad y despliegues comerciales de 5G vía satélite.

- **Release 18¹¹⁶: Inicio septiembre de 2019 – Finalización 2024.**

Enfoque: Inicio formal de 5G-Advanced, con mejoras significativas en eficiencia energética, incorporación de capacidades avanzadas de inteligencia artificial y aprendizaje automático (AI/ML) en la RAN y el núcleo de red, ampliación del soporte para aplicaciones de realidad extendida (XR), evolución de RedCap para dispositivos de complejidad reducida, fortalecimiento de las capacidades de Redes No Terrestres (NTN), mejoras en comunicaciones ultra confiables y de baja latencia (URLLC), y optimizaciones orientadas a entornos industriales, empresariales e Internet de las Cosas.

En NTN: La Release 18 de 3GPP amplió las capacidades de las redes no terrestres dentro del marco de 5G-Advanced, evolucionando desde modelos basados únicamente en satélites repetidores hacia arquitecturas más avanzadas con procesamiento a bordo. Además, mejoró el desempeño de los servicios

¹¹⁶ 3GPP. Release 18 (Rel-18). 2024. Actualizado el 21 de junio de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://portal.3gpp.org/Specifications.aspx?q=1&releases=193>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 73 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

NR-NTN e IoT-NTN, fortaleció la integración entre redes satelitales y terrestres, optimizó el soporte para constelaciones LEO y avanzó en la habilitación de comunicaciones directas entre satélites y dispositivos móviles (Direct-to-Device, D2D). Con ello, consolidó las bases para una conectividad más ubicua y para el desarrollo de nuevos servicios satelitales de banda ancha, IoT y movilidad.

Impacto en políticas públicas: Release 18 impulsa la actualización de políticas relacionadas con en materia de eficiencia energética y sostenibilidad digital, al introducir capacidades que habilitan el despliegue de redes más eficientes, en línea con los objetivos de transición energética y reducción del impacto ambiental del sector TIC.

El estándar 3GPP TS 36.521-4 V18.1.0 (2024-03)¹¹⁷ que hace parte de la Release 18 define cómo se prueban y certifican los dispositivos IoT que operan sobre redes no terrestres, asegurando su interoperabilidad y funcionamiento en enlaces satelitales.

- **Release 19¹¹⁸: Inicio junio 2021 – Finalización 2025.**

Enfoque: Consolidación y expansión de 5G-Advanced, con énfasis en eficiencia energética avanzada (LP-WUS/WUR), incorporación de inteligencia artificial y aprendizaje automático (AI/ML) para optimización de red, evolución y madurez de las Redes No Terrestres (NTN), incluyendo comunicaciones satelitales, Direct-to-Device (D2D) e IoT NTN, introducción de Ambient IoT, mejoras avanzadas de NR en áreas como MIMO, movilidad y dúplex, soporte para realidad extendida (XR) y servicios inmersivos, así como el fortalecimiento de servicios críticos y de misión crítica.

En NTN: La Release 19 de 3GPP continúa la evolución de las redes no terrestres (NTN) mediante mejoras que facilitan una integración más estrecha con las redes móviles terrestres y amplían sus posibilidades de despliegue. Entre los avances más relevantes se encuentran la mejora de la movilidad entre redes terrestres LTE y redes satelitales 5G, el soporte para operar con menores anchos de banda cuando el espectro disponible es limitado y la incorporación de nuevas bandas de frecuencia, incluyendo banda Ku, L y S. Estos desarrollos fortalecen la capacidad de las NTN para ofrecer cobertura complementaria y extender la conectividad a un mayor número de usuarios y aplicaciones.

Impacto en políticas públicas: Release 19 refuerza la capacidad de los Estados para diseñar políticas y adaptación de marcos regulatorios de conectividad universal, resiliencia de infraestructuras críticas y sostenibilidad energética. Lo que exige a los reguladores actualizar enfoques en materia de gestión del espectro, infraestructura compartida, seguridad, sostenibilidad e interoperabilidad.

¹¹⁷ 3GPP. TS 36.521-4: Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) Conformance Specification; Radio Transmission and Reception; Part 4: Satellite Access Radio Frequency (RF) and Performance Conformance Testing. 2023. Actualizado el 21 de diciembre de 2023. [en línea]. Disponible en:

<https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=4159>

¹¹⁸ 3GPP. Release 19 (Rel-19). 2025. Actualizado el 12 de diciembre de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://portal.3gpp.org/Specifications.aspx?q=1&releases=194>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 74 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

- **Release 20¹¹⁹: Inicio marzo 2024 – Finalización prevista junio 2027.**

Enfoque: El Release 20 constituye la última etapa evolutiva de 5G-Advanced y, simultáneamente, el punto de partida de los estudios asociados a IMT-2030/6G. Sus principales líneas de trabajo incluyen la evolución de las redes no terrestres, la incorporación de capacidades avanzadas de inteligencia artificial y aprendizaje automático, así como la definición de casos de uso, requisitos y arquitecturas preliminares para los futuros sistemas 6G.

En NTN: La Release 20 profundiza la integración de las redes satelitales en el ecosistema 5G-Advanced, ampliando las capacidades NTN definidas en Releases anteriores. Sus trabajos incluyen mejoras en la interoperabilidad entre redes terrestres y satelitales, optimizaciones para constelaciones LEO, evolución de los servicios Direct-to-Device (D2D), soporte para IoT satelital y el desarrollo de funcionalidades que servirán de base para la integración nativa de NTN en los futuros sistemas IMT-2030/6G.

Impacto en políticas públicas: Profundizará el impacto en políticas públicas y marcos regulatorios al consolidar la evolución hacia redes 5G-Advanced e iniciar la transición hacia 6G, lo que implicará ajustes en la regulación del espectro, la gobernanza de la inteligencia artificial en redes, la sostenibilidad digital, la seguridad de infraestructuras críticas y la promoción de nuevos ecosistemas digitales basados en conectividad avanzada.

- **Release 21¹²⁰: Inicio noviembre de 2025 – Finalización prevista 2029**

Será la primera release normativa de 6G, mientras sigue llevando a madurez final varias funciones de 5G-Advanced¹²¹. En esta release NTN deja de ser una extensión de la red terrestre y se diseña como parte nativa del sistema 6G con integración total TN + NTN y arquitecturas multi-satélite.

Se espera que el desarrollo de especificaciones técnicas a nivel de sistema y de red de acceso por radio comience como parte de la Release 21.

Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

Aunque 3GPP desarrolla las especificaciones técnicas resumidas anteriormente, la UIT-R, como ente responsable de gestionar el uso del espectro radioeléctrico y los servicios de radiocomunicaciones a nivel mundial, debe definir las especificaciones para IMT a nivel internacional, asegurando que las

¹¹⁹ 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP). Release 20 Details. Portal 3GPP [en línea]. Disponible en: <https://portal.3gpp.org/Specifications.aspx?q=1&releases=195> . Consultado el: 2 jul. 2026.

¹²⁰ 3GPP. *Release 21 (Rel-21)*. 2025. Actualizado el 4 de noviembre de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://portal.3gpp.org/Specifications.aspx?q=1&releases=197>

¹²¹ 3GPP. Release 21. 2026. Actualizado en junio de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-21>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 75 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

bandas de espectro para NTN estén coordinadas globalmente y que las tecnologías NTN cumplan con los requisitos de interoperabilidad.

- **IMT-2030:**

La Asamblea de Radiocomunicaciones de 2023 (AR-23) aprobó las revisiones de la Resolución UIT-R 56¹²², que confirma el nombre de la próxima generación de IMT (también conocida como «6G») como «IMT-2030», y la Resolución UIT-R 65, que describe los principios del proceso IMT. Junto con estas revisiones, la AR-23 también aprobó la nueva Recomendación sobre el «Marco IMT-2030», (Recomendación UIT-R M. 2160¹²³).

Dentro de este marco, de acuerdo con lo indicado en la citada recomendación, se espera que la interoperabilidad de la red terrestre IMT-2030 con sus redes no terrestres (NTN), se constituyan en una tecnología esencial para lograr conectividad ubicua, resiliente y sostenible, garantizando la conexión de quienes no la tienen, para proporcionar acceso universal y asequible a todos los usuarios, independientemente de su ubicación.

- **Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2027 (CMR27):**

Las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones son organizadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), se llevan a cabo cada cuatro años y tienen como objetivo revisar y actualizar el Reglamento de Radiocomunicaciones, que regula el uso del espectro radioeléctrico a nivel mundial, la última conferencia realizada fue la de 2023 en Dubái, y la próxima está programada para realizarse en el año 2027.

En la conferencia CMR23¹²⁴ se definió la agenda preliminar para la próxima CMR-27, la cual está orientada en la planificación del uso del espectro radioeléctrico para el desarrollo futuro de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT).

Dentro del alcance de la agenda preliminar para el CMR27¹²⁵ se encuentra el desarrollo de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT), que incluyen tanto redes terrestres como no terrestres en su evolución hacia IMT-2030.

¹²² UIT-R. Resolución 56: Denominación de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales. 2023. Actualizado en 2023. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/pub/R-RES-R.56/es>

¹²³ UIT-R. Recomendación M.2160: Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2030 and Beyond. 2023. Actualizado en noviembre de 2023. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2160/es>

¹²⁴ MÉXICO. Propuestas para los trabajos de la Conferencia – Punto 10 del Orden del Día. Addendum 27 al Documento 127-S, Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR-23). Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), 29 de octubre de 2023. [en línea]. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/md/23/wrc23/c/R23-WRC23-C-0127!A27!MSW-S.docx

¹²⁵ UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT). Resolución 1422 – Orden del Día de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2027 (CMR-27). UIT-SG Contribución 125. Publicada el 18 de junio de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/md/S24-CL-C-0125/es>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 76 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

En particular, la CMR-27 abordará temas como:

- La identificación de nuevas bandas de frecuencias para el desarrollo de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT).
- El estudio de tecnologías emergentes (Incluida NTN) y su impacto en el uso del espectro.
- La armonización del espectro para servicios, entre otros, de las comunicaciones satelitales en general, y particularmente los servicios haciendo uso de las redes NTN.

El ítem 1.13 de la convocatoria a la CMR-27¹²⁶ analiza posibles nuevas atribuciones al servicio móvil por satélite para permitir la conectividad directa entre satélites y dispositivos móviles (Direct-to-Device, D2D), garantizando la coexistencia con los sistemas IMT terrestres. Por otro lado, el ítem 1.14 considera la posibilidad de otorgar atribuciones adicionales al servicio móvil por satélite.

Su objetivo es habilitar cobertura complementaria en zonas sin servicio móvil, mediante estudios técnicos y medidas reglamentarias que eviten interferencias y aseguren el uso armonizado del espectro.

En Colombia, estos procesos internacionales también comienzan a articularse con mecanismos nacionales de experimentación. En el marco del Sandbox Regulatorio Sectorial 2026, Starlink Colombia presentó una propuesta para el despliegue de una nueva generación de gateways, actualmente habilitada para avanzar a la fase de evaluación, mediante la cual se busca validar condiciones técnicas y generar evidencia en un entorno controlado. La información que resulte de este tipo de ejercicios puede constituir un insumo para los análisis técnicos y la construcción de posiciones nacionales durante el ciclo de estudios previo a la CMR-27, particularmente en asuntos relacionados con la operación de sistemas satelitales y su coexistencia con otros servicios de radiocomunicaciones. Esta aproximación es consistente con la necesidad, manifestada por actores del sector, de que Colombia facilite pruebas técnicas que contribuyan a las discusiones internacionales previas a dicha Conferencia.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos)

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) es un organismo internacional integrado por 38 países que promueve políticas públicas orientadas al crecimiento económico sostenible, la innovación, la inclusión social y el desarrollo digital. En el ámbito de las telecomunicaciones, la OCDE realiza análisis prospectivos sobre la evolución de la conectividad, los mercados digitales y las políticas regulatorias necesarias para apoyar la transformación digital de sus países miembros.

¹²⁶UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT). Resolución 1422 – Orden del Día de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2027 (CMR-27). UIT-SG Contribución 125. Publicada el 18 de junio de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.itu.int/md/S24-CL-C-0125/es>.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 77 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

La OCDE a través de su Working Party on Connectivity Services and Infrastructures (WPCSI), viene desarrollando estudios sobre el futuro de la conectividad y la integración de redes terrestres y no terrestres (TN-NTN). En su agenda de trabajo reciente ha identificado la convergencia entre redes móviles, satelitales y otras plataformas aéreas como una de las principales tendencias que configurarán las futuras arquitecturas de conectividad, 5G-Advanced y 6G¹²⁷.

El informe «Broadband Networks of the Future» de la OCDE (2022)¹²⁸ señala que las redes de banda ancha deberán seguir evolucionando para responder al crecimiento de la demanda de conectividad derivada de aplicaciones como la educación en línea, la salud digital, la automatización industrial y los vehículos conectados. En este contexto, la organización destaca que persisten importantes diferencias de acceso entre zonas urbanas y rurales, por lo que resulta necesario continuar ampliando la cobertura de redes de alta calidad para garantizar que todos los usuarios puedan participar en la economía digital.

El informe identifica a los sistemas satelitales en general como una de las tecnologías que pueden complementar a las infraestructuras terrestres para extender la conectividad hacia áreas no atendidas o insuficientemente atendidas. La OCDE destaca que la expansión de redes de alta capacidad requiere utilizar distintas soluciones tecnológicas según las características geográficas y económicas de cada zona, reconociendo que la conectividad satelital constituye una alternativa relevante para ampliar el acceso a banda ancha donde otras infraestructuras resultan más difíciles de desplegar.

Asimismo, la organización resalta que las futuras redes estarán compuestas por múltiples tecnologías y plataformas interconectadas, cuya evolución requerirá marcos regulatorios que favorezcan la inversión, la innovación y el despliegue de infraestructuras de conectividad. En este contexto, la conectividad satelital forma parte del conjunto de soluciones tecnológicas que contribuirán a mejorar la cobertura y disponibilidad de servicios de banda ancha en el futuro.

GSMA (Global System for Mobile Communications Association)

La GSMA es una organización global que agrupa a más de 1.000 operadores de telefonía móvil y empresas del ecosistema digital. Su objetivo principal es unificar, estandarizar y promover el desarrollo de las tecnologías móviles, impulsando la innovación y la conectividad en todo el mundo.

Su labor comprende la promoción de estándares técnicos, el desarrollo de iniciativas de interoperabilidad, la formulación de recomendaciones de política pública y la elaboración de estudios e investigaciones sobre la evolución del sector de las telecomunicaciones móviles.

¹²⁷ ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Future of connectivity. En: OECD. [en línea]. Disponible en: <https://www.oecd.org/en/topics/future-of-connectivity.htm>

¹²⁸ ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Broadband networks of the future. En: OECD Digital Economy Papers, No. 327, 20 de julio de 2022. [en línea]. Disponible en: https://www.oecd.org/en/publications/broadband-networks-of-the-future_755e2d0c-en.html

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 78 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

El 24 de junio de 2026, la GSMA publicó el «Satellite Regulatory Playbook¹²⁹», se trata de un instrumento de carácter técnico y orientativo que no tiene naturaleza jurídica vinculante ni constituye un estándar internacional obligatorio, sino que corresponde a una guía de referencia que recoge recomendaciones desde la perspectiva de la industria.

Su publicación se enmarca dentro de la iniciativa Connectivity for Good – Public Policy, mediante la cual la GSMA desarrolla estudios, recomendaciones y documentos de política pública orientados a apoyar a gobiernos, reguladores y demás autoridades competentes en la formulación de marcos regulatorios para las tecnologías emergentes del sector de las telecomunicaciones.

Dentro de los aspectos abordados por el documento, la GSMA identifica que los marcos regulatorios existentes, diseñados principalmente para servicios de telecomunicaciones terrestres, pueden presentar limitaciones para abordar de manera integral estas nuevas modalidades de prestación de servicios, especialmente en aquellos casos en que los servicios satelitales operan sin la intermediación de operadores móviles tradicionales.

El manual introduce ocho temas regulatorios aplicables a los servicios satelitales emergentes proporcionados mediante constelaciones LEO, incluyendo servicios de banda ancha satelital y D2D, sin asociaciones con operadores móviles.

Bajo lo señalado, este manual propone que los servicios satelitales que resulten funcionalmente comparables a los servicios de telecomunicaciones terrestres estén sujetos a exigencias similares en materia de seguridad nacional, incluyendo obligaciones relacionadas con protección de datos, ciberseguridad y cumplimiento de medidas de interceptación legal, cuando estas sean aplicables conforme a la normativa de cada país.

En materia de protección al usuario, el documento busca que los consumidores de servicios satelitales gocen de niveles de protección equivalentes a los previstos para redes terrestres, incluyendo transparencia en la oferta, calidad de servicio, mecanismos eficaces de atención de reclamaciones y, cuando corresponda, esquemas proporcionales de identificación de usuarios. En este ámbito, se destaca la necesidad de que los marcos regulatorios se adapten a las particularidades técnicas de los servicios satelitales, sin generar asimetrías injustificadas.

Adicionalmente, aborda aspectos relacionados con la infraestructura y el despliegue de redes, señalando que los elementos necesarios para la provisión del servicio, como estaciones terrestres, terminales de usuario y puntos de presencia, deben sujetarse a criterios de planificación, seguridad y autorización

¹²⁹ GSMA. Satellite Regulatory Playbook: Implications of LEO Constellations on Regulatory Frameworks. 2026. Actualizado en junio de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/public-policy/wp-content/uploads/2026/06/GSMA-SATELLITE-REGULATORY-PLAYBOOK.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 79 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

acordes con los objetivos nacionales, promoviendo al mismo tiempo condiciones que favorezcan la eficiencia en el uso de infraestructura y el despliegue oportuno de servicios.

En cuanto al uso de terminales satelitales por parte de los usuarios finales, se enfatiza la necesidad de establecer marcos nacionales de aprobación, de certificación, autorización y estandarización técnica que garanticen la compatibilidad, para garantizar la seguridad, compatibilidad y una gestión eficaz de interferencias.

Por otra parte, el documento introduce consideraciones en materia fiscal, señalando que los operadores satelitales que participen en el mercado minorista deben estar sujetos a esquemas tributarios y contribuciones regulatorias comparables a los de los proveedores terrestres, bajo criterios de neutralidad tecnológica y proporcionalidad, evitando tanto vacíos regulatorios como cargas excesivas que puedan afectar la inversión o la asequibilidad de los servicios. Por tanto, se deben revisar activamente si los regímenes fiscales existentes se aplican adecuadamente a los servicios satelitales, asegurando que las obligaciones sean adecuadas para su propósito y no se apliquen por defecto.

Finalmente, se resalta la relevancia de integrar los servicios satelitales dentro de los marcos de servicios de emergencia y seguridad pública, de manera que los usuarios puedan acceder a estos servicios independientemente de la tecnología utilizada. En este sentido, se plantea la necesidad de adaptar los sistemas existentes para incorporar la conectividad satelital, especialmente en contextos de cobertura en zonas remotas y en la gestión de alertas y respuesta ante desastres.

7.3.2 Reguladores nacionales

Estados Unidos - Federal Communications Commission (FCC)

La FCC ha tenido avances significativos desde 2024 para establecer un marco regulatorio para redes no terrestres (NTN), especialmente a través de lo que denomina Supplemental Coverage from Space (SCS)¹³⁰.

El marco de Cobertura Suplementaria desde el Espacio (SCS) permite que operadores satelitales colaboren con operadores móviles terrestres para brindar conectividad en áreas donde no hay cobertura celular tradicional.

¹³⁰ FCC (FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION). FCC 24-28: FCC Advances Supplemental Coverage from Space Framework – New Rules Take Steps Toward a Single Network Future that Harnesses the Power of Satellites to Fill Wireless Coverage Gaps. 2024. Actualizado el 14 de marzo de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-401208A1.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 80 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

- **Marco de cobertura suplementaria desde el espacio (SCS) – FCC-24-28¹³¹**

En el documento se indica que la FCC adoptó:

«El marco de cobertura espacial suplementaria permite a los operadores satelitales que colaboran con proveedores de servicios terrestres solicitar la autorización de la FCC para operar estaciones espaciales en espectro con licencia y de uso flexible, actualmente asignado a servicios inalámbricos, siempre que cumplan con ciertos requisitos de licencia, como contar con un contrato de arrendamiento de espectro de un licenciatario terrestre dentro de un área geográfica específica. Una vez autorizado, un operador satelital puede prestar servicio a los clientes de un proveedor inalámbrico si necesitan conectividad fuera de las áreas de cobertura».

Con este marco regulatorio, la FCC permite la Cobertura Suplementaria desde el Espacio (SCS), facilitando que operadores satelitales colaboren con licenciarios terrestres para brindar conectividad directa a dispositivos móviles en áreas remotas o sin servicio, utilizando espectro previamente asignado a redes móviles. El documento detalla los requisitos técnicos, de licenciamiento (Partes 1 y 25), bandas de espectro, reglas de arrendamiento, protección contra interferencias, coordinación internacional, y provisiones para servicios de emergencia como llamadas al 911. El marco, según se indica en el documento, busca posicionar a EE. UU. como líder en conectividad híbrida, garantizando eficiencia espectral, resiliencia ante desastres y expansión de servicios públicos esenciales.

- **Actualización de normas de reparto del espectro satelital - FCC-26-26¹³²**

En documento publicado por la FCC el 1 de mayo de 2026 (DA/FCC #: FCC-26-26, Expediente n°: 25-157) moderniza las reglas de uso compartido del espectro satelital para facilitar y acelerar el despliegue de servicios de banda ancha, en particular los habilitados por redes no terrestres (NTN) basadas en satélites de órbita baja (NGSO). La Comisión actualiza los mecanismos de coordinación y protección contra interferencias entre satélites NGSO y GEO, flexibiliza y aclara normas técnicas y de licenciamiento, y reduce cargas regulatorias innecesarias, con el objetivo de mejorar la eficiencia espectral, fomentar la competencia y ampliar la conectividad —incluida la cobertura en zonas rurales y remotas— manteniendo la protección de servicios existentes. En conjunto, la decisión crea un marco regulatorio más ágil y predecible para integrar satélites (como backhaul o acceso directo) a los ecosistemas 4G/5G NTN en EE. UU.

¹³¹ FCC (FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION). FCC 24-28: Single Network Future – Supplemental Coverage From Space; Space Innovation. Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking. 2024. Actualizado el 15 de marzo de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-24-28A1.pdf>

¹³² FCC (FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION). Modernización de las normas de compartición del espectro satelital para impulsar la banda ancha. 2026. Actualizado el 30 de abril de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://www.fcc.gov>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 81 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

- **Asignación de espectro y licencias a SpaceX para servicios D2D - FCC DA 26-471**¹³³

El documento establece el alcance de la decisión de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) para aprobar, bajo condiciones, la asignación a SpaceX de aproximadamente 65 MHz de espectro de banda media y licencias asociadas (incluidas estaciones terrestres) previamente en poder de EchoStar, mediante una transacción en dos etapas. La revisión abarca la evaluación legal, técnica y de interés público de la operación, incluyendo el análisis de posibles efectos sobre la competencia, beneficios para los usuarios, cumplimiento normativo de los solicitantes y la necesidad de otorgar exenciones regulatorias. Asimismo, define condiciones de despliegue, desempeño y uso eficiente del espectro para el desarrollo de una red híbrida satelital-terrestre directa a dispositivos (D2D), con el objetivo de ampliar la cobertura, especialmente en zonas desatendidas, promover la innovación y asegurar que los beneficios para el público se materialicen, incluyendo mecanismos para mitigar riesgos y salvaguardar obligaciones previas

Entre los requisitos de desempeño exigidos en el documento se incluye unos parámetros de disponibilidad del servicio enfocados en que el servicio esté disponible durante un porcentaje determinado del tiempo en la mayor parte del área geográfica licenciada, definiendo unos valores a los 2, 4 y 9 años del permiso de utilización del espectro:

- Primer hito (2 años): Disponibilidad del 70% del tiempo en el 90% del área geográfica.
- Segundo hito (4 años): Disponibilidad del 80% del tiempo en el 90% del área geográfica.
- Requisito final (9 años): Disponibilidad del 90% del tiempo en el 90% del área geográfica.

Canadá - Ministerio de Innovación, Ciencia e Industria (ISED)

El Ministerio de Innovación, Ciencia e Industria (ISED) publicó en febrero de 2025 el marco de políticas y licencias para el servicio de cobertura móvil satelital (SMCS)¹³⁴, definido como los servicios móviles de uso flexible o comerciales para apoyar la expansión de la cobertura vía satélite. Esta política constituye un primer paso para que los operadores móviles ofrezcan servicios satelitales directos al dispositivo (D2D) en las bandas de frecuencia IMT.

En este contexto, Canadá avanzó en la habilitación de servicios satelitales directos al dispositivo (D2D). Tras una consulta pública realizada por *Innovation, Science and Economic Development Canada* (ISED)

¹³³ FCC (FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION). DA-26-471: Order Granting SpaceX-EchoStar Applications – Applications of Spectrum Business Trust 2025-1, Space Exploration Technologies Corp., and EchoStar Corporation for Consent to Assign Spectrum and Earth Station Licenses, Memorandum Opinion and Order. 2026. Actualizado el 12 de mayo de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://www.fcc.gov/document/order-granting-spacex-echo-star-applications>

¹³⁴ INNOVATION, SCIENCE AND ECONOMIC DEVELOPMENT CANADA (ISED). SMSE-001-25: Decision on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite. 2025. Actualizado el 20 de febrero de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/decision-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 82 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

en junio de 2024, que recibió aportes de operadores canadienses y proveedores satelitales internacionales¹³⁵, el organismo concluyó que estos servicios pueden ampliar la cobertura móvil en zonas desatendidas, mejorar el acceso a los servicios de emergencia y fortalecer la resiliencia de las telecomunicaciones. Como resultado, el 15 de julio de 2025 Rogers lanzó Rogers Satellite, un servicio D2D en fase beta que inicialmente permite el envío de mensajes de texto y comunicaciones de emergencia al 911¹³⁶.

Los acuerdos SMCS entre los operadores móviles y los operadores satelitales constituyen un requisito fundamental dentro del marco regulatorio establecido por ISED. En particular, el documento «Decision on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite» (SMSE-001-25, febrero de 2025¹³⁷) establece las condiciones de política, licenciamiento y operación para la prestación de estos servicios.

En este marco, la existencia de acuerdos entre operadores móviles (MNO) y proveedores satelitales (SSP) se configura como una condición habilitante para la prestación de servicios SMCS, en línea con las condiciones de licencia y de operación aplicables a estaciones espaciales, estaciones terrestres y autorizaciones de satélites extranjeros.

En ausencia de dichos acuerdos, la prestación de servicios SMCS no es posible en Canadá, dado que estos instrumentos son esenciales para garantizar la coordinación técnica, el uso eficiente del espectro y el cumplimiento de las obligaciones regulatorias.

ISED considera que este requisito fortalece la seguridad jurídica, al establecer un marco claro de responsabilidades, condiciones de operación y coordinación entre redes satelitales y terrestres, conforme a los lineamientos derivados del proceso de consulta pública SMSE-006-24 (junio de 2024) y su posterior decisión regulatoria.

• **Licencias**

ISED aplicará el marco MSS existente a la prestación de servicios de cobertura móvil satelital (SMCS)

1. Un operador satelital canadiense requerirá una licencia de espectro para la estación espacial
2. Un operador satelital con licencia extranjera necesitará un derecho de aterrizaje
3. Los proveedores de telefonía móvil con licencia en Canadá requerirán una licencia genérica anual de espectro para estaciones terrenas.

¹³⁶ ROGERS COMMUNICATIONS INC. Rogers Launches Satellite-to-Mobile Service in Canada. 2025. Actualizado el 15 de julio de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://about.rogers.com/news-ideas/rogers-launches-satellite-to-mobile-service-in-canada/>

¹³⁷ INNOVATION, SCIENCE AND ECONOMIC DEVELOPMENT CANADA (ISED). SMSE-001-25: Decision on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite. 2025. Actualizado el 20 de febrero de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/decision-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 83 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Para obtener una licencia, los operadores móviles canadienses y los operadores satelitales deben firmar un acuerdo no exclusivo que incluya los bloques de frecuencia específicos, las áreas donde se ofrecerán SMCS y las disposiciones sobre gestión de interferencias, coordinación y cumplimiento de las normas técnicas. ISED prohibió los acuerdos exclusivos. La rescisión o modificación de dicho acuerdo debe notificarse a ISED y conllevará la rescisión o modificación de la licencia SMCS correspondiente.

Adicionalmente, el marco de licenciamiento y operación de los SMCS contempla las siguientes condiciones:

- Licencia SMCS: vigencia hasta el vencimiento de la licencia de espectro móvil o del acuerdo con el operador satelital, lo que ocurra primero.
- Estaciones terrenas: licencias anuales, renovables mientras permanezca vigente la licencia asociada o el acuerdo con el operador satelital.
- Puntos de acceso: los operadores satelitales extranjeros no están obligados a ubicarlos en Canadá.
- Tarifas: se aplican las mismas tasas que para estaciones espaciales y terrenas; actualmente no existen cargos por derechos de aterrizaje.
- Transferencia de licencias: las licencias y autorizaciones SMCS no pueden dividirse, transferirse ni subordinarse.
- Cambios societarios: los cambios de propiedad o control están permitidos, sujetos a revisión por parte de ISED.

- **Bandas de espectro**

Inicialmente, ISED aplicará el marco SMCS en las siguientes bandas IMT:

- 600 MHz (617–652/663–698 MHz);
- 700 MHz (tramos 698–756/777–787 MHz);
- 850 MHz (824–849/869–894 MHz);
- servicios inalámbricos avanzados (AWS; 1710–1755/2110–2155 y 1755–1780/2155–2180 MHz); y
- sistemas de comunicación personal (PCS; 1850–1915/1930–1995 MHz).

El espectro asignado al MSS a título primario ya permite operaciones D2D y, por lo tanto, no se incluye en la decisión.

El ISED identificará otras bandas de frecuencia para aplicar el marco SMCS en función de:

- la armonización regional o internacional;

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 84 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

- el nivel de interés de las partes interesadas;
 - los beneficios para los canadienses;
 - la posibilidad de interferencias; y
 - las tendencias tecnológicas y sus posibles limitaciones. Uso de SMCS para cumplir con las obligaciones de cobertura
 - Tal como se propuso inicialmente, la cobertura de SMCS no se computará para las obligaciones de cobertura de las licencias de servicio móvil.
- **Comunicaciones de emergencia**

En la consulta de junio de 2024, ISED analizó sobre las posibilidades técnicas y limitaciones de los SMCS para proporcionar llamadas y alertas de emergencia. En esta decisión final, ISED consideró que imponer nuevas obligaciones a los SMCS en relación con las comunicaciones de emergencia sería prematuro. ISED espera que el regulador, el CRTC, revise su marco de servicios de emergencia vigente para determinar cómo los SMCS pueden respaldar los servicios existentes.

ISED consideró que también es prematuro obligar a los licenciarios de SMCS a proporcionar roaming en situaciones de emergencia. Esta entidad supervisará el desarrollo, las pruebas y la verificación para garantizar que las implementaciones de SMCS cumplan de forma realista con los requisitos de fiabilidad de la red y roaming de emergencia.

Unión Europea (UE)

El Grupo de Política del Espectro Radioeléctrico (RSPG), que asesora a las instituciones de la Unión Europea (UE) sobre cuestiones estratégicas del espectro radioeléctrico y está compuesto por expertos de todos los Estados miembros, inicio en febrero de 2025 un proyecto de opinión sobre la conectividad satelital D2D¹³⁸. Del cual recibió comentarios de una amplia gama de actores del sector.

A partir del análisis de las respuestas presentadas por reguladores, asociaciones de la industria y operadores frente al desarrollo de la conectividad Direct-to-Device (D2D) en la Unión Europea, se identifican varios puntos de consenso sobre el rumbo regulatorio y técnico de esta tecnología.

En primer lugar, existe una coincidencia amplia respecto a la necesidad de proteger las redes terrestres existentes y mitigar riesgos de interferencia, especialmente cuando el servicio D2D opere sobre bandas IMT utilizadas actualmente por redes móviles. Las entidades consultadas resaltan que cualquier despliegue debe priorizar la continuidad y calidad del servicio terrestre, apoyado en condiciones técnicas armonizadas que reduzcan riesgos en zonas rurales y áreas fronterizas. De forma complementaria, la

¹³⁸ RADIO SPECTRUM POLICY GROUP (RSPG). Public Consultation on the Draft RSPG Opinion on the EU-level Policy Approach to Satellite Direct-to-Device Connectivity and Related Single Market Issues. 2025. Actualizado el 14 de febrero de 2025. [en línea]. Disponible en: https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/consultations-0_en

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 85 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

mayoría coincide en que el uso de espectro terrestre para D2D debe estar vinculado al consentimiento y acuerdo previo con los operadores móviles titulares de las licencias, entendiendo esta modalidad como una extensión del servicio móvil y no como una asignación satelital independiente.

Asimismo, se evidencia una postura de cautela regulatoria, recomendando que las decisiones permanentes consideren los resultados de la próxima Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR-27), con el fin de evitar ajustes regulatorios prematuros y reducir costos de adaptación futura.

Otro elemento recurrente es la necesidad de avanzar hacia una armonización regulatoria a nivel europeo, evitando fragmentaciones nacionales que puedan afectar el desarrollo del Mercado Único Digital y limitar la inversión. Dentro de este marco, la tecnología D2D es entendida principalmente como un servicio complementario a las redes terrestres, orientado a cerrar brechas de cobertura en zonas remotas, atender situaciones de emergencia y fortalecer la resiliencia de las comunicaciones, más que como un sustituto de la infraestructura móvil tradicional.

En paralelo, varios actores destacan que, en la medida en que los servicios satelitales ofrezcan funcionalidades comparables a las de las redes móviles, deben operar bajo condiciones de igualdad regulatoria, incluyendo obligaciones en materia de seguridad, ciberseguridad, interceptación legal y protección al usuario. También existe consenso sobre la importancia de garantizar acceso universal a servicios de emergencia vía satélite cuando la tecnología esté disponible. Finalmente, el análisis evidencia una diferencia relevante entre el enfoque regulatorio hacia D2D-IMT y D2D-MSS: mientras el primero es percibido como más complejo por sus retos de coordinación e interferencia sobre espectro móvil, el segundo —basado en bandas satelitales ya atribuidas— es visto como una evolución más natural y respaldada por un marco regulatorio más estable. En conjunto, estas posiciones permiten anticipar que el desarrollo de NTN y D2D avanzará bajo un enfoque gradual, coordinado y altamente articulado con los operadores móviles terrestres, priorizando complementariedad de cobertura y seguridad regulatoria.

El proyecto de opinión sobre la conectividad satelital Direct-to-Device (D2D) del Grupo de Política del Espectro Radioeléctrico (RSPG) destaca el creciente dinamismo del sector satelital, impulsado por nuevas inversiones, innovaciones tecnológicas y el despliegue de grandes constelaciones. En este contexto, el RSPG señala que, a diferencia de otras regiones, la Unión Europea no aplica un régimen de derechos de aterrizaje para satélites y analiza las implicaciones regulatorias de los nuevos servicios D2D.

El documento identifica cuatro grandes categorías de servicios. La primera corresponde a D2D-IMT, orientada a proporcionar conectividad móvil de banda ancha directamente desde satélites a dispositivos 4G y 5G utilizando bandas IMT armonizadas, como complemento de cobertura en zonas sin servicio. En segundo lugar, se encuentran los servicios D2D-MES (Mobile Earth Stations), asociados a terminales en movimiento como embarcaciones, aeronaves y unidades móviles de transmisión satelital. Asimismo, el RSPG distingue las soluciones D2D-IoT, enfocadas en aplicaciones de seguimiento y monitoreo de activos, y los servicios D2D-MSS (Mobile Satellite Services), que amplían las capacidades IoT sobre

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 86 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

infraestructura satelital. En conjunto, estas categorías reflejan la diversidad de aplicaciones que está adquiriendo la conectividad directa entre satélites y dispositivos en el mercado europeo.

Reino Unido - OFCOM

En un informe de OFCOM elaborado en marzo de 2023, denominado EL FUTURO DE LA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA¹³⁹, la entidad revela que el surgimiento de servicios móviles terrestres haciendo uso de recursos satelitales directos ha sido impulsado en parte por el desarrollo de nuevos estándares de redes no terrestres (NTN) dentro del 3GPP y que los avances con NTN marcan un cambio en los sistemas satelitales del uso de tecnología de transmisión hacia comunicaciones inalámbricas.

No obstante, indica que «dado que los avances en NTN y 6G aún se encuentran en el ámbito de I+D, no esperamos verlos completamente tecnologías terrestres y satelitales integradas hasta más allá de 2030».

En noviembre de 2024, OFCOM publicó un documento llamado «Mejorando la conectividad móvil desde el cielo y el espacio¹⁴⁰», siendo un resumen de respuestas del sector y pasos a seguir, a partir de un llamado a la participación (CFI) publicado en julio de 2024, en busca de las opiniones de las partes interesadas sobre la oferta y la demanda potenciales de servicios satelitales directos al dispositivo para teléfonos móviles y servicios móviles por satélite en el Reino Unido, y los requisitos de espectro asociados.

Se recibieron observaciones de operadores móviles, satelitales, empresas tecnológicas, gobiernos y otros actores, donde el principal tema abordado fue el Servicios D2D (D2C):

Beneficios claves identificados:

- Acceso a servicios de emergencia en zonas sin cobertura.
- Mayor resiliencia de las redes terrestres.
- Conectividad en zonas remotas o con baja densidad poblacional.

Desafíos:

- Riesgo de interferencias con redes móviles terrestres.
- Necesidad de coordinación entre operadores satelitales y móviles.

¹³⁹ OFCOM. Future of Wireless Broadband Technologies. 2023. Actualizado el 23 de marzo de 2023. [en línea]. Disponible en: <https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/research-and-data/technology-research/2023/future-of-wireless-broadband-technologies.pdf>

¹⁴⁰ OFCOM. Improving Mobile Connectivity from the Sky and Space: Summary of Responses and Next Steps. 2024. Actualizado el 20 de noviembre de 2024. [en línea]. Disponible en: <https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space---summary-of-responses-and-next-steps.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 87 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

- Falta de consenso sobre el momento adecuado para autorizar estos servicios (antes o después de la CMR-27)¹⁴¹.

Uso del espectro MSS de 2 GHz:

- Alta demanda para servicios D2D e IoT.
- Algunos operadores ya lo utilizan (como Viasat para la Red Europea de Aviación).
- Debate sobre si permitir nuevos servicios antes de la conferencia CMR-27.

Servicios IoT satelitales:

- Gran interés en el uso del espectro MSS y bandas de dispositivos de corto alcance (SRD).
- Casos de uso: agricultura, logística, monitoreo ambiental, ciudades inteligentes.
- Recomendaciones: Asignar bloques de 5 MHz para IoT de banda estrecha y considerar licencias ligeras o exenciones para facilitar el despliegue.

En septiembre de 2025, OFCOM publica el documento «Enabling satellite Direct to Device services in Mobile spectrum bands¹⁴²», donde presenta las decisiones regulatorias e inicia una consulta del sector para habilitar servicios satelitales directos a dispositivos (D2D) en bandas de espectro móvil en el Reino Unido. Para ello, propone un modelo de autorización basado en la modificación de las licencias de los operadores móviles (MNO) y la creación de una exención regulatoria para que los dispositivos puedan conectarse legalmente a los satélites. Este esquema, según el citado documento, exigiría acuerdos entre MNO y operadores satelitales, condiciones estrictas de gestión de interferencias (como límites de potencia y ángulos de operación) y cumplimiento de obligaciones regulatorias.

Además, se somete a consulta aspectos técnicos específicos —límites de potencia, gestión de interferencias, entre otros, con el objetivo de lanzar estos servicios en 2026. Finalmente, OFCOM en el citado documento destaca que el marco podrá ajustarse tras las decisiones internacionales, priorizando una implementación temprana que fomente la innovación, el uso eficiente del espectro y nuevos modelos de negocio.

¹⁴¹ Se refiere a la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones, organizada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), a celebrarse en 2027, esta conferencia se realiza cada 4 años. En particular, la CMR-27 abordará temas como: La identificación de nuevas bandas de frecuencias para el desarrollo de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT), el estudio de tecnologías emergentes y su impacto en el uso del espectro (incluye NTN) y la armonización del espectro para servicios como el caso de las comunicaciones satelitales.

¹⁴² OFCOM. Enabling Satellite Direct to Device Services in Mobile Spectrum Bands: Statement and Further Consultation. 2025. Actualizado el 9 de septiembre de 2025. [en línea]. Disponible en:

<https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/consultation-enabling-satellite-direct-to-device-services-in-mobile-spectrum-bands/main-documents/statement-and-further-consultation-enabling-satellite-direct-to-device-services-in-mobile-spectrum-bands.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 88 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

El 17 de febrero de 2026¹⁴³ publicó el documento «Statement: The final regulations for the authorisation of satellite Direct-to-Device (D2D) services» con el que se estableció el marco regulatorio definitivo en el Reino Unido para habilitar servicios D2D satelitales en bandas de espectro móvil (IMT), permitiendo que dispositivos móviles accedan a redes satelitales, mientras que la autorización y control recaen en los operadores móviles mediante modificaciones a sus licencias.

Este enfoque busca facilitar la integración entre redes terrestres y no terrestres (NTN), promoviendo la expansión de la cobertura en zonas rurales o no atendidas, mejorando la resiliencia de las telecomunicaciones y el acceso a servicios de emergencia, e incentivando la innovación y el uso eficiente del espectro, bajo un modelo regulatorio habilitante que combina flexibilidad para usuarios y control técnico sobre los operadores. En abril de 2026 OFCOM actualizó el marco regulatorio para servicios satelitales directos al dispositivo (D2D)¹⁴⁴, proponiendo modificar las regulaciones de exención de licencia bajo el Wireless Telegraphy Act 2006 para habilitar la operación de nuevos operadores en bandas IMT, como el uso de espectro de 900 MHz por Vodafone Three.

Australia - Autoridad Australiana de Comunicaciones y Medios de Comunicación (ACMA)¹⁴⁵

La Autoridad Australiana de Comunicaciones y Medios de Comunicación (ACMA) publicó en septiembre de 2024, una guía regulatoria que explica el funcionamiento y marco normativo de los servicios satelitales directos al móvil (direct-to-mobile), incluido aquellos basados en tecnologías IMT.

La guía describe que, en Australia, estos servicios pueden operar bajo el marco vigente de licencias de espectro sin que en principio se requiera autorización adicional.

El documento enfatiza la necesidad de acuerdos entre operadores satelitales y licenciarios de espectro, así como la gestión de interferencias y el cumplimiento de otras obligaciones regulatorias (como licencias de operador y servicios de emergencia). Además, se destaca que la implementación práctica es más viable bajo licencias de cobertura nacional y en bandas específicas (como 700 MHz, 800 MHz o 2.5

¹⁴³ OFCOM. The Final Regulations for the Authorisation of Satellite Direct to Device Services. 2026. Actualizado el 17 de febrero de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/consultation-enabling-satellite-direct-to-device-services-in-mobile-spectrum-bands/main-documents/statement-the-final-regulations-for-the-authorisation-of-satellite-direct-to-device-services.pdf>

¹⁴⁴ OFCOM. Statement: Direct to Device Licence Exemption Regulations Update. 2026. Actualizado el 18 de junio de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://www.ofcom.org.uk/spectrum/space-and-satellites/Consultation-direct-to-device-licence-exemption-regulations-update>

¹⁴⁵ AUSTRALIAN COMMUNICATIONS AND MEDIA AUTHORITY (ACMA). Regulatory Guide: Operation of an IMT Satellite Direct-to-Mobile Service. 2025. Actualizado el 6 de mayo de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.acma.gov.au/publications/2024-09/guide/regulatory-guide-operation-imt-satellite-direct-mobile-service>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 89 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

GHz). Finalmente, el documento señala que el desarrollo futuro dependerá de decisiones internacionales, especialmente de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2027 (WRC-27), que podría definir asignaciones formales para este tipo de servicios.

Brasil - Agencia Nacional de Telecomunicaciones Brasil (ANATEL)¹⁴⁶

ANATEL ya tiene aprobado un sandbox regulatorio para autorizar sistemas satelitales a utilizar frecuencias en IMT para aplicaciones D2D, donde las autorizaciones no son entregadas al operador satelital sino al móvil terrestre, que hacen los acuerdos con operadores satelitales. El servicio será considerado como un servicio complementario de las redes móviles terrestres y no sustituto, por lo que no se le exigirá un contrato de arriendo de espectro al operador satelital.

El 14 de febrero de 2025 ANATEL aprobó y publicó el acuerdo 2105¹⁴⁷, en el cual que se actualizan los requisitos técnicos para la evaluación de la conformidad de Estaciones terminales de acceso (ETA) y de teléfonos móviles celulares.

Con esta actualización, se incorporaron nuevos requisitos para la certificación de equipos que emplean tecnologías emergentes relacionadas con Internet de las cosas (IoT) y requisitos de conformidad para dispositivos que utilizan tecnologías como 5G NB-NTN, tomando como referencia la recomendación 3GPP TS 36.521-4 V18.1.0 (2024-03), donde se especifica los procedimientos de medición para la prueba de conformidad de E-UTRA Equipo de Usuario (UE) que soporta la operación de acceso satelital y que cumple con los requisitos de RF y rendimiento¹⁴⁸.

En mayo y junio de 2025, ANATEL autorizó importantes avances en conectividad satelital en Brasil. Viasat recibió una concesión de 15 años para operar el satélite ViaSat-3 en banda Ka, con cobertura nacional y enfoque en regiones remotas. Intelsat obtuvo una licencia parcial para operar el satélite Galaxy 28 en bandas C y Ku hasta 2030¹⁴⁹. Además, Amazon fue autorizada a realizar pruebas del

¹⁴⁶ AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). *Anatel Estabelece Requisitos para Certificação de Equipamentos com Tecnologia NB-NTN e Outros Padrões de Comunicação IoT*. 2025. Actualizado em 18 de febreiro de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/anatel-estabelece-requisitos-para-certificacao-de-equipamentos-com-tecnologia-nb-ntn-e-outros-padroes-de-comunicacao-iot>

¹⁴⁷ AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). Ato nº 2105, de 14 de fevereiro de 2025. 2025. Actualizado el 20 de febrero de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/atos-de-certificacao-de-produtos/2025/2010-ato-2105>

¹⁴⁸ AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). *Anatel Estabelece Requisitos para Certificação de Equipamentos com Tecnologia NB-NTN e Outros Padrões de Comunicação IoT*. 2025. Actualizado el 18 de febrero de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/anatel-estabelece-requisitos-para-certificacao-de-equipamentos-com-tecnologia-nb-ntn-e-outros-padroes-de-comunicacao-iot>

¹⁴⁹ DPL NEWS. Satélites da Viasat e Intelsat Recebem Aval da Anatel no Brasil. 2025. Actualizado el 2 de junio de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://dplnews.com/satelites-viasat-e-intelsat-recebem-aval-anatel-brasil>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 90 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Proyecto Kuiper, utilizando estaciones terrestres en dos estados brasileños y frecuencias en banda Ka, con la condición de cesar operaciones ante cualquier interferencia¹⁵⁰.

Chile - Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (SUBTEL)

Como se mencionó en apartados anteriores, la SUBTEL autorizó en Chile el uso del servicio de cobertura suplementaria del espacio a ENTEL en asociación con Starlink, siendo pioneros en la región, y gozando actualmente de una oferta comercial de este servicio.

En el Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico de Chile (Decreto Supremo 127 de 2006¹⁵¹), fue modificado por el Decreto 49 de 2025¹⁵² publicado el 30 de octubre de 2025, para incorporar la posibilidad de integrar redes satelitales con redes móviles. En particular, establece una atribución secundaria al servicio móvil por satélite en diversas bandas IMT ya concesionadas a operadores móviles, habilitando así el uso de este espectro para conectividad directa entre satélites y dispositivos móviles (D2D), según el Decreto 49 de 2025, ante la necesidad, de *«contar con un marco reglamentario actualizado respecto del uso del espectro, fundamental para el diseño y la planificación de estaciones terrenas y satelitales. Esto requerirá abordar la compatibilidad y el uso compartido de las bandas de frecuencias utilizadas y adyacentes entre las componentes terrestre y satelital, lo que permitirá una integración efectiva de los sistemas de comunicaciones móviles por vía terrestre y satelital»*

En el Decreto 49 de 2025 citado, se relacionan bandas IMT (703-748 MHz, 758-803 MHz, 824-849 MHz, 869-894 MHz, 1710-1770 MHz, 1850-1990 MHz, 2110-2160 MHz y 2500-2690 MHz), que se atribuyen adicionalmente en forma secundaria al móvil por satélite para ser empleadas exclusivamente en la provisión del servicio denominado directo al dispositivo, aclarando que la instalación, operación y explotación de este servicio estará supeditada a las condiciones técnicas que establezca la normativa correspondiente de la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

¹⁵⁰ TELETIME NEWS. Anatel Autoriza Testes do Sistema Kuiper no Brasil. 2025. Actualizado el 18 de junio de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://teletime.com.br/18/06/2025/anatel-autoriza-testes-do-sistema-kuiper-no-brasil/>

¹⁵¹ CHILE. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES; SUBSECRETARÍA DE TELECOMUNICACIONES. Decreto Supremo N.º 127 de 2006: Aprueba Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico. 2006. Publicado el 18 de abril de 2006. [en línea]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=249068>

¹⁵² CHILE. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES; SUBSECRETARÍA DE TELECOMUNICACIONES. Decreto Supremo N.º 49 de 2025: Modifica Decreto Supremo N.º 127 de 2006, que Aprueba el Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico. 2025. Publicado el 30 de octubre de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2025/10/30/44288/01/2719462.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 91 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Argentina - Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología¹⁵³

Mediante la Resolución 58/2025¹⁵⁴ de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología, Argentina aprobó el Nuevo Reglamento General de Gestión y Servicios Satelitales, cuyo objetivo principal es actualizar la normativa vigente y simplificar los requisitos para el registro y la prestación de servicios satelitales en Argentina. Uno de los cambios más relevantes es la unificación del procedimiento de registración para satélites geoestacionarios (GEO) y no geoestacionarios (NGSO), eliminando distinciones administrativas que anteriormente generaban barreras regulatorias. Aunque no se hace mención directa a NTN o servicios D2D, esta medida tiene un impacto directo en la implementación de redes NTN, en particular aquellas basadas en constelaciones de satélites no geoestacionarios, al brindar un marco regulatorio más claro y homogéneo.

El nuevo reglamento incorpora explícitamente la provisión de facilidades satelitales para sistemas no geoestacionarios, un aspecto que anteriormente no se encontraba reglamentado. Esta actualización alinea el marco normativo nacional con la evolución tecnológica internacional y habilita formalmente el uso de satélites NGSO como infraestructura de soporte para redes de telecomunicaciones. Adicionalmente establece que la Autoridad podrá permitir por un período de tiempo determinado, la utilización de redes y sistemas de satélites destinados al uso experimental o de prueba.

Desde una perspectiva operativa, la normativa facilita a los Licenciarios TIC el acceso a sus redes al ampliar el mercado de facilidades satelitales, promoviendo mayor competencia, diversidad tecnológica y flexibilidad en el diseño de redes, especialmente en zonas rurales, remotas o de difícil acceso, donde las soluciones NTN resultan estratégicas.

Finalmente, el reglamento introduce la posibilidad de que el Estado requiera acuerdos de reciprocidad a las empresas satelitales que operen en Argentina, lo que refuerza la capacidad regulatoria del Gobierno para proteger intereses nacionales, fomentar el desarrollo local y asegurar condiciones equitativas en un entorno donde las redes NTN tienen un marcado componente internacional.

¹⁵³ JEFATURA DE GABINETE DE MINISTROS – SECRETARÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA (ARGENTINA). *Se Puso en Marcha el Nuevo Reglamento General de Gestión y Servicios Satelitales*. 2025. Actualizado el 8 de abril de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-puso-en-marcha-el-nuevo-reglamento-general-de-gestion-y-servicios-satelitales>

¹⁵⁴ BOLETIN OFICIAL REPUBLICA ARGENTINA - JEFATURA DE GABINETE DE MINISTROS SECRETARÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA (ARGENTINA). *Se Puso en Marcha el Nuevo Reglamento General de Gestión y Servicios Satelitales*. 2025. Actualizado el 8 de abril de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-puso-en-marcha-el-nuevo-reglamento-general-de-gestion-y-servicios-satelitales>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 92 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Perú - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)¹⁵⁵

En Perú, las Redes No Terrestres (NTN) se están habilitando a través del marco de telecomunicaciones y satélite existente, sin crear aún una licencia NTN específica. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) es la autoridad central: define la política, administra el espectro, otorga concesiones/autorizaciones y lidera la estrategia de cierre de brecha digital. En 2025 el país dio un giro pro-NTN al aprobar, en abril de 2025, el sandbox regulatorio de telecomunicaciones, que permite alivios o exenciones temporales para proyectos innovadores (incluidos NTN) orientados a zonas rurales y de interés social, bajo esquemas controlados y por proyecto, no por operador.

En paralelo, en septiembre de 2025 Perú reformó las cargas económicas del internet satelital¹⁵⁶, actualizando el canon por uso de espectro con una metodología más proporcional (ancho de banda, frecuencias y tipo de servicio), reduciendo costos y mejorando la viabilidad de despliegues en áreas remotas.

Esta combinación —sandbox, alivios por cierre de brecha y un menor canon satelital— se alinea con la política 5G por compromisos de inversión, favoreciendo soluciones híbridas 5G + satélite/NTN para cobertura rural, emergencia y servicios esenciales. El resultado es un entorno favorable para pilotos y escalamiento NTN con enfoque social, aunque los proyectos se aprueban caso a caso y aún no existe un régimen NTN autónomo separado del satelital.

Teniendo en cuenta lo anterior, puede afirmarse que Perú ha avanzado de manera progresiva en la incorporación de redes no terrestres (NTN), combinando herramientas de innovación regulatoria con el desarrollo de servicios satelitales. Si bien el país aún no cuenta con un marco específico para la prestación comercial de servicios D2D sobre bandas IMT, ha establecido condiciones regulatorias que facilitan su evaluación y futura adopción. Entre ellas destaca el Espacio Controlado de Experimentación (ECE), mecanismo previsto en el Decreto Legislativo N.º 1599 de 2023¹⁵⁷ que permite probar tecnologías y servicios innovadores en un entorno regulado y temporal.

Bajo este esquema, el MTC aprobó en 2025 el primer proyecto de conectividad satelital directa a teléfonos móviles (D2C), desarrollado por Entel Perú en alianza con Starlink, lo que evidencia una transición desde la experimentación regulatoria hacia la implementación práctica de soluciones

¹⁵⁵ MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [en línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/mtc>

¹⁵⁶ PERÚ. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). MTC Actualiza Fórmula para Calcular el Canon Satelital. 2025. Actualizado el 20 de septiembre de 2025. [en línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/1249707-mtc-actualiza-formula-para-calculer-el-canon-satelital>

¹⁵⁷ PERÚ. PODER EJECUTIVO. Decreto Legislativo n.º 1599 (20 de diciembre de 2023). Decreto Legislativo para promover la innovación tecnológica, la reducción de la brecha de infraestructura y de acceso a los servicios de telecomunicaciones [en línea]. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2023. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/4992295-1599>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 93 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

convergentes satélite-terrestre para ampliar la cobertura en zonas rurales, de frontera y otras áreas desatendidas.

México - Agencia de Transformación Digital y Telecomunicaciones (ATDT)¹⁵⁸

En el Plan Nacional de Conectividad 2026-2030 de México publicado en abril de 2026, se indica que «*Su propósito principal consiste en ampliar la cobertura y accesibilidad de los servicios de telecomunicaciones, a través de la expansión de infraestructura terrestre y satelital*». Las soluciones no terrestres se consideran como medios complementarios y habilitadores para llevar conectividad a zonas donde la fibra óptica y las redes móviles tradicionales no son técnica, ambiental o económicamente viables. El documento enfatiza un enfoque tecnológicamente neutral y mixto, que contempla el uso de enlaces inalámbricos avanzados, plataformas aéreas, infraestructura alternativa y conectividad satelital, especialmente para asegurar la continuidad de los servicios críticos y conectividad en zonas remotas.

El plan hace referencia a la llamada Capacidad Satelital Reserva del Estado (CSRE), la cual define como aquella que los concesionarios de recursos orbitales y autorizados para explotar los derechos de emisión y recepción de señales de satélites extranjeros para prestar servicios en territorio nacional están obligados a proporcionar al Estado para su utilización en redes de seguridad nacional, en la prestación de servicios de carácter social y para atender otras necesidades del gobierno.

No obstante, el Plan no hace referencia directa ni explícita al concepto de redes NTN, ni adopta o menciona esa terminología técnica; el tratamiento se mantiene en un nivel funcional y estratégico, describiendo necesidades y soluciones no terrestres como medios complementarios de conectividad.

Colombia – CRC - ANE – MINTIC

Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC)

Los ejercicios de monitoreo y planeación regulatoria de la CRC han identificado progresivamente las redes no terrestres como una alternativa para ampliar la cobertura y complementar las redes terrestres. El Monitoreo de Tendencias 2024 presentó sus principales características, casos de uso y avances de estandarización en el 3GPP y la UIT, además de examinar iniciativas internacionales de conectividad satelital y comunicación directa con dispositivos móviles. En línea con este diagnóstico, la Agenda

¹⁵⁸ MÉXICO. AGENCIA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES (ATDT). *Plan Nacional de Conectividad 2026-2030*. Diario Oficial de la Federación (DOF). Publicado el 20 de abril de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://sidof.segob.gob.mx/notas/5785292>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 94 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Regulatoria 2024–2025 destacó el potencial de las constelaciones de órbita terrestre baja (LEO) y de la integración de las NTN en los estándares 5G para atender zonas rurales y remotas donde el despliegue de infraestructura terrestre presenta mayores dificultades.

Este análisis fue profundizado en el Monitoreo de Tendencias 2025, que abordó la integración de satélites LEO, MEO y GEO y de plataformas de gran altitud en el ecosistema 5G. El documento examinó aplicaciones como mensajería, voz, banda ancha básica, Internet de las Cosas y rastreo de activos; las modalidades SCS, D2C y D2D; la evolución de las Releases 17 a 19 del 3GPP; y el crecimiento de las alianzas entre operadores móviles y satelitales. Asimismo, señaló la necesidad de coordinar los servicios móviles terrestres y satelitales y de establecer marcos regulatorios flexibles que faciliten la incorporación de nuevos servicios.

Con fundamento en esta trayectoria, la Agenda Regulatoria 2026–2027 incorporó la realización de un estudio exploratorio sobre NTN, orientado a generar evidencia técnica y prospectiva para la toma de decisiones regulatorias y a articular esfuerzos con la ANE y otros actores del sector. La iniciativa busca evaluar las condiciones para implementar estas redes de manera que contribuyan a ampliar la conectividad, proteger a los usuarios y preservar la competencia en el sector TIC. El presente estudio desarrolla dicha iniciativa y está previsto entre el primer trimestre de 2026 y el primer trimestre de 2027.

Agencia Nacional del Espectro (ANE)

Durante el segundo semestre de 2025, la ANE, mediante un convenio especial de cooperación con la Universidad Icesi, desarrolló la primera fase de un estudio técnico sobre la convivencia entre sistemas de conectividad directa a dispositivos (D2D) del Servicio Móvil por Satélite y las redes IMT terrestres en las bandas de 698 a 2.700 MHz. El proyecto comprendió la revisión de estándares técnicos, experiencias regulatorias y modelos de implementación, así como la realización de simulaciones y pruebas de laboratorio para evaluar la coexistencia e identificar posibles riesgos de interferencia perjudicial con las redes móviles terrestres y otros servicios de radiocomunicaciones. Sus resultados constituyen una base técnica para futuras decisiones sobre la implementación de servicios D2D en Colombia y para la preparación de la posición nacional frente a las discusiones de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2027.

Como continuidad de este trabajo, el Plan Maestro de Gestión del Espectro 2026–2030 y la Agenda Regulatoria ANE 2026–2027 incorporaron el proyecto «Lineamientos estratégicos para habilitar la conectividad satelital Direct-to-Device (D2D) en el país». Esta iniciativa contempla un análisis técnico, regulatorio y económico sobre la viabilidad de estas soluciones, incluidas la identificación de las bandas potencialmente involucradas, la evaluación de escenarios de coexistencia e interferencia y las condiciones de acceso al espectro. En mayo de 2026, la ANE publicó la identificación del problema correspondiente al Análisis de Impacto Normativo, como punto de partida para evaluar la incorporación

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 95 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

de soluciones D2D que complementen las redes móviles terrestres, especialmente en zonas rurales y apartadas, bajo criterios de uso eficiente del espectro y protección de los servicios existentes.

Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MINTIC)

Las actuaciones del MinTIC relacionadas con el desarrollo de las redes no terrestres parten del fortalecimiento de las redes móviles terrestres y de la disponibilidad de espectro. En diciembre de 2023 se asignaron cuatro bloques de 80 MHz en la banda de 3.500 MHz a Claro, la Unión Temporal Tigo–Movistar, WOM y Telecall, este último como nuevo participante en el mercado. Asimismo, se ha considerado la banda de 600 MHz para futuros despliegues, una vez avance la liberación de frecuencias asociada al apagado de la televisión analógica. La expansión de las redes 5G constituye un habilitador relevante para la convergencia terrestre-satelital, dado que los estándares 5G incorporan especificaciones para integrar componentes NTN y facilitar la coordinación entre redes terrestres y no terrestres.

En materia satelital, la Resolución 376 de 2022¹⁵⁹ simplificó los requisitos y el trámite para obtener permisos de uso del espectro asociado a servicios de radiocomunicaciones por satélite. La norma eliminó la figura del Proveedor Registrado de Capacidad Satelital y permitió la libre provisión de capacidad para los satélites incluidos en la Lista Andina Satelital, conforme a la Decisión 877 de la Comunidad Andina. También estableció un nuevo esquema de contraprestaciones basado en el tipo de estación, la potencia radiada, la banda utilizada y un factor de precio base actualizado anualmente, orientado a reducir los costos, particularmente para estaciones terrenas de baja potencia y estaciones en movimiento. Estas medidas disminuyeron barreras administrativas y económicas para el despliegue de soluciones satelitales y NTN, especialmente en zonas rurales y de difícil acceso.

En los primeros meses de 2026, el MinTIC inició el proceso de asignación de la banda de 900 MHz¹⁶⁰ mediante mecanismos de selección objetiva y asignaciones locales dirigidas a pequeños proveedores de internet y comunidades organizadas. El esquema prioriza la ampliación de cobertura sobre el recaudo e incorpora bloques limitados y condiciones orientadas al despliegue en zonas rurales y apartadas. Aunque se trata de una solución de acceso terrestre, puede complementarse con enlaces satelitales de

¹⁵⁹ MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (MinTIC). *Resolución 376 de 2022: Por la cual se establecen los requisitos y el trámite para el otorgamiento del permiso para el uso del espectro radioeléctrico asociado a los servicios de radiocomunicaciones por satélite, se fija la contraprestación por dicho uso, se deroga la Resolución 106 de 2013 y se modifican unas disposiciones de la Resolución 290 de 2010.* 2022. Publicada en el Diario Oficial No. 51.941 del 7 de febrero de 2022. [en línea]. Disponible en:

https://normograma.mintic.gov.co/mintic/compilacion/docs/resolucion_mintic_0376_2022.htm

¹⁶⁰ MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (MinTIC). *Selección Objetiva Asignación de Espectro Banda 900 MHz.* 2026. [en línea]. Disponible en: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Micrositios/Seleccion-Objetiva-Asignacion-de-Espectro-Banda-900-mhz/>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 96 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

transporte o backhaul en lugares sin infraestructura disponible, lo que permitiría desarrollar modelos híbridos de conectividad y facilitar la participación de actores regionales o comunitarios.

Por otra parte, mediante la Resolución 746 del 9 de marzo de 2026 se adoptó la Política Pública de Gestión del Espectro Radioeléctrico para el período 2026–2029. Esta política contempla fortalecer la participación de Colombia en las discusiones internacionales sobre el componente satelital de las IMT y las soluciones D2D, evaluar la posibilidad de que el país facilite pruebas de estas tecnologías durante el ciclo de estudios de la CMR-27 y desarrollar capacidades técnicas y regulatorias para analizar su eventual habilitación, bajo criterios de armonización internacional, protección de los servicios existentes y uso eficiente del espectro. La política estableció que la estrategia correspondiente se definiría durante el primer semestre de 2026¹⁶¹.

Finalmente, el Decreto 1017 de 2026 reglamentó el acceso compartido al espectro identificado para IMT. La norma permite que los titulares de permisos autoricen voluntariamente, y previa aprobación del MinTIC, el uso de sus frecuencias por parte de otros operadores, proveedores regionales de internet, comunidades organizadas y demás actores habilitados, sin transferir la titularidad ni modificar las obligaciones vigentes. Además, establece mecanismos de autorización, seguimiento y control para prevenir interferencias. Aunque esta medida no habilita por sí misma la operación de redes NTN, incorpora mayor flexibilidad en la gestión del espectro y puede favorecer modelos complementarios de conectividad en zonas rurales y con baja cobertura¹⁶².

Articulación sectorial

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), en articulación con la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) y la Agencia Nacional del Espectro (ANE), puso en marcha en mayo de 2026 el primer Sandbox Regulatorio Sectorial¹⁶³, como un instrumento de política pública orientado a impulsar la innovación en conectividad y cerrar la brecha digital en Colombia. Esta iniciativa surge en un contexto en el que persisten desigualdades estructurales en el acceso a Internet en zonas rurales, donde el despliegue de infraestructura terrestre resulta limitado o costoso, posicionando a las soluciones satelitales, incluidas las arquitecturas de órbita baja (LEO) y el backhaul satelital, como alternativas clave para la expansión de cobertura.

¹⁶¹ MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (MinTIC). *Política de Gestión del Espectro 2026–2029*. 2026. Publicada el 20 de marzo de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://ontic.mintic.gov.co/857/w3-article-428814.htm>

¹⁶² MINTIC. Gobierno reglamenta la compartición del espectro IMT para llevar más conectividad a las regiones. En: Sala de prensa MinTIC, 6 de agosto de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/440129:Gobierno-reglamenta-la-comparticion-del-espectro-IMT-para-llevar-mas-conectividad-a-las-regiones>

¹⁶³ MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (MinTIC). *Sandbox Regulatorio Sectorial 2026*. 2026. Actualizado el 28 de mayo de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://mintic.gov.co/micrositios/sandbox-regulatorio-sectorial/915/w3-channel.html>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 97 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

En este marco, el sandbox se configura como un entorno controlado, temporal y supervisado de experimentación regulatoria, que permite a operadores y proveedores probar tecnologías, servicios y modelos de negocio innovadores bajo condiciones normativas flexibles, sin renunciar a la protección de los usuarios ni al rigor técnico. A través de una gobernanza articulada entre MinTIC, CRC y ANE, se establece una ruta única de acceso y acompañamiento, simplificando trámites y facilitando la evaluación integral de los proyectos en fases de aplicación, evaluación, experimentación y salida.

El alcance del sandbox se centra en habilitar pruebas reales de soluciones de conectividad satelital, especialmente orientadas a zonas rurales, apartadas o de difícil acceso, mediante la flexibilización temporal de barreras regulatorias que puedan dificultar su implementación bajo el marco vigente. Este esquema permite evaluar la viabilidad técnica, operativa y regulatoria de distintos enfoques tecnológicos y modelos de prestación de servicios, generando evidencia empírica sobre su desempeño en condiciones reales de mercado y uso.

Como resultado, se espera que el sandbox produzca insumos concretos para la evolución del marco normativo y la toma de decisiones de política pública, posibilitando la adopción o ajuste de regulaciones que faciliten el despliegue de soluciones NTN a mayor escala. Asimismo, la iniciativa busca identificar modelos sostenibles de conectividad, promover la inversión y la innovación en el sector, y acelerar el cierre de la brecha digital, de modo que los aprendizajes obtenidos, tanto de los casos exitosos como de las limitaciones identificadas, contribuyan a consolidar un ecosistema regulatorio más adaptativo y basado en evidencia para el desarrollo de servicios satelitales en Colombia.

En línea con estos esfuerzos de experimentación regulatoria y generación de evidencia para la toma de decisiones, las entidades del sector han promovido iniciativas orientadas a validar nuevas capacidades de las redes no terrestres en escenarios reales de uso. Un ejemplo de ello fue la realización de la primera prueba piloto de comunicación satelital de emergencia directa al dispositivo (Direct-to-Device, D2D), desarrollada de manera conjunta por el Ministerio TIC, la ANE, la CRC, la Consejería TIC de Bogotá y el Centro de Comando, Control, Comunicaciones y Cómputo (C4) de Bogotá, con el apoyo de otros actores del ecosistema satelital¹⁶⁴.

La prueba permitió verificar la transmisión de mensajes de emergencia desde una zona sin cobertura móvil terrestre mediante conectividad satelital, evidenciando el potencial de las NTN para complementar las redes tradicionales y ampliar las capacidades de comunicación en territorios rurales, apartados o de difícil acceso. Asimismo, la experiencia puso de manifiesto la relevancia de los mecanismos de coordinación interinstitucional y de colaboración entre entidades públicas e industria para evaluar,

¹⁶⁴ MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (MinTIC). Colombia prueba nueva tecnología para atender emergencias en territorios apartados. 2026. Actualizado el 26 de mayo de 2026. [en línea]. Disponible en: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/438357:Colombia-prueba-nueva-tecnologia-para-atender-emergencias-en-territorios-apartados>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 98 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

habilitar y avanzar en la adopción de soluciones innovadoras que fortalezcan la resiliencia de las comunicaciones y amplíen las oportunidades de acceso a servicios digitales en el país.

En este contexto, el desarrollo de las redes no terrestres involucra competencias distribuidas entre diferentes autoridades. La CRC cumple un papel relevante en materia de regulación sectorial, calidad, protección de usuarios, competencia, acceso, interconexión y condiciones de prestación de servicios de comunicaciones. Sin embargo, aspectos como la política pública sectorial, la asignación y administración del espectro, las autorizaciones para el uso de recursos escasos, la coordinación internacional, la gestión del riesgo, la conectividad social y el desarrollo de capacidades espaciales requieren la articulación con otras entidades competentes.

Por esta razón, el análisis regulatorio de las NTN debe entenderse desde una lógica de coordinación institucional. La eventual incorporación de estas tecnologías al ecosistema colombiano no depende de una única autoridad ni de una sola decisión regulatoria, sino de la interacción entre competencias sectoriales, técnicas, espectrales, territoriales y de política pública. Esta articulación resulta especialmente relevante en escenarios como la conectividad directa a dispositivos, el uso de bandas IMT para componentes satelitales, la prestación de servicios en zonas rurales o apartadas, la continuidad de comunicaciones en emergencias y la integración entre redes terrestres y no terrestres.

7.3.3 Síntesis internacional de tendencias regulatorias.

La revisión internacional permite identificar un conjunto de países y organizaciones supranacionales que se destacan por sus avances en la habilitación, experimentación o regulación de las redes no terrestres (NTN). Aunque los enfoques difieren según las prioridades de cada actor, sus experiencias constituyen referentes para comprender las principales tendencias regulatorias que están orientando el desarrollo de estas tecnologías a nivel global.

En este contexto, es posible distinguir liderazgos diferenciados según el ámbito regulatorio considerado. La siguiente tabla sintetiza los principales países de referencia y los aspectos específicos en los que han mostrado mayores avances en materia de NTN.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 99 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Tabla 4. Países líderes en regulación NTN¹⁶⁵

Aspecto	Países líderes	Justificación
Marco regulatorio D2D sobre espectro IMT	Estados Unidos, Reino Unido, Chile	Han adoptado reglas específicas para permitir conectividad satélite-celular utilizando bandas tradicionalmente asignadas a operadores móviles terrestres
Desarrollo comercial de D2D	Estados Unidos	Es el mercado más avanzado en comercialización efectiva mediante alianzas como T-Mobile-Starlink y el marco SCS de la FCC.
Modelo regulatorio basado en acuerdos MNO-SSP	Canadá, Australia y la Unión Europea	Canadá estableció un marco formal SMTC/SMCS donde los acuerdos entre operador móvil y operador satelital son obligatorios y no exclusivos. Por su parte, Australia publicó la guía regulatoria que explica el funcionamiento y marco normativo de los servicios satelitales directos al móvil (direct-to-mobile) donde enfatiza la necesidad de acuerdos entre operadores satelitales y licenciarios de espectro, así como la gestión de interferencias y el cumplimiento de otras obligaciones regulatorias. Por último, la Unión Europea ha señalado que el uso de espectro terrestre para D2D debe estar vinculado al consentimiento y acuerdo previo con los operadores móviles titulares de las licencias, entendiendo esta modalidad como una extensión del servicio móvil y no como una asignación satelital independiente.
Experimentación regulatoria (sandbox)	Brasil y Perú	Han adoptado mecanismos regulatorios controlados para probar NTN y D2D antes de regulaciones permanentes.
Integración satélite-móvil comercial	Chile	Es el caso más avanzado de Latinoamérica con Entel-Starlink y oferta comercial disponible.
Estandarización técnica y ecosistema industrial	Estados Unidos	Lidera operadores, fabricantes, constelaciones, capital privado y despliegue comercial.
Enfoque de armonización regulatoria regional	Unión Europea	Busca una aproximación común para todos los Estados Miembros y coordina su posición hacia CMR-27.

Fuente: Elaboración CRC

La revisión internacional evidencia que, aunque los países analizados presentan distintos niveles de desarrollo y madurez de las redes no terrestres (NTN), existe una convergencia progresiva en varios

¹⁶⁵ La identificación de países líderes se realiza únicamente sobre los países y organizaciones supranacionales incluidos en la revisión internacional del presente documento, considerando sus avances regulatorios, de habilitación y experimentación en materia de NTN. No constituye una clasificación global exhaustiva.

aspectos. En primer lugar, se observa una tendencia consistente a considerar las NTN como un complemento de las redes terrestres y no como un sustituto de estas. En segundo lugar, la mayoría de los reguladores están adoptando enfoques graduales y basados en evidencia, mediante pilotos, sandbox regulatorio, autorizaciones experimentales o esquemas de implementación progresiva. En tercer lugar, la conectividad directa a dispositivos (D2D/D2C) se consolida como el principal foco regulatorio emergente, especialmente por sus implicaciones en materia de espectro, coexistencia con redes móviles, servicios de emergencia y responsabilidades entre operadores móviles y satelitales.

De igual manera, se identifica un consenso creciente respecto a que la habilitación de servicios D2D sobre bandas IMT requiere algún grado de articulación con los operadores móviles titulares del espectro, así como mecanismos para proteger las redes terrestres existentes frente a potenciales interferencias. Paralelamente, organismos internacionales como la UIT y el 3GPP, continúan desarrollando estándares técnicos y lineamientos que buscan facilitar la integración entre ecosistemas terrestres y no terrestres.

Finalmente, la experiencia internacional muestra que las principales discusiones regulatorias aún permanecen abiertas y que muchas administraciones están a la espera de las decisiones que surjan de la CMR-27, particularmente en relación con el uso de espectro IMT para servicios D2D y la armonización internacional de estas soluciones.

De lo anterior se puede concluir que:

- Las NTN avanzan hacia una integración creciente con las redes móviles terrestres, particularmente mediante servicios D2D/D2C.
- El modelo predominante es colaborativo, basado en acuerdos entre operadores móviles y proveedores satelitales.
- La regulación internacional se encuentra en una fase de construcción, apoyada principalmente en pilotos, consultas públicas y esquemas experimentales.
- La protección de las redes terrestres y la gestión de interferencias constituyen la principal preocupación regulatoria actual.
- Las decisiones que adopte la CMR-27 serán determinantes para la evolución futura de los marcos regulatorios nacionales relacionados con NTN y D2D.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 101 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

8 Evaluación de las Redes No Terrestres como alternativa de conectividad: evidencia del caso Starlink en Colombia

Como se señaló en la sección 7.1, la entrada de proveedores satelitales de órbita baja amplía las alternativas de acceso a internet en territorios donde la provisión terrestre enfrenta restricciones de cobertura, altos costos de despliegue o baja densidad de demanda. En este contexto, la entrada de Starlink al mercado de internet fijo se toma como caso empírico de referencia para analizar los cambios en la conectividad municipal asociados a una infraestructura que no depende de redes terrestres locales de última milla, considerando las distintas condiciones iniciales de cada mercado.

Esta aproximación no supone que el servicio fijo provisto por Starlink sea equivalente a las soluciones móviles Direct-to-Device (D2D), ni que sus resultados puedan trasladarse directamente a un eventual mercado NTN móvil. Las diferencias en terminales, precios, capacidades, modelos de comercialización y casos de uso impiden establecer dicha equivalencia. Sin embargo, ambas soluciones comparten un mecanismo económico relevante para este análisis: permiten la entrada de un proveedor cuya infraestructura de acceso no depende del despliegue tradicional de una red terrestre local y que, por esta razón, puede modificar las condiciones de acceso especialmente en territorios donde la infraestructura existente presenta mayores restricciones.

El ejercicio se concentra, por tanto, en evaluar si la llegada de Starlink estuvo asociada con cambios en la penetración total del servicio de internet. Adicionalmente, se analiza si estos cambios presentan diferencias según las condiciones iniciales de conectividad de los municipios. Este último elemento resulta especialmente relevante para el análisis de redes no terrestres, dado que una de sus principales posibilidades de uso se encuentra precisamente en territorios rurales, dispersos o con niveles relativamente bajos de conectividad terrestre.

8.1 Datos

La base de datos utilizada corresponde a un panel municipal trimestral de accesos a internet fijo en Colombia, cuya unidad de análisis es el municipio-trimestre. El panel contiene información sobre accesos totales, accesos de Starlink, hogares, operador, tecnología, cluster de conectividad¹⁶⁶ y momento de entrada de Starlink en cada municipio. A partir de estas variables se calcula la penetración total como porcentaje de hogares, que constituye el principal resultado analizado.

La fecha de tratamiento se define como el primer trimestre en el que se observan accesos de Starlink, lo que genera una entrada escalonada entre municipios y permite distinguir periodos previos y

¹⁶⁶ Para efectos del análisis, los municipios se agruparon en cuatro clústeres de conectividad, correspondientes a distintas condiciones iniciales de acceso y penetración de internet fijo. Esta clasificación permite comparar territorios con situaciones de partida relativamente similares.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 102 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

posteriores a su llegada. Esta estructura hace posible analizar la expansión territorial de Starlink, su participación relativa en los mercados locales y comparar la evolución observada de la penetración en los municipios tratados con trayectorias contrafactuales estimadas.

Para reducir la heterogeneidad estructural y facilitar comparaciones entre territorios con condiciones iniciales relativamente similares, los municipios se agrupan en cuatro niveles de conectividad: Alto-Moderado, Incipiente, Bajo y Limitado. El análisis descriptivo comprende 1.122 municipios: 109 Alto-Moderado, 219 Incipiente, 526 Bajo y 268 Limitado.

Tabla 5. Caracterización de municipios, penetración y participación de Starlink

Cluster	Municipios	Con crecimiento significativo	% con crecimiento	Penetración 2023-T1	Penetración 2025-T4	Part. Starlink 2025-T1
Alto-Moderado	109	89	81,65 %	69,07 %	73,47 %	0,36 %
Incipiente	219	170	77,63 %	24,40 %	30,63 %	2,20 %
Bajo	526	426	80,99 %	12,31 %	16,74 %	4,22 %
Limitado	268	214	81,37 %	7,27 %	11,19 %	12,05 %
Total / referencia	1.122	899	80,12 % del total	-	-	-

Fuente: Cálculos propios CRC. El crecimiento significativo se evalúa frente a la media móvil de los ocho trimestres anteriores mediante una prueba unilateral al 5 %.

De los 1.122 municipios analizados, 899 muestran crecimiento significativo de la penetración, 218 no presentan crecimiento significativo bajo esta regla y cinco municipios del cluster limitado no cuentan con información suficiente para realizar la clasificación. En consecuencia, la entrada de Starlink ocurre en un mercado en el que la conectividad ya presenta una dinámica de crecimiento relativamente generalizada. Al mismo tiempo, su participación dentro de los accesos presenta diferencias importantes entre grupos: mientras en los municipios Alto-Moderado representa una proporción reducida del mercado, su participación aumenta progresivamente a medida que disminuye el nivel inicial de conectividad, alcanzando alrededor del 12 % en los municipios Limitados.

8.2 Estrategia Metodológica y Resultados.

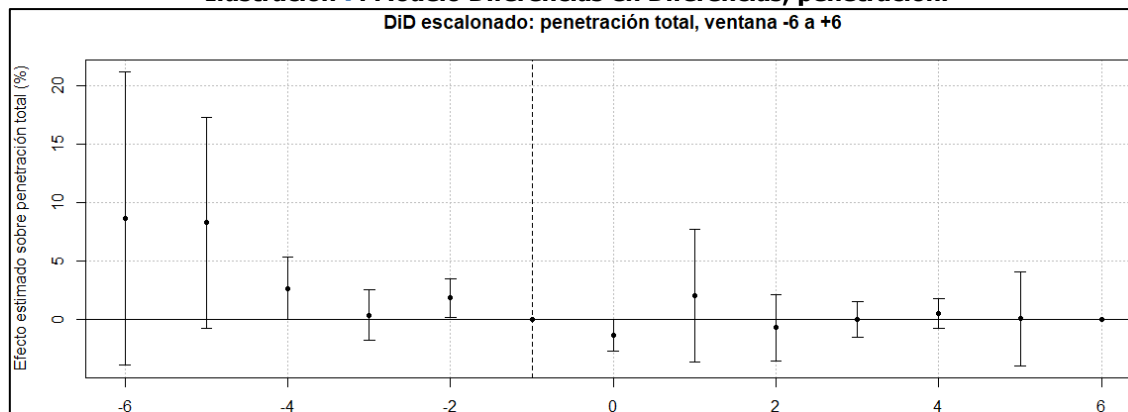
Antes de seleccionar la estrategia principal de estimación se examinó la distribución temporal de la entrada de Starlink. La Ilustración 5 muestra que el tratamiento se produjo de manera escalonada y se aceleró considerablemente a partir de 2023, con una expansión amplia durante 2024. A medida que aumenta el número de municipios con presencia de Starlink, disminuye el conjunto de municipios que permanecen sin tratamiento y que pueden utilizarse como referencia en los periodos posteriores. Esta característica es especialmente importante para determinar qué modelos pueden utilizarse para construir un escenario de comparación.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 103 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Ilustración 6. Conteo de entrada de municipios.

Fuente: Elaboración propia CRC usando datos de internet fijo.

Como primer diagnóstico se estimó un modelo de diferencias en diferencias con tratamiento escalonado, utilizando como referencia el momento de llegada de Starlink a cada municipio. La Ilustración 6 presenta los efectos estimados sobre la penetración total de internet fijo en una ventana de seis trimestres antes y seis trimestres después de la entrada del operador. Los periodos anteriores permiten revisar si los municipios que posteriormente reciben Starlink presentaban una evolución comparable con los municipios utilizados como referencia, condición relevante para la interpretación de este tipo de modelos.

Ilustración 7. Modelo Diferencias en Diferencias, penetración.

Fuente: Elaboración propia CRC usando datos de internet fijo.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 104 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Los resultados muestran variabilidad en los coeficientes anteriores a la llegada de Starlink, lo que indica que las trayectorias previas de los municipios tratados y de comparación no son completamente homogéneas. Después de la llegada, los efectos estimados se mantienen relativamente próximos a cero y no presentan un aumento positivo sostenido de la penetración. Adicionalmente, la rápida expansión de Starlink reduce progresivamente el número de municipios que permanecen sin tratamiento y, por tanto, el soporte disponible para las cohortes más tardías. Estas dos condiciones —las diferencias en las trayectorias previas y la pérdida acelerada de unidades de comparación— limitan el uso del modelo de diferencias en diferencias como estrategia principal. Por esta razón, sus resultados se utilizan como un diagnóstico y motivan la aplicación de aproximaciones contrafactuales más flexibles.

Teniendo en cuenta estas limitaciones, la evaluación se plantea a partir de la construcción de escenarios contrafactuales, entendidos como una aproximación a lo que habría ocurrido con la conectividad de los municipios si Starlink no hubiera ingresado. Como este escenario no puede observarse directamente, se estima a partir del comportamiento anterior a la entrada del operador y de la información disponible para municipios comparables. La lógica general consiste en contrastar la trayectoria efectivamente observada con una trayectoria estimada sin Starlink y analizar si, después de la entrada del operador, ambas comienzan a diferenciarse.

Para ello se utilizaron dos ejercicios complementarios. El primero corresponde a un modelo de predicción de la penetración de internet fijo estimado exclusivamente con información anterior a la llegada de Starlink. El modelo considera la evolución de la penetración a través del tiempo, las diferencias entre trimestres, el número de hogares, las características particulares de cada municipio y tendencias diferenciadas según su nivel inicial de conectividad. Como prueba de sensibilidad se estimaron dos formas de representar la trayectoria temporal, una lineal y otra cuadrática, con el propósito de evaluar en qué medida la proyección depende de la forma utilizada para prolongar las tendencias históricas.

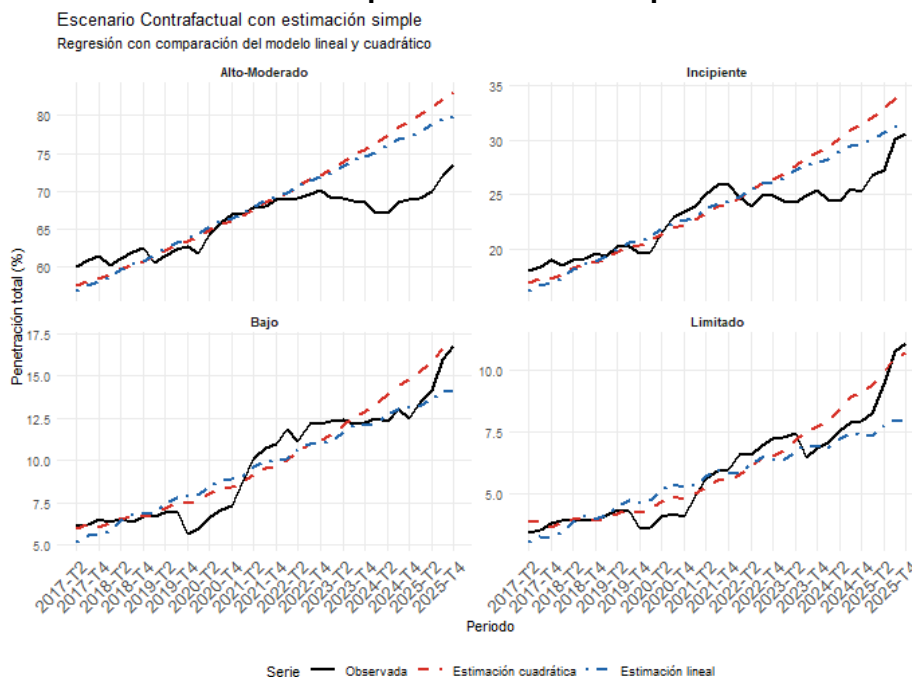
La Ilustración 7 muestra que la evolución de la penetración de internet fijo no presenta un comportamiento homogéneo entre los distintos niveles de conectividad. Los modelos lineal y cuadrático reproducen de forma relativamente cercana la trayectoria observada durante buena parte del periodo, pero comienzan a separarse en los años más recientes. Esta divergencia es especialmente visible en los municipios Alto-Moderado e Incipiente, donde la penetración observada presenta periodos de estabilización mientras las trayectorias proyectadas continúan aumentando. En los grupos Bajo y Limitado, por el contrario, la trayectoria observada permanece durante más tiempo cercana a las proyecciones y presenta nuevos incrementos hacia el final del periodo.

La diferencia entre las especificaciones también evidencia que la trayectoria esperada es sensible a la forma utilizada para proyectar el comportamiento histórico. El modelo cuadrático genera un crecimiento más acelerado, mientras que el modelo lineal presenta una evolución más conservadora. En consecuencia, este primer ejercicio se utiliza principalmente como una referencia predictiva y de sensibilidad: permite identificar periodos en los que la evolución observada comienza a apartarse de lo

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 105 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

que habría sido proyectado a partir de las tendencias previas, pero estas diferencias no se interpretan por sí mismas como un efecto atribuible a Starlink.

Ilustración 8. Comparación Contrafactual por Cluster.



Fuente: Elaboración propia CRC usando datos de internet fijo.

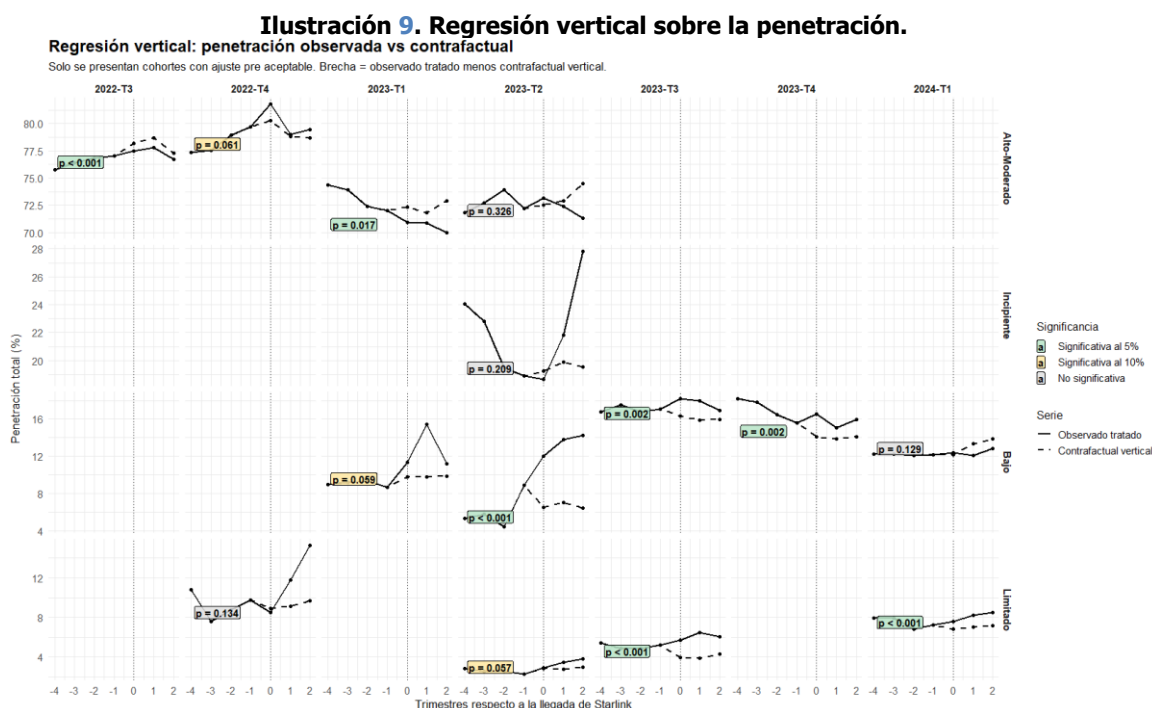
La sensibilidad de las proyecciones a la forma de la tendencia temporal muestra que este primer ejercicio no proporciona por sí solo un escenario suficientemente robusto para atribuir las diferencias posteriores a la entrada del operador. Por esta razón, el análisis se complementa con una segunda aproximación, basada en la construcción de un contrafactual utilizando municipios comparables.

Esta segunda aproximación corresponde a una regresión vertical o control sintético. Los municipios se agrupan según su nivel de conectividad y según el trimestre en el que se produjo la llegada de Starlink. Para cada grupo de municipios tratados se identifican municipios pertenecientes al mismo nivel de conectividad en los que Starlink todavía no había llegado durante la ventana utilizada para la comparación. A partir de estos municipios se construye una trayectoria que busca reproducir lo más cercanamente posible el comportamiento que tenían los municipios tratados antes de la llegada del operador. El ejercicio utiliza cuatro trimestres previos a la entrada de Starlink y compara posteriormente el trimestre de llegada y los dos trimestres siguientes.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 106 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

La diferencia entre la trayectoria observada y el contrafactual se define como la penetración observada menos la penetración estimada. Una brecha positiva indica que la penetración observada se ubicó por encima de la trayectoria construida con los municipios de comparación, mientras una brecha negativa indica que se ubicó por debajo. Antes de interpretar estas diferencias se verifica qué tan adecuadamente el contrafactual reproduce el comportamiento previo de los municipios tratados y se excluyen las cohortes con un ajuste pretratamiento particularmente deficiente. Sobre las cohortes restantes se evalúa posteriormente si la brecha cambia después de la llegada del operador y si este cambio resulta estadísticamente significativo.

Del conjunto de cohortes candidatas para el análisis de penetración, 18 pudieron ser estimadas inicialmente, mientras que 15 no contaron con un número suficiente de municipios de comparación. Esta pérdida de soporte se concentra en las cohortes más tardías, cuando una proporción creciente de municipios ya había recibido Starlink y, por tanto, dejaban de existir suficientes municipios todavía no tratados que pudieran utilizarse para construir el escenario contrafactual. Posteriormente, al aplicar el filtro de calidad del ajuste previo, se excluyeron cuatro de las 18 cohortes estimadas: tres pertenecientes al cluster Incipiente y una al cluster Limitado. En consecuencia, el análisis final de penetración comprende 14 cohortes con un ajuste previo aceptable, que agrupan 686 municipios tratados.



Fuente: Elaboración propia CRC usando datos de internet fijo.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 107 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Tabla 6. Síntesis de la regresión vertical para penetración, después del filtro de ajuste

Cluster	Cohortes incluidas	Municipios tratados	Brecha post agregada** (pp)	Brecha post significativos 5%** (pp)	Sig. 5* %
Alto-Moderado	4	13	-0,90	-1,49	2/4
Incipiente	1	4	+3,20	NA	0/1
Bajo	5	456	-0,50	+2,33	3/5
Limitado	4	213	+1,18	+1,19	2/4
Total incluido	14	686	+0,04	+1,26	7/14

Fuente: Elaboración propia CRC usando datos de internet fijo.

Nota: 1) Se calcula una significancia al 10%, por simplicidad no se muestra por tanto, tres cohortes adicionales son significativas únicamente al 10 %. 2) La brecha se calcula como la diferencia entre el observado y el contrafactual estimado. Esta se calcula como el promedio ponderado por municipio de las brechas de cada cohorte. La diferencia entre la agregada y la de significativos es que la primera cuenta todas las cohortes con buen ajuste pre-tratamiento y la segunda solo cuenta a las que tienen buen ajuste pre-tratamiento y son significativas al 5%

La Ilustración 8 presenta la comparación entre la penetración observada y su contrafactual para cada cluster y cohorte de llegada. Cada columna corresponde a un periodo de entrada de Starlink y cada fila a un nivel de conectividad. La línea vertical identifica el trimestre de llegada del operador, de manera que los periodos ubicados a la izquierda corresponden al periodo previo y los ubicados a la derecha al periodo posterior. La línea continua representa la penetración efectivamente observada en los municipios tratados, mientras que la línea punteada representa el contrafactual construido a partir de municipios comparables.

La gráfica cumple dos funciones. En primer lugar, permite verificar visualmente que el contrafactual reproduzca adecuadamente la trayectoria de los municipios tratados antes de la llegada de Starlink. En segundo lugar, permite observar si, después de la entrada del operador, la penetración efectivamente registrada se ubica por encima o por debajo de la trayectoria que habría sido esperable a partir de los municipios de comparación.

Los resultados muestran una heterogeneidad importante entre cohortes y niveles de conectividad. De las 14 cohortes incluidas, siete presentan un cambio de la brecha estadísticamente significativo al 5 %, tres adicionales presentan significancia al 10 % y cuatro no presentan diferencias estadísticamente significativas. En Alto-Moderado se observan tanto cohortes con diferencias significativas como otras en las que la separación frente al contrafactual no resulta concluyente. En Incipiente solo permanece una cohorte después del filtro de ajuste y su resultado no es estadísticamente significativo. En Bajo y Limitado se identifican varias cohortes con diferencias significativas, aunque los resultados no mantienen siempre el mismo signo.

Los resultados muestran que la lectura conjunta de las dos brechas ponderadas permite diferenciar entre el comportamiento general de las cohortes con buen ajuste pretratamiento y aquel asociado

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 108 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

únicamente con las cohortes para las que se identifica una diferencia estadísticamente significativa. La brecha post agregada incorpora todas las cohortes con buen ajuste y, por tanto, resume el comportamiento promedio del conjunto de municipios analizados. En contraste, la brecha post de significativos al 5 % restringe el cálculo a las cohortes en las que existe evidencia estadística de una diferencia entre la trayectoria observada y el contrafactual. Esta segunda medida es relevante porque evita que cohortes sin evidencia suficiente de un cambio contribuyan al promedio y permite observar con mayor claridad la magnitud y dirección de las diferencias estadísticamente identificables.

Al comparar ambas medidas, se observa que el promedio general de las 14 cohortes es prácticamente nulo (+0,04 pp), mientras que entre las siete cohortes significativas la penetración observada se ubica, en promedio ponderado, 1,26 pp por encima del contrafactual. Esta diferencia se explica principalmente por los clusters Bajo y Limitado. En Bajo, la brecha pasa de -0,50 pp para el conjunto de cohortes a +2,33 pp cuando se consideran únicamente las significativas, mientras que en Limitado ambas medidas permanecen positivas y prácticamente iguales. Este cambio de dirección se presenta porque las cohortes no significativas presentaban un alto número de municipios tratados. Es importante observar también, como en el cluster Limitado la brecha es menor que en Bajo, esto podría explicarse por diferencias presentes en la composición del gasto asociado a obtener el servicio de Starlink, teniendo municipios en Bajo que pueden contar con una mayor población capaz de adquirir este servicio.

En Alto-Moderado, por el contrario, tanto la brecha agregada (-0,90 pp) como la correspondiente a las cohortes significativas (-1,49 pp) son negativas, lo cual puede indicar que en municipios y ciudades capitales con altos ingresos, este efecto esperado de crecimiento realmente no se ha presentado y Starlink no ha cumplido un papel importante en el crecimiento de la penetración. Por último, Incipiente presenta una brecha agregada positiva (+3,20 pp), pero al no contar con cohortes significativas al 5 %, no es posible atribuirle una brecha dentro del subconjunto con evidencia estadística.

8.3 Conclusiones

El análisis muestra que la llegada de Starlink ocurre en un contexto de expansión general de la conectividad: cerca de ocho de cada diez municipios presentan crecimiento significativo de la penetración durante el periodo analizado. Sin embargo, la participación de Starlink dentro de los mercados locales presenta diferencias marcadas según las condiciones iniciales de conectividad. Su peso relativo es reducido en los municipios Alto-Moderado y aumenta progresivamente en los grupos con menores niveles de conectividad, alcanzando alrededor del 12% de los accesos en el cluster Limitado en 2025-T1. Este resultado descriptivo indica que el servicio satelital adquiere una mayor importancia relativa precisamente en mercados donde la penetración inicial es menor.

Los modelos predictivos muestran, no obstante, que la construcción de una trayectoria esperada depende de la forma utilizada para prolongar las tendencias históricas. La diferencia entre las especificaciones lineal y cuadrática evidencia que estas proyecciones deben utilizarse como ejercicios de referencia y sensibilidad, y no como una medición causal directa del efecto de Starlink.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 109 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

La regresión vertical aporta una comparación más localizada mediante la construcción de contrafactuales con municipios del mismo nivel de conectividad que todavía no habían recibido Starlink. Después de excluir las cohortes con un ajuste previo deficiente, los resultados continúan mostrando una elevada heterogeneidad. El cluster Alto-Moderado presenta una brecha negativa de aproximadamente 1,49 puntos porcentuales por municipio, indicando que en estos municipios la llegada de Starlink no incremento la penetración frente a las tendencias previas. Por otra parte, en los municipios de los cluster Bajo y Limitado muestran brechas positivas de 2,33 y 1,19 puntos porcentuales, respectivamente. Esto indica que en los municipios con una menor penetración inicial se evidencia un incremento en el acceso al servicio de internet con la llegada de Starlink frente a las tendencias previas. Sin embargo, la capacidad adquisitiva del municipio y la existencia de condiciones de mercado parecen limitar el potencial impacto en la penetración del servicio, pues en los municipios de menores condiciones competitivas y de desarrollo, aquellos del Cluster Limitado, el crecimiento de la penetración es menor que en los municipios del cluster Bajo.

En conjunto, la evidencia descriptiva muestra que Starlink alcanza una mayor participación relativa en los municipios con menores niveles de conectividad inicial. Sin embargo, las estimaciones contrafactuales no evidencian un efecto uniforme sobre la penetración total de internet fijo: la magnitud, el signo y la significancia de las diferencias varían entre clusters y cohortes. Por ello, el principal resultado para el análisis de redes no terrestres no es una cifra nacional única de impacto, sino la existencia de una respuesta territorial heterogénea. Esta evidencia sugiere que el potencial de futuras soluciones NTN debe evaluarse considerando las condiciones iniciales de conectividad y las características particulares de los territorios en los que estas tecnologías podrían desplegarse. Sin embargo, la evidencia de la tecnología satelital en los servicios de internet fijo si indica un potencial incremento de hasta 2 puntos porcentuales en la penetración de servicios móviles con el despliegue de tecnologías NTN.

9 IMPLICACIONES TÉCNICAS Y REGULATORIAS TRANSVERSALES DE LOS SERVICIOS NTN

La prestación de servicios sobre redes no terrestres plantea implicaciones que no se agotan con la descripción individual de cada modalidad de servicio. Si bien cada uno de los servicios habilitados tienen características técnicas diferenciadas, todos comparten una condición común: requieren algún nivel de integración entre el segmento espacial, el segmento terrestre, los terminales de usuario, las estaciones gateway, los recursos de espectro, las redes de transporte y, en muchos casos, las redes móviles o fijas existentes.

Desde esta perspectiva, las NTN no deben analizarse únicamente como una extensión del sector satelital tradicional, sino como una capa adicional de conectividad que puede incidir en la prestación de servicios móviles, fijos en los segmentos empresariales, públicos, críticos y de emergencia. Esta evolución

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 110 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

tecnológica puede tener implicaciones para diversas autoridades. Algunos asuntos corresponden principalmente a la administración del espectro, la coordinación internacional y los derechos de aterrizaje; otros se relacionan con política pública de conectividad, habilitación general de redes y servicios, o gestión del riesgo.

En este contexto, resulta pertinente identificar cuáles de los aspectos asociados al despliegue y adopción de las NTN podrían tener incidencia en materias relacionadas con las competencias de la Comisión de Regulación de Comunicaciones, tales como la promoción de la competencia, la protección de los usuarios, la calidad de los servicios, el acceso e interconexión, los mercados relevantes, la administración de recursos de identificación, la homologación de terminales, los reportes de información y la definición de condiciones regulatorias para la provisión eficiente de redes y servicios de comunicaciones.

Por tal razón, en las secciones siguientes se presentan una serie de temáticas transversales identificadas a partir de las características técnicas y operativas de las NTN, que más que anticipar la necesidad de intervenciones regulatorias específicas, estas temáticas buscan servir como punto de partida para formular preguntas y líneas de análisis que permitan determinar, en una etapa posterior, si los marcos normativos y regulatorios existentes resultan suficientes para abordar estos escenarios o si surgen desafíos que ameriten una evaluación más detallada.

9.1 Integración entre redes terrestres y no terrestres

Una de las principales implicaciones técnicas de las NTN es la integración progresiva entre redes terrestres y no terrestres. En los modelos tradicionales, los servicios satelitales operaban, en buena medida, como soluciones separadas de las redes de acceso móviles o fijas terrestres. En cambio, las arquitecturas NTN estandarizadas por 3GPP buscan que el segmento satelital pueda integrarse con redes móviles, redes core, estaciones gateway, enlaces intersatelitales, funciones de acceso radio, mecanismos de autenticación, movilidad, selección de red, continuidad de servicio y calidad de servicio.

3GPP estandariza que las NTN pueden operar mediante enlaces de servicio hacia terminales de usuario o dispositivos IoT, enlaces feeder hacia gateways, enlaces intersatelitales y arquitecturas con cargas útiles transparentes o regenerativas, lo que evidencia que la prestación del servicio depende de una arquitectura integrada y no solo del satélite en sí mismo.

Esta integración genera preguntas regulatorias relevantes para la CRC. En primer lugar, debe determinarse cuándo las NTN constituyen una parte de la red de un proveedor de redes y servicios de telecomunicaciones, cuándo operan como un portador, cuándo se configuran como un acceso soportado en infraestructura de un tercero y cuándo pueden tratarse como un servicio independiente. Esta diferenciación radica, principalmente, en quién ejerce la gestión directa del servicio y asume la responsabilidad por su prestación frente al usuario, más allá de quién sea propietario u opere la

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 111 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

infraestructura satelital utilizada. Esta distinción es esencial para determinar las responsabilidades aplicables en materia de atención al usuario, condiciones de calidad, información comercial, PQR, interoperabilidad, reportes regulatorios y eventuales obligaciones de acceso o interconexión.

En segundo lugar, la integración TN-NTN puede modificar la forma en que se entiende la cobertura. En servicios D2D/D2C, por ejemplo, el usuario puede acceder a conectividad satelital cuando se encuentra fuera de la cobertura terrestre del operador móvil. No obstante, esa disponibilidad no equivale necesariamente a cobertura móvil terrestre tradicional, pues puede estar limitada por línea de vista, disponibilidad de satélite, terminal compatible, capacidad del haz, restricciones de país, tipo de plan, ausencia de cobertura indoor o funcionalidades reducidas. En este contexto, será relevante identificar si las disposiciones regulatorias vigentes, incluyendo aquellas relacionadas con la protección de los usuarios, resultan suficientes para abordar estas particularidades o si los esquemas NTN plantean situaciones que eventualmente ameriten un análisis adicional respecto de la información suministrada sobre cobertura, disponibilidad, funcionalidades habilitadas, condiciones tarifarias y demás características del servicio.

9.2 Espectro, coexistencia e interferencias

El espectro radioeléctrico es uno de los elementos más sensibles para la implementación de NTN. Los servicios pueden operar en bandas atribuidas al servicio móvil por satélite, en bandas del servicio fijo por satélite, en bandas utilizadas para enlaces feeder o, en el caso de algunos modelos D2D/D2C, en bandas asociadas al servicio móvil terrestre e identificadas para IMT. Cada una de estas alternativas plantea retos distintos de coordinación, coexistencia e interferencia.

Ahora bien, aun cuando la administración, atribución y asignación del espectro no corresponde a la CRC, sino a las autoridades competentes en materia de política y gestión del espectro, las decisiones en este ámbito pueden tener incidencia sobre aspectos relacionados con la provisión de servicios de comunicaciones. Por ejemplo, la posibilidad de que un operador satelital utilice bandas móviles terrestres para prestar cobertura suplementaria puede incidir en la competencia entre operadores móviles, en los acuerdos de acceso mayorista, en la calidad percibida por el usuario, en la cobertura informada comercialmente y en el tratamiento de fallas o interferencias que afecten la prestación del servicio.

En este contexto, más que efectuar un análisis de asuntos propios de la gestión del espectro, resulta pertinente identificar qué preguntas podrían surgir, desde la perspectiva de las competencias de la CRC, como consecuencia de la evolución de estos esquemas tecnológicos. En particular, se podría analizar cómo se articulan los servicios ofrecidos mediante redes NTN con el régimen de acceso e interconexión, los mercados relevantes, las obligaciones de información, la protección de usuarios y los mecanismos para prevenir prácticas que puedan afectar la competencia, como acuerdos exclusivos, discriminación en el acceso a capacidad satelital o empaquetamientos que dificulten la entrada de nuevos agentes.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 112 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Así, una de las cuestiones que deberá explorarse es si los marcos regulatorios vigentes contemplan adecuadamente los escenarios habilitados por las NTN o si la evolución de estas tecnologías plantea situaciones nuevas que ameriten una evaluación más detallada, siempre dentro del ámbito de competencias de las autoridades correspondientes.

9.3 Terminales, compatibilidad y homologación

Los servicios ofrecidos mediante redes NTN dependen en gran medida de la disponibilidad de terminales compatibles. En D2D/D2C, la promesa de valor consiste precisamente en que el usuario pueda conectarse directamente con el satélite desde un teléfono móvil o dispositivo compatible, sin recurrir a una terminal satelital especializada. En IoT NTN, el despliegue depende de módulos, sensores o equipos de baja potencia capaces de operar en bandas y protocolos compatibles. En FWA, ESIM y backhaul, se requieren terminales, antenas o estaciones con características técnicas distintas.

En este contexto, resulta pertinente analizar de qué manera la disponibilidad, compatibilidad y características de los terminales pueden incidir en materia de información al usuario y condiciones de comercialización. Asimismo, podría resultar relevante evaluar el marco regulatorio vigente contempla permite identificar adecuadamente equipos terminales móviles con capacidad NTN, módulos IoT NTN, equipos ESIM, terminales FWA satelitales y dispositivos que operen en bandas MSS o IMT bajo esquemas satelitales. También será necesario definir cómo se informa al usuario si su equipo es compatible, qué funcionalidades NTN soporta, en qué zonas puede operar, qué restricciones técnicas existen y qué ocurre cuando el equipo es compatible con una modalidad de NTN pero no con otra.

De igual forma, la compatibilidad de terminales también puede convertirse en una barrera de adopción y en un factor competitivo. Si el acceso a redes NTN solo están disponibles para ciertos fabricantes, gamas altas de dispositivos, chipsets específicos o acuerdos cerrados entre operadores y proveedores satelitales, pueden surgir riesgos de exclusión, asimetrías de información o prácticas comerciales que afecten la neutralidad tecnológica y la libre elección del usuario. Por ello, esta materia debe abordarse no solo como un asunto técnico, sino también como un componente de protección de usuarios y competencia.

9.4 Calidad, disponibilidad y experiencia de usuario

La calidad de los servicios ofrecidos mediante redes NTN no puede evaluarse con los mismos supuestos de las redes terrestres. Las condiciones de propagación, latencia, variabilidad temporal de cobertura, handover, disponibilidad de gateways, congestión por haz, línea de vista, clima, ubicación del usuario y arquitectura de carga útil pueden incidir de manera significativa en el desempeño. 3GPP señala que las NTN requieren adaptaciones frente a las redes terrestres por factores como el movimiento de las plataformas espaciales o aéreas, mayores retardos de propagación, variaciones de Doppler, celdas móviles, tamaños de celda mayores e impactos troposféricos o ionosféricos, según la frecuencia utilizada.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 113 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Para la CRC, este punto es central porque el régimen de calidad vigente está construido principalmente sobre redes terrestres fijas y móviles. En NTN, indicadores como latencia, disponibilidad, tasa de éxito, continuidad, velocidad, cobertura, tiempo de establecimiento, pérdida de paquetes o experiencia de usuario pueden comportarse de manera distinta según la órbita, la arquitectura de red y el servicio prestado. Por ello, cualquier incorporación regulatoria de NTN debería diferenciar entre servicios de conectividad directa a dispositivos, IoT de baja tasa, backhaul, FWA, movilidad, emergencia y servicios tolerantes al retardo. En este contexto, resulta pertinente examinar si los marcos regulatorios vigentes contemplan adecuadamente estas particularidades o si ciertas modalidades de servicio habilitadas por NTN presentan características que ameriten un análisis diferenciado.

Una aproximación regulatoria adecuada no debería exigir a todos los servicios NTN los mismos indicadores de una red móvil terrestre, pero tampoco debería dejar sin parámetros mínimos de transparencia y desempeño a los usuarios. Asimismo, podría explorarse si los criterios actualmente utilizados para evaluar la disponibilidad o el desempeño de los servicios resultan aplicables a las distintas modalidades NTN o si las características inherentes a estas redes plantean escenarios que requieran una evaluación adicional. En cualquier caso, una cuestión transversal consiste en determinar en qué medida estas situaciones ya se encuentran cubiertas por los marcos regulatorios existentes y cuáles podrían ser las implicaciones derivadas de la evolución futura del ecosistema NTN.

9.5 Comunicaciones de emergencia, localización y resiliencia

Las comunicaciones de emergencia constituyen una de las áreas donde las NTN pueden generar mayor impacto, pero también uno de los mayores retos regulatorios, ya que la mayor parte del ecosistema requerido depende de otros actores del estado asociados a los servicios de atención a emergencias, a las entidades territoriales, la Policía Nacional, entre otros. En los modelos tradicionales, el acceso a emergencias se ha estructurado principalmente alrededor de llamadas de voz, numeración corta, enrutamiento hacia centros de atención y localización de terminales. Sin embargo, en NTN las comunicaciones de emergencia pueden materializarse como mensajes de texto, paquetes de datos, coordenadas de ubicación, formularios estructurados, comunicación asincrónica, store-and-forward, contacto intermediado por centros de relevo o respaldo de redes terrestres mediante backhaul satelital.

Este escenario plantea la necesidad de analizar las implicaciones regulatorias que podrían derivarse de la incorporación de capacidades NTN en el ecosistema de comunicaciones de emergencia. La pregunta ya no es únicamente si el usuario puede llamar a un número de emergencia, sino si puede transmitir una solicitud de auxilio mediante mensajes, información de localización u otras comunicaciones digitales cuando no tiene cobertura terrestre; si esa solicitud puede ser recibida, interpretada y encaminada al centro competente; si se dispone de localización suficiente; si el servicio debe ser gratuito; si aplica para usuarios sin saldo o sin plan activo; quién responde cuando la comunicación depende de un operador móvil, un proveedor satelital y una plataforma de intermediación; y cómo se reporta la disponibilidad y falla de este tipo de comunicaciones.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 114 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Además, las redes NTN pueden fortalecer la resiliencia de redes críticas, entidades públicas, centros de atención de emergencias, estaciones base, hospitales, escuelas, infraestructura energética, transporte y gestión del riesgo. La eventual incorporación de estas capacidades plantea interrogantes sobre los marcos de coordinación institucional, los esquemas de responsabilidad y las posibles implicaciones regulatorias asociadas a con la calidad y continuidad del servicio, acceso e interconexión, priorización de comunicaciones, obligaciones de información, coordinación con otros marcos institucionales y administración de los recursos de identificación asociados a servicios de emergencia.

En particular, la Comisión administra la numeración de servicios semiautomáticos y especiales de abonado con esquema 1XY, dentro de la cual se encuentran los números destinados a la atención de emergencias. En este sentido, la evolución de las capacidades NTN plantea la conveniencia de analizar si el modelo de acceso que opera actualmente, encaminamiento y tratamiento de llamadas o comunicaciones hacia dichos números resulta suficiente para soportar eventos de emergencia basados en datos, mensajería, localización o mecanismos asincrónicos. La regulación podría examinar medidas para evitar que la transmisión de comunicaciones de emergencia quede atrapada en un modelo exclusivamente basado en voz o en numeración tradicional, cuando la evolución tecnológica habilita mecanismos de socorro basados en datos. Este análisis deberá realizarse considerando tanto el alcance de las competencias de la Comisión como las responsabilidades y funciones asignadas a las demás entidades que participan en el sistema de atención de emergencias.

9.6 Roaming, cobertura transfronteriza y jurisdicción

Las redes satelitales no se ajustan fácilmente a las fronteras nacionales. Una huella satelital puede cubrir varios países, una constelación puede enrutar tráfico por gateways ubicadas en otros estados y un usuario puede desplazarse entre jurisdicciones manteniendo la misma relación comercial con su operador de origen. Esto genera preguntas sobre si el servicio se considera cobertura nacional extendida, roaming internacional, servicio satelital transfronterizo, acceso mayorista o una combinación de estos elementos.

Estos escenarios son especialmente relevantes en servicios D2D/D2C integrados con operadores móviles. Si un usuario colombiano accede a cobertura satelital fuera del país, o si un usuario extranjero accede a cobertura satelital en Colombia, podría ser conveniente analizar las condiciones de información al usuario, tarifas, activación, consentimiento, calidad, atención de PQR, emergencias, protección de datos y responsabilidades entre el operador de origen, el operador visitado, el proveedor satelital y la red core involucrada.

También sería relevante un análisis sobre la cobertura nacional, donde un operador móvil podría ofrecer «cobertura satelital» como complemento de su servicio móvil terrestre, pero esa cobertura podría depender de autorizaciones satelitales, acuerdos internacionales, disponibilidad de espectro, restricciones regulatorias por país y condiciones comerciales específicas. En este contexto, podría

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 115 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

resultar pertinente analizar si los marcos regulatorios vigentes contemplan adecuadamente estos escenarios o si la evolución de las NTN plantea situaciones que ameriten una evaluación más detallada respecto de la información suministrada a los usuarios, las características de la cobertura ofrecida, las condiciones de prestación del servicio y la diferenciación entre esquemas de cobertura terrestre, roaming y conectividad satelital complementaria. Asimismo, una cuestión relevante consiste en determinar en qué medida estas situaciones ya se encuentran abordadas por la regulación vigente y cuáles podrían requerir análisis adicionales en función de la evolución del mercado y de las tecnologías involucradas.

9.7 Acceso, interconexión, infraestructura esencial y acuerdos mayoristas

La prestación de los servicios, a través de las NTN puede requerir acuerdos entre operadores móviles, operadores satelitales, proveedores de gateways, operadores de red core, proveedores de nube, integradores, fabricantes de terminales y plataformas de atención de emergencias. En muchos casos, el usuario final no tendrá relación directa con todos estos actores, pero el servicio dependerá de su coordinación técnica y comercial.

Esta estructura puede generar nuevos escenarios en las redes mayoristas. Entre ellos se encuentran la capacidad satelital, los enlaces feeder, las estaciones gateway, los enlaces intersatelitales, la integración con el core móvil, las interfaces de autenticación, la señalización, las plataformas de gestión de usuarios, la ubicación de funciones de red y la disponibilidad de terminales compatibles. Algunos de estos elementos podrían adquirir características estratégicas si son difíciles de replicar, si concentran el acceso al mercado o si son controlados por pocos actores globales.

Desde esta perspectiva, resultaría pertinente evaluar si los regímenes actuales de acceso, uso e interconexión, roaming automático nacional, OMV, infraestructura esencial y solución de controversias son suficientes para abordar escenarios donde las redes NTN toman preponderancia en la red de transporte o de acceso. Particularmente, sería útil analizar si un proveedor satelital que actúa como capa de cobertura suplementaria puede convertirse en un insumo esencial para determinados operadores, si los acuerdos de exclusividad pueden limitar la competencia, si la capacidad satelital debe ofrecerse bajo condiciones objetivas y no discriminatorias, y cómo se resuelven conflictos entre operadores móviles y proveedores satelitales extranjeros cuando el servicio afecta usuarios finales en Colombia.

El propósito de estas preguntas no es anticipar necesidades regulatorias específicas, sino identificar aspectos que permitan evaluar, en una etapa posterior, si los marcos existentes resultan suficientes para abordar estos escenarios o si surgen nuevos elementos de análisis asociados a la evolución de las NTN.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 116 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

9.8 Mercados, competencia y modelos de negocio

Las redes NTN pueden ampliar la competencia en zonas donde históricamente existían pocas alternativas de conectividad, pero también pueden generar nuevas formas de concentración. Por un lado, la conectividad satelital puede disciplinar mercados locales de baja cobertura, introducir alternativas de backhaul, ampliar la oferta para usuarios rurales y facilitar entrada de nuevos servicios. Por otro lado, la provisión de capacidad espacial, terminales compatibles, chipsets, acuerdos con fabricantes, plataformas de nube, gateways y constelaciones puede concentrarse en un número reducido de actores globales.

En este contexto, resulta pertinente analizar de qué manera las NTN podrían influir en la estructura de los mercados de comunicaciones y en las relaciones entre los distintos agentes que participan en la provisión de servicios. La conectividad NTN puede no constituir un sustituto perfecto de los servicios móviles o fijos terrestres, pero sí puede operar como complemento competitivo, insumo mayorista, respaldo de red, solución de nicho o factor de diferenciación comercial. En consecuencia, la delimitación de mercados relevantes, el análisis de poder de mercado, los acuerdos de compartición, la integración vertical y los posibles efectos de exclusividad deberán evaluarse caso por caso.

También pueden surgir modelos híbridos: operadores móviles que revenden conectividad satelital, operadores satelitales que revenden conectividad móvil terrestre, operadores satelitales que actúan como mayoristas, fabricantes que integran servicios propietarios en terminales, plataformas digitales que incorporan conectividad satelital dentro de ecosistemas cerrados, o proveedores de IoT que operan sobre redes satelitales sin relación directa con un operador móvil nacional. Estas configuraciones pueden desbordar las categorías tradicionales existentes, lo que hace necesario considerar un análisis para identificar si los marcos normativos y regulatorios vigentes contemplan adecuadamente estas configuraciones o si la evolución de las NTN da lugar a cuestiones que ameriten análisis adicionales en el futuro.

9.9 Protección de usuarios y transparencia comercial

La complejidad técnica de estos servicios puede generar asimetrías de información significativas. El usuario puede no saber si está conectado a una red terrestre o satelital, si el servicio genera cargos adicionales, si funciona únicamente fuera de cobertura terrestre, si aplica en otros países, si requiere un terminal compatible, si permite llamadas o solo mensajes, si tiene límites de uso o si puede ser utilizado en emergencias.

En este contexto, resulta pertinente analizar de qué manera las particularidades de los servicios NTN pueden incidir en la información que reciben los usuarios al momento de contratar y utilizar estos servicios. Asimismo, podría explorarse si las disposiciones actualmente vigentes en materia de protección de usuarios resultan suficientes para abordar estos escenarios o si las características de las NTN plantean situaciones que ameritan una evaluación más detallada. Esto es especialmente importante

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 117 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

si el servicio se ofrece como «cobertura total», «conectividad ubicua», «satélite al celular» o «servicio de emergencia», expresiones que pueden generar expectativas superiores a las capacidades reales de la tecnología.

En este sentido, resulta relevante examinar en qué medida los marcos normativos y regulatorios vigentes proporcionan claridad sobre estos aspectos y si la evolución de los modelos NTN genera nuevos escenarios que merezcan un análisis adicional desde la perspectiva de la protección de los usuarios.

9.10 Reportes de información, monitoreo y evidencia regulatoria

La incorporación de servicios NTN plantea interrogantes sobre la manera en que estas nuevas modalidades de conectividad pueden ser identificadas y caracterizadas dentro de las fuentes de información disponibles para el sector. A medida que los servicios satelitales se integran con redes y servicios tradicionales, surgen preguntas sobre la visibilidad que tendrán aspectos como la cobertura, el tráfico cursado, los usuarios atendidos, la disponibilidad del servicio, las incidencias reportadas o los distintos modelos de provisión que pueden coexistir bajo arquitecturas NTN.

En este contexto, resulta pertinente analizar si los mecanismos actuales de recopilación y reporte de información permiten identificar adecuadamente el desarrollo de estos servicios o si determinadas características de las NTN podrían dificultar su diferenciación respecto de categorías tradicionales como internet móvil, internet fijo, IoT, servicios satelitales o soluciones de transporte para monitorear cobertura, tráfico, usuarios, calidad, disponibilidad, quejas, ingresos, capacidad mayorista, acuerdos de acceso y otras categorías de información que puedan ser relevantes.

Sin reportes diferenciados, la conectividad NTN podría quedar estadísticamente diluida dentro de categorías tradicionales de internet móvil, internet fijo, backhaul, IoT o servicios satelitales, dificultando el análisis de mercado y la toma de decisiones regulatorias. Esto es especialmente relevante, pues la evolución de las NTN requiere construir una línea base que permita observar adopción, madurez, barreras, efectos competitivos y contribución al cierre de brechas.

De igual forma, pueden plantearse preguntas para considerar formatos específicos o campos adicionales para distinguir, por ejemplo, accesos D2D/D2C, tráfico IoT NTN, especificaciones de los enlaces de las estaciones base con backhaul satelital NTN, servicios FWA satelitales, usuarios con capacidad NTN, eventos de emergencia cursados sobre NTN, quejas asociadas a cobertura satelital, acuerdos mayoristas satélite-móvil y zonas donde la conectividad satelital actúa como respaldo o complemento. Más que anticipar necesidades concretas de reporte o monitoreo, estas cuestiones buscan identificar qué información podría resultar relevante para comprender el desarrollo de las NTN y evaluar, en una etapa posterior, si los mecanismos actualmente existentes son suficientes para capturar dichas dinámicas.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 118 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

9.11 Seguridad, privacidad y gestión de datos

Las implicaciones transversales de las redes no terrestres no se limitan a la incorporación de una nueva tecnología, sino que exigen adaptar las reglas de prestación, supervisión y coordinación a una arquitectura híbrida en la que convergen redes terrestres, satélites, terminales, puertas de enlace y múltiples actores de la cadena de valor, lo que plantea nuevas dinámicas operativas que pueden resultar relevantes para múltiples autoridades dependiendo de las materias involucradas.

En este contexto, la seguridad, la privacidad y la gestión de datos adquieren especial relevancia, dado que el tráfico puede cursarse mediante satélites, enlaces intersatelitales, puertas de enlace ubicadas en diferentes países, plataformas de nube y centros de operación globales. Esta configuración plantea interrogantes sobre ciberseguridad, soberanía y transferencias internacionales de datos, protección de la información de ubicación, almacenamiento temporal a bordo y tratamiento de información en situaciones de emergencia. Aunque la protección de datos personales corresponde principalmente a la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), se deberían considerar estas cuestiones cuando incidan en la prestación, calidad, continuidad, interoperabilidad y seguridad de las redes y servicios, así como en la protección integral de los usuarios, por lo que resulta pertinente identificar cómo se distribuyen las competencias entre las distintas autoridades involucradas y en qué medida estos aspectos podrían tener implicaciones para la prestación de servicios de comunicaciones.

En particular, los servicios store-and-forward, la comunicación UE-satélite-UE, la operación mediante puertas de enlace extranjeras y la prestación transfronteriza pueden requerir criterios claros de trazabilidad, responsabilidad, disponibilidad de información y cooperación entre actores. La seguridad y la gestión de datos deben entenderse, por tanto, no solo como requisitos técnicos de los proveedores, sino como condiciones de confianza para la adopción de estos servicios, especialmente en comunicaciones de emergencia, infraestructura crítica, redes públicas y sectores como salud, educación, energía, transporte y servicios financieros.

10 CONCLUSIONES DEL DOCUMENTO 1 Y BASES PARA EL ANÁLISIS PROSPECTIVO HACIA 2035

El análisis integral desarrollado en este documento permite concluir que las redes no terrestres (NTN) no constituyen una única tecnología ni configuran un mercado homogéneo, sino un ecosistema amplio y convergente de soluciones con diferentes arquitecturas, niveles de madurez, modelos de prestación y casos de uso. Este ecosistema comprende desde servicios satelitales tradicionales, banda ancha fija y enlaces de backhaul hasta soluciones IoT-NTN, NR-NTN y conectividad directa a dispositivos. Su evolución refleja una integración cada vez más estrecha entre infraestructuras terrestres y no terrestres, en la que el segmento espacial adquiere un papel complementario para ampliar la cobertura, fortalecer la resiliencia y habilitar servicios en territorios o situaciones donde las redes terrestres enfrentan restricciones técnicas, geográficas o económicas.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 119 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

Desde la perspectiva técnica, el estudio evidencia que las capacidades y limitaciones de las NTN dependen de la combinación entre la arquitectura orbital, el tipo de carga útil, las bandas de frecuencia utilizadas, las características de los terminales, la integración con las redes terrestres y los requerimientos particulares de cada servicio. Por tanto, atributos como cobertura, latencia, capacidad, disponibilidad, movilidad y continuidad no pueden generalizarse para todas las soluciones NTN. Tampoco resulta adecuado asumir que estas redes sustituirán de manera uniforme a las infraestructuras terrestres, pues su principal valor se encuentra en la complementariedad y en la posibilidad de atender necesidades diferenciadas de conectividad, particularmente en zonas rurales, remotas, marítimas, fronterizas o afectadas por emergencias.

En el ámbito industrial y de mercado, se observa una transición desde modelos predominantemente asociados a sistemas satelitales tradicionales hacia esquemas convergentes y multi órbita, caracterizados por alianzas entre operadores satelitales, operadores móviles, fabricantes de dispositivos, proveedores de infraestructura y desarrolladores de soluciones especializadas. Aunque las proyecciones disponibles anticipan un crecimiento significativo del mercado, su evolución no será homogénea entre países, servicios o segmentos de usuarios. La reducción del costo de acceso al espacio, la expansión de las constelaciones LEO y la estandarización internacional constituyen habilitadores relevantes, pero la adopción efectiva continuará dependiendo de factores como la disponibilidad de terminales compatibles, los precios, la capacidad de las redes, los modelos de negocio, la interoperabilidad, las condiciones de acceso al espectro y la existencia de marcos regulatorios que proporcionen certidumbre.

La revisión internacional muestra, a su vez, que no existe un único modelo regulatorio para la incorporación de las NTN. Las distintas jurisdicciones avanzan de manera gradual en la adaptación de sus regímenes de autorización, licenciamiento y gestión del espectro, con especial atención a la coexistencia entre sistemas satelitales y redes móviles terrestres, la prevención de interferencias, la conectividad transfronteriza, las comunicaciones de emergencia, la protección de los usuarios y la definición de responsabilidades entre los actores que participan en la prestación del servicio. En este contexto, se identifica una tendencia hacia enfoques regulatorios flexibles, basados en evidencia y apoyados en mecanismos de experimentación, monitoreo y coordinación institucional, sin que ello implique desconocer las particularidades técnicas y jurídicas de cada modalidad de servicio.

Para Colombia, la línea base evidencia que las comunicaciones satelitales ya cumplen un papel relevante mediante servicios de acceso fijo, conectividad empresarial, enlaces de backhaul, atención de zonas apartadas y soluciones para sectores productivos y entidades públicas. No obstante, a la fecha de corte del análisis todavía no se identifica una oferta comercial consolidada y de alcance nacional de servicios móviles directos a dispositivos. El país se encuentra, por tanto, en una etapa de transición, en la que los avances en política de espectro, los proyectos de experimentación, las pruebas técnicas y los ejercicios de articulación institucional buscan generar evidencia y desarrollar las capacidades necesarias para evaluar una eventual incorporación más amplia de estas tecnologías.

El ejercicio exploratorio basado en la expansión de Starlink permitió observar la rapidez con la que una alternativa de conectividad satelital puede alcanzar presencia en diferentes municipios. Sin embargo,

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 120 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025

también mostró que no es posible atribuirle, con la evidencia disponible, un efecto causal homogéneo sobre la penetración total del servicio de internet fijo. El resultado de un crecimiento ponderado cercano a cero y la heterogeneidad observada entre municipios, con los municipios de menor desempeño presentando los mayores crecimientos al considerar las diferencias significativa indica que la tecnología NTN podría llegar a incrementar la penetración de servicios móviles especialmente en zonas de menor desarrollo, pero no permiten cuantificar un resultado exacto. Adicionalmente, este resultado no puede trasladarse directamente a un futuro mercado móvil D2D, pero sí pone de manifiesto la necesidad de contar con información suficiente, definiciones consistentes, periodos adecuados de observación y mecanismos de seguimiento que permitan diferenciar los posibles efectos de complementariedad, sustitución, expansión de cobertura y transformación competitiva asociados a cada modalidad de NTN.

Las redes no terrestres se perfilan como un componente cada vez más relevante del ecosistema global de conectividad. Su desarrollo, impulsado por la estandarización internacional, las constelaciones LEO, las soluciones Direct-to-Device y la reducción de los costos de acceso al espacio, amplía las capacidades de las redes terrestres y habilita nuevos servicios, especialmente en territorios con cobertura limitada. Las experiencias internacionales muestran, además, que su incorporación requiere enfoques graduales y basados en evidencia que favorezcan la interoperabilidad y el uso eficiente del espectro y de los recursos orbitales.

En Colombia, los avances en política de espectro, los estudios técnicos y la articulación institucional muestran que las NTN comienzan a ocupar un lugar relevante en la agenda sectorial. Para la CRC, su evolución puede incidir en materias como la calidad de los servicios, la protección de los usuarios, la competencia, el acceso, la interconexión, los reportes de información y las condiciones de prestación. Sin embargo, aspectos como la política pública sectorial, la administración del espectro, las autorizaciones sobre recursos escasos, la coordinación internacional, la gestión del riesgo, la conectividad social y el desarrollo de capacidades espaciales involucran competencias de otras autoridades. Por ello, su seguimiento exige una coordinación institucional acorde con el carácter convergente y transfronterizo de estas tecnologías.

Las implicaciones técnicas y regulatorias identificadas no constituyen decisiones regulatorias ni recomendaciones institucionales definitivas, sino asuntos que deberán ser examinados en las siguientes etapas del ejercicio prospectivo. El Documento 1 consolida la línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria; el Documento 2 convierte esta evidencia en variables estratégicas, actores, objetivos e hipótesis de futuro; y el Documento 3 completará el análisis mediante la construcción e interpretación de escenarios y la formulación, validación y priorización de líneas de acción y recomendaciones, a partir de los resultados de la consulta a expertos. En conjunto, el estudio busca proporcionar a la CRC una lectura integral y anticipatoria de las dinámicas que pueden incidir en el desarrollo de las NTN hacia 2035. Más que predecir una trayectoria única, procura establecer una base común de conocimiento que fortalezca la capacidad institucional para evaluar posibles transformaciones del sector y orientar decisiones informadas que, dentro del ámbito de sus competencias y en coordinación con las demás autoridades, favorezcan la innovación, la competencia, la inversión y el bienestar de los usuarios.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 1. Línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria	Código: 11000-41-5-1	Página 121 de 121
	Revisado por: Coordinación de Prospectiva Estratégica e Innovación	Fecha de revisión: 18/08/2026
Versión No. 5	Aprobado por: Relaciones con Grupos de Valor	Fecha de vigencia: 13/01/2025