

ANÁLISIS PROSPECTIVO DE LAS REDES NO TERRESTRES.



Variables
estratégicas,
actores e
hipótesis para
la construcción
de escenarios.



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

ANÁLISIS PROSPECTIVO DE LAS REDES NO TERRESTRES. DOCUMENTO 2. VARIABLES ESTRATÉGICAS, ACTORES E HIPÓTESIS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS	7
1 INTRODUCCIÓN	7
2 ESTUDIO PROSPECTIVO	9
2.1 Metodología	10
2.2 Desarrollo metodológico y consultas a expertos	12
2.2.1 Caracterización del grupo de expertos participantes	12
2.2.2 Primera ronda: análisis estructural de variables mediante MICMAC	13
2.2.3 Formulación de objetivos estratégicos de futuro	17
2.2.4 Segunda ronda: análisis estratégico de actores mediante MACTOR	18
2.2.5 Valoración probabilística de hipótesis mediante SMIC-Prob-Expert	22
2.2.6 Procesamiento de la consulta y selección de escenarios	23
2.2.7 Interpretación estratégica y formulación de líneas de acción	25
2.2.8 Validación y priorización experta de las líneas de acción y recomendaciones	26
2.3 Resultados del ejercicio prospectivo.	28
2.3.1 Primera ronda de consultas – Método MICMAC	28
2.3.1.1 Resultados de la formulación de los objetivos estratégicos de futuro	31
2.3.1.2 Actores priorizados para el análisis MACTOR	33
2.3.1.3 Resultados cualitativos del cuestionario complementario de la primera ronda	35
2.3.2 Segunda ronda de consultas – Método MACTOR	40
2.3.2.1 Resultados de la matriz de influencias directas entre actores	40
2.3.2.2 Resultados de la matriz actor–objetivo	44
2.3.2.2.1 Implicación agregada de los actores frente a los objetivos estratégicos	48
2.3.2.2.2 Convergencias y divergencias entre actores frente a los objetivos estratégicos	52
2.3.2.3 Síntesis de resultados del método MACTOR	59
2.3.2.4 Resultados cualitativos del cuestionario complementario de la segunda ronda	61
2.4 Construcción de hipótesis	68
2.4.1 Consulta para la valoración probabilística de hipótesis	71

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 3 de 92
	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

• Ejemplo 1. Probabilidad simple:	74
• Ejemplo 2. Probabilidad condicional positiva:	75
• Ejemplo 3. Probabilidad condicional negativa:	75
3 CONCLUSIONES DEL DOCUMENTO 2 Y PRÓXIMOS PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS HACIA 2035	78
4 ANEXOS	79
4.1 Anexo 1. Lista de las 31 variables iniciales sometidas a consideración de los expertos en el método MICMAC	79
4.2 Anexo 2. Distribución de variables en el plano MICMAC	82
4.3 Anexo 3. Formulación de objetivos estratégicos de futuro	83
4.4 Anexo 4. Distribución de actores en el plano MACTOR	90
4.5 Anexo 5. Distribución de convergencias de orden 2 en el método MACTOR	91
4.6 Anexo 6. Distribución de convergencias de orden 3 en el método MACTOR	92

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 4 de 92
	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. Mapa de influencia y dependencia potencial del método MICMAC	82
Ilustración 2. Resultados de la matriz de influencias directas entre actores MACTOR	90
Ilustración 3. Resultados convergencias de orden 2 MACTOR	91
Ilustración 4. Resultados convergencias de orden 3 MACTOR	92

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 5 de 92
	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

TABLAS

Tabla 1. Matriz MICMAC - Criterio para influencia directa entre variables	14
Tabla 2. Matriz MICMAC - Criterio clasificación de variables	15
Tabla 3. Criterio de priorización de actores	16
Tabla 4. Matriz MACTOR - Criterio para influencia directa entre actores	19
Tabla 5. Matriz MACTOR - Criterio para posición de actores frente a objetivos	20
Tabla 6. Variables estratégicas resultantes del MICMAC.....	28
Tabla 7. Objetivos estratégicos de futuro.....	31
Tabla 8. Matriz de valoración de actores.....	33
Tabla 9. Actores relevantes tras análisis MACTOR	43
Tabla 10. Matriz MACTOR Grupos de actores estratégicos	44
Tabla 11. Matriz de relación actor vs objetivos estratégicos	45
Tabla 12. Implicación agregada - actor frente a objetivos.....	49
Tabla 13. Matriz MACTOR Convergencias orden 2	54
Tabla 14. Matriz MACTOR Divergencias orden 2	55
Tabla 15. Matriz MACTOR Convergencias orden 3	56
Tabla 16. Matriz MACTOR Divergencias orden 3	58
Tabla 17. Ejes críticos y alcance prospectivo	69
Tabla 18. Consulta SMIC-Prob-Expert – Hipótesis de futuro	70
Tabla 19. Consulta SMIC-Prob-Expert – Valoración probabilística	72
Tabla 20. consulta SMIC-Prob-Expert Valores de referencia	73
Tabla 21. consulta SMIC-Prob-Expert instrucciones de diligenciamiento	74
Tabla 22. consulta SMIC-Prob-Expert Ejemplo probabilidad simple	74
Tabla 23. consulta SMIC-Prob-Expert Ejemplo probabilidad condicional positiva	75
Tabla 24. consulta SMIC-Prob-Expert Ejemplo probabilidad condicional negativa.....	75
Tabla 25. Lista de las 31 variables sometidas en la primera consulta	79

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 6 de 92
	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 2. VARIABLES ESTRATÉGICAS, ACTORES E HIPÓTESIS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS

1 INTRODUCCIÓN

La Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) adelanta el estudio «**Análisis prospectivo de las redes no terrestres**», orientado a comprender las transformaciones que estas tecnologías pueden generar en el ecosistema colombiano de conectividad y a fortalecer la capacidad institucional de anticipación frente a su evolución. Como parte de este trabajo, el presente Documento 2 desarrolla la etapa de estructuración y análisis inicial del componente prospectivo con horizonte al año 2035, mediante la identificación y el análisis de los factores, actores, relaciones e hipótesis que podrían incidir en el desarrollo de las redes no terrestres (NTN, por sus siglas en inglés) en Colombia.

Las NTN representan una transformación relevante del ecosistema de comunicaciones, al permitir la integración de sistemas satelitales, plataformas aéreas y redes terrestres para ampliar la cobertura, habilitar nuevos servicios y fortalecer la resiliencia de la infraestructura digital. Sin embargo, su evolución no depende exclusivamente de la madurez tecnológica de las constelaciones, las arquitecturas de red o los dispositivos compatibles. También está determinada por variables regulatorias, económicas, institucionales, territoriales y de mercado, así como por la capacidad de los actores públicos y privados para coordinar decisiones, inversiones y marcos de actuación.

El estudio se estructura en tres documentos complementarios. El Documento 1 consolida la línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria, mediante la caracterización de las tecnologías, arquitecturas y servicios asociados a las NTN, la evolución de la industria y el mercado, las experiencias regulatorias internacionales y las principales implicaciones técnicas y regulatorias de su incorporación. El presente Documento 2 toma esta evidencia como punto de partida para identificar las variables estratégicas, los actores relevantes, los objetivos y las hipótesis de futuro, así como para estructurar el instrumento mediante el cual estas últimas serán sometidas a valoración probabilística. Finalmente, una vez procesados los resultados de esta consulta, el Documento 3 completará el ejercicio prospectivo mediante la construcción e interpretación de escenarios, la formulación de líneas de acción y recomendaciones y su posterior validación y priorización con expertos.

El horizonte de 2035 permite examinar transformaciones estructurales que difícilmente podrían apreciarse mediante un análisis limitado al corto plazo. Este periodo facilita considerar la posible evolución de los estándares, las arquitecturas de red, los dispositivos, los modelos de negocio, la gestión del espectro, las condiciones de inversión y las necesidades de conectividad del país. Asimismo, permite analizar cambios potenciales en las relaciones entre los actores del ecosistema y anticipar retos para la regulación, la política pública, la competencia, la calidad de los servicios, la protección de los usuarios y el cierre de brechas digitales.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 7 de 92
	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 esta perspectiva, el componente prospectivo busca explorar futuros posibles, identificar los factores que pueden impulsar, limitar o transformar el desarrollo de las NTN y producir información que contribuya a orientar las decisiones del presente. Para ello, el estudio combina la evidencia recopilada en la línea base con la participación estructurada de expertos y actores sectoriales, cuyas valoraciones permiten examinar las relaciones entre los distintos componentes del ecosistema y reconocer posibles trayectorias de evolución.

El alcance del presente documento comprende el marco conceptual y metodológico del ejercicio; la caracterización del grupo de expertos; los resultados obtenidos mediante las consultas realizadas; la identificación y el análisis de las variables estratégicas y los actores relevantes; la formulación de objetivos e hipótesis de futuro, y el instrumento diseñado para su valoración probabilística. En consecuencia, este documento no incluye todavía los resultados de dicha valoración ni los escenarios finales. Estos elementos, junto con su interpretación estratégica, las líneas de acción y recomendaciones y los resultados de su validación y priorización, se desarrollarán en el Documento 3.

Los resultados presentados deben entenderse como insumos de análisis y no como predicciones, decisiones regulatorias o posiciones institucionales definitivas. Su valor reside en ofrecer una lectura sistémica y plural de los posibles futuros del ecosistema NTN, sustentada en evidencia y conocimiento experto. De esta manera, el ejercicio busca contribuir a que la CRC y los demás actores del sector cuenten con mejores capacidades de anticipación, planeación y coordinación para aprovechar las oportunidades de estas tecnologías, gestionar oportunamente sus riesgos y orientar su desarrollo hacia la ampliación de la conectividad y el bienestar de los usuarios.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 8 de 92
	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 ESTUDIO PROSPECTIVO

Para delimitar el enfoque conceptual que orienta el ejercicio, resulta necesario precisar el sentido en el que se emplea la prospectiva en este documento. La Real Academia Española define prospectivo/va tanto a un adjetivo «que se refiere al futuro o trata de conocerlo anticipadamente mediante la proyección de datos del presente», como un sustantivo femenino el cual significa «análisis o estudio realizado con el fin de conocer la evolución futura en una determinada materia»¹.

Desde el campo de la prospectiva estratégica, Michel Godet, uno de los principales autores en esta materia, sostiene que «La prospectiva, sea cual sea, constituye una anticipación (preactiva y proactiva) para iluminar las acciones presentes con la luz de los futuros posibles y deseables. Prepararse ante los cambios previstos no impide reaccionar para provocar los cambios deseados»², mientras que Gaston Berger la define como «ciencia que estudia el futuro para comprenderlo y poder influir en él»³.

Por su parte, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) de Colombia define la prospectiva como «disciplina que busca generar herramientas y métodos para elevar la capacidad de anticipación e influir en la toma de decisiones. Los estudios de prospectiva tienen por objetivo develar los futuros posibles, identificando los procesos, factores críticos, actores y elementos decisivos que puedan llevar hacia determinados futuros. Usualmente, un ejercicio es prospectivo cuando plantea un horizonte de largo plazo, presenta un enfoque sistémico y establece diferentes escenarios alternativos»⁴.

En conjunto, estas aproximaciones permiten entender la prospectiva como una disciplina orientada no solo a explorar futuros posibles, sino también a relacionar esa exploración con las decisiones del presente. Su aplicación supone reconocer que el futuro no constituye una prolongación única y predeterminada de las tendencias actuales, sino que puede adoptar trayectorias diferentes como resultado de la interacción entre factores críticos, decisiones institucionales, intereses de los actores y acontecimientos emergentes.

En este estudio se adopta, por tanto, un enfoque anticipatorio, sistémico, participativo y orientado a la acción. Es anticipatorio porque examina posibles transformaciones de largo plazo; sistémico porque

¹ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA y ASOCIACIÓN DE ACADEMIAS DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Diccionario panhispánico de dudas (DPD), voz "prospectivo, prospectiva" [en línea]. 2. ed. Disponible en: <https://www.rae.es/dpd/prospectivo>

²GODET, Michel; DURANCE, Philippe. Prospectiva estratégica: problemas y métodos. Cuadernos de LIPSOR, n.º 20. 2.ª ed. París: CNAM, 2007, p. 6.

³ BERGER, Gaston. L'attitude prospective. En: DARCET, Jacques. Etapes de la prospective. París: Presses Universitaires de France, 1967. p. 27-38.

⁴ COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Guía metodológica para la aplicación de prospectiva a la formulación de políticas públicas [en línea]. Bogotá: DNP, [s. f.]. Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Digital/Publicaciones/Guia_metodologica_prospectiva.pdf

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 9 de 92
	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

considera las relaciones de influencia y dependencia existentes entre los componentes del ecosistema; participativo porque incorpora el conocimiento y las valoraciones de expertos y actores sectoriales; y orientado a la acción porque busca producir insumos que apoyen la toma de decisiones y la preparación institucional frente a futuros alternativos.

A partir de este marco conceptual, el siguiente apartado presenta la metodología aplicada para organizar la consulta a expertos, analizar las variables y los actores del sistema y formular las hipótesis que servirán de base para la construcción de escenarios.

2.1 Metodología

En desarrollo del enfoque conceptual expuesto, la metodología articula de manera secuencial distintas herramientas de prospectiva estratégica para avanzar desde la identificación de las variables determinantes del sistema hasta la formulación de hipótesis y la construcción de escenarios⁵.

La primera etapa emplea MICMAC⁶ (*Matrice d'Impacts Croisés – Multiplication Appliquée à un Classement*), traducida como «Matriz de Impactos Cruzados – Multiplicación Aplicada a una Clasificación», un método de análisis estructural que permite identificar las variables clave del sistema según el grado en que influyen sobre otras variables y dependen de ellas. En otras palabras, esta herramienta ayuda a reconocer cuáles factores son más determinantes para explicar la evolución futura del sistema y, por tanto, cuáles deben ser priorizados en la construcción de escenarios. En el caso de este estudio, la primera consulta a expertos permitió identificar diez variables estratégicas y una primera aproximación a los actores relevantes del sistema NTN.

Posteriormente, el estudio profundiza en el análisis de actores mediante el método MACTOR⁷ (*Méthode ACTeurs, Objectifs, Rapports de force*), traducido como «Método de Actores, Objetivos y Relaciones de Fuerza», una herramienta de análisis estratégico orientada a identificar qué actores tienen mayor capacidad de incidencia, cómo se relacionan entre sí y en cuáles objetivos estratégicos coinciden o divergen. MACTOR permite entender quiénes pueden impulsar, frenar o transformar el desarrollo de las NTN y frente a qué temas pueden surgir alianzas, tensiones o conflictos. En este estudio, esta fase se

⁵ La secuencia metodológica que articula análisis estructural, análisis de actores, probabilización de hipótesis, construcción de escenarios y evaluación de opciones estratégicas se fundamenta en GODET, Michel; DURANCE, Philippe. La prospective stratégique pour les entreprises et les territoires. Paris: Dunod, 2011, pp. 48-52 y 62-90. Disponible en: <https://www.futuribles.com/wp-content/uploads/related-documents/prospective-strategique.pdf?postId=63954>. Véase también COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN; SWISSCONTACT. Guía metodológica para la aplicación de prospectiva a la formulación de políticas públicas en Colombia. Bogotá, octubre de 2021, pp. 31-61. ISBN 978-958-5422-39-1. Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Digital/Publicaciones/Guia_metodologica_prospectiva.pdf.

⁶ GODET, Michel, et al. La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Cuadernos de LIPS, n.º 5. 4.ª ed. actualizada. Paris; Zarautz: CNAM; Prospektiker, 2000, p. 66.

⁷ *Ibíd.*, p. 72.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 10 de 92
	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

apoyó en una segunda consulta a expertos, orientada a valorar las influencias directas entre actores y su nivel de afinidad frente a los objetivos estratégicos definidos a partir de las variables clave identificadas en la fase anterior.

Con los insumos obtenidos en la segunda etapa, el ejercicio avanza hacia la estructuración de hipótesis de futuro y la construcción de escenarios. Para ello, el estudio incorpora SMIC-Prob-Expert® (*Systèmes et Matrices d'Impacts Croisés – Probabilités d'Experts*), traducido como «Sistemas y Matrices de Impactos Cruzados – Probabilidades de Expertos», una herramienta prospectiva que permite estimar la probabilidad de ocurrencia de distintas combinaciones de hipótesis y, con ello, identificar los escenarios con mayor grado de plausibilidad. El presente documento comprende la formulación de las hipótesis y la estructuración del instrumento mediante el cual serán sometidas a consulta. Una vez recibidas y procesadas las valoraciones de los expertos, será posible construir los escenarios y avanzar hacia su interpretación estratégica. Los resultados de este procesamiento y de las fases posteriores del ejercicio prospectivo se consolidarán en un documento posterior del estudio.

A partir de los escenarios resultantes, el estudio continuará con una fase de interpretación estratégica orientada a identificar las implicaciones de cada escenario para el desarrollo de las redes no terrestres en Colombia. En esta etapa se analizarán las condiciones habilitantes, los riesgos, las oportunidades, los posibles puntos de ruptura y las decisiones críticas que podrían incidir en la evolución del sistema. El propósito de esta fase no es predecir un único futuro, sino comprender las trayectorias más relevantes y establecer qué capacidades, acciones institucionales, ajustes regulatorios y mecanismos de coordinación serían necesarios para orientar el sistema hacia un escenario deseable.

Con base en esta lectura estratégica, en la segunda parte del componente prospectivo se formularán líneas de acción y recomendaciones dirigidas a fortalecer la preparación del sector frente a la incorporación progresiva de soluciones NTN. Estas recomendaciones se construirán considerando la interacción entre variables tecnológicas, regulatorias, económicas, institucionales y de mercado, así como el papel de los actores públicos y privados en la habilitación, adopción y escalamiento de estas redes. De esta manera, el ejercicio prospectivo se traducirá en insumos concretos para la toma de decisiones, al permitir anticipar desafíos, identificar capacidades requeridas y proponer rutas de acción coherentes con los escenarios identificados.

Posteriormente, las líneas de acción y recomendaciones formuladas se someterán a una consulta adicional con expertos, orientada a validar su pertinencia, factibilidad e importancia relativa. Esta consulta permitirá contrastar las propuestas con el conocimiento técnico, regulatorio, institucional y de mercado de los participantes, así como recoger ajustes sobre su alcance, secuencia de implementación y condiciones habilitantes. A partir de este ejercicio, el estudio priorizará las acciones estratégicas que ofrecen mayor contribución al desarrollo de las NTN en Colombia y que resultan más viables dentro del contexto nacional.

⁸ *Ibíd.*, p. 84.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 11 de 92
	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 consecuencia, el componente del estudio prospectivo articula cuatro niveles de análisis: primero, la identificación de los escenarios más plausibles y deseables; segundo, la valoración de sus implicaciones para el ecosistema nacional de conectividad; tercero, la formulación de orientaciones estratégicas para anticiparse a los cambios tecnológicos, regulatorios, institucionales y de mercado asociados a las NTN; y cuarto, la validación y priorización experta de las acciones propuestas. Esta articulación permite que la prospectiva no se limite a un ejercicio descriptivo de futuros posibles, sino que funcione como una herramienta de apoyo para la planificación sectorial, la coordinación institucional y la construcción de una hoja de ruta para el desarrollo de las redes no terrestres en el país.

La metodología descrita en este capítulo comprende la totalidad del componente prospectivo, incluidas las fases cuya ejecución y cuyos resultados se presentarán en el Documento 3. En consecuencia, dicho documento retomará este apartado como marco metodológico y se concentrará en presentar las respuestas recibidas, los resultados del procesamiento, los escenarios seleccionados y su interpretación, así como las líneas de acción y recomendaciones y los resultados de su validación y priorización, sin reproducir el desarrollo conceptual y procedimental aquí expuesto

2.2 Desarrollo metodológico y consultas a expertos

El componente prospectivo del estudio se desarrolla mediante un proceso de consultas sucesivas a expertos, orientado a recopilar, contrastar y sistematizar conocimiento especializado. Esta metodología permite complementar la revisión documental con valoraciones cualificadas sobre variables críticas, actores relevantes, relaciones de influencia, objetivos estratégicos e hipótesis de futuro, especialmente en un contexto tecnológico emergente, de alta incertidumbre y con múltiples trayectorias posibles de desarrollo.⁹

2.2.1 Caracterización del grupo de expertos participantes

Para el desarrollo de las rondas de consulta se construyó una base de datos de expertos procurando una representación amplia de los principales sectores y subsectores que inciden en el ecosistema de redes no terrestres. Esta base incluyó autoridades públicas nacionales vinculadas con regulación, política pública, espectro, conectividad, planeación, gestión del riesgo, ambiente y capacidades espaciales; organismos internacionales y regionales con experiencia en estandarización, cooperación, gobernanza digital y telecomunicaciones; reguladores de otros países con avances en materia de servicios satelitales y conectividad directa a dispositivos; operadores móviles y asociaciones sectoriales, por su conocimiento sobre redes terrestres, modelos de prestación, usuarios, cobertura, calidad y dinámica competitiva; así como operadores satelitales y proveedores de soluciones NTN, por su experiencia en arquitecturas

⁹ Las consultas prospectivas permiten confrontar y enriquecer los resultados del análisis, identificar convergencias, divergencias y controversias y facilitar su apropiación por los actores. Sus resultados expresan las representaciones de futuro del panel consultado y no poseen representatividad estadística. FUTURIBLES INTERNATIONAL. Enquêtes et ateliers [en línea]. [s. f.]. Disponible en: <https://www.futuribles.com/la-prospective/etapes-de-la-demarche/enquetes-et-ateliers/>. Véase también GODET, Michel; DURANCE, Philippe. La prospective stratégique pour les entreprises et les territoires. Paris: Dunod, 2011, pp. 78-85.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 12 de 92
	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

espaciales, arquitecturas integradas con redes móviles terrestres, backhaul satelital, IoT-NTN¹⁰, NR-NTN¹¹, D2D¹²/D2C¹³ y las soluciones destinadas a fortalecer la continuidad y resiliencia de las comunicaciones

También fueron incorporados en la base fabricantes de equipos, terminales, chipsets e infraestructura de red, por su papel en la interoperabilidad tecnológica, la disponibilidad de dispositivos y la evolución de estándares; así como representantes de la academia, centros de investigación, gremios, consultores especializados y expertos jurídicos, cuya contribución resulta relevante para incorporar análisis independientes sobre tendencias tecnológicas, impactos regulatorios, riesgos, barreras de adopción y escenarios de futuro.

La participación en las rondas de consulta tuvo carácter voluntario, por lo que la composición de las respuestas efectivamente recibidas podía variar entre fases y entre grupos de expertos. No obstante, la conformación inicial de la base buscó asegurar una convocatoria amplia y diversa, capaz de integrar perspectivas técnicas, regulatorias, institucionales, comerciales, territoriales y de política pública¹⁴.

2.2.2 Primera ronda: análisis estructural de variables mediante MICMAC

La primera ronda de consulta tuvo como propósito alimentar la aplicación del método MICMAC, herramienta de análisis estructural prospectivo que permite identificar las variables clave de un sistema a partir de sus relaciones de influencia y dependencia. En este caso, el método se utilizó para determinar cuáles factores tienen mayor capacidad de incidir en la evolución de las redes no terrestres en Colombia hacia el año 2035 y cuáles, a su vez, son más sensibles a los cambios que se produzcan en el sistema.

Para la aplicación de MICMAC, la CRC partió de un conjunto inicial de treinta y una (31) variables identificadas durante la construcción de la línea base técnica, regulatoria, normativa, de industria y de mercado. Estas variables fueron sometidas a valoración por parte de los expertos consultados, no de manera aislada, sino a partir de sus relaciones recíprocas. En consecuencia, la consulta no buscó establecer únicamente qué variables eran más importantes, sino identificar cómo cada variable podía influir sobre las demás dentro del sistema NTN.

¹⁰ 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.

¹¹ 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.

¹² Direct-to-Device (Directo al Dispositivo). Comunicación directa entre equipos terminales sin pasar por la red central.

¹³ 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.

¹⁴ En los ejercicios prospectivos, la conformación del grupo de expertos responde a la finalidad del estudio, la experiencia pertinente y la diversidad de perspectivas requeridas, y no a criterios de representatividad estadística.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 13 de 92
	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 valoración exigió un esfuerzo analítico significativo por parte de los expertos, en la medida en que la matriz MICMAC se estructuró a partir del cruce de las treinta y una (31) variables en filas y columnas. Formalmente, esto dio lugar a una matriz de 31×31 , equivalente a novecientos sesenta y una (961) celdas. No obstante, desde el punto de vista metodológico, la diagonal principal —esto es, la relación de cada variable consigo misma— no tiene una lectura sustantiva de influencia estructural, por lo que el análisis se concentra en las novecientos treinta (930) relaciones potenciales de influencia directa entre variables distintas. Estas relaciones no deben entenderse como vínculos causales deterministas, sino como relaciones de influencia estructural, es decir, como valoraciones expertas sobre la capacidad que tiene una variable de incidir, condicionar, activar, limitar o modificar el comportamiento de otra dentro del sistema NTN.

En cada cruce, los expertos valoraron el grado de influencia directa que la variable ubicada en la fila podía ejercer sobre la variable ubicada en la columna. Esta valoración permitió construir una matriz de impactos cruzados, en la cual se expresan los vínculos de influencia, dependencia, condicionamiento o incidencia entre los factores analizados. De esta manera, el método permitió diferenciar las variables meramente descriptivas de aquellas que, por su capacidad de incidir en otras dimensiones del sistema, pueden desempeñar un papel estructurante en la evolución de las redes NTN.

La escala utilizada permitió distinguir entre ausencia de influencia, influencia débil, influencia media, influencia fuerte e influencia potencial. Esta última corresponde a relaciones que, aunque no necesariamente se manifiestan con plena intensidad en el presente, podrían adquirir relevancia dentro del horizonte de análisis prospectivo.

Tabla 1. Matriz MICMAC - Criterio para influencia directa entre variables

Valor	Criterio para influencia directa entre variables
0	Sin influencia.
1	Influencia débil.
2	Influencia media.
3	Influencia fuerte.
P	Influencia potencial.

Fuente: Elaboración propia CRC, basada en el método MICMAC

A partir de las matrices diligenciadas por los expertos, los resultados fueron consolidados mediante la identificación de la moda estadística en cada cruce de variables. De esta manera, para cada relación evaluada se tomó el valor que apareció con mayor frecuencia entre las respuestas recibidas, con el fin de construir una matriz consolidada que reflejara el mayor nivel de consenso experto. Este

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 14 de 92
	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

procedimiento permitió reducir la dispersión propia de las valoraciones individuales y obtener una base común para el procesamiento posterior¹⁵.

La matriz consolidada fue procesada mediante el software MICMAC¹⁶, herramienta homónima del método, diseñada para apoyar el análisis estructural prospectivo. Este procesamiento permitió calcular la motricidad y la dependencia de cada variable. La motricidad corresponde a la capacidad de una variable para influir sobre las demás, mientras que la dependencia refleja el grado en que una variable es influida por el resto del sistema. Con base en estos dos criterios, el software ubicó las variables en un mapa de influencia y dependencia potencial.

La lectura del mapa permite clasificar las variables según su ubicación relativa en cuatro zonas principales. Las variables con alta influencia y baja dependencia suelen entenderse como variables determinantes o de entrada, en tanto pueden condicionar el comportamiento del sistema sin depender de manera significativa de otras variables. Las variables con baja influencia y alta dependencia suelen corresponder a variables de resultado, pues reflejan efectos del comportamiento general del sistema.

Las variables con baja influencia y baja dependencia se consideran variables autónomas o de menor articulación sistémica. Finalmente, las variables con alta influencia y alta dependencia se consideran variables de enlace, estratégicas o clave, por cuanto inciden de manera significativa en el sistema y, al mismo tiempo, son altamente sensibles a los cambios que se producen en las demás variables.

Tabla 2. Matriz MICMAC - Criterio clasificación de variables

Ubicación en el mapa MICMAC	Lectura prospectiva
Alta influencia y baja dependencia	Variables determinantes o de entrada. Condicionan el sistema y pueden activar cambios en otras variables.
Alta influencia y alta dependencia	Variables de enlace, estratégicas o clave. Influyen en el sistema y, al mismo tiempo, son sensibles a su evolución.
Baja influencia y alta dependencia	Variables de resultado. Reflejan efectos o consecuencias del comportamiento de otras variables.
Baja influencia y baja dependencia	Variables autónomas. Tienen menor articulación con la dinámica general del sistema.

Fuente: Elaboración propia CRC, basada en el método MICMAC

¹⁵ El diligenciamiento individual de matrices completas y su consolidación celda por celda mediante la moda constituyen una adaptación metodológica adoptada por la CRC para sintetizar las valoraciones recibidas.

¹⁶ PEERBOCCUS, Rahmat. L'analyse structurelle: se poser les bonnes questions et identifier les variables clefs. Guide utilisateur V5 [en línea]. Herramienta diseñada por Michel Godet y François Bourse. Futuribles, 5 de mayo de 2022. Disponible en: <https://www.micmacprospective.com/datas/micmac-doc-fr.pdf>. Software disponible en: <https://www.micmacprospective.com/>.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 15 de 92
	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 efectos del presente estudio, se consideraron estratégicas las variables ubicadas en el cuadrante de alta influencia y alta dependencia, correspondiente al cuadrante superior derecho del mapa MICMAC. Dentro de este grupo, se seleccionaron las diez variables más cercanas al vértice superior derecho, por presentar la mayor combinación de motricidad y dependencia. Estas variables fueron consideradas críticas para comprender la evolución del sistema NTN y para orientar la formulación de los objetivos estratégicos de futuro.

Adicionalmente, en esta primera ronda los expertos valoraron la relevancia de cuarenta (40) actores identificados durante la construcción de la línea base del estudio. Esta valoración buscó priorizar aquellos actores con mayor capacidad de incidencia en el desarrollo, adopción, prestación, estandarización, financiación, regulación o implementación de soluciones NTN. A diferencia de la matriz MICMAC, esta valoración no exigía analizar relaciones de influencia entre todos los actores, sino asignar a cada uno una calificación de relevancia en una escala ordinal de 0 a 4, según su importancia percibida dentro del ecosistema NTN.

Tabla 3. Criterio de priorización de actores

Valor	Criterio para priorización de actores
0	Sin relevancia para el análisis estratégico del ecosistema NTN.
1	Relevancia baja.
2	Relevancia media.
3	Relevancia alta.
4	Relevancia muy alta o estratégica.

Fuente: Elaboración propia CRC

Con base en los resultados consolidados, se seleccionaron para la siguiente fase aquellos actores que obtuvieron la mayor valoración de relevancia, siendo el valor de 4, los cuales fueron incorporados en la segunda ronda de consulta para la aplicación del método MACTOR¹⁷.

De manera complementaria, en la primera consulta también se remitió a los expertos un cuestionario con preguntas adicionales orientadas a recabar información cualitativa sobre el estado actual, las tendencias, los habilitadores y los desafíos del ecosistema NTN. En particular, se consultó a los expertos sobre su percepción del estado actual de las redes NTN en Colombia, los avances más relevantes observados en la región y a nivel global, y el tipo de alianzas o colaboraciones que podrían acelerar el despliegue de esta tecnología.

¹⁷ La escala de relevancia de 0 a 4 y el criterio de seleccionar los actores que obtuvieron la máxima valoración corresponden a un procedimiento complementario diseñado por la CRC para delimitar el conjunto de actores que sería analizado posteriormente mediante MACTOR; no constituyen un resultado generado por MICMAC. La literatura metodológica recomienda seleccionar para MACTOR los actores que controlan, condicionan o tienen capacidad de incidir sobre las variables clave del sistema. GODET, Michel; DURANCE, Philippe. La prospective stratégique pour les entreprises et les territoires. Paris: Dunod, 2011, pp. 69-70.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 16 de 92
	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

Asimismo, el cuestionario incluyó preguntas sobre regulación, gobernanza y apropiación social. En particular, se indagó por los ajustes regulatorios que podrían facilitar el despliegue de las redes NTN, el papel de los ciudadanos y usuarios finales, y los mecanismos de participación, consulta, cocreación o alianzas público-privadas que podrían fortalecer la apropiación social de estas tecnologías en Colombia.

La información obtenida mediante estas preguntas no sustituyó la valoración estructurada de la matriz MICMAC ni la priorización de actores, sino que permitió contextualizar sus resultados, identificar avances y barreras del ecosistema y recoger insumos para formular los objetivos estratégicos y las hipótesis de futuro. En conjunto, los resultados de la primera ronda constituyeron la base para analizar posteriormente, mediante MACTOR, las convergencias, divergencias e influencias entre los actores priorizados.

2.2.3 Formulación de objetivos estratégicos de futuro

Una vez identificadas las variables clave mediante la aplicación del método MICMAC, el ejercicio prospectivo avanzó hacia la formulación de objetivos estratégicos de futuro. Esta fase tuvo como finalidad traducir las variables estratégicas del sistema NTN en metas deseables al horizonte 2035, de manera que pudieran ser utilizadas como referencia para el análisis posterior de actores mediante el método MACTOR.

La formulación de objetivos estratégicos cumple una función de articulación entre el análisis estructural de variables y el análisis estratégico de actores. Mientras el método MICMAC permite identificar cuáles variables tienen mayor capacidad de incidir en el sistema y cuáles presentan mayor sensibilidad frente a su evolución, la formulación de objetivos permite transformar esas variables en enunciados estratégicos frente a los cuales es posible evaluar la posición, interés, convergencia o divergencia de los actores. En este sentido, los objetivos constituyen el puente metodológico entre la primera y la segunda ronda de consultas.

Para esta fase, cada variable clave fue analizada a partir de su definición, dimensión principal y papel dentro del sistema prospectivo. Posteriormente, se formuló un objetivo estratégico asociado, entendido como una meta deseable del escenario favorable para el desarrollo de las redes no terrestres en Colombia hacia 2035. Estos objetivos no fueron concebidos como decisiones regulatorias adoptadas, obligaciones vigentes o compromisos institucionales inmediatos, sino como referentes prospectivos que permiten estructurar el análisis de futuro y valorar la forma en que los actores podrían alinearse, resistirse o incidir frente a distintas trayectorias de desarrollo tecnológico, regulatorio, social y de mercado.

Con el fin de asegurar trazabilidad metodológica, cada objetivo estratégico fue vinculado directamente con una de las variables clave identificadas en MICMAC. Asimismo, para cada objetivo se definieron elementos complementarios de análisis, incluyendo su dimensión, indicador asociado, meta propuesta

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 17 de 92
	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 2035 y justificación. Esta estructura permitió que los objetivos no quedaran formulados como declaraciones generales, sino como orientaciones estratégicas susceptibles de análisis, contraste y valoración por parte de los expertos¹⁸.

La formulación también buscó mantener coherencia con el alcance del estudio y con la naturaleza multidimensional del ecosistema NTN. Por ello, los objetivos incorporan dimensiones de mercado, técnicas, socioeconómicas, regulatorias y de política pública. Esta aproximación reconoce que el desarrollo de las redes no terrestres no depende exclusivamente de la evolución tecnológica, sino también de condiciones habilitantes relacionadas con adopción, cobertura, tráfico, calidad, disponibilidad, cierre de brechas, gobernanza, alianzas, espectro, interoperabilidad y coordinación institucional.

En consecuencia, esta etapa permitió pasar de la identificación de variables estratégicas a la definición de un marco de objetivos de futuro para el ecosistema NTN en Colombia. Dicho marco constituye el insumo central para analizar, en la siguiente fase, el papel de los actores priorizados frente a las metas deseables del sistema. Los resultados completos de la formulación de objetivos, incluyendo variables asociadas, indicadores, metas y justificaciones, se presentan más adelante en este documento.

2.2.4 Segunda ronda: análisis estratégico de actores mediante MACTOR

La segunda ronda de consulta tuvo como propósito alimentar la aplicación del método MACTOR, herramienta de prospectiva estratégica orientada a analizar el juego de actores dentro de un sistema determinado. A diferencia del método MICMAC, que se concentra en identificar las variables estructurales del sistema a partir de sus relaciones de influencia y dependencia, MACTOR permite examinar la dinámica estratégica entre los actores priorizados, su capacidad relativa de incidencia y su posición frente a los objetivos estratégicos de futuro formulados a partir de las variables clave.

En este estudio, la segunda ronda se construyó a partir de dos insumos derivados de la fase anterior: por una parte, los veintisiete (27) actores que obtuvieron la máxima calificación de relevancia en la primera ronda, esto es, aquellos valorados con 4 en la escala de priorización; y, por otra, los diez (10) objetivos estratégicos de futuro formulados con base en las variables clave identificadas mediante MICMAC. De esta manera, la consulta no se orientó únicamente a confirmar qué actores eran importantes, sino a comprender cómo podrían relacionarse entre sí, qué capacidad tendría cada uno para incidir en las decisiones de otros actores, frente a qué objetivos podrían existir convergencias y en cuáles podrían surgir divergencias, resistencias o tensiones estratégicas.

¹⁸ MACTOR requiere identificar los asuntos estratégicos y los objetivos frente a los cuales los actores pueden converger o divergir. La vinculación de cada variable estratégica con un objetivo, un indicador y una meta al horizonte 2035 constituye una forma de operacionalización adoptada por la CRC para asegurar la trazabilidad entre el análisis estructural y el análisis de actores.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 18 de 92
	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 aplicación del método MACTOR se evaluaron dos componentes principales. El primero corresponde a la matriz de influencias directas entre actores, construida a partir de los veintisiete (27) actores priorizados. Esta matriz se estructuró como un arreglo de 27×27 , equivalente a setecientos veintinueve (729) cruces de análisis. No obstante, desde el punto de vista metodológico, la diagonal principal —esto es, la relación de cada actor consigo mismo— no tiene una lectura estratégica sustantiva; por tanto, el análisis realizado se concentró en las setecientas dos (702) relaciones potenciales de influencia directa entre actores distintos.

En cada cruce de la matriz de influencias directas, los expertos valoraron el grado de influencia que el actor ubicado en la fila podía ejercer sobre el actor ubicado en la columna. Estas relaciones no deben entenderse como jerarquías formales ni como relaciones jurídicas de subordinación, sino como relaciones estratégicas de influencia, entendidas como la capacidad que tiene un actor de incidir en los procesos, proyectos, misión o existencia de otro actor dentro del sistema analizado. En el caso del ecosistema NTN, dicha influencia puede estar asociada, entre otros factores, a la capacidad de definir políticas públicas, asignar o gestionar recursos, establecer estándares, habilitar condiciones técnicas, incidir en modelos de negocio, desplegar infraestructura, fabricar terminales, proveer conectividad, promover inversión o condicionar la adopción de servicios.

La escala utilizada para la matriz de influencias directas entre actores fue la siguiente:

Tabla 4. Matriz MACTOR - Criterio para influencia directa entre actores

Valor	Criterio para influencia directa entre actores
0	Sin influencia.
1	Influye en los procesos del actor.
2	Influye en los proyectos del actor.
3	Influye en la misión del actor.
4	Influye en la existencia del actor.

Fuente: Elaboración propia CRC, basada en el método MACTOR

El segundo componente corresponde a la matriz de posiciones valoradas frente a los objetivos estratégicos de futuro. En esta matriz, los expertos estimaron la posición de cada uno de los veintisiete (27) actores priorizados frente a los diez (10) objetivos estratégicos formulados en la etapa anterior, lo que dio lugar a doscientas setenta (270) valoraciones actor–objetivo. A diferencia de la matriz de influencias directas, esta valoración no mide la relación entre actores, sino la relación entre cada actor y cada objetivo estratégico. Por tanto, permite establecer si un actor tendería a apoyar, priorizar, resistir o verse afectado por el logro de cada objetivo.

Para la matriz de posiciones valoradas se utilizó una escala que combina signo e intensidad. Los valores positivos indican convergencia del actor frente al objetivo, es decir, que el objetivo resulta favorable,

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 19 de 92
	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

útil o necesario para sus procesos, proyectos, misión o existencia. Los valores negativos indican divergencia o afectación percibida, en la medida en que el objetivo podría poner en riesgo procesos, proyectos, misiones o incluso la existencia del actor. El valor cero indica que el objetivo resulta poco consecuente o sin influencia relevante para el actor.

Tabla 5. Matriz MACTOR - Criterio para posición de actores frente a objetivos

Valor	Criterio para posición frente a objetivos estratégicos
4	El objetivo es indispensable para la existencia del actor.
3	El objetivo es indispensable para el cumplimiento de las misiones del actor.
2	El objetivo es indispensable para el éxito de los proyectos del actor.
1	El objetivo es indispensable para los procesos operativos del actor.
0	El objetivo es poco consecuente o sin influencia.
-1	El objetivo pone en riesgo los procesos operativos del actor.
-2	El objetivo pone en riesgo el éxito de los proyectos del actor.
-3	El objetivo pone en riesgo el cumplimiento de las misiones del actor.
-4	El objetivo pone en riesgo la existencia del actor.

Fuente: Elaboración propia CRC, basada en el método MACTOR

Antes de describir el procedimiento de consolidación, es importante precisar que el tratamiento aplicado en esta segunda ronda no fue idéntico al utilizado en MICMAC, debido a la naturaleza distinta de las valoraciones y a la composición de las respuestas recibidas. En la primera ronda, orientada al análisis estructural de variables, la consulta buscaba identificar relaciones de influencia entre factores del sistema NTN, por lo que la consolidación mediante moda estadística resultaba adecuada para capturar el valor de mayor consenso experto frente a cada cruce de variables. En cambio, en MACTOR las valoraciones se refieren directamente al juego estratégico de actores, sus capacidades de influencia y sus posiciones frente a objetivos de futuro, dimensiones que pueden estar más condicionadas por el perfil institucional o sectorial del experto consultado.

Por esta razón, a partir de las respuestas recibidas en la segunda ronda, las valoraciones fueron consolidadas mediante un procedimiento específico para construir las matrices requeridas por el método MACTOR. Dado que la muestra presentaba una mayor participación relativa de expertos asociados al ecosistema satelital, se consideró necesario aplicar una forma de agregación que evitara que la matriz final reflejara únicamente la posición del grupo con mayor número de respuestas completas. En consecuencia, no se utilizó la moda simple como criterio principal de consolidación, sino una agregación en dos etapas mediante medianas por grupos de expertos, con el fin de otorgar una representación equilibrada a las distintas perspectivas sectoriales e institucionales.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 20 de 92
	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 este propósito, los expertos fueron clasificados en seis grupos de análisis, de acuerdo con su perfil institucional o sectorial:

- Institucional y política pública nacional.
- Organismos internacionales, estandarización y asociaciones globales TIC.
- Ecosistema satelital y NTN.
- Fabricantes y proveedores de infraestructura de red.
- Terminales, dispositivos y chipsets.
- Operadores móviles o proveedores de servicios terrestres.

Esta clasificación permitió que cada grupo tuviera el mismo peso relativo en la consolidación final, independientemente del número de expertos que lo integrara.

En el caso de la matriz de influencias directas entre actores, el procesamiento partió de las respuestas individuales entregadas por los expertos consultados. Para cada celda de la matriz actor-actor se identificaron las respuestas válidas y se calculó, en primer lugar, la mediana dentro de cada grupo de expertos. Posteriormente, se calculó la mediana entre los valores consolidados de los seis grupos, de manera que el resultado final correspondiera a una agregación equilibrada de las distintas perspectivas. Este procedimiento resulta adecuado para la escala utilizada en MACTOR, dado que las calificaciones de influencia tienen naturaleza ordinal y no necesariamente representan distancias equivalentes entre categorías. El valor final de cada celda de la matriz actor-actor fue ajustado a la escala discreta requerida por MACTOR.

Para el procesamiento de la matriz de posiciones valoradas actor-objetivo se aplicó un procedimiento análogo, con el fin de mantener consistencia metodológica entre los dos insumos principales del análisis MACTOR. Esta matriz recoge la valoración de la relación entre cada actor y los objetivos estratégicos definidos para el horizonte 2035, por lo que su consolidación también debía reflejar una lectura equilibrada de las posiciones de los distintos grupos de expertos y no la prevalencia numérica de un sector específico dentro de la muestra.

En consecuencia, las respuestas individuales de la matriz actor-objetivo fueron organizadas según los mismos seis grupos de expertos definidos para la matriz actor-actor. Para cada celda se tomaron únicamente las respuestas válidas, excluyendo celdas vacías o valores no numéricos que no pudieran ser incorporados al cálculo. Posteriormente, se calculó la mediana de las respuestas dentro de cada grupo y, luego, la mediana entre los valores resultantes de los grupos. Al igual que en la matriz actor-actor, se optó por este procedimiento debido a la naturaleza ordinal de la escala empleada y a su mayor robustez frente a valores extremos o concentraciones de respuestas provenientes de un mismo perfil de experto. El resultado final de la matriz actor-objetivo fue ajustado a la escala discreta requerida por MACTOR.

En consecuencia, la matriz actor-objetivo utilizada como insumo principal del MACTOR corresponde al consolidado por grupos de expertos.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 21 de 92
	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 procesamiento de la matriz de influencias directas permite estimar el grado relativo de influencia y dependencia de los actores dentro del sistema. A partir de esta lectura es posible distinguir actores con alta capacidad de incidencia, actores más dependientes de las decisiones de otros, actores articuladores, actores dominantes, actores dominados y actores con menor peso estratégico dentro de la dinámica analizada. Esta información resulta relevante para comprender quiénes podrían impulsar, bloquear, condicionar o acelerar la evolución del ecosistema NTN.

Por su parte, el procesamiento de la matriz de posiciones valoradas permite identificar el grado de alineación de los actores frente a los objetivos estratégicos. Esta lectura facilita reconocer objetivos con mayor potencial de consenso, objetivos con mayor posibilidad de controversia, actores con posiciones similares, actores con intereses contrapuestos y posibles agrupamientos estratégicos. En consecuencia, el método permite pasar de una lectura individual de cada actor a una comprensión relacional del sistema, en la cual importan tanto las capacidades de influencia como las afinidades o divergencias frente a las metas deseables.

En conjunto, la aplicación de MACTOR aporta una lectura estratégica del ecosistema NTN. Su valor metodológico radica en que permite identificar no solo qué objetivos resultan relevantes, sino qué actores tienen capacidad de incidir en su materialización, cuáles podrían converger alrededor de ellos y dónde podrían emerger tensiones que condicionen el desarrollo futuro de las redes no terrestres en Colombia. Estos insumos se incorporan en las secciones posteriores del documento para la interpretación de resultados, la formulación de hipótesis y la construcción de escenarios prospectivos hacia 2035¹⁹.

2.2.5 Valoración probabilística de hipótesis mediante SMIC-Prob-Expert

Una vez identificadas las variables estratégicas mediante MICMAC, formulados los objetivos de futuro y analizada la dinámica de actores mediante MACTOR, el ejercicio avanza hacia la valoración probabilística de las hipótesis mediante SMIC-Prob-Expert. Esta herramienta permite estimar la probabilidad relativa de las diferentes configuraciones que puede adoptar el sistema, teniendo en cuenta que la ocurrencia o no ocurrencia de una hipótesis puede modificar la probabilidad de materialización de las demás.

Para este estudio se formularon seis hipótesis de futuro, cuya combinación da lugar a sesenta y cuatro (64) configuraciones posibles. Cada configuración se representa mediante una secuencia binaria, en la que el valor 1 indica la ocurrencia de una hipótesis y el valor 0 su no ocurrencia. Estas combinaciones constituyen imágenes posibles del ecosistema NTN hacia 2035 y sirven como base para la construcción posterior de escenarios.

¹⁹ La consolidación en dos etapas mediante medianas y la asignación del mismo peso a los seis grupos institucionales y sectoriales constituyen adaptaciones metodológicas definidas por la CRC. Sobre los alcances y limitaciones del tratamiento de la información en MACTOR, véase GODET, Michel; DURANCE, Philippe. La prospective stratégique pour les entreprises et les territoires. Paris: Dunod, 2011, pp. 72-73.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 22 de 92
	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 consulta recoge tres tipos de valoración: probabilidades simples de ocurrencia de cada hipótesis; probabilidades condicionales positivas, correspondientes a la probabilidad de que una hipótesis ocurra cuando otra también ocurre; y probabilidades condicionales negativas, referidas a la probabilidad de que una hipótesis ocurra cuando otra no ocurre. En total, cada participante realizará seis valoraciones de probabilidad simple, treinta de probabilidad condicional positiva y treinta de probabilidad condicional negativa. La estructura del instrumento y sus instrucciones de diligenciamiento se desarrollan en el numeral 2.4.1.

Las probabilidades expresadas por los expertos constituyen juicios sobre futuros posibles y no frecuencias objetivas ni predicciones deterministas. Su procesamiento busca organizar estas valoraciones dentro de un sistema probabilístico coherente, identificar relaciones de interdependencia entre las hipótesis y establecer una jerarquía de las sesenta y cuatro configuraciones posibles.

2.2.6 Procesamiento de la consulta y selección de escenarios

Una vez recibidos los instrumentos diligenciados, se verificará que las respuestas correspondan al horizonte 2035, se encuentren dentro del intervalo de 0 % a 100 % y contengan la totalidad de las valoraciones requeridas. Los valores porcentuales serán normalizados a una escala entre 0 y 1. Las respuestas incompletas o con valores no válidos serán revisadas y, cuando sea posible, aclaradas con el participante; aquellas que no permitan conformar el sistema de probabilidades requerido no serán incorporadas al procesamiento.

Las respuestas válidas serán incorporadas en SMIC-Prob-Expert como perfiles expertos individuales. El carácter individual del procesamiento implica conservar diferenciadamente las valoraciones emitidas por cada participante y no realizar un estudio independiente para cada uno. Los perfiles podrán procesarse dentro de un mismo proyecto o en lotes, según las funcionalidades de la versión de la herramienta utilizada, sin consolidar previamente las respuestas brutas.

Para cada perfil individual, SMIC-Prob-Expert analizará las probabilidades simples y condicionales suministradas y realizará los ajustes necesarios para obtener el sistema probabilístico coherente más próximo a las valoraciones originales. A partir de este procedimiento, asignará a cada participante una distribución de probabilidad entre las sesenta y cuatro configuraciones posibles.

Una vez obtenidos los resultados corregidos de los perfiles individuales, estos se organizarán según los seis grupos institucionales y sectoriales definidos para el análisis MACTOR. Para cada configuración se calculará inicialmente el promedio aritmético de las probabilidades obtenidas por los participantes pertenecientes a cada grupo. Posteriormente, se calculará el promedio entre los grupos que cuenten

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 23 de 92
	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 respuestas válidas, de manera que cada perspectiva institucional o sectorial tenga el mismo peso en el resultado consolidado, independientemente del número de participantes que la integre²⁰.

El promedio aritmético se aplicará sobre las probabilidades corregidas de las configuraciones, por tratarse de valores cuantitativos continuos. Este tratamiento se diferencia del aplicado en MACTOR, en el cual se utilizaron medianas debido a la naturaleza ordinal de sus escalas de valoración. De manera complementaria, se conservarán los resultados desagregados por grupos para identificar coincidencias, diferencias de percepción y posibles visiones contrastantes sobre el futuro del ecosistema NTN²¹.

El análisis comprenderá la revisión de los ajustes realizados sobre los perfiles individuales, la jerarquización consolidada de las configuraciones y el examen de sensibilidad entre hipótesis. Este último permitirá identificar cuáles hipótesis tienen mayor capacidad de modificar la probabilidad de ocurrencia de las demás y cuáles presentan mayor dependencia frente al comportamiento general del sistema. También se compararán las probabilidades y jerarquías obtenidas por los distintos grupos para reconocer consensos, divergencias y representaciones diferenciadas del futuro.

A partir de estos resultados se seleccionarán uno o más escenarios de referencia, correspondientes a las configuraciones con mayor probabilidad consolidada y ubicación recurrente entre los primeros lugares de las jerarquías grupales. Asimismo, se identificará un escenario favorable, entendido como la configuración que presenta mayor correspondencia con los objetivos estratégicos formulados, y un escenario crítico, caracterizado por la no materialización de condiciones habilitantes o por la concurrencia de riesgos con efectos relevantes para el desarrollo de las NTN. Cuando los resultados lo justifiquen, también podrán seleccionarse escenarios contrastantes o de ruptura que, aun teniendo una probabilidad inferior, representen trayectorias sustancialmente diferentes o consecuencias estratégicas significativas.

La probabilidad no será el único criterio de selección. También se considerarán la coherencia de la combinación de hipótesis, su diferenciación frente a los demás escenarios, su relevancia para la toma de decisiones y la magnitud de sus posibles implicaciones. En consecuencia, un escenario de baja probabilidad no será descartado automáticamente cuando sus efectos potenciales ameriten preparación, seguimiento o medidas preventivas.

²⁰ En el procedimiento SMIC-Prob-Expert, las probabilidades simples y condicionales de cada experto deben corregirse individualmente para obtener un sistema coherente y asignar una probabilidad a cada configuración. La agregación se realiza posteriormente sobre las probabilidades corregidas de los escenarios. La literatura también contempla conservar y comparar resultados por grupos de actores o expertos. GODET, Michel; DURANCE, Philippe. *La prospective stratégique pour les entreprises et les territoires*. Paris: Dunod, 2011, pp. 84-85. BOURSE, François; CHAPUY, Pierre; con la colaboración de Francis Meunier. *Probabilisation de scénarios: applications aux secteurs de l'agriculture et de l'automobile*. Cahiers du LIPSOR, n.º 21. Paris: GERPA/CNAM, 2006, pp. 66-68.

²¹ El cálculo de promedios dentro de cada grupo y, posteriormente, entre grupos con igual ponderación constituye una adaptación metodológica de la CRC. Esta agregación se aplica exclusivamente sobre las probabilidades de los escenarios obtenidas después del procesamiento individual mediante SMIC-Prob-Expert. El procedimiento busca equilibrar las perspectivas institucionales y sectoriales, sin modificar la unidad individual de procesamiento requerida por el método.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 24 de 92
	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

Las configuraciones seleccionadas serán transformadas en escenarios narrativos. Para cada una se describirá la situación de partida, el encadenamiento de acontecimientos y decisiones que podría conducir a la imagen final de 2035, los hitos o puntos de ruptura, el comportamiento de los actores relevantes, las condiciones habilitantes y los principales riesgos y oportunidades. Esta construcción integrará la línea base del Documento 1, las variables estratégicas identificadas mediante MICMAC, los objetivos de futuro, los resultados de MACTOR y los aportes cualitativos de las consultas.

Cada escenario contendrá, como mínimo, su denominación, código binario, probabilidad consolidada, combinación de hipótesis, trayectoria de evolución, actores con mayor capacidad de incidencia, condiciones habilitantes, riesgos, oportunidades, implicaciones e indicadores o señales tempranas que permitan observar su posible materialización.

2.2.7 Interpretación estratégica y formulación de líneas de acción

Una vez contruidos los escenarios narrativos, se realizará una interpretación estratégica orientada a establecer sus posibles implicaciones para el desarrollo de las redes no terrestres en Colombia. Esta fase permitirá pasar de la descripción de futuros alternativos a la identificación de los asuntos que podrían requerir preparación, seguimiento, coordinación o intervención por parte de los actores del ecosistema.

La interpretación se desarrollará mediante un análisis comparativo de los escenarios de referencia, favorable, crítico y, cuando corresponda, de los escenarios contrastantes o de ruptura. Para cada uno se examinarán sus implicaciones técnicas, regulatorias, económicas, institucionales, territoriales y de mercado, así como sus efectos potenciales sobre la gestión del espectro, la competencia, la inversión, la interoperabilidad, la cobertura, la calidad y disponibilidad de los servicios, la protección de los usuarios, la resiliencia de las comunicaciones y el cierre de brechas digitales.

Este análisis permitirá identificar las condiciones habilitantes presentes en los escenarios favorables; las barreras, riesgos y puntos de bloqueo asociados a los escenarios críticos; y las decisiones, acontecimientos o cambios de comportamiento que podrían modificar la trayectoria del sistema. También se establecerán las brechas existentes entre el escenario de referencia y el escenario favorable, con el propósito de reconocer qué capacidades, acuerdos, ajustes o mecanismos de coordinación serían necesarios para aproximar el ecosistema al futuro deseable.

La interpretación incorporará los resultados de MICMAC y MACTOR para mantener la trazabilidad del ejercicio. Las variables estratégicas permitirán identificar los componentes del sistema sobre los cuales podrían producirse los principales efectos, mientras que el análisis de actores permitirá establecer quiénes cuentan con mayor capacidad de incidencia, cuáles presentan afinidades frente a los objetivos estratégicos y dónde podrían surgir necesidades de articulación, negociación o coordinación.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 25 de 92
	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 base en estas implicaciones se formularán líneas de acción y recomendaciones. Para efectos del estudio, las líneas de acción se entenderán como orientaciones estratégicas amplias dirigidas a atender uno o varios retos identificados en los escenarios, mientras que las recomendaciones corresponderán a propuestas más concretas para desarrollar dichas orientaciones. Cada línea de acción deberá guardar relación expresa con los objetivos estratégicos, las hipótesis y las implicaciones de los escenarios que justifican su formulación.

Cuando resulte pertinente, las propuestas se clasificarán en tres categorías. Las acciones robustas serán aquellas que resulten convenientes bajo varios escenarios y cuya adopción permita fortalecer la preparación general del ecosistema. Las acciones contingentes estarán asociadas a condiciones, riesgos o acontecimientos específicos y su implementación dependerá de la materialización de determinadas trayectorias. Finalmente, las acciones de seguimiento estarán dirigidas a observar indicadores, señales tempranas o cambios del entorno que permitan identificar hacia cuál escenario se aproxima el sistema y determinar oportunamente la necesidad de activar otras medidas.

Para cada línea de acción se precisarán, como mínimo, el asunto que busca atender, su objetivo, justificación prospectiva, escenarios e hipótesis relacionados, acciones propuestas, actores con competencias o capacidad de incidencia, horizonte indicativo de implementación, condiciones habilitantes, riesgos y posibles indicadores de seguimiento. Esta estructura permitirá asegurar la trazabilidad entre los resultados del ejercicio prospectivo y las orientaciones formuladas.

La identificación de actores y horizontes tendrá carácter indicativo y no implicará la asignación de obligaciones jurídicas, presupuestales o institucionales. Asimismo, las líneas de acción y recomendaciones deberán entenderse como insumos prospectivos para la planeación, la coordinación y el análisis sectorial, y no como decisiones regulatorias, proyectos normativos, compromisos institucionales o posiciones definitivas de la CRC.

2.2.8 Validación y priorización experta de las líneas de acción y recomendaciones

Las líneas de acción y recomendaciones formuladas serán sometidas a una consulta adicional con expertos y actores del ecosistema NTN. Esta fase tendrá como propósito validar su correspondencia con las implicaciones identificadas en los escenarios, recoger ajustes sobre su contenido y establecer su prioridad relativa para el contexto colombiano.

La consulta combinará valoraciones estructuradas y preguntas abiertas. Para cada línea de acción, los participantes indicarán si consideran que debe mantenerse en los términos propuestos, ajustarse o no incluirse en el resultado final. Asimismo, podrán formular observaciones sobre su alcance, redacción, actividades asociadas, actores involucrados, condiciones habilitantes, dependencias y posible secuencia de implementación.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 26 de 92
	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

Las propuestas serán valoradas de acuerdo con tres criterios. El primero será la pertinencia, entendida como el grado en que la línea de acción responde a los problemas, riesgos, oportunidades o condiciones identificados en los escenarios. El segundo será la importancia o contribución esperada, correspondiente a su capacidad potencial para favorecer el desarrollo ordenado, sostenible y competitivo de las redes no terrestres y aproximar el ecosistema al escenario deseable. El tercero será la factibilidad, referida a la posibilidad técnica, jurídica, institucional y económica de implementar la propuesta dentro del contexto nacional.

Cada criterio será valorado mediante una escala ordinal de 0 a 4, en la que 0 corresponderá a una valoración nula; 1, a una valoración baja; 2, a una valoración media; 3, a una valoración alta, y 4, a una valoración muy alta. Esta escala permitirá comparar las líneas de acción bajo criterios comunes sin interpretar las respuestas como mediciones exactas o compromisos institucionales.

Las respuestas válidas serán organizadas según los seis grupos institucionales y sectoriales utilizados en las fases anteriores. Para cada línea de acción y criterio se calculará inicialmente la mediana de las valoraciones dentro de cada grupo y, posteriormente, la mediana entre los grupos que cuenten con respuestas válidas. Este procedimiento permitirá otorgar el mismo peso a las diferentes perspectivas sectoriales e institucionales, independientemente del número de participantes que integre cada grupo, y resultará consistente con la naturaleza ordinal de la escala empleada.

Como referencia para la priorización, se calculará para cada línea de acción un resultado global a partir del promedio de los valores consolidados de pertinencia, importancia y factibilidad, otorgando igual ponderación a los tres criterios. Este resultado permitirá ordenar las propuestas, pero no será aplicado de manera exclusivamente mecánica. También se conservará la lectura separada de cada criterio para distinguir, por ejemplo, acciones de alta importancia que requieran desarrollar condiciones habilitantes debido a su menor factibilidad, o acciones de fácil implementación cuyo aporte estratégico resulte más limitado.

Las observaciones cualitativas serán sistematizadas para identificar ajustes recurrentes, propuestas de integración o división de acciones, condiciones previas de implementación, dependencias y recomendaciones sobre su secuencia temporal. Con base en estos resultados, las líneas de acción podrán mantenerse, reformularse, fusionarse, complementarse o excluirse, dejando trazabilidad de los principales ajustes realizados a partir de la consulta.

Finalmente, las acciones validadas se organizarán en una secuencia indicativa de corto, mediano y largo plazo dentro del horizonte del estudio. Esta organización considerará su prioridad relativa, factibilidad, relaciones de dependencia y necesidad de activar previamente determinadas condiciones técnicas, regulatorias, institucionales o de mercado.

El resultado de esta fase será un conjunto validado, ajustado y priorizado de líneas de acción y recomendaciones, acompañado de su justificación prospectiva, secuencia indicativa y condiciones de implementación. La validación experta constituirá un insumo técnico para fortalecer las propuestas y no

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 27 de 92
	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

implicará su adopción automática como decisiones regulatorias, obligaciones vinculantes o posiciones institucionales definitivas de la CRC.

2.3 Resultados del ejercicio prospectivo.

2.3.1 Primera ronda de consultas – Método MICMAC

Como resultado de la primera ronda de consulta a expertos y del procesamiento mediante el método MICMAC, se identificaron las variables con mayor relevancia estructural para explicar la evolución del sistema NTN en Colombia hacia 2035. El ejercicio partió de un conjunto inicial de treinta y una (31) variables asociadas a dimensiones técnicas, regulatorias, socioeconómicas, institucionales, de mercado y de política pública; la lista de las 31 variables puede ser consultada en el **Anexo 1. Lista de las 31 variables iniciales sometidas a consideración de los expertos en el método MICMAC**. A partir del análisis de influencia y dependencia potencial, se seleccionaron diez (10) variables estratégicas, correspondientes a aquellas con mayor combinación de motricidad y dependencia dentro del sistema.

Estas variables se ubicaron en el cuadrante de alta influencia y alta dependencia del mapa MICMAC, por lo que fueron clasificadas como variables de enlace o variables clave. Su importancia radica en que tienen capacidad de incidir en la evolución del sistema y, al mismo tiempo, son sensibles a los cambios que se produzcan en otras variables. En consecuencia, constituyen el núcleo estructurante del ejercicio prospectivo y sirven como base para la formulación de objetivos estratégicos de futuro, el análisis de actores y la construcción posterior de escenarios. El diagrama resultante de la ejecución del software MICMAC se encuentra consignado en el **Anexo 2. Distribución de variables en el plano MICMAC**.

Las diez variables estratégicas identificadas fueron las siguientes:

Tabla 6. Variables estratégicas resultantes del MICMAC

No	Variable	Definición	Dimensión
1	Cantidad de usuarios	Número de líneas/accesos móviles activos que disponen de provisión comercial habilitada para servicios NTN y de equipos o dispositivos compatibles, en los segmentos de usuario final (D2D) y de IoT/M2M.	Mercado
2	Cobertura	Área geográfica en la que un operador de telecomunicaciones presta determinado servicio.	Técnica
3	Tráfico de datos	Cantidad de MB cursados por la red móvil satelital	Técnica
4	Velocidad de carga	Medición que establece la tasa de transferencia de datos de un dispositivo o equipo terminal móvil del usuario a un servidor de prueba medida en Megabits/segundo.	Técnica

5	Velocidad de descarga	Medición que establece la tasa de transferencia de datos de un servidor de prueba al dispositivo o equipo terminal móvil del usuario medida en Megabits/segundo.	Técnica
6	Brecha digital	Diferencia socioeconómica entre aquellas comunidades que tienen accesibilidad a las TIC y aquellas que no, y también hace referencia a las diferencias que hay entre grupos según su capacidad para utilizar las TIC de forma eficaz, debido a los distintos niveles de alfabetización y capacidad tecnológica	Socioeconómica
7	Políticas nacionales	Acciones, normativas, estrategias y planes diseñados por el Estado para fomentar la implementación y apropiación de la tecnología 5G NTN	Política pública
8	Alianzas público - privadas	Programas o proyectos de cofinanciamiento del despliegue y operación de redes NTN en el país.	Política pública
9	Disponibilidad	Porcentaje de tiempo, en relación con un determinado periodo de observación, en que un elemento de red permanece en condiciones operacionales de cursar tráfico de manera ininterrumpida y sin generar afectación del servicio.	Técnica
10	Gestión del espectro (bandas disponibles)	Estandarización, acuerdos regionales, disponibilidad de espectro asignado a NTN y precios de uso de espectro (subasta o mecanismo de asignación que se determine).	Política pública / Regulatoria

Fuente: Elaboración propia CRC

La ubicación de estas variables en el plano de influencias y dependencias confirma que el sistema NTN se estructura alrededor de un conjunto de factores altamente interdependientes. Las variables seleccionadas no corresponden únicamente a elementos técnicos de red, sino también a condiciones de adopción, política pública, regulación, mercado y cierre de brechas. Esto evidencia que el desarrollo de las redes no terrestres en Colombia hacia 2035 dependerá de una interacción sistémica entre disponibilidad tecnológica, condiciones regulatorias, modelos de negocio, gestión del espectro, despliegue de infraestructura, adopción por parte de usuarios y capacidad de generar beneficios sociales.

En el extremo de mayor influencia y dependencia se ubica la variable «cantidad de usuarios», lo que refleja su papel central en la evolución del ecosistema NTN. Esta variable no solo expresa la adopción comercial de los servicios, sino que también sintetiza la madurez del mercado, la disponibilidad de dispositivos compatibles, la existencia de ofertas comerciales, la asequibilidad del servicio y la utilidad percibida por los usuarios. Su alta dependencia indica que la adopción no se producirá de manera aislada, sino que estará condicionada por factores como cobertura, calidad, disponibilidad, precios, interoperabilidad, regulación y alianzas entre actores. Al mismo tiempo, su alta influencia muestra que una mayor adopción puede modificar la dinámica del sistema, acelerar inversiones, fortalecer economías de escala y justificar nuevos modelos de prestación.

La variable «cobertura» también aparece como uno de los factores más estructurantes del sistema. Su ubicación confirma que la expansión territorial de las NTN constituye una condición crítica para materializar su valor diferencial frente a las redes terrestres, especialmente en zonas rurales, apartadas

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 29 de 92
	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

o de difícil acceso. La cobertura influye directamente en la posibilidad de reducir brechas, habilitar servicios de emergencia, ampliar la disponibilidad de conectividad y generar demanda. Sin embargo, también depende de elementos como la gestión del espectro, la disponibilidad de constelaciones, la coordinación regulatoria, las alianzas entre operadores y la existencia de dispositivos compatibles.

Las variables asociadas a desempeño y calidad del servicio —«tráfico de datos», «velocidad de carga», «velocidad de descarga» y «disponibilidad»— conforman un segundo núcleo técnico relevante. Su presencia dentro del conjunto de variables estratégicas indica que el desarrollo de NTN no puede medirse únicamente por la existencia de cobertura nominal, sino por la capacidad efectiva de cursar tráfico, mantener continuidad operacional y ofrecer condiciones mínimas de calidad. Estas variables son sensibles a la madurez tecnológica, la capacidad satelital, la congestión, el tipo de servicio ofrecido, la arquitectura de red y los estándares regulatorios que se definan para esta tecnología. Al mismo tiempo, influyen sobre la experiencia de usuario, la adopción comercial, la confianza en el servicio y la posibilidad de utilizar NTN para casos de uso más exigentes.

La «brecha digital» aparece como una variable de alta relevancia prospectiva, lo que confirma que las NTN no deben analizarse únicamente como una innovación tecnológica, sino como una herramienta potencial para atender objetivos de inclusión digital y conectividad territorial. Su ubicación en el plano refleja que la reducción de brechas depende de múltiples condiciones habilitantes —cobertura, asequibilidad, disponibilidad, calidad, políticas públicas, alianzas y dispositivos—, pero también que su evolución puede incidir en la orientación de políticas, inversiones, obligaciones, programas de conectividad y prioridades regulatorias. En este sentido, la brecha digital funciona como una variable puente entre el desempeño técnico del ecosistema y sus impactos sociales.

Por su parte, las variables «políticas nacionales», «alianzas público-privadas» y «gestión del espectro» conforman el bloque institucional y regulatorio del sistema. Su presencia dentro del grupo estratégico evidencia que el despliegue de NTN no dependerá exclusivamente de decisiones empresariales o avances tecnológicos, sino también de la capacidad del Estado para definir reglas habilitantes, coordinar competencias, articular instrumentos de política pública, viabilizar modelos de colaboración y administrar eficientemente el recurso espectral. En particular, la gestión del espectro aparece como una condición crítica para la coexistencia entre redes terrestres y no terrestres, la asignación o habilitación de bandas, la coordinación internacional y la prevención de interferencias.

La lectura integrada del plano permite concluir que las diez variables estratégicas se agrupan en cuatro dimensiones principales. La primera corresponde a la adopción y dinámica de mercado, representada por la cantidad de usuarios. La segunda corresponde al alcance territorial y social del sistema, expresada en cobertura y brecha digital. La tercera corresponde al desempeño técnico de las redes, integrada por tráfico de datos, velocidad de carga, velocidad de descarga y disponibilidad. La cuarta corresponde a las condiciones habilitantes institucionales y regulatorias, representadas por políticas nacionales, alianzas público-privadas y gestión del espectro.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 30 de 92
	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 conjunto, el resultado MICMAC muestra que el futuro de las redes no terrestres en Colombia estará determinado por la capacidad de articular estas cuatro dimensiones. Un escenario favorable hacia 2035 requeriría que la ampliación de cobertura se traduzca en adopción efectiva; que la adopción esté respaldada por niveles adecuados de calidad, tráfico y disponibilidad; que la gestión del espectro permita coexistencia e interoperabilidad; y que las políticas públicas y alianzas habiliten modelos de despliegue sostenibles, especialmente en zonas donde las redes terrestres presentan mayores limitaciones. Por esta razón, las variables identificadas constituyen la base estructural para la formulación de objetivos estratégicos y para el análisis posterior de actores, hipótesis y escenarios.

2.3.1.1 Resultados de la formulación de los objetivos estratégicos de futuro

A partir de las diez variables estratégicas identificadas mediante MICMAC, se formularon los objetivos estratégicos de futuro que orientan el escenario deseable de desarrollo de las redes no terrestres en Colombia hacia el año 2035. Estos objetivos permiten traducir las variables clave del sistema en metas prospectivas concretas, asociadas a dimensiones de mercado, técnicas, socioeconómicas, regulatorias y de política pública.

La formulación de estos objetivos no constituye la adopción de obligaciones regulatorias ni la definición anticipada de medidas normativas específicas. Su propósito dentro del ejercicio prospectivo es establecer un marco de referencia para analizar hacia dónde podría orientarse el ecosistema NTN en un escenario favorable, así como identificar las condiciones que deberían concurrir para su desarrollo, adopción, apropiación y sostenibilidad.

A continuación, se presenta un resumen de los objetivos estratégicos de futuro, asociados a las variables clave identificadas. La información completa, respecto a la formulación de cada objetivo, contemplado su definición, indicador, meta propuesta a 2035 y justificación se encuentran consignados en el **Anexo 3. Formulación de objetivos estratégicos de futuro**. Esta estructura permite mantener la trazabilidad entre los resultados del análisis estructural de variables y las fases posteriores del ejercicio prospectivo.

Tabla 7. Objetivos estratégicos de futuro

Variable	Dimensión	Objetivo estratégico
Cantidad de usuarios	Mercado	Al 2035, consolidar la adopción de servicios NTN orientados a usuario final (D2D/D2C) y habilitar el escalamiento de IoT-NTN para usos industriales, como extensión funcional de las redes 4G y 5G (y de ser aplicable 6G), garantizando interoperabilidad tecnológica y continuidad del servicio mediante mecanismos de handover entre infraestructuras de acceso terrestre y satelital.
Cobertura	Técnica	Al 2035, ampliar la cobertura de conectividad de red al 99% de la población en el territorio nacional garantizando como mínimo la disponibilidad de servicios NTN esenciales (SOS/SMS/alertas).

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 31 de 92
	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

Tráfico de datos	Técnica	Para 2035, habilitar un crecimiento sostenible y escalable del tráfico cursado, en MB, sobre redes NTN (incluyendo, pero no limitándose a NR-NTN, D2D, D2C, IoT-NTN) garantizando la no degradación de las condiciones de calidad.
Velocidad de carga	Técnica	Para el 2035 hacer que los servicios móviles de datos soportados por NTN (incluyendo, pero no limitándose a NR-NTN, D2D, D2C) cumplan con los estándares regulatorios de velocidad de carga (uplink) definidos para esta tecnología.
Velocidad de descarga	Técnica	Para el 2035 hacer que los servicios móviles de datos soportados por NTN (incluyendo, pero no limitándose a NR-NTN, D2D, D2C) cumplan con los estándares regulatorios de velocidad de descarga (downlink) definidos para esta tecnología.
Brecha digital	Socioeconómica	Al 2035, contribuir a la reducción de la brecha territorial de acceso a servicios de conectividad fija y móvil, mediante la incorporación de soluciones NTN como mecanismo complementario en zonas con cobertura limitada y como mecanismo de provisión satelital exclusiva en zonas sin cobertura terrestre, impactando la dimensión de «falta de conectividad digital de calidad»
Políticas nacionales	Política pública	Al 2035, contar con un marco normativo integral que articule regulación general, promoción de la competencia, calidad, seguridad, interconexión, acceso y uso de instalaciones esenciales, medidas de protección y atención de reclamos de los usuarios y garantizando la interoperabilidad con estándares internacionales (UIT, 3GPP), incluyendo las relaciones con asignación y gestión de espectro minimizando riesgos de interferencia y asegurando gobernanza transfronteriza.
Alianzas publico - privadas	Política pública	Al 2035, contar con un marco normativo que viabilice esquemas de alianzas público-privadas orientadas a ampliar la cobertura y fortalecer los indicadores de calidad del ecosistema digital mediante soluciones NTN (incluyendo, pero no limitándose a NR-NTN, D2D, D2C, IoT-NTN y backhaul NTN), incorporando modelos de inversión compartida y mecanismos de colaboración intersectorial alineados con las mejores prácticas internacionales de eficiencia, sostenibilidad e innovación tecnológica.
Disponibilidad	Técnica	Para 2035, garantizar que los elementos de la red NTN cuenten con niveles de disponibilidad suficientes para asegurar la continuidad del servicio y el cumplimiento de los estándares regulatorios que defina la CRC para esta tecnología.
Gestión del espectro (bandas disponibles)	Política pública / Regulatoria	Al 2035, asegurar disponibilidad de espectro y condiciones técnicas para la implementación de redes NTN (incluyendo, pero no limitándose a la asignación de espectro para estaciones terrenas NTN – Gateway NTN, NR-NTN, IoT-NTN y backhaul NTN). Esto debe realizarse con adecuada coordinación internacional y con medidas de mitigación de interferencia en bandas IMT, alineado con las prácticas internacionales (UIT, 3GPP).

Fuente: Elaboración propia CRC

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 32 de 92
	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

2.3.1.2 Actores priorizados para el análisis MACTOR

La primera ronda de consulta también permitió valorar la relevancia de los actores identificados durante la construcción de la línea base del estudio. Esta valoración tuvo como propósito determinar cuáles actores debían ser incorporados en la segunda ronda de consulta, orientada al análisis estratégico mediante MACTOR.

A partir de la consolidación de las respuestas de la primera ronda, se identificaron veintisiete (27) actores con la máxima valoración de relevancia, equivalente a 4 en la escala utilizada. Estos actores fueron priorizados para la aplicación de MACTOR, por considerarse aquellos con mayor capacidad de incidencia en el desarrollo, adopción, regulación, estandarización, provisión tecnológica, despliegue, operación o apropiación de soluciones NTN en Colombia.

A continuación, se presenta la valoración consolidada de los cuarenta (40) actores considerados en la primera ronda de consulta:

Tabla 8. Matriz de valoración de actores

ACTOR	Relevancia (0-4)
CRC - Comisión de Regulación de Comunicaciones	4
MINTIC - Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	4
ANE – Agencia Nacional del Espectro	4
DNP – Departamento Nacional de Planeación	4
OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos	4
UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones	4
3GPP - 3rd Generation Partnership Project.	4
GSMA - Global System for Mobile Communications Association	4
MSSA - Asociación de Servicios Satelitales Móviles	4
GSOA - Global Satellite Operator's Association	4
Huawei	4
Ericsson	4
Nokia	4
ZTE	4
Omnispace	4
Apple	4
Samsung	4
Xiaomi	4

Motorola	4
Realme	4
Qualcomm	4
Starlink	4
Claro	4
Tigo	4
Movistar	4
Wom	4
Telecall	4
MINAMBIENTE - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	3
MINDEFENSA – Ministerio de Defensa	3
UNGRD - Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres	3
Unidad Administrativa Especial Parques Nacionales Naturales de Colombia	3
Universidad Externado	3
Agencia espacial de Colombia	3
Comisión Colombiana del Espacio-CCE	3
ColCERT - Equipo de Respuesta a Emergencias Cibernéticas de Colombia	2
MINEDUCACION – Ministerio de Educación	2
MINTRANSPORTE – Ministerio de Transporte	1
ACIEM - Asociación Colombiana de Ingenieros	1
Unidad Administrativa Especial Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	0
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM	0

Fuente: Elaboración propia CRC

La composición de los actores con mayor valoración confirma que el desarrollo de las NTN involucra una cadena de valor compleja, en la que convergen autoridades públicas nacionales, organismos internacionales, organizaciones de estandarización, asociaciones sectoriales, proveedores de infraestructura, fabricantes de terminales y chipsets, operadores móviles y operadores satelitales. Esta diversidad justifica la aplicación de MACTOR como herramienta para analizar relaciones de influencia, posibles alianzas, tensiones y grados de alineación frente a los objetivos estratégicos de futuro.

En consecuencia, los veintisiete (27) actores con calificación 4 fueron incorporados en la segunda ronda de consulta para valorar, por una parte, las relaciones de influencia directa entre ellos y, por otra, su posición frente a los objetivos estratégicos formulados a partir de las variables clave identificadas mediante MICMAC.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 34 de 92
	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

2.3.1.3 Resultados cualitativos del cuestionario complementario de la primera ronda

Como complemento a la valoración estructurada de variables y actores realizada en la primera ronda de consulta, se aplicó un cuestionario de observaciones orientado a recoger percepciones cualitativas de los expertos sobre el estado actual del ecosistema NTN, los avances observados a nivel regional y global, las oportunidades de despliegue, los desafíos regulatorios y los mecanismos de gobernanza y apropiación social asociados al desarrollo de las redes no terrestres en Colombia. Este instrumento permitió incorporar elementos interpretativos que no se capturan plenamente a través de las matrices de influencia, pero que resultan relevantes para contextualizar los resultados obtenidos mediante MICMAC y orientar las fases posteriores del ejercicio prospectivo.

El cuestionario se organizó en dos bloques temáticos. El primero abordó la percepción sobre el estado actual del ecosistema NTN, los avances más relevantes a nivel regional y global, y las alianzas o esquemas de colaboración que podrían acelerar el despliegue de esta tecnología. El segundo se concentró en regulación y gobernanza, indagando por los ajustes regulatorios necesarios, el papel de los ciudadanos y usuarios finales en el desarrollo e implementación de redes NTN, y los mecanismos de participación, consulta, co-creación o alianzas público-privadas que podrían fortalecer la apropiación social de esta tecnología en Colombia.

Las preguntas formuladas a los expertos fueron las siguientes:

Percepción sobre el estado actual

- ¿Cómo evalúa el estado actual del ecosistema de redes 5G NTN en Colombia?
- ¿Qué avances considera más relevantes en la región y a nivel global?
- ¿Qué tipo de alianzas o colaboraciones podrían acelerar el despliegue de esta tecnología?

Regulación y gobernanza

- ¿Qué ajustes regulatorios considera necesarios para facilitar el despliegue de redes NTN?
- ¿Qué papel considera que deberían tener los ciudadanos y usuarios finales en el desarrollo e implementación de redes 5G NTN en Colombia?
- ¿Qué mecanismos de participación, consulta, co-creación o alianzas público-privadas podrían fortalecer la apropiación social de esta tecnología?

A partir de las respuestas recibidas, se presenta una síntesis de las principales observaciones de los expertos, organizada por grupos, con el fin de identificar puntos de convergencia, preocupaciones comunes y aportes relevantes para las fases posteriores del ejercicio prospectivo.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 35 de 92
	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

I. Grupo de expertos Ecosistema satelital y NTN

A partir de las respuestas de los operadores Sateliot y Skylo, se identifica una visión común en que el ecosistema NTN en Colombia se encuentra en una fase incipiente pero con alto potencial y bases tecnológicas ya disponibles. Ambos expertos coinciden en que la tecnología ya es operativa a nivel global, con despliegues comerciales en varios países, lo que confirma que el desarrollo de NTN no depende de avances tecnológicos futuros sino de condiciones de implementación local. En el caso colombiano, respecto al estado actual consideran que se caracteriza por una combinación de disponibilidad tecnológica, crecimiento del interés del mercado y un entorno regulatorio aún en construcción.

En segundo lugar, se evidencia una coincidencia en que el ecosistema NTN se estructura sobre la integración entre redes satelitales y terrestres, habilitada por estándares globales como 3GPP Release 17. Esta estandarización permite la interoperabilidad con redes móviles existentes y el uso de dispositivos comerciales sin modificaciones significativas, lo que reduce barreras de entrada y facilita la adopción. En este contexto, ambos actores destacan que el despliegue de NTN depende en gran medida de alianzas entre operadores satelitales, operadores móviles, fabricantes de dispositivos y autoridades regulatorias, consolidando un modelo colaborativo como eje del ecosistema.

En tercer lugar, existe consenso en que el principal habilitador del desarrollo es un marco regulatorio flexible o «ligero», alineado con estándares internacionales y basado en la mínima intervención necesaria. SATELIOT resalta la importancia de aprovechar las condiciones actuales del espectro satelital (particularmente MSS) sin imponer nuevas cargas regulatorias, así como de definir reglas claras para la coexistencia con redes terrestres y el uso de bandas IMT en el futuro. Asimismo, subrayan la necesidad de mecanismos de autorización ágiles y de evitar esquemas regulatorios diseñados para redes tradicionales que no se ajustan a la naturaleza de las NTN.

Finalmente, ambos coinciden en que las NTN representan una oportunidad estratégica para Colombia en términos de cobertura, inclusión digital y desarrollo de nuevos servicios, especialmente en zonas rurales o sin cobertura terrestre. Se destacan aplicaciones en conectividad IoT, servicios direct-to-device, comunicaciones de emergencia y acceso en regiones apartadas, así como el potencial para reducir la brecha digital. Desde la perspectiva del usuario, se enfatiza que el impacto se materializará principalmente como una mejora en la cobertura y disponibilidad del servicio, más que como un cambio radical en la experiencia, al menos en las primeras etapas de despliegue.

II. Grupo de expertos operadores móviles de red (OMR)

Las respuestas de los Operadores Móviles de Red (OMR) recibidas, en este caso de Claro, Tigo y WOM, muestran una coincidencia en que las NTN representan una oportunidad relevante para ampliar la cobertura y mejorar la conectividad en zonas rurales, apartadas o de difícil acceso, pero enfatizan que su desarrollo debe darse bajo un esquema de complementariedad con las redes terrestres y no como un sustituto de estas. Los tres operadores consideran que las NTN pueden contribuir al cierre de brechas

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 36 de 92
	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

digitales, la resiliencia de las comunicaciones y la habilitación de nuevos servicios, siempre que se preserve la sostenibilidad de las redes móviles existentes y las inversiones realizadas en infraestructura, espectro y despliegue, lo anterior teniendo en cuenta que los actores satelitales aún no están sujetos a estándares equivalentes en materia de calidad, interoperabilidad y compromisos de servicio.

Consideran que el ecosistema de redes 5G en general y en particular 5G NTN en Colombia se encuentra en una etapa incipiente y con desarrollo retrasado comparado con otros países de la región, caracterizada por la presencia de operadores satelitales internacionales con oferta de servicios limitados y sin una integración efectiva con las redes móviles terrestres.

Asimismo, existe consenso en que el principal reto regulatorio está asociado a la gestión del espectro, la interoperabilidad y la coexistencia entre redes terrestres y satelitales. Los operadores advierten que gran parte de las soluciones NTN podrían utilizar bandas IMT ya asignadas a operadores móviles, por lo que consideran necesario establecer mecanismos de coordinación, mitigación de interferencias y acuerdos de uso compartido que garanticen un aprovechamiento eficiente del espectro y eviten afectaciones a los servicios existentes. También resaltan la importancia de realizar pruebas de interoperabilidad y definir responsabilidades claras sobre calidad, disponibilidad y continuidad del servicio.

Otro elemento común es la necesidad de contar con un marco regulatorio claro, estable y equilibrado, que evite escenarios de competencia asimétrica entre operadores satelitales y operadores móviles terrestres. Claro insiste en la necesidad de condiciones regulatorias simétricas respecto a obligaciones de calidad, cobertura, espectro e interoperabilidad, mientras que WOM enfatiza la importancia de que dicho marco se base en esquemas transparentes, no discriminatorios y basados en costos, que promuevan competencia efectiva y permitan acuerdos de cooperación sostenible. En este contexto, los tres actores consideran fundamentales los acuerdos entre operadores móviles y proveedores satelitales como mecanismo para facilitar el desarrollo del ecosistema.

Claro sugiere que, para la fase inicial, se conforme mesas de participación multiactor (usuarios, comunidades rurales, operadores, academia y autoridades), para identificar necesidades concretas de conectividad y orientar los planes de despliegue.

Desde la perspectiva de los usuarios, destacan beneficios asociados a una mayor disponibilidad de servicios, continuidad de las comunicaciones y reducción de brechas territoriales. No obstante, subrayan que estos beneficios dependerán de garantizar niveles adecuados de calidad, incluyendo un servicio confiable y continuo, asequibilidad de dispositivos compatibles e interoperabilidad, así como de una regulación que incentive la colaboración entre actores y preserve un entorno competitivo sostenible, y consideran debe existir un marco claro que limite los servicios NTN a usos efectivamente complementarios, bajo licencias existentes y con mecanismos estrictos de coordinación técnica.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 37 de 92
	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

III. Grupo de expertos Organismos internacionales, estandarización y asociaciones globales TIC

De este grupo solo se recibieron respuesta de TM FORUM, una asociación internacional sin ánimo de lucro que reúne a operadores de telecomunicaciones, proveedores tecnológicos, empresas de software, fabricantes y entidades del ecosistema digital con el objetivo de desarrollar estándares, marcos de referencia y buenas prácticas para la transformación de las redes y servicios digitales.

A partir de la respuesta de TM Forum, se destaca que el desarrollo de las NTN depende de la articulación entre estándares internacionales, regulación, modelos de negocio y cooperación entre los distintos actores del ecosistema. En particular, se resalta el papel de organismos como la UIT, 3GPP, GSMA y las asociaciones sectoriales en la definición de marcos técnicos y buenas prácticas que facilitan la interoperabilidad y la convergencia entre redes terrestres y satelitales.

Asimismo, se identifica que las NTN representan una herramienta relevante para ampliar la cobertura y contribuir al cierre de las brechas de conectividad, especialmente en zonas rurales y de difícil acceso. En este sentido, la complementariedad entre redes terrestres y no terrestres es presentada como un elemento clave para avanzar hacia objetivos de conectividad universal y resiliencia de las comunicaciones.

La respuesta también enfatiza la importancia de contar con una gestión eficiente del espectro, marcos regulatorios habilitantes y esquemas de cooperación público-privada que permitan acelerar los despliegues y facilitar la adopción de nuevas tecnologías. Asimismo, resalta que la experiencia de países como Brasil y México puede servir como referencia para otros mercados de la región.

Finalmente, se concluye que el desarrollo exitoso de las NTN requerirá una coordinación efectiva entre reguladores, operadores, proveedores tecnológicos y organismos internacionales, de manera que las distintas tecnologías y modelos de conectividad puedan integrarse para ampliar la cobertura, mejorar la capacidad de las redes y fortalecer la resiliencia del ecosistema de comunicaciones.

IV. Grupo de expertos organizaciones institucional y política pública nacional

A partir de las respuestas del DNP y la UNGRD, consideran que el desarrollo de las NTN en Colombia depende principalmente de la articulación institucional y de una política pública clara, en un contexto donde el ecosistema aún es incipiente y requiere mayor certidumbre regulatoria para atraer inversión y nuevos actores. Asimismo, se destaca la importancia de la coordinación entre entidades y la alineación con estándares internacionales para acelerar su implementación. En este marco, la UNGRD resalta que estas tecnologías pueden fortalecer la gestión del riesgo al ampliar la cobertura y mejorar las comunicaciones en emergencias, optimizando los sistemas de monitoreo y alerta temprana.

Por otro lado, ANATEL (Brasil), considera que el ecosistema NTN muestra un interés creciente, enfocado en conectividad rural y resiliencia, con capacidades satelitales y redes móviles en transición hacia 5G y

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 38 de 92
	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 la habilitación de servicios depende de la convergencia 3GPP y de una rápida definición de reglas de espectro y homologación

En segundo lugar, en general existe consenso en que el espectro radioeléctrico y su gestión son el principal habilitador técnico del ecosistema, junto con otros factores estructurales como el precio de los dispositivos, las alianzas entre operadores y la inversión.

En tercer lugar, se evidencia una preocupación común por la necesidad de un enfoque regulatorio flexible pero estratégico, que combine incentivos a la inversión con mecanismos de coordinación y control. Entre las medidas sugeridas se destacan: licenciamiento ágil, lineamientos de coexistencia entre redes, regulación de precios mayoristas, incentivos para cobertura rural y esquemas de alianzas público-privadas. Asimismo, se resalta la importancia de incorporar a las NTN dentro de políticas públicas más amplias de conectividad, desarrollo productivo y transformación digital, evitando tratarlas como un fenómeno aislado del resto del sector TIC.

Finalmente, los expertos coinciden en que las NTN tienen un alto potencial de impacto en objetivos de política pública, especialmente en cierre de brechas digitales, prestación de servicios en zonas rurales y fortalecimiento de capacidades del Estado. Se destacan usos en conectividad para educación, salud y sectores productivos, así como en gestión del riesgo, emergencias y sistemas de alerta temprana. En este último aspecto, entidades como la UNGRD enfatizan que las NTN pueden mejorar significativamente la resiliencia de las comunicaciones y apoyar la reducción de pérdidas humanas en situaciones de desastre. Este grupo aporta una visión centrada en el rol habilitador del Estado y en la necesidad de integrar las NTN dentro de una estrategia nacional de desarrollo y bienestar.

En conjunto, las respuestas al cuestionario complementario muestran una lectura convergente sobre el potencial de las redes no terrestres para ampliar cobertura, fortalecer la resiliencia de las comunicaciones, habilitar nuevos servicios y contribuir al cierre de brechas digitales, especialmente en zonas rurales, apartadas o de difícil acceso. Al mismo tiempo, los expertos coinciden en que su desarrollo requiere condiciones habilitantes claras en materia de espectro, interoperabilidad, coexistencia con redes terrestres, modelos de colaboración, calidad del servicio y coordinación institucional.

Las observaciones recibidas también evidencian que el despliegue de NTN debe entenderse bajo una lógica de complementariedad con las redes terrestres y no como un sustituto generalizado de estas. En esa medida, los principales desafíos identificados se relacionan con la construcción de un marco regulatorio flexible, claro y equilibrado, la definición de responsabilidades entre actores, la promoción de alianzas entre operadores móviles, operadores satelitales, fabricantes y autoridades, y la incorporación de los usuarios y ciudadanos en procesos de apropiación, consulta y validación de necesidades. Estos insumos cualitativos complementan los resultados de la matriz MICMAC y de la priorización de actores, al aportar una lectura más amplia sobre las condiciones de contexto, los riesgos, las oportunidades y las expectativas del ecosistema. Por tanto, fueron considerados como elementos de apoyo para la formulación de objetivos estratégicos de futuro, el análisis posterior de actores y la identificación de hipótesis que alimentarán la construcción de escenarios prospectivos hacia 2035.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 39 de 92
	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

2.3.2 Segunda ronda de consultas – Método MACTOR

2.3.2.1 Resultados de la matriz de influencias directas entre actores

El análisis de influencias y dependencias entre actores permitió identificar la posición relativa de los veintisiete (27) actores priorizados dentro del ecosistema NTN, a partir de su capacidad de incidir sobre otros actores y de su nivel de dependencia frente a las decisiones, condiciones o actuaciones del resto del sistema. El plano resultante muestra que el desarrollo de las redes no terrestres en Colombia no depende de un único tipo de actor, sino de una configuración compleja en la que convergen organismos internacionales, entidades públicas nacionales, asociaciones sectoriales, operadores móviles, proveedores de infraestructura, actores del ecosistema satelital y fabricantes de terminales y chipsets.

En términos generales, el plano evidencia cuatro patrones principales. En primer lugar, se observan actores con alta influencia y baja dependencia, es decir, actores con capacidad de orientar el sistema sin depender de manera intensa de otros. En segundo lugar, aparecen actores con alta influencia y alta dependencia, que corresponden a actores de enlace o actores estratégicos, por cuanto tienen capacidad de incidir en la evolución del ecosistema, pero al mismo tiempo están fuertemente condicionados por las decisiones de otros actores. En tercer lugar, se identifican actores con baja influencia y alta dependencia, cuya posición refleja un mayor grado de exposición a las condiciones definidas por el resto del sistema. Finalmente, se encuentran actores con baja influencia y baja dependencia, cuya relación con la dinámica general del ecosistema es más autónoma o periférica. La distribución de los actores en el plano resultante del software MACTOR está consignado en el Anexo 4.

En el cuadrante de alta influencia y baja dependencia sobresale, de manera particularmente marcada, la UIT, cuya posición confirma su papel estructurante en la definición del marco internacional de radiocomunicaciones, atribuciones de espectro y principios generales de coordinación para servicios satelitales y no terrestres. En esta misma zona también se ubican actores como MSSA, y en una posición relativamente cercana 3GPP, aunque este último ya se aproxima a una zona de mayor dependencia, lo que refleja que, además de su alta capacidad de incidencia técnica mediante la estandarización, su actuación también se articula con la evolución del ecosistema industrial y de mercado. La lectura de este cuadrante confirma que las reglas y estándares globales constituyen un factor estructurante del ecosistema NTN y condicionan de manera significativa las posibilidades de desarrollo a nivel nacional.

El cuadrante de alta influencia y alta dependencia concentra el núcleo estratégico del sistema. Allí se ubican actores como GSMA, Starlink, Qualcomm, Huawei, Ericsson, Nokia, ANE, MinTIC y varios operadores móviles, especialmente Claro, Tigo y Movistar. La presencia de estos actores en esta zona indica que cuentan con una capacidad importante de incidencia sobre la evolución del ecosistema, pero, al mismo tiempo, dependen intensamente de decisiones de estandarización, disponibilidad de espectro, desarrollo tecnológico, acuerdos de mercado, evolución de dispositivos y coordinación regulatoria. Este

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 40 de 92
	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

resultado es particularmente relevante porque muestra que la dinámica de las NTN en Colombia no puede entenderse como un proceso lineal liderado únicamente por el regulador o por el mercado, sino como una interacción estratégica entre actores tecnológicos, industriales, regulatorios y comerciales.

Dentro de este grupo, los operadores móviles presentan una posición especialmente ilustrativa. Su ubicación hacia la derecha del plano muestra altos niveles de dependencia, lo cual es consistente con el hecho de que su participación en el ecosistema NTN depende de factores como la disponibilidad de dispositivos compatibles, los acuerdos con operadores satelitales, la definición de reglas de coexistencia espectral, la evolución de estándares internacionales y la maduración de modelos de negocio. Sin embargo, su permanencia en la mitad superior del plano confirma que también son actores de alta incidencia, debido a su relación directa con los usuarios, su control sobre redes terrestres, su papel en la integración de servicios y su capacidad para habilitar o acelerar la adopción comercial de soluciones NTN.

También resulta relevante la ubicación de fabricantes y proveedores tecnológicos como Huawei, Ericsson, Nokia, ZTE, Samsung, Apple, Xiaomi, Motorola y Qualcomm. En conjunto, estos actores se localizan en posiciones de influencia media a alta y dependencia media a alta, lo que sugiere que el desarrollo del ecosistema NTN está fuertemente condicionado por la disponibilidad de infraestructura, chipsets y terminales compatibles. Al mismo tiempo, refleja que estos actores no actúan de manera aislada, sino que su capacidad de incidencia depende de la evolución de estándares, decisiones regulatorias, acuerdos con operadores y condiciones de mercado. Este resultado reafirma que la masificación de servicios NTN no depende únicamente de la capacidad satelital, sino también de la maduración del ecosistema de red y dispositivos.

Por su parte, la CRC aparece en una posición intermedia, con un nivel de influencia y dependencia moderado dentro del sistema. Esta ubicación sugiere que, aunque la Comisión desempeña un papel relevante en la definición de condiciones regulatorias, protección de usuarios, calidad, acceso e interconexión, su capacidad de incidencia se ejerce dentro de un ecosistema fuertemente condicionado por determinantes externos, particularmente la estandarización internacional, la gestión del espectro, la evolución tecnológica de terminales y redes, y las decisiones de inversión y despliegue de actores privados. En contraste, la ANE y MinTIC muestran una ubicación relativamente más alta en influencia, lo que es coherente con sus competencias en materia de espectro y política pública sectorial.

En el cuadrante de baja influencia y alta dependencia se ubican actores como Telecall y, en una posición menos extrema, Realme. Esta localización indica que, dentro de la configuración actual del sistema, estos actores presentan una mayor dependencia respecto de las decisiones del resto del ecosistema y una menor capacidad de moldear su evolución general. En términos prospectivos, se trata de actores cuya actuación probablemente estará más condicionada por el desarrollo del mercado, las decisiones regulatorias, la disponibilidad de espectro y la consolidación de acuerdos tecnológicos y comerciales.

Finalmente, en el cuadrante de baja influencia y baja dependencia aparecen actores como DNP, OCDE y GSOA. Su ubicación no implica ausencia de relevancia, sino una menor interacción directa en el juego

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 41 de 92
	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

estratégico actor–actor tal como fue valorado en esta fase del ejercicio. En el caso de DNP y OCDE, ello puede interpretarse en el sentido de que su incidencia es más indirecta, de orientación o de marco general, y menos asociada a decisiones operativas o técnicas sobre el despliegue de NTN. En el caso de GSOA, su posición sugiere un rol más de representación sectorial y articulación general que de intervención directa en la cadena de decisiones críticas del ecosistema.

En conjunto, el plano de influencias y dependencias entre actores muestra que el ecosistema NTN en Colombia se estructura alrededor de un núcleo de actores de enlace altamente interdependientes, acompañado por un grupo reducido de actores con capacidad estructurante global y por otros actores con posiciones más autónomas o dependientes. Esta configuración confirma que el desarrollo de las NTN no depende exclusivamente de un habilitador técnico o regulatorio, sino de la convergencia entre estándares internacionales, gestión del espectro, disponibilidad de infraestructura y dispositivos, estrategias de operadores, modelos de negocio, coordinación institucional y marcos regulatorios nacionales. En consecuencia, el análisis actor–actor sugiere que cualquier trayectoria de desarrollo de las NTN en Colombia requerirá mecanismos robustos de articulación entre actores públicos y privados, así como una lectura estratégica de sus capacidades de influencia y de sus interdependencias.

A partir de esta lectura, y con el fin de mantener una estructura analítica manejable para las siguientes fases del estudio, se propone concentrar la interpretación estratégica en diez (10) actores prioritarios. Esta priorización no implica desconocer la relevancia de los demás actores incorporados en el MACTOR, sino identificar aquellos que, de acuerdo con su posición en el plano de influencias y dependencias y con su función dentro de la cadena de valor NTN, presentan mayor capacidad para condicionar la evolución del sistema hacia 2035.

La selección de estos actores se realizó considerando tres criterios principales: i) su ubicación relativa en el plano de influencias y dependencias, especialmente en las zonas de alta influencia o alta interdependencia; ii) su capacidad para incidir sobre variables estructurantes del sistema, como cobertura, adopción, calidad, disponibilidad, gestión del espectro, interoperabilidad, regulación y modelos de prestación; y iii) la necesidad de conservar una representación equilibrada de los principales componentes del ecosistema NTN, incluyendo organismos internacionales, estandarización, asociaciones sectoriales, autoridades nacionales, operadores satelitales, habilitadores tecnológicos y operadores móviles.

Con base en estos criterios, los diez actores estratégicos priorizados para las siguientes fases del análisis son los siguientes:

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 42 de 92
	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 9. Actores relevantes tras análisis MACTOR

No.	Actor estratégico	Rol dentro del ecosistema NTN	Justificación
1	UIT	Organismo internacional de telecomunicaciones y radiocomunicaciones	Su posición en el plano evidencia una alta capacidad de incidencia estructural. Su papel en la atribución de espectro, la coordinación internacional, las recomendaciones técnicas y los marcos globales de radiocomunicaciones resulta determinante para la evolución de los servicios satelitales y NTN.
2	3GPP	Organismo de estandarización técnica	Es un actor clave para la integración de NTN con redes móviles, la interoperabilidad entre redes terrestres y satelitales, la evolución de terminales y chipsets, y la definición técnica de arquitecturas 5G y futuras generaciones.
3	GSMA	Asociación global del ecosistema móvil	Su ubicación en la zona de alta influencia y alta dependencia refleja su papel como articulador del ecosistema móvil global. Puede incidir en modelos de adopción, acuerdos entre operadores, roaming, interoperabilidad, escalamiento comercial y buenas prácticas sectoriales.
4	Starlink	Operador satelital	Su posición en el plano refleja el peso creciente de los operadores satelitales, especialmente de constelaciones LEO, en la provisión de conectividad, backhaul, cobertura en zonas remotas y posibles modelos de complementariedad con redes terrestres.
5	Qualcomm	Proveedor de chipsets y tecnologías habilitadoras	Es un actor crítico para la masificación de NTN, en la medida en que la compatibilidad de chipsets y dispositivos condiciona la adopción de servicios D2D, D2C e IoT-NTN. Su influencia tecnológica incide directamente en la disponibilidad de terminales compatibles.
6	MinTIC	Autoridad de política pública sectorial	Es un actor nacional central por su rol en política pública TIC, programas de conectividad, cierre de brechas, habilitación de condiciones para el despliegue y coordinación de instrumentos públicos que pueden acelerar la adopción de NTN.
7	ANE	Autoridad nacional de espectro	Su relevancia es crítica por la gestión del espectro, la definición de condiciones técnicas, la coexistencia entre redes terrestres y no terrestres, la mitigación de interferencias y la coordinación nacional e internacional de bandas.
8	CRC	Autoridad regulatoria sectorial	Aunque su ubicación es intermedia frente a otros actores, su papel es estratégico por sus competencias en regulación de mercados, calidad, protección de usuarios, competencia, interconexión y condiciones regulatorias aplicables a la prestación de servicios soportados en NTN.
9	Claro	Operador móvil de red	Su posición de alta dependencia y alta influencia refleja su capacidad de incidir en la adopción comercial, la integración de NTN con redes móviles, la relación directa con usuarios y la implementación de modelos de complementariedad con operadores satelitales.
10	Tigo	Operador móvil de red	Es un actor estratégico para la integración de servicios NTN con redes terrestres, el desarrollo de acuerdos comerciales, la extensión de cobertura y la implementación de servicios complementarios en zonas no atendidas o de difícil acceso.

Fuente: Elaboración propia CRC

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 43 de 92
	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 manera complementaria, el plano también permite identificar otros actores de alta relevancia, cuya participación debe mantenerse en el análisis, aunque para efectos de las siguientes fases pueden ser considerados por bloques funcionales. Esta aproximación permite conservar la riqueza del ecosistema sin dispersar excesivamente la construcción de hipótesis y escenarios.

Tabla 10. Matriz MACTOR Grupos de actores estratégicos

Grupo complementario	Actores incluidos	Relevancia para el ecosistema NTN
Proveedores de infraestructura de red	Huawei, Ericsson, Nokia, ZTE	Inciden en la evolución tecnológica de las redes, la interoperabilidad, la integración entre arquitecturas terrestres y no terrestres, y la disponibilidad de soluciones de red compatibles con NTN.
Fabricantes de terminales y dispositivos	Apple, Samsung, Xiaomi, Motorola, Realme	Son determinantes para la adopción masiva de servicios NTN, en la medida en que la experiencia del usuario y la posibilidad de conexión directa dependen de la disponibilidad de dispositivos compatibles.
Operadores móviles adicionales	Movistar, WOM, Telecall	Son relevantes para la competencia, la adopción comercial, la expansión de servicios y la integración de soluciones NTN con redes móviles existentes.
Actores satelitales y asociaciones complementarias	MSSA, Omnispace, GSOA	Aportan capacidades, representación sectorial o modelos especializados dentro del ecosistema satelital, especialmente en servicios MSS, conectividad satelital, acuerdos comerciales y provisión de capacidad.
Actores de orientación institucional o estratégica	DNP, OCDE	Su incidencia puede ser más indirecta que operativa, pero resultan relevantes para la formulación de política pública, lineamientos estratégicos, recomendaciones de buenas prácticas y articulación de objetivos de desarrollo.

Fuente: Elaboración propia CRC

En conclusión, el análisis actor–actor permite identificar un núcleo de diez actores estratégicos que concentran capacidades críticas para orientar la evolución del ecosistema NTN en Colombia. Estos actores combinan incidencia internacional, estandarización técnica, gestión del espectro, política pública, regulación, provisión satelital, habilitación tecnológica y adopción comercial. En consecuencia, constituyen el grupo de referencia para interpretar las siguientes fases del ejercicio prospectivo, especialmente el análisis de posiciones frente a objetivos, la formulación de hipótesis y la construcción de escenarios hacia 2035.

2.3.2.2 Resultados de la matriz actor–objetivo

El análisis actor–objetivo permite identificar el grado de alineación e implicación de los actores priorizados frente a los diez objetivos estratégicos de futuro formulados a partir de las variables clave identificadas mediante MICMAC. Para ello, se procesó la matriz de posiciones valoradas actor–objetivo, en la que cada actor fue evaluado frente a cada objetivo estratégico, considerando si dicho objetivo resulta favorable, indiferente o potencialmente adverso para sus procesos, proyectos, misión o existencia.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 44 de 92
	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

Como resultado general, la matriz evidencia una orientación predominantemente favorable de los actores frente al conjunto de objetivos estratégicos. En el histograma de implicación de los actores sobre los objetivos no se observan posiciones agregadas en contra, lo que indica que los objetivos formulados no fueron percibidos como contrarios a los intereses estratégicos del ecosistema. Sin embargo, sí se identifican diferencias relevantes en el nivel de movilización que genera cada objetivo, lo cual permite distinguir entre objetivos altamente transversales y objetivos de carácter más instrumental o condicionado.

Los valores de implicación agregada se calcularon a partir de la matriz consolidada de posiciones valoradas actor–objetivo (2MAO), compuesta por veintisiete (27) filas, correspondientes a los actores priorizados, y diez (10) columnas, correspondientes a los objetivos estratégicos. Antes de realizar este cálculo, cada celda de la matriz fue consolidada mediante el procedimiento descrito en la metodología: primero se determinó la mediana de las respuestas válidas dentro de cada uno de los seis grupos de expertos y, posteriormente, la mediana entre los resultados obtenidos para dichos grupos, ajustada, cuando fue necesario, a la escala discreta de -4 a $+4$ empleada por MACTOR. Por tanto, los valores presentados no resultan de sumar directamente todas las respuestas individuales, sino de utilizar una única posición consolidada para cada relación actor–objetivo.

A partir de esta matriz, la implicación agregada frente a cada objetivo se obtiene sumando verticalmente las posiciones consolidadas de los veintisiete actores en la columna correspondiente. Los valores positivos representan movilización favorable frente al objetivo; los valores negativos reflejarían movilización en contra, y el valor cero indica neutralidad o ausencia de implicación relevante. Como en la matriz consolidada de este estudio no quedaron posiciones negativas, las cifras presentadas corresponden íntegramente a la suma de las valoraciones favorables.

Así, el valor de 75 obtenido por el objetivo de cobertura significa que las veintisiete posiciones consolidadas frente a este objetivo suman 75 puntos, sobre un máximo teórico de 108 puntos — resultado de multiplicar 27 actores por la valoración máxima de 4—; no significa que hayan participado 75 expertos ni que el objetivo haya alcanzado un 75 %. Como control de consistencia, la suma de los resultados de los diez objetivos es 629, cifra que coincide con la suma de la implicación agregada de los veintisiete actores presentada posteriormente, dado que ambos cálculos corresponden, respectivamente, a las sumas por columnas y por filas de la misma matriz.

La siguiente tabla presenta la implicación agregada de los actores frente a cada objetivo estratégico, utilizando la denominación completa de los objetivos formulados en la etapa anterior. Esta lectura permite identificar cuáles objetivos tienen mayor capacidad de articular al conjunto de actores y cuáles presentan una implicación relativa más moderada dentro del sistema.

Tabla 11. Matriz de relación actor vs objetivos estratégicos

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 45 de 92
	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.	Objetivo estratégico formulado	Implicación agregada de los actores	Lectura del resultado
1	Al 2035, ampliar la cobertura de conectividad de red al 99% de la población en el territorio nacional garantizando como mínimo la disponibilidad de servicios NTN esenciales (SOS/SMS/alertas).	75	Es el objetivo con mayor nivel de movilización. Refleja que la ampliación de cobertura constituye el eje más transversal del ecosistema NTN y el principal punto de convergencia entre actores públicos, operadores, proveedores tecnológicos y actores satelitales.
2	Al 2035, consolidar la adopción de servicios NTN orientados a usuario final (D2D/D2C) y habilitar el escalamiento de IoT-NTN para usos industriales, como extensión funcional de las redes 4G y 5G (y de ser aplicable 6G), garantizando interoperabilidad tecnológica y continuidad del servicio mediante mecanismos de handover entre infraestructuras de acceso terrestre y satelital.	73	Presenta una movilización muy alta, lo que confirma que la adopción de servicios D2D, D2C e IoT-NTN es percibida como un resultado central para la consolidación del ecosistema.
3	Al 2035, asegurar disponibilidad de espectro y condiciones técnicas para la implementación de redes NTN (incluyendo, pero no limitándose a la asignación de espectro para estaciones terrenas NTN – Gateway NTN, NR-NTN, IoT-NTN y backhaul NTN). Esto debe realizarse con adecuada coordinación internacional y con medidas de mitigación de interferencia en bandas IMT, alineado con las prácticas internacionales (UIT, 3GPP).	73	Su alta movilización confirma que la disponibilidad de espectro, la coexistencia con redes terrestres y la coordinación técnica son condiciones críticas para el desarrollo de NTN.
4	Al 2035, contar con un marco normativo integral que articule regulación general, promoción de la competencia, calidad, seguridad, interconexión, acceso y uso de instalaciones esenciales, medidas de protección y atención de reclamos de los usuarios y garantizando la interoperabilidad con estándares internacionales (UIT, 3GPP), incluyendo las relaciones con asignación y gestión de espectro minimizando riesgos de interferencia y asegurando gobernanza transfronteriza.	65	Evidencia una alta relevancia de las condiciones regulatorias habilitantes, especialmente en materia de calidad, competencia, protección de usuarios, interoperabilidad, seguridad y coordinación institucional.
5	Para 2035, habilitar un crecimiento sostenible y escalable del tráfico cursado, en MB, sobre redes NTN (incluyendo, pero no limitándose a NR-NTN, D2D, D2C, IoT-NTN) garantizando la no degradación de las condiciones de calidad.	64	Muestra que la capacidad de cursar tráfico sobre redes no terrestres es un objetivo relevante para la sostenibilidad técnica y comercial del ecosistema, aunque depende de la madurez de la oferta, la capacidad satelital y la adopción de usuarios.
6	Al 2035, contribuir a la reducción de la brecha territorial de acceso a servicios de conectividad fija y móvil, mediante la incorporación de soluciones	64	Refleja una convergencia importante sobre el potencial de NTN para contribuir al cierre de brechas territoriales de

	NTN como mecanismo complementario en zonas con cobertura limitada y como mecanismo de provisión satelital exclusiva en zonas sin cobertura terrestre, impactando la dimensión de «falta de conectividad digital de calidad».		conectividad, especialmente en zonas rurales, apartadas o de difícil acceso.
7	Para 2035, garantizar que los elementos de la red NTN cuenten con niveles de disponibilidad suficientes para asegurar la continuidad del servicio y el cumplimiento de los estándares regulatorios que defina la CRC para esta tecnología.	61	Indica una valoración favorable sobre la necesidad de asegurar continuidad del servicio y niveles adecuados de disponibilidad, especialmente para servicios esenciales, comunicaciones críticas y resiliencia.
8	Para el 2035 hacer que los servicios móviles de datos soportados por NTN (incluyendo, pero no limitándose a NR-NTN, D2D, D2C) cumplan con los estándares regulatorios de velocidad de descarga (downlink) definidos para esta tecnología.	56	Presenta una movilización positiva, aunque menor frente a objetivos como cobertura, adopción o espectro. Esto sugiere que la calidad de descarga es relevante, pero su nivel de exigencia estará condicionado por la evolución tecnológica y los estándares regulatorios aplicables.
9	Para el 2035 hacer que los servicios móviles de datos soportados por NTN (incluyendo, pero no limitándose a NR-NTN, D2D, D2C) cumplan con los estándares regulatorios de velocidad de carga (uplink) definidos para esta tecnología.	55	Al igual que la velocidad de descarga, muestra apoyo general, pero con una movilización más moderada. Su materialización dependerá de la capacidad de red, la arquitectura NTN, el tipo de servicio y los umbrales regulatorios que se definan para esta tecnología.
10	Al 2035, contar con un marco normativo que viabilice esquemas de alianzas público-privadas orientadas a ampliar la cobertura y fortalecer los indicadores de calidad del ecosistema digital mediante soluciones NTN (incluyendo, pero no limitándose a NR-NTN, D2D, D2C, IoT-NTN y backhaul NTN), incorporando modelos de inversión compartida y mecanismos de colaboración intersectorial alineados con las mejores prácticas internacionales de eficiencia, sostenibilidad e innovación tecnológica.	43	Es el objetivo con menor relativa. Esto no implica rechazo, sino que aparece como un mecanismo habilitante más condicionado o instrumental, cuya relevancia puede variar según el tipo de actor, el modelo de negocio y el ámbito de despliegue.

Fuente: Elaboración propia CRC

La lectura de estos resultados permite identificar tres grupos de objetivos. En primer lugar, se encuentran los objetivos de mayor movilización, integrados por cobertura, adopción de servicios NTN y gestión del espectro. Estos objetivos representan el núcleo de convergencia estratégica del ecosistema, en la medida en que combinan la promesa principal de las redes no terrestres —ampliar la conectividad— con las condiciones técnicas y regulatorias necesarias para hacerla viable.

En segundo lugar, se ubican los objetivos de movilización intermedia-alta, asociados al marco normativo, tráfico móvil, cierre de brecha digital y disponibilidad de red. Estos objetivos refuerzan la idea de que el

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 47 de 92
	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

desarrollo de NTN no depende únicamente de la existencia de cobertura, sino también de reglas claras, capacidad efectiva de cursar tráfico, continuidad operacional y contribución a finalidades de política pública.

En tercer lugar, aparecen los objetivos de movilización más moderada, relacionados con calidad del servicio —velocidad de carga y velocidad de descarga— y alianzas público-privadas. En el caso de la calidad, la menor movilización relativa puede explicarse porque los estándares específicos para NTN dependerán de la madurez tecnológica, el tipo de servicio ofrecido y la evolución de las capacidades de red. En el caso de las alianzas público-privadas, el resultado sugiere que estas son valoradas como un instrumento potencialmente útil, pero no necesariamente como una condición indispensable para todos los actores o modelos de despliegue.

En conjunto, el análisis actor–objetivo muestra que existe una base amplia de convergencia alrededor de los objetivos estratégicos formulados. La ausencia de posiciones agregadas en contra indica que los objetivos son compatibles con la visión general del ecosistema; sin embargo, las diferencias en la intensidad de movilización permiten identificar cuáles objetivos tienen mayor capacidad de articular a los actores y cuáles requieren una lectura más específica de condiciones, incentivos y mecanismos de implementación.

2.3.2.2.1 Implicación agregada de los actores frente a los objetivos estratégicos

La lectura anterior permitió establecer cuáles objetivos generan mayor implicación en el conjunto del ecosistema mediante la suma de las valoraciones de los actores para cada objetivo, es decir, mediante la suma de las columnas de la matriz actor–objetivo. En este apartado se realiza una lectura complementaria de la misma matriz: se suman horizontalmente las valoraciones correspondientes a cada actor para determinar qué tan estrechamente se encuentra vinculado con el conjunto de los diez objetivos estratégicos. De esta manera, mientras la implicación agregada por objetivo muestra cuáles objetivos movilizan con mayor intensidad a los actores, la implicación agregada por actor permite identificar cuáles actores se encuentran relacionados con un mayor número de objetivos o con objetivos que tienen mayor importancia para sus procesos, proyectos, misión o existencia.

El cálculo se realiza a partir de la matriz consolidada de posiciones valoradas actor–objetivo. Para cada actor se suman las diez posiciones consolidadas ubicadas en su respectiva fila, una por cada objetivo estratégico. Dado que cada posición puede tomar valores entre -4 y $+4$, el resultado por actor podría oscilar teóricamente entre -40 y $+40$. Sin embargo, como en la matriz consolidada de este estudio no quedaron posiciones negativas, los valores obtenidos se ubican entre 0 y 40 y expresan exclusivamente la intensidad de la implicación favorable. Por ejemplo, el valor de 34 correspondiente a MinTIC resulta de sumar sus diez posiciones consolidadas frente a los objetivos. Este valor no representa 34 expertos ni un porcentaje del 34 %, sino un puntaje acumulado sobre un máximo posible de 40.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 48 de 92
	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 puntaje elevado indica que el actor mantiene una relación favorable e intensa con buena parte de los objetivos estratégicos; un puntaje más bajo indica que su vinculación se concentra en un número menor de objetivos o que estos tienen una incidencia más limitada sobre sus funciones o actividades. Por tanto, una menor implicación agregada no significa que el actor sea irrelevante para el ecosistema NTN ni que se oponga a los objetivos. Tampoco debe confundirse este resultado con la influencia entre actores calculada mediante la matriz actor-actor: la implicación muestra cuánto se relaciona un actor con los objetivos, mientras que la influencia refleja su capacidad para incidir sobre las decisiones, proyectos, misiones o existencia de otros actores.

La siguiente tabla presenta la implicación agregada de cada actor frente al conjunto de objetivos estratégicos:

Tabla 12. Implicación agregada - actor frente a objetivos

No.	Actor	Implicación agregada frente a los objetivos
1	MinTIC	34
2	CRC	31
3	Starlink	31
4	Omnispace	30
5	Claro	27
6	Tigo	27
7	3GPP	26
8	Movistar	26
9	ANE	25
10	GSMA	25
11	MSSA	25
12	GSOA	25
13	Qualcomm	24
14	WOM	24
15	DNP	23
16	UIT	23
17	Huawei	22
18	Ericsson	21
19	Nokia	21
20	ZTE	21
21	Telecall	20

22	OCDE	19
23	Apple	19
24	Samsung	19
25	Xiaomi	14
26	Motorola	14
27	Realme	13

Fuente: Elaboración propia CRC

Los resultados muestran que MinTIC presenta la mayor implicación agregada frente al conjunto de objetivos estratégicos. Esta posición es consistente con su rol como autoridad de política pública sectorial, responsable de orientar instrumentos relacionados con conectividad, cierre de brechas, promoción del acceso, despliegue de infraestructura y coordinación de iniciativas públicas asociadas al desarrollo del ecosistema digital. La alta implicación de MinTIC indica que la materialización de los objetivos NTN tendría una relación directa con sus funciones misionales y con la orientación de la política pública TIC en Colombia.

En segundo lugar, se ubican la CRC y Starlink, ambos con una implicación agregada elevada, aunque por razones distintas. En el caso de la CRC, el resultado refleja la relevancia de los objetivos estratégicos para el marco regulatorio, la calidad del servicio, la protección de usuarios, la competencia, la interconexión, la transparencia y las condiciones de prestación aplicables a servicios soportados en redes no terrestres. En el caso de Starlink, la alta implicación se asocia con su papel como operador satelital con capacidad de incidir en cobertura, disponibilidad, modelos de prestación, conectividad en zonas remotas y articulación con servicios terrestres.

Omnispace también presenta una implicación alta, lo que confirma la relevancia de los operadores satelitales y proveedores NTN dentro del escenario prospectivo. Su posición sugiere que los objetivos asociados a adopción, cobertura, tráfico, disponibilidad, espectro y marco normativo resultan especialmente relevantes para actores cuya actividad depende directamente de la habilitación, prestación o integración de servicios satelitales móviles.

Los operadores móviles Claro, Tigo y Movistar registran niveles altos de implicación agregada. Este resultado confirma que las NTN son percibidas como un componente relevante para la evolución de sus redes, servicios y modelos comerciales. Su implicación se explica por la posibilidad de integrar soluciones NTN como extensión de cobertura, mecanismo de resiliencia, soporte para servicios D2D o IoT, y complemento de las redes terrestres existentes. Asimismo, refleja que la adopción de NTN dependerá en buena medida de acuerdos, interoperabilidad, modelos de prestación y estrategias comerciales lideradas o habilitadas por los operadores móviles.

También se destaca la implicación de 3GPP, ANE, GSMA, MSSA, GSOA y Qualcomm. En conjunto, estos actores representan funciones habilitantes para el ecosistema: estandarización técnica, gestión de

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 50 de 92
	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

espectro, articulación sectorial, representación del ecosistema satelital y disponibilidad tecnológica en chipsets y dispositivos. Su nivel de implicación confirma que los objetivos estratégicos de NTN no dependen únicamente de decisiones nacionales de política pública o de mercado, sino también de la evolución de estándares, disponibilidad tecnológica, interoperabilidad y coordinación internacional.

En un nivel medio se ubican actores como DNP, UIT, Huawei, Ericsson, Nokia, ZTE, Telecall, OCDE, Apple y Samsung. Estos actores mantienen una relación relevante con los objetivos, aunque con una implicación agregada menor frente a los actores centrales. En algunos casos, como DNP, UIT y OCDE, su rol puede estar más asociado a orientación estratégica, política pública, recomendaciones o marcos internacionales. En otros, como Huawei, Ericsson, Nokia y ZTE, la implicación se relaciona con infraestructura de red y capacidades tecnológicas; mientras que Apple y Samsung resultan relevantes por la disponibilidad de terminales compatibles y la masificación de capacidades NTN en dispositivos comerciales.

Finalmente, Xiaomi, Motorola y Realme presentan los niveles más bajos de implicación agregada dentro de la matriz. Esto no significa que carezcan de relevancia para el ecosistema, sino que, de acuerdo con la valoración consolidada, su relación con los objetivos estratégicos aparece más acotada o dependiente de la evolución de estándares, chipsets, decisiones de mercado, acuerdos comerciales y disponibilidad de capacidades NTN en sus portafolios de dispositivos.

En conclusión, la implicación agregada por actor muestra que los objetivos estratégicos formulados tienen una orientación principalmente nacional, regulatoria y de implementación práctica. Los actores con mayor puntaje no son únicamente aquellos con mayor influencia estructural global, sino aquellos cuya misión, operación o modelo de negocio se vería más directamente relacionada con la materialización de los objetivos a 2035. Esto explica que MinTIC, CRC, Starlink, Omnispace y los operadores móviles aparezcan entre los actores con mayor implicación frente al conjunto de objetivos.

Esta lectura permite diferenciar dos tipos de relevancia dentro del MACTOR. Por una parte, existen actores con alta capacidad de estructurar el sistema, como UIT, 3GPP, GSMA o Qualcomm, cuyo papel resulta determinante para habilitar estándares, espectro, interoperabilidad y capacidades tecnológicas. Por otra parte, existen actores con alta implicación frente a los objetivos, especialmente autoridades nacionales, operadores satelitales y operadores móviles, para quienes el cumplimiento de las metas prospectivas tendría efectos más directos sobre sus funciones, estrategias o modelos de prestación.

En ese sentido, el resultado actor–objetivo sugiere que la ejecución del escenario deseable no dependerá exclusivamente de los actores que definen las condiciones globales del ecosistema, sino de aquellos que deben traducir esas condiciones en decisiones nacionales, reglas aplicables, despliegues comerciales, acuerdos de integración y servicios efectivamente disponibles para los usuarios. Por tanto, esta matriz permite identificar dónde se concentra la sensibilidad estratégica frente a los objetivos y qué actores deberían ser observados con mayor atención al momento de formular hipótesis, escenarios e implicaciones de política pública.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 51 de 92
	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

2.3.2.2.2 Convergencias y divergencias entre actores frente a los objetivos estratégicos

Una vez analizadas las posiciones de los actores frente a los objetivos estratégicos, el método MACTOR permite identificar convergencias y divergencias entre actores. Este análisis no mide la influencia directa que un actor ejerce sobre otro, sino el grado de similitud o distancia entre sus posiciones frente al conjunto de objetivos formulados para el ecosistema NTN hacia 2035.

Las convergencias indican que dos actores presentan posiciones similares frente a los objetivos estratégicos. En términos prácticos, dos actores convergen cuando ambos valoran favorablemente los mismos objetivos y, además, lo hacen con niveles de intensidad similares o altos. Por el contrario, las divergencias aparecen cuando dos actores tienen posiciones opuestas frente a uno o varios objetivos, es decir, cuando un objetivo resulta favorable para un actor y desfavorable para otro.

Para este análisis se consideraron las convergencias y divergencias de orden 2 y de orden 3. Las de orden 2 se calculan a partir de la matriz de posiciones valoradas actor–objetivo y permiten identificar afinidades o distancias considerando la intensidad con la que los actores se relacionan con los objetivos estratégicos. En consecuencia, responden a la pregunta: ¿qué actores tienen posiciones similares frente a los objetivos formulados?

Las convergencias y divergencias de orden 3 incorporan, además, el peso estratégico relativo de los actores dentro del sistema, derivado del análisis de influencias directas entre actores. Por esta razón, permiten identificar no solo qué actores tienen posiciones similares o diferentes, sino cuáles de esas relaciones resultan más relevantes por involucrar actores con mayor capacidad de incidencia dentro del ecosistema. En términos simples, el orden 2 permite observar afinidades generales frente a los objetivos, mientras que el orden 3 permite priorizar las afinidades estratégicamente más significativas.

Es importante precisar que las convergencias no deben entenderse como alianzas formales existentes, ni las divergencias como conflictos declarados. Se trata de señales prospectivas derivadas de las valoraciones consolidadas en la matriz actor–objetivo. Su utilidad consiste en identificar posibles bloques de afinidad, espacios de cooperación, focos de tensión potencial o asuntos que podrían requerir mayor coordinación entre actores públicos, privados, técnicos e internacionales.

2.3.2.2.2.1 Resultado 1: convergencias de orden 2

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 52 de 92
	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 plano resultado de la ejecución en el software MACTOR, que puede ser consultado en el Anexo 5. **Distribución de** y la matriz de convergencias de orden 2 muestran una estructura amplia de afinidades entre los actores priorizados. A diferencia del plano de influencias y dependencias, en este caso los ejes del gráfico no representan variables sustantivas como influencia o dependencia, sino dimensiones factoriales generadas por el software para representar, en dos dimensiones, las similitudes derivadas de la matriz de convergencias. Por esta razón, la lectura principal del plano no se basa en asignar un significado fijo a cada cuadrante, sino en observar la cercanía o distancia relativa entre actores.

En este sentido, los actores ubicados próximos entre sí presentan patrones de posición similares frente a los objetivos estratégicos, mientras que los actores más alejados muestran menor similitud relativa. Los cuadrantes sirven únicamente como apoyo visual para identificar agrupamientos, bloques de afinidad o actores con posiciones diferenciadas, pero no deben interpretarse como categorías metodológicas predeterminadas. Por tanto, el plano permite complementar la lectura de la matriz de convergencias, aunque la identificación de las relaciones más relevantes debe apoyarse principalmente en los valores de dicha matriz.

Dado que la matriz actor–objetivo presenta posiciones predominantemente favorables frente a los objetivos estratégicos, las convergencias de orden 2 reflejan principalmente el grado en que distintos actores comparten una orientación positiva frente al escenario deseable planteado para el ecosistema NTN. En otras palabras, los mayores valores de convergencia no indican necesariamente alianzas formales, sino afinidades estratégicas derivadas de posiciones similares frente a los objetivos formulados.

Los mayores niveles de convergencia de orden 2 se concentran alrededor de MinTIC, CRC, Starlink y Omnispace, lo que evidencia una afinidad importante entre autoridades nacionales, regulador sectorial y actores satelitales/NTN. También se observan convergencias relevantes entre MinTIC y operadores móviles, así como entre MinTIC y actores de estandarización o representación sectorial, como 3GPP, GSMA, GSOA y MSSA. Esta lectura sugiere que los objetivos estratégicos formulados generan una base común de alineación entre actores públicos, privados, técnicos e internacionales, especialmente alrededor de la adopción, cobertura, gestión del espectro, marco normativo e integración de servicios NTN.

La ubicación periférica de algunos fabricantes de terminales, como Xiaomi, Motorola y Realme, debe interpretarse bajo esta misma lógica. Su distancia respecto del núcleo central de convergencia no indica una posición de oposición frente a los objetivos estratégicos, sino una menor similitud relativa con los patrones de los actores más implicados dentro del sistema. Esta lectura es consistente con los resultados de la matriz actor–objetivo, en la cual estos actores presentan niveles de implicación agregada más bajos frente al conjunto de objetivos formulados.

En términos prospectivos, esta ubicación puede explicarse por el rol más indirecto que cumplen dentro del ecosistema NTN. Como fabricantes de terminales, su participación en la materialización de los objetivos depende en buena medida de condiciones previamente habilitadas por otros actores, tales

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 53 de 92
	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

como la evolución de estándares técnicos, la disponibilidad de chipsets compatibles, los acuerdos entre operadores móviles y satelitales, la madurez de la oferta comercial, la homologación de dispositivos y la existencia de condiciones regulatorias y de espectro que permitan desplegar servicios NTN.

Por esta razón, aunque estos actores son relevantes para la masificación de servicios NTN en el usuario final, no necesariamente aparecen como actores centrales frente a todos los objetivos estratégicos. Su incidencia se concentra principalmente en la disponibilidad y adopción de dispositivos compatibles, mientras que otros objetivos —como gestión del espectro, marco normativo, disponibilidad de red, cobertura o tráfico cursado— dependen de manera más directa de autoridades públicas, organismos internacionales, operadores satelitales, operadores móviles y actores de estandarización.

En consecuencia, la posición separada de estos fabricantes en el plano refleja una menor integración relativa con el núcleo de convergencia estratégica del sistema, pero no constituye evidencia de divergencia, oposición o conflicto frente al escenario deseable planteado para el ecosistema NTN. La siguiente tabla presenta los principales pares de convergencia de orden 2:

Tabla 13. Matriz MACTOR Convergencias orden 2

No.	Par de actores	Convergencia de orden 2	Lectura del resultado
1	MinTIC – Starlink	32,5	Alta afinidad entre política pública nacional y operación satelital frente a los objetivos estratégicos.
2	CRC – MinTIC	32,5	Alta alineación institucional nacional frente al marco prospectivo NTN.
3	MinTIC – Omnispace	32,0	Convergencia fuerte entre política pública sectorial y actor del ecosistema NTN.
4	CRC – Starlink	31,0	Afinidad relevante entre regulación sectorial y operación satelital.
5	Omnispace – Starlink	30,5	Convergencia fuerte dentro del bloque satelital/NTN.
6	MinTIC – Claro	30,5	Afinidad entre política pública y operador móvil frente al desarrollo del ecosistema NTN.
7	MinTIC – Tigo	30,5	Afinidad entre política pública y operador móvil en torno a objetivos de cobertura, adopción y disponibilidad.
8	CRC – Omnispace	30,5	Afinidad entre regulación nacional y actor NTN frente al escenario prospectivo.
9	MinTIC – Movistar	30,0	Convergencia entre política pública sectorial y operador móvil establecido.
10	MinTIC – 3GPP	30,0	Afinidad entre política pública nacional y estandarización técnica.

Fuente: Elaboración propia CRC

Estos resultados muestran que la convergencia de orden 2 no se organiza exclusivamente entre actores de una misma categoría. Por el contrario, las afinidades más altas aparecen entre funciones complementarias del ecosistema: política pública, regulación, operación satelital, operación móvil y

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 54 de 92
	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

estandarización técnica. Esta lectura es relevante porque indica que los objetivos formulados tienen capacidad de articular intereses entre actores públicos y privados, así como entre actores nacionales e internacionales.

2.3.2.2.2.2 Resultado 2: divergencias de orden 2

En contraste con las convergencias identificadas, la matriz de divergencias de orden 2 no registra valores positivos en los cruces actor–actor. Esto significa que, al considerar la intensidad de las posiciones frente a los objetivos estratégicos, no se identifican pares de actores con posiciones opuestas frente al conjunto de objetivos formulados.

Este resultado es consistente con la matriz actor–objetivo y con el histograma de implicación de los actores sobre los objetivos, en los cuales no se observaron posiciones agregadas en contra. En consecuencia, las diferencias entre actores no se expresan como oposición directa frente a los objetivos estratégicos, sino como variaciones en el nivel de implicación, prioridad o intensidad con la que cada actor se relaciona con ellos.

La siguiente tabla resume la lectura metodológica de la matriz de divergencias de orden 2, precisando el alcance del resultado y su implicación para las fases posteriores del análisis:

Tabla 14. Matriz MACTOR Divergencias orden 2

Resultado analizado	Hallazgo	Interpretación prospectiva
Matriz de divergencias de orden 2	Todos los cruces actor–actor presentan valor cero.	No se identifican posiciones opuestas entre actores frente a los objetivos estratégicos.
Relación con la matriz actor–objetivo	No se observaron posiciones agregadas en contra de los objetivos.	Las diferencias entre actores corresponden a grados de implicación, no a oposición estratégica.
Implicación para el análisis	Predominan afinidades y ausencia de conflictos cuantificados frente a los objetivos.	La construcción de escenarios debe concentrarse en condiciones habilitantes, capacidades, coordinación e implementación.

Fuente: Elaboración propia CRC

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 55 de 92
	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

2.3.2.2.3 Resultado 3: convergencias de orden 3

La convergencia de orden 3, evidenciada en el Anexo 6 permite precisar cuáles de las afinidades identificadas adquieren mayor relevancia estratégica al incorporar el peso relativo de los actores dentro del sistema. A diferencia del orden 2, que muestra similitud de posiciones frente a los objetivos, el orden 3 pondera esas afinidades por la capacidad de incidencia de los actores involucrados. Por esta razón, resulta especialmente útil para identificar las relaciones de convergencia que pueden tener mayor efecto sobre la evolución del ecosistema NTN.

En este nivel, la convergencia se concentra con mayor claridad alrededor de actores de estandarización, política pública, coordinación internacional, operación satelital y habilitación tecnológica. En particular, sobresalen Starlink, 3GPP, MinTIC, UIT, MSSA, Omnispace, GSMA y Qualcomm. Esto indica que, cuando se considera el peso estratégico de los actores, las afinidades más relevantes no se limitan a la implementación nacional, sino que se estructuran alrededor de los habilitadores técnicos, internacionales y satelitales del ecosistema. La siguiente tabla presenta los principales pares de convergencia de orden 3:

Tabla 15. Matriz MACTOR Convergencias orden 3

No.	Par de actores	Convergencia de orden 3	Lectura del resultado
1	3GPP – Starlink	37,6	Máxima convergencia estratégica entre estandarización técnica y operación satelital.
2	MinTIC – Starlink	36,7	Alta convergencia entre política pública nacional y actor satelital de alto peso estratégico.
3	MinTIC – 3GPP	35,6	Convergencia fuerte entre política pública nacional y estándares técnicos internacionales.
4	UIT – 3GPP	35,6	Afinidad estructural entre coordinación internacional de telecomunicaciones y estandarización técnica.
5	UIT – Starlink	35,5	Relación estratégica entre marco internacional de radiocomunicaciones y operación satelital.
6	MSSA – Starlink	35,3	Convergencia fuerte dentro del ecosistema de servicios satelitales móviles.
7	Omnispace – Starlink	35,3	Afinidad relevante entre actores satelitales/NTN.
8	3GPP – MSSA	34,1	Relación estratégica entre estandarización móvil y servicios satelitales móviles.
9	3GPP – Omnispace	34,1	Convergencia entre estandarización técnica e implementación de soluciones NTN.
10	GSMA – Starlink	34,1	Afinidad entre ecosistema móvil global y operación satelital.

11	MinTIC – UIT	33,8	Relación entre política pública nacional y marco internacional de telecomunicaciones.
12	Qualcomm – Starlink	33,7	Convergencia entre habilitación tecnológica de chipsets/dispositivos y operación satelital.
13	MinTIC – MSSA	33,2	Afinidad entre política pública nacional y servicios satelitales móviles.
14	MinTIC – Omnispace	33,2	Convergencia entre política pública sectorial y actor del ecosistema NTN.
15	CRC – Starlink	33,0	Convergencia entre regulación sectorial nacional y operación satelital.

Fuente: Elaboración propia CRC

La comparación entre las convergencias de orden 2 y orden 3 permite observar un cambio relevante en la lectura estratégica. Mientras el orden 2 resalta principalmente la afinidad entre actores nacionales, operadores satelitales y operadores móviles frente a los objetivos, el orden 3 asigna mayor peso a las relaciones que involucran actores con alta capacidad de incidencia sistémica, como 3GPP, UIT, GSMA, Qualcomm y Starlink.

Este resultado sugiere que la materialización del escenario deseable para las NTN en Colombia dependerá de una doble articulación. Por una parte, será necesaria una articulación nacional entre política pública, regulación, espectro y operadores. Por otra parte, será indispensable la alineación con condiciones internacionales de estandarización, radiocomunicaciones, interoperabilidad, disponibilidad tecnológica y modelos globales de prestación satelital.

2.3.2.2.2.4 Resultado 4: divergencias de orden 3

Al igual que en el análisis de orden 2, la matriz de divergencias de orden 3 no registra valores positivos entre pares de actores. Esto indica que, incluso al ponderar las posiciones por el peso estratégico relativo de los actores, no se identifican divergencias cuantificadas frente al conjunto de objetivos estratégicos formulados.

Este resultado confirma que las diferencias entre actores no aparecen como oposición frente al escenario deseable, sino como diferencias en la intensidad de su implicación, en su función dentro del ecosistema y en las condiciones requeridas para materializar los objetivos. En otras palabras, el análisis MACTOR no evidencia conflictos estructurales frente a los fines generales del sistema NTN, aunque ello no implica ausencia de tensiones potenciales en los mecanismos concretos de implementación.

La siguiente tabla resume la lectura metodológica y prospectiva de la matriz de divergencias de orden 3, precisando el alcance del resultado y su implicación para las fases posteriores del análisis:

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 57 de 92
	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 16. Matriz MACTOR Divergencias orden 3

Resultado analizado	Hallazgo	Interpretación prospectiva
Matriz de divergencias de orden 3	Todos los cruces actor–actor presentan valor cero.	No se identifican divergencias estratégicas ponderadas entre actores frente a los objetivos.
Comparación con orden 2	El resultado confirma la ausencia de oposición directa observada en el análisis de orden 2.	La afinidad general frente a los objetivos se mantiene incluso al considerar el peso relativo de los actores.
Lectura estratégica	No hay conflictos cuantificados frente al destino general del sistema NTN.	Las tensiones probables se ubican en la forma de implementar los objetivos, no en su formulación general.

Fuente: Elaboración propia CRC

En conjunto, el análisis de convergencias y divergencias evidencia un ecosistema con alta afinidad estratégica frente a los objetivos formulados para 2035. Las convergencias de orden 2 muestran una base amplia de alineación entre autoridades nacionales, regulador sectorial, operadores satelitales, operadores móviles y actores de estandarización. Las convergencias de orden 3 permiten precisar que las relaciones más estratégicas se concentran alrededor de Starlink, 3GPP, MinTIC, UIT, MSSA, Omnispace, GSMA y Qualcomm, actores que representan funciones críticas de operación satelital, estandarización, política pública, coordinación internacional, articulación sectorial y habilitación tecnológica.

La ausencia de divergencias de orden 2 y orden 3 confirma que los objetivos estratégicos fueron formulados en un nivel suficientemente transversal como para no generar oposición directa entre los actores priorizados. Sin embargo, esta ausencia de divergencias no debe interpretarse como inexistencia de retos o tensiones en el desarrollo del ecosistema NTN. Más bien indica que las posibles tensiones se ubicarán probablemente en los mecanismos específicos de implementación, tales como condiciones de uso del espectro, coexistencia entre redes terrestres y satelitales, obligaciones de calidad, modelos de competencia, acuerdos mayoristas, responsabilidades frente a usuarios, distribución de costos y ritmo de adopción tecnológica.

Por tanto, el principal reto no consiste en resolver desacuerdos sobre los objetivos generales del sistema, sino en identificar las condiciones que permitan convertir la convergencia estratégica en despliegues efectivos, servicios disponibles, adopción por parte de usuarios, sostenibilidad regulatoria y contribución al cierre de brechas digitales. Esta lectura será especialmente relevante para la formulación de hipótesis de futuro y la construcción de escenarios, en la medida en que las trayectorias posibles dependerán menos de oposiciones explícitas entre actores y más de la capacidad del ecosistema para articular condiciones técnicas, regulatorias, comerciales e institucionales que permitan materializar los objetivos planteados hacia 2035.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 58 de 92
	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

Una precisión importante para la interpretación de los resultados MACTOR es que la ausencia de divergencias consolidadas en las matrices de orden 2 y orden 3 no debe entenderse como inexistencia de tensiones en el ecosistema NTN. Lo que indica el resultado es que, bajo el criterio de consolidación aplicado mediante agregación por grupos de expertos, las valoraciones negativas identificadas en algunas respuestas individuales no alcanzaron a constituir una posición agregada o transversal del sistema frente a los objetivos estratégicos formulados.

En efecto, durante la revisión de las respuestas individuales se observaron valoraciones negativas puntuales frente a determinados objetivos, especialmente en materias asociadas a tráfico cursado sobre redes NTN, gestión del espectro, indicadores de calidad, disponibilidad de red y reducción de brecha digital. Estas valoraciones fueron conservadas como insumo de trazabilidad y análisis de sensibilidad, en tanto permiten reconocer posibles focos de tensión, aunque no hayan modificado la posición consolidada final de la matriz actor–objetivo.

Esta lectura también es consistente con los resultados cualitativos de las consultas. En particular, las respuestas abiertas evidencian preocupaciones relacionadas con la coexistencia entre redes terrestres y satelitales, el uso de bandas IMT, la necesidad de reglas claras de coordinación espectral, la prevención de interferencias, la definición de responsabilidades sobre calidad y disponibilidad, la asequibilidad de dispositivos, los costos de implementación, los modelos de competencia y la necesidad de evitar asimetrías regulatorias entre actores satelitales y operadores móviles terrestres.

Por tanto, la conclusión del MACTOR no debe formularse en términos de ausencia absoluta de conflicto, sino en términos de ausencia de oposición consolidada frente a los objetivos estratégicos generales. Las tensiones identificadas parecen ubicarse principalmente en el plano de la implementación: cómo se asignan responsabilidades, cómo se gestiona el espectro, qué estándares de calidad resultan aplicables, bajo qué condiciones se integran redes terrestres y no terrestres, qué cargas regulatorias corresponden a cada actor y cómo se preserva la complementariedad entre modelos de prestación.

2.3.2.3 Síntesis de resultados del método MACTOR

Los resultados del análisis MACTOR permiten caracterizar el ecosistema NTN como un sistema altamente interdependiente, en el que ningún actor concentra por sí solo la capacidad de orientar la evolución futura de las redes no terrestres en Colombia. Por el contrario, el desarrollo del sistema depende de la interacción entre organismos internacionales, entidades públicas nacionales, actores de estandarización, operadores satelitales, operadores móviles, fabricantes de infraestructura, proveedores de chipsets y fabricantes de terminales.

A partir de la matriz de influencias directas entre actores, el plano de influencias y dependencias permitió identificar un núcleo estratégico de actores con mayor capacidad de incidencia o con mayor relevancia funcional para las siguientes fases del estudio. Este núcleo está conformado por la UIT, 3GPP, GSMA, Starlink, Qualcomm, MinTIC, ANE, CRC, Claro y Tigo. En conjunto, estos actores representan funciones

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 59 de 92
	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

críticas del ecosistema: coordinación internacional, estandarización técnica, articulación del sector móvil, operación satelital, habilitación tecnológica, política pública, gestión del espectro, regulación sectorial y adopción comercial.

El análisis actor–objetivo mostró, a su vez, que los objetivos estratégicos formulados generan una implicación positiva dentro del sistema. Los objetivos con mayor nivel de implicación agregada fueron la ampliación de cobertura, la adopción de servicios NTN y la gestión del espectro. Este resultado evidencia que el ecosistema converge alrededor de tres ejes principales: ampliar el alcance de la conectividad, habilitar la adopción efectiva de servicios NTN y asegurar condiciones técnicas y regulatorias para el uso eficiente y coordinado del espectro.

En un segundo nivel de implicación se ubicaron objetivos asociados al marco normativo, el tráfico cursado sobre redes NTN, el cierre de brecha digital y la disponibilidad de red. Estos objetivos refuerzan la idea de que el desarrollo de las NTN no se limita a la existencia de cobertura nominal, sino que requiere reglas claras, capacidad efectiva de prestación, continuidad del servicio y contribución a finalidades de política pública. Por su parte, los objetivos relacionados con velocidad de carga, velocidad de descarga y alianzas público-privadas presentaron una implicación comparativamente menor, lo que sugiere que su materialización podría depender en mayor medida de la madurez tecnológica, los modelos de negocio, los incentivos disponibles y los estándares regulatorios que se definan para esta tecnología.

La implicación agregada por actor permitió diferenciar entre actores con alto peso estructural y actores con alta relación directa frente a los objetivos formulados. MinTIC, CRC, Starlink, Omnispace y los operadores móviles aparecen entre los actores con mayor implicación frente al conjunto de objetivos, lo que indica que la materialización del escenario deseable tendría efectos directos sobre sus funciones, competencias, estrategias o modelos de prestación. En contraste, actores como UIT, 3GPP, GSMA o Qualcomm tienen un papel especialmente relevante como habilitadores sistémicos, en la medida en que inciden sobre estándares, espectro, interoperabilidad, coordinación internacional y disponibilidad tecnológica.

Los resultados de convergencias y divergencias complementan esta lectura. Las convergencias de orden 2 evidenciaron afinidades amplias entre autoridades nacionales, regulador sectorial, operadores satelitales, operadores móviles y actores de estandarización. Las convergencias de orden 3 permitieron precisar que las relaciones estratégicamente más relevantes se concentran alrededor de Starlink, 3GPP, MinTIC, UIT, MSSA, Omnispace, GSMA y Qualcomm. Esto confirma que las trayectorias futuras de las NTN dependerán de la articulación entre operación satelital, estandarización técnica, política pública nacional, coordinación internacional, servicios satelitales móviles, articulación del ecosistema móvil y disponibilidad tecnológica en chipsets y dispositivos.

La ausencia de divergencias consolidadas en las matrices de orden 2 y orden 3 muestra que los objetivos estratégicos formulados son ampliamente compatibles con las visiones agregadas de los actores. No obstante, los insumos cualitativos y la revisión de respuestas individuales permiten advertir que las

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 60 de 92
	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

principales tensiones no se ubican en el nivel de los objetivos generales, sino en las condiciones concretas para su implementación. En particular, se identifican asuntos sensibles relacionados con coexistencia entre redes terrestres y satelitales, uso de bandas IMT, gestión del espectro, mitigación de interferencias, definición de responsabilidades sobre calidad y disponibilidad, asequibilidad de dispositivos, condiciones de competencia, eventuales asimetrías regulatorias y mecanismos de coordinación entre actores.

En consecuencia, la lectura integrada del MACTOR muestra un ecosistema con alta convergencia estratégica frente al futuro deseable de las NTN, pero con desafíos relevantes en la traducción de esa convergencia en decisiones operativas, regulatorias, técnicas y comerciales. El reto no consiste únicamente en identificar actores favorables al desarrollo de las redes no terrestres, sino en comprender bajo qué condiciones esa afinidad puede convertirse en despliegues efectivos, adopción de servicios, disponibilidad de dispositivos, continuidad de red, calidad adecuada, sostenibilidad económica y contribución real al cierre de brechas digitales.

Estos resultados constituyen un insumo central para la formulación de hipótesis de futuro. En particular, sugieren que las hipótesis deben recoger tanto los factores de convergencia identificados —cobertura, adopción, espectro, estandarización, regulación, interoperabilidad y articulación entre actores— como los posibles factores de bloqueo o tensión asociados a la implementación. De esta manera, la etapa siguiente del ejercicio prospectivo podrá explorar escenarios diferenciados no solo en función de la disponibilidad tecnológica de las NTN, sino también de la capacidad del ecosistema para resolver condiciones críticas de coordinación, regulación, competencia, calidad, espectro y apropiación por parte de los usuarios.

2.3.2.4 Resultados cualitativos del cuestionario complementario de la segunda ronda

Como complemento a la valoración estructurada de influencias entre actores y posiciones frente a objetivos estratégicos, en la segunda ronda de consulta también se aplicó un cuestionario complementario orientado a profundizar en aspectos relevantes para el desarrollo del ecosistema NTN en Colombia. Este instrumento permitió recoger percepciones cualitativas de los expertos sobre el interés de los agentes del sector, las condiciones regulatorias, técnicas, institucionales y de mercado necesarias para facilitar su desarrollo, las oportunidades de mercado asociadas a estos servicios y los beneficios potenciales para los usuarios.

El cuestionario buscó ampliar la lectura estratégica del ejercicio MACTOR, incorporando elementos que no se capturan plenamente a través de las matrices actor–actor y actor–objetivo, pero que resultan relevantes para interpretar los resultados y alimentar la construcción posterior de hipótesis y escenarios prospectivos. En particular, las preguntas permitieron identificar percepciones sobre el nivel de interés del mercado, la ocupación y disponibilidad de bandas de frecuencia, las condiciones habilitantes para el ingreso de nuevos agentes, las oportunidades comerciales y sociales, y las acciones concretas que podrían favorecer una mayor disponibilidad de servicios NTN en el país.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 61 de 92
	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

Las preguntas formuladas a los expertos fueron las siguientes:

- ¿Qué nivel de interés identifica, por parte de los diferentes agentes del sector, en ingresar o fortalecer su presencia en el país en relación con esta tecnología o mercado?
- Desde su conocimiento, ¿cuál es el estado actual de ocupación de las bandas de frecuencia asociadas a estos servicios y qué implicaciones podría tener esta situación para el desarrollo del mercado en Colombia?
- ¿Qué condiciones regulatorias, técnicas, institucionales o de mercado considera necesario facilitar para promover el ingreso de estos agentes al país?
- ¿Cuáles considera que son las principales oportunidades de mercado que podrían surgir en Colombia a partir del desarrollo de estos servicios?
- ¿Qué oportunidades identifica desde la perspectiva de los usuarios, en términos de acceso, cobertura, calidad, asequibilidad o nuevos servicios?
- Desde su perspectiva, ¿qué acciones concretas permitirían hacer realidad un escenario con mayor disponibilidad de servicios y una mayor participación de agentes en el país?

A partir de las respuestas recibidas, se presenta una síntesis de las principales observaciones de los expertos, organizada por grupos, con el fin de identificar coincidencias, énfasis diferenciales y aportes relevantes para la interpretación del ecosistema NTN y para las fases posteriores del ejercicio prospectivo.

i. Grupo de expertos de autoridades nacionales y reguladores de otros países

En este primer grupo de expertos se agrupan las respuestas de expertos relacionados con entidades e instituciones públicas de Colombia y de carácter nacional de otros países, en este caso se contó con las respuestas al cuestionario de expertos de la Agencia Nacional de Espectro (ANE), del Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC), del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y de México de la Comisión Reguladora de Telecomunicaciones (CRT).

En primer lugar, se evidencia existe una coincidencia en los expertos de entidades de política pública en que el interés del mercado es alto, creciente y de carácter multisectorial. Todos los expertos destacan la participación activa de operadores móviles, operadores satelitales, fabricantes, proveedores tecnológicos y actores de IoT, motivados por el potencial de las NTN para complementar las redes terrestres y habilitar nuevos modelos de conectividad, especialmente en zonas rurales o de difícil acceso. Este interés también está fuertemente impulsado por tendencias globales de estandarización (3GPP,

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 62 de 92
	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

UIT) y por la evolución hacia servicios como D2D, IoT satelital y backhaul híbrido, lo que implica que el desarrollo nacional estará condicionado por dinámicas internacionales y economías de escala.

En segundo lugar, se observa una coincidencia en que el principal desafío técnico y estructural radica en la gestión del espectro y la coexistencia entre servicios. Los expertos resaltan que muchas de las bandas relevantes ya presentan ocupación significativa o están asignadas a servicios terrestres, lo que obliga a desarrollar esquemas de compartición, coordinación y mitigación de interferencias. Al mismo tiempo, se reconoce que este reto es también una oportunidad para optimizar el uso del espectro, especialmente en bandas menos congestionadas, y para avanzar hacia modelos más flexibles e integrados de gestión que respondan a la convergencia entre redes terrestres y no terrestres, la ANE resalta que la expedición de la Resolución 376 de 2022 constituyó un avance relevante al actualizar el régimen aplicable a servicios satelitales, incorporando disposiciones orientadas a habilitar nuevas arquitecturas, modelos de prestación y tipos de estaciones terrenas, en línea con la evolución tecnológica internacional.

En tercer lugar, hay un consenso sobre la necesidad de un marco regulatorio flexible, prospectivo y tecnológicamente neutral como condición habilitante clave. Las respuestas coinciden en la importancia de definir hojas de ruta específicas para NTN, promover pilotos y sandboxes regulatorios, fortalecer la coordinación interinstitucional y alinear el desarrollo nacional con los estándares internacionales. Más que barreras estructurales, se identifican desafíos asociados a la incertidumbre técnica y regulatoria, lo que refuerza la importancia de avanzar de manera gradual, basada en evidencia y con mecanismos de aprendizaje continuo.

Finalmente, los expertos coinciden en que las NTN representan una oportunidad estratégica de alto impacto para el cierre de brechas digitales y la generación de valor económico y social. Se destacan beneficios como la expansión de cobertura en zonas no atendidas, la resiliencia de las comunicaciones ante emergencias, el desarrollo de soluciones IoT para sectores productivos (agricultura, energía, minería, logística) y la habilitación de nuevos servicios digitales. Desde la perspectiva del usuario, las NTN permitirían mejorar el acceso, la continuidad del servicio y la inclusión digital, aunque con retos asociados a calidad inicial, costos y disponibilidad de dispositivos, que dependerán de la maduración tecnológica y del mercado.

En general las recomendaciones apuntan a una estrategia integral que combine planeación (hoja de ruta), regulación flexible, gestión técnica del espectro, coordinación institucional y fomento del mercado, para permitir un desarrollo ordenado y efectivo de las NTN en Colombia.

ii. Grupo de expertos Ecosistema satelital y NTN

En este segundo grupo de expertos, compuesto por operadores satelitales y proveedores tecnológicos (Globalstar, Omnispace, AST SpaceMobile, Viasat, Sateliot y Skylo), se evidencia una visión convergente del ecosistema NTN como una capa integrada, comercialmente activa y en rápida expansión, basada en la complementariedad con las redes móviles terrestres. Los expertos coinciden en que las NTN ya no

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 63 de 92
	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

son una tecnología emergente sino una realidad en operación, con despliegues comerciales, dispositivos compatibles y acuerdos con operadores móviles a nivel global. Este ecosistema lo ven estructurado alrededor de alianzas entre operadores satelitales, MNOs, fabricantes de dispositivos y proveedores de soluciones digitales, donde la interoperabilidad y la estandarización (principalmente bajo 3GPP) son elementos centrales.

En segundo lugar, se identifica un consenso en que el modelo de negocio dominante es colaborativo y no sustitutivo: las NTN se conciben como una extensión de las redes móviles, no como una competencia directa. Ejemplos como D2D, IoT-NTN o backhaul satelital se integran a las redes existentes mediante acuerdos comerciales, roaming o esquemas mayoristas. En este contexto, algunos actores destacan que incluso es posible operar sobre espectro móvil existente mediante acuerdos con operadores (caso AST SpaceMobile), mientras que otros enfatizan el uso de espectro satelital armonizado (bandas L y S) para facilitar despliegues más ágiles y con menor complejidad regulatoria.

En tercer lugar, los expertos coinciden en que el principal habilitador, y a la vez restricción, del ecosistema es el marco regulatorio y de espectro. Se enfatiza la necesidad de marcos flexibles, proporcionales y tecnológicamente neutrales, que reconozcan la naturaleza complementaria de las NTN y eviten imponer cargas regulatorias equivalentes a las de operadores terrestres. Asimismo, se destaca la importancia de garantizar acceso a espectro (tanto MSS como IMT), simplificar licenciamiento, asegurar certeza jurídica y habilitar distintos modelos de negocio, incluyendo esquemas mayoristas y alianzas con fabricantes. En general, advierten que regulaciones rígidas o cargas excesivas pueden frenar inversión y despliegue, mientras que enfoques habilitantes, como en EE. UU., Brasil o Chile— han acelerado la adopción.

Finalmente, existe una fuerte convergencia en torno a las oportunidades estratégicas del ecosistema NTN, especialmente en países con características como Colombia. De forma consistente, estos actores del ecosistema satelital identifican que Colombia es un mercado especialmente atractivo por su geografía, brechas de conectividad y estructura productiva.

Los expertos destacan aplicaciones en cierre de brechas de cobertura, conectividad rural, resiliencia ante emergencias, IoT en sectores productivos (agricultura, energía, logística), transporte y servicios críticos. Desde la perspectiva del usuario, se resalta un cambio estructural: la posibilidad de conectividad ubicua directamente desde dispositivos estándar, sin infraestructura adicional, lo que puede eliminar los rezagos de desconexión total en el territorio y habilitar nuevos servicios de seguridad, monitoreo y comunicación continua. En este sentido, el ecosistema NTN es visto por este grupo como un habilitador clave para la inclusión digital, la eficiencia productiva y la transformación territorial, con impacto inmediato si se crean las condiciones adecuadas.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 64 de 92
	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

iii. Grupo de expertos de Operadores móviles de red (OMR)

En las respuestas de los operadores móviles de red, se recibieron de CLARO, TIGO y WOM, se identifica una visión consistente en la cual las redes no terrestres (NTN) son entendidas como una extensión natural de sus redes actuales, más que como una tecnología disruptiva independiente que se encuentra en una etapa incipiente y exploratoria, dado que persisten importantes desafíos técnicos, económicos y regulatorios.

Los OMR coinciden en que las NTN permiten ampliar su cobertura hacia zonas donde hoy no es viable desplegar infraestructura terrestre, especialmente en áreas rurales dispersas, de difícil acceso o con baja rentabilidad. En este sentido, se perciben como una herramienta eficiente para mejorar la cobertura sin incurrir en altos costos de inversión en estaciones base o transporte, no obstante consideran estas redes como complementarias a las redes móviles terrestres y advierten que resulta necesario evitar escenarios en los que dichas redes sean posicionadas como sustitutas de las redes móviles terrestres, ya que consideran que en ausencia de reglas claras, podría generarse una competencia asimétrica, manifiestan que los operadores móviles han realizado históricamente inversiones significativas en infraestructura, espectro, despliegue y cumplimiento de obligaciones regulatorias, de cobertura, calidad y contribuciones sectoriales.

Un elemento central es que los operadores conciben el modelo NTN como complementario y basado en alianzas con operadores satelitales, particularmente mediante esquemas como D2D, roaming, backhaul satelital e integración IoT. Esto permite a los OMR atender nuevos segmentos de mercado (empresarial, industrial, rural) y habilitar casos de uso que actualmente no son rentables bajo redes terrestres tradicionales, pero consideran se deben desarrollar bajo criterios de complementariedad, mecanismos estrictos de coordinación espectral y condiciones que preserven la integridad y calidad de las redes móviles actualmente desplegadas.

En cuanto a los desafíos, los operadores coinciden en que el factor crítico es la coexistencia en el uso del espectro y la integración técnica con redes terrestres. Dado que muchas soluciones NTN, especialmente D2D, utilizan bandas IMT ya asignadas, se requiere definir mecanismos claros de compartición, umbrales de interferencia, handover entre redes terrestre-satélite y condiciones técnicas de operación. Este aspecto es fundamental para garantizar la calidad del servicio y evitar afectaciones a las redes móviles existentes, por lo que demandan claridad regulatoria y técnica.

Finalmente, los OMR ven en las NTN una oportunidad estratégica para expandir servicios, diversificar ingresos y contribuir al cierre de la brecha digital, especialmente mediante la provisión de servicios básicos (mensajería, voz, IoT, alertas) en zonas no cubiertas. También destacan oportunidades en sectores productivos (agro, minería, transporte, logística) y en servicios de emergencia, lo que refuerza su papel como actores clave en la implementación de estas soluciones en el país. En conjunto, su visión resalta que el desarrollo exitoso de las NTN dependerá de marcos regulatorios que faciliten la integración con redes existentes y promuevan esquemas de colaboración en lugar de competencia.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 65 de 92
	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

iv. Grupo de expertos de la academia y consultores independientes

En las respuestas de los expertos de la academia y consultores, se evidencia una convergencia en que las NTN deben analizarse como parte de una evolución global del sector de telecomunicaciones, más que como una innovación aislada. Los expertos coinciden en que el interés del ecosistema es alto y creciente, impulsado por la dinámica internacional de alianzas entre operadores móviles y satelitales, el despliegue de nuevas constelaciones y la estandarización en 3GPP. Asimismo, señalan que Colombia no es un caso aislado, sino que seguirá tendencias globales, por lo que su desarrollo dependerá en buena medida de alinearse con estos procesos internacionales y de aprovechar las dinámicas ya en marcha.

En segundo lugar, existe consenso en que el principal desafío estructural está en la gestión del espectro y la coexistencia entre servicios. Los expertos destacan que las NTN pueden operar en diferentes tipos de bandas (MSS, IMT), cada una con implicaciones regulatorias y técnicas distintas. En particular, resaltan que el uso de espectro IMT implica necesariamente acuerdos con operadores móviles, mientras que las bandas satelitales requieren procesos de coordinación y posibles ajustes como migración de estaciones existentes. Más allá de la disponibilidad, subrayan que el reto central es garantizar coexistencia sin interferencias y coordinar a múltiples actores en el uso eficiente del recurso.

En tercer lugar, hay una fuerte coincidencia en la necesidad de un enfoque regulatorio flexible, evolutivo y orientado a facilitar el mercado, más que a imponer reglas rígidas. Los expertos recomiendan marcos «light», evitar exclusividades, promover acuerdos entre operadores y adaptar condiciones como calidad de servicio a las características de las NTN. También resaltan la importancia de mecanismos innovadores como sandboxes, autorregulación y coordinación institucional entre ANE, CRC y MinTIC, así como una alineación con estándares y decisiones internacionales (UIT, 3GPP). En general, consideran que la regulación debe acompañar el desarrollo del mercado de manera progresiva y basada en evidencia.

Finalmente, los expertos coinciden en que las NTN representan una oportunidad significativa para Colombia, especialmente en cierre de brechas de cobertura, conectividad rural y desarrollo de aplicaciones productivas. Se destacan usos en IoT, sectores agroindustriales, minería, logística, servicios públicos y atención de emergencias, así como la provisión de servicios básicos (voz, SMS) y luego banda ancha en el mediano plazo. Desde la perspectiva de los usuarios, se resalta el valor de la conectividad ubicua y resiliente, aunque con limitaciones iniciales en calidad y asequibilidad. En conjunto, este grupo aporta una visión equilibrada: reconoce el alto potencial de las NTN, pero enfatiza que su impacto dependerá de decisiones regulatorias, coordinación institucional y capacidad de adaptación del país a un entorno global en rápida evolución.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 66 de 92
	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

v. Grupo de expertos productores de terminales, dispositivos y chipsets

De los productores de terminales, dispositivos y chipsets solo se cuenta con respuesta de Samsung, de la cual se resume los aportes a continuación:

En primer lugar, se identifica que los fabricantes de dispositivos ven las NTN como una extensión funcional del ecosistema móvil, donde los terminales juegan un rol habilitador clave para masificar el acceso a estas tecnologías. Considera que el interés del ecosistema involucra operadores satelitales, operadores móviles, fabricantes de chipsets, gobiernos y usuarios. En particular, destacan que una parte importante del portafolio global de dispositivos ya incluye capacidades de conexión directa a satélite, lo que confirma que el desarrollo de NTN no es hipotético, sino que está técnicamente disponible y en proceso de despliegue, aunque aún requiere validación mediante pilotos y habilitación regulatoria.

En segundo lugar, enfatiza que el desarrollo del mercado depende en gran medida de condiciones regulatorias y de estandarización adecuadas, especialmente en materia de espectro y compatibilidad internacional. Se resalta la importancia de asignar bandas alineadas con estándares globales, facilitar la homologación de dispositivos y definir claramente los roles entre operadores móviles, proveedores satelitales y fabricantes. Asimismo, se identifica la necesidad de mecanismos de coordinación para evitar interferencias y asegurar interoperabilidad, lo que refleja que el éxito del ecosistema depende de la integración armonizada entre redes y dispositivos.

En tercer lugar, perciben las NTN como una oportunidad relevante de mercado, especialmente en servicios D2D y expansión de capacidades del dispositivo. Entre las aplicaciones destacan la conectividad directa en zonas sin cobertura, el seguimiento de flotas, las comunicaciones críticas y la inclusión financiera en regiones apartadas. Estas oportunidades se basan en la capacidad de los dispositivos de operar como interfaz directa con la red satelital, sin necesidad de equipos adicionales, lo que facilita la adopción masiva en comparación con modelos satelitales tradicionales.

Finalmente, desde la perspectiva del usuario, se identifica que las NTN en dispositivos móviles representan una mejora significativa en cobertura, resiliencia y disponibilidad de servicios, con beneficios concretos como mensajería de emergencia, conectividad ubicua y nuevos modelos de consumo (planes por demanda o temporales). Sin embargo, los fabricantes también subrayan que la adopción dependerá de factores como la asequibilidad de los dispositivos, incentivos de política pública y maduración del ecosistema. En este sentido, proponen medidas como beneficios fiscales, homologación ágil y habilitación del uso de NTN para cumplir obligaciones de cobertura, lo que evidencia que el rol de los dispositivos es estratégico, pero depende de un entorno regulatorio y de mercado favorable para materializar su impacto.

En conjunto, las respuestas al cuestionario complementario de la segunda ronda evidencian una percepción ampliamente favorable sobre el potencial de las redes no terrestres en Colombia, especialmente como solución complementaria para ampliar cobertura, mejorar resiliencia, habilitar

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 67 de 92
	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

nuevos servicios digitales y atender zonas rurales, apartadas o de difícil acceso. Los distintos grupos de expertos coinciden en que el interés del mercado es creciente y que el desarrollo de NTN estará fuertemente condicionado por la articulación entre operadores móviles, operadores satelitales, fabricantes, proveedores tecnológicos, autoridades y organismos de estandarización.

También se identifican coincidencias relevantes sobre los principales factores habilitantes del ecosistema. Entre ellos se destacan la necesidad de contar con reglas claras y flexibles, mecanismos de gestión y coexistencia del espectro, condiciones de interoperabilidad, esquemas de licenciamiento ágiles, espacios de experimentación regulatoria, coordinación institucional y alineación con estándares internacionales. Estas condiciones aparecen como elementos transversales para facilitar el ingreso de agentes, promover inversión, reducir incertidumbre y permitir que los distintos modelos de negocio NTN puedan desarrollarse de manera ordenada.

Desde la perspectiva de mercado y usuarios, las respuestas resaltan oportunidades en conectividad rural, servicios D2D, IoT satelital, backhaul, atención de emergencias, sectores productivos, logística, minería, agroindustria, transporte y comunicaciones críticas. Sin embargo, también se advierten retos asociados a costos, asequibilidad, disponibilidad de dispositivos, calidad inicial del servicio, ocupación de bandas, coordinación entre redes terrestres y satelitales, y definición de responsabilidades entre los actores que intervienen en la prestación del servicio.

Estos insumos cualitativos complementan los resultados de la segunda ronda, al aportar contexto sobre las motivaciones, expectativas, riesgos y condiciones habilitantes percibidas por los expertos. En consecuencia, serán considerados como elementos de apoyo para la interpretación de los resultados MACTOR, la formulación de hipótesis de futuro y la construcción posterior de escenarios prospectivos sobre la evolución de las redes no terrestres en Colombia hacia 2035.

2.4 Construcción de hipótesis

A partir de los resultados obtenidos en las fases MICMAC y MACTOR, el ejercicio prospectivo avanza hacia la construcción de hipótesis de futuro para alimentar la etapa de escenarios mediante SMIC-Prob-Expert. Esta fase permite transformar los principales hallazgos del análisis estructural de variables, la formulación de objetivos estratégicos y el análisis de actores en un conjunto acotado de condiciones críticas cuya ocurrencia o no ocurrencia puede modificar la trayectoria de evolución de las redes no terrestres en Colombia hacia 2035.

Las hipótesis no corresponden a predicciones ni a decisiones regulatorias adoptadas. Tampoco constituyen recomendaciones o metas institucionales definitivas. Para efectos del presente estudio, se entienden como enunciados prospectivos que representan condiciones relevantes del sistema NTN, frente a las cuales es posible estimar probabilidades de ocurrencia y analizar sus interdependencias. En consecuencia, su función es servir como base para explorar escenarios alternativos sobre el futuro del ecosistema NTN en el país.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 68 de 92
	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 construcción de hipótesis tomó como insumo principal las diez variables estratégicas identificadas mediante MICMAC, los objetivos estratégicos formulados a partir de dichas variables, los resultados del análisis MACTOR y las observaciones cualitativas recogidas en las rondas de consulta. En particular, se consideraron los factores que mostraron mayor capacidad de estructurar el sistema, los objetivos con mayor implicación agregada de los actores, las convergencias estratégicas identificadas y los posibles focos de tensión asociados a la implementación de las redes NTN.

Con base en estos insumos, las hipótesis fueron organizadas alrededor de seis ejes críticos:

1. Regulación y gestión del espectro.
2. Adopción de servicios y disponibilidad de dispositivos.
3. Integración entre redes terrestres y no terrestres.
4. Cobertura, resiliencia y cierre de brechas.
5. Calidad, capacidad y disponibilidad de red.
6. Gobernanza, inversión y colaboración público-privada.

Estos ejes permiten recoger tanto los factores de convergencia identificados en el ejercicio como las condiciones que podrían limitar, acelerar o transformar la evolución del ecosistema NTN.

La siguiente tabla presenta la trazabilidad entre los ejes críticos definidos y los principales insumos del ejercicio prospectivo:

Tabla 17. Ejes críticos y alcance prospectivo

Eje crítico	Variables y objetivos asociados	Principales insumos MACTOR	Alcance prospectivo
Regulación y gestión del espectro	Políticas nacionales; gestión del espectro; marco normativo NTN; condiciones técnicas de coexistencia.	Alta implicación del objetivo de gestión del espectro; relevancia de MinTIC, ANE, CRC, UIT y 3GPP; tensiones cualitativas sobre bandas IMT, interferencias y coordinación.	Evalúa si Colombia logra contar con reglas, espectro y condiciones técnicas suficientes para habilitar la operación NTN.
Adopción de servicios y disponibilidad de dispositivos	Cantidad de usuarios; adopción D2D/D2C; IoT-NTN; terminales compatibles.	Alta implicación del objetivo de adopción; relevancia de operadores móviles, operadores satelitales, Qualcomm y fabricantes de dispositivos.	Evalúa si los servicios NTN alcanzan escala comercial y disponibilidad efectiva para usuarios e IoT/M2M.
Integración entre redes terrestres y no terrestres	Cobertura; tráfico de datos; interoperabilidad; handover TN/NTN; complementariedad de redes.	Convergencias entre operadores móviles, actores satelitales, 3GPP, GSMA y Qualcomm; observaciones cualitativas sobre modelos colaborativos.	Evalúa si se consolidan acuerdos técnicos y comerciales para integrar NTN como complemento de redes móviles terrestres.
Cobertura, resiliencia y cierre de brechas	Cobertura; brecha digital; disponibilidad; servicios esenciales; conectividad en zonas rurales o apartadas.	Mayor implicación del objetivo de cobertura; relevancia de MinTIC, CRC, operadores móviles y satelitales; énfasis cualitativo en	Evalúa si las NTN contribuyen de manera efectiva a ampliar cobertura, resiliencia y

		zonas rurales, emergencias y conectividad territorial.	conectividad en zonas con limitaciones de red terrestre.
Calidad, capacidad y disponibilidad de red	Tráfico de datos; velocidad de carga; velocidad de descarga; disponibilidad.	Implicación intermedia de objetivos de tráfico, disponibilidad y calidad; tensiones puntuales sobre estándares, capacidad, continuidad y experiencia de usuario.	Evalúa si las redes NTN logran condiciones técnicas suficientes para prestar servicios sostenibles y confiables.
Gobernanza, inversión y colaboración público-privada	Alianzas público-privadas; políticas nacionales; coordinación institucional; inversión compartida.	Menor implicación relativa del objetivo de alianzas público-privadas, pero presencia cualitativa de coordinación, inversión y colaboración como condiciones habilitantes.	Evalúa si se consolidan mecanismos de gobernanza e inversión que permitan escalar soluciones NTN de manera sostenible.

Fuente: Elaboración propia CRC

A partir de estos seis ejes críticos, se formularon seis hipótesis de futuro. Dado que cada hipótesis puede ocurrir o no ocurrir, su combinación genera sesenta y cuatro (64) configuraciones posibles, correspondientes a (2^6) . Este número permite recoger la complejidad del ecosistema NTN y, al mismo tiempo, mantener un conjunto de escenarios susceptible de procesamiento e interpretación estratégica. Estas 64 configuraciones no deben confundirse con las 66 valoraciones solicitadas a cada experto: seis probabilidades simples, treinta probabilidades condicionales positivas y treinta probabilidades condicionales negativas.

Las hipótesis formuladas para la consulta SMIC-Prob-Expert son las siguientes:

Tabla 18. Consulta SMIC-Prob-Expert – Hipótesis de futuro

Código	Hipótesis de futuro	Eje crítico asociado
H1	Hacia 2035, Colombia habrá adoptado un marco regulatorio y de gestión de espectro específico para redes no terrestres, que habilite la operación de servicios D2D, D2C, IoT-NTN y backhaul NTN bajo condiciones claras de coexistencia, interoperabilidad, calidad, protección de usuarios y mitigación de interferencias.	Regulación y gestión del espectro
H2	Hacia 2035, los servicios NTN orientados a usuario final e IoT/M2M habrán alcanzado un nivel significativo de adopción en Colombia, representado por el 50% de los accesos móviles del país ²² , impulsado por la disponibilidad de dispositivos compatibles, ofertas comerciales habilitadas y modelos de integración con redes móviles terrestres.	Adopción de servicios y disponibilidad de dispositivos
H3	Hacia 2035, se habrán consolidado acuerdos técnicos y comerciales entre operadores móviles, operadores satelitales y proveedores tecnológicos que permitan integrar redes terrestres y no terrestres como soluciones complementarias de conectividad.	Integración entre redes terrestres y no terrestres
H4	Hacia 2035, las redes NTN habrán contribuido de manera efectiva a ampliar la cobertura y la resiliencia de las comunicaciones en zonas rurales, apartadas, de difícil acceso o con baja disponibilidad de redes terrestres, alcanzando una cobertura del 99% del territorio nacional ²³ .	Cobertura, resiliencia y cierre de brechas

²² Porcentaje establecido a partir del objetivo planteado en la segunda consulta del presente estudio

²³ Porcentaje establecido a partir del objetivo planteado en la segunda consulta del presente estudio.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 70 de 92
	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

H5	Hacia 2035, las redes NTN disponibles en Colombia habrán alcanzado condiciones técnicas suficientes de capacidad, disponibilidad y calidad para soportar servicios esenciales, tráfico de datos y casos de uso productivos sin degradar la experiencia de los usuarios.	Calidad, capacidad y disponibilidad de red
H6	Hacia 2035, Colombia habrá consolidado mecanismos de coordinación institucional, inversión y colaboración público-privada que permitan escalar soluciones NTN de forma sostenible y alineada con objetivos de conectividad, innovación, competencia y cierre de brechas digitales.	Gobernanza, inversión y colaboración público-privada

Fuente: Elaboración propia CRC

Las hipótesis propuestas recogen los principales factores estructurantes identificados a lo largo del ejercicio prospectivo. La primera hipótesis concentra las condiciones regulatorias y de espectro, consideradas críticas para habilitar la operación de redes NTN y gestionar su coexistencia con redes terrestres. La segunda se enfoca en la adopción efectiva de servicios por parte de usuarios finales y conexiones IoT/M2M, lo cual depende de la disponibilidad de dispositivos compatibles, ofertas comerciales y modelos de provisión. La tercera recoge la necesidad de integración técnica y comercial entre redes terrestres y no terrestres, aspecto recurrente en las consultas a expertos y en el análisis de convergencias entre actores.

La cuarta hipótesis se orienta al impacto territorial y social de las NTN, particularmente en cobertura, resiliencia y atención de zonas donde las redes terrestres presentan limitaciones. La quinta recoge la dimensión técnica de desempeño, capacidad, disponibilidad y calidad, necesaria para que las NTN no se limiten a una cobertura nominal, sino que puedan soportar servicios sostenibles. Finalmente, la sexta hipótesis incorpora las condiciones de gobernanza, inversión y colaboración requeridas para escalar soluciones NTN en el país, reconociendo que el desarrollo de estas redes dependerá no solo de tecnología y regulación, sino también de coordinación institucional y modelos sostenibles de implementación.

En conjunto, estas hipótesis permiten pasar de la identificación de variables, objetivos y actores a la exploración de futuros posibles. Su valoración mediante SMIC-Prob-Expert permitirá estimar probabilidades simples y condicionales, identificar relaciones de dependencia entre hipótesis y construir escenarios prospectivos sobre la evolución de las redes no terrestres en Colombia hacia 2035.

2.4.1 Consulta para la valoración probabilística de hipótesis

Con base en las hipótesis de futuro formuladas, se procede a su valoración probabilística mediante el método SMIC-Prob-Expert. Esta etapa permite estimar la probabilidad de ocurrencia de cada hipótesis hacia 2035 y analizar las relaciones de interdependencia entre ellas, con el fin de construir escenarios prospectivos.

Para este propósito, se diseñó una consulta dirigida a expertos y actores del ecosistema TIC, satelital, regulatorio, institucional, tecnológico y académico. La consulta busca recoger valoraciones sobre la probabilidad de ocurrencia de cada hipótesis, así como sobre la forma en que la ocurrencia o no

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 71 de 92
	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

ocurrencia de una hipótesis puede modificar la probabilidad de ocurrencia de las demás. De esta manera, el análisis no se limita a evaluar cada hipótesis de forma aislada, sino que permite identificar relaciones de refuerzo, dependencia, condicionamiento o debilitamiento entre los distintos factores críticos del sistema.

La consulta se estructura en tres tipos de valoración: probabilidades simples, probabilidades condicionales positivas y probabilidades condicionales negativas. Las probabilidades simples permiten estimar la posibilidad de ocurrencia de cada hipótesis considerada individualmente. Las probabilidades condicionales positivas permiten establecer qué tan probable sería la ocurrencia de una hipótesis si otra hipótesis también ocurre. Por su parte, las probabilidades condicionales negativas permiten valorar qué tan probable sería la ocurrencia de una hipótesis si otra hipótesis no ocurre.

La siguiente tabla resume la estructura de la valoración probabilística:

Tabla 19. Consulta SMIC-Prob-Expert – Valoración probabilística

Tipo de valoración	Pregunta orientadora	Propósito
Probabilidad simple	¿Qué tan probable es que ocurra cada hipótesis hacia 2035?	Estimar la probabilidad individual de ocurrencia de cada hipótesis.
Probabilidad condicional positiva	Si ocurre una hipótesis determinada, ¿qué tan probable es que ocurra otra hipótesis?	Identificar relaciones de refuerzo o dependencia positiva entre hipótesis.
Probabilidad condicional negativa	Si no ocurre una hipótesis determinada, ¿qué tan probable es que ocurra otra hipótesis?	Identificar relaciones de vulnerabilidad, sustitución, independencia o dependencia negativa entre hipótesis.

Fuente: Elaboración propia CRC, basada en el método SMIC-Prob-Expert

Considerando que el ejercicio se construyó a partir de seis hipótesis, la consulta SMIC-Prob-Expert comprende seis valoraciones de probabilidad simple, treinta valoraciones de probabilidad condicional positiva y treinta valoraciones de probabilidad condicional negativa. En total, cada experto deberá realizar sesenta y seis valoraciones probabilísticas. Estas valoraciones permitirán alimentar el modelo SMIC-Prob-Expert y generar las combinaciones de escenarios posibles derivadas de la ocurrencia o no ocurrencia de las hipótesis formuladas.

Para facilitar la interpretación por parte de los expertos, las valoraciones se realizarán en una escala porcentual de 0% a 100%, donde 0% representa una ocurrencia imposible o prácticamente imposible, y 100% representa una ocurrencia altamente probable o prácticamente segura. Los valores intermedios permiten expresar distintos niveles de incertidumbre, probabilidad moderada o alta probabilidad de ocurrencia, como se ve a continuación:

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 72 de 92
	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 20. consulta SMIC-Prob-Expert Valores de referencia

Valor de referencia	Interpretación
0%	Imposible o prácticamente imposible
25%	Poco probable
50%	Probabilidad intermedia
75%	Probable
100%	Muy probable o prácticamente seguro

Fuente: Elaboración propia CRC, basada en el método SMIC-Prob-Expert

En caso de que el procesamiento en el software requiera valores normalizados, las probabilidades expresadas en porcentaje serán convertidas a una escala entre 0 y 1. Esta conversión no modifica el sentido de las respuestas, sino que permite su incorporación técnica en la herramienta SMIC-Prob-Expert.

La valoración de probabilidades condicionales se realizará para cada par de hipótesis, excluyendo la relación de una hipótesis consigo misma. Así, para cada hipótesis se preguntará por su probabilidad de ocurrencia en dos situaciones: cuando otra hipótesis ocurre y cuando esa otra hipótesis no ocurre. Este procedimiento permite identificar cómo se reconfigura el sistema ante distintos supuestos de futuro y estimar qué combinaciones de hipótesis resultan más probables, más críticas o más deseables.

Los resultados de esta consulta serán consolidados y procesados mediante SMIC-Prob-Expert para obtener escenarios probabilizados. Cada escenario corresponderá a una combinación posible de ocurrencia y no ocurrencia de las seis hipótesis formuladas. En este caso, el conjunto de seis hipótesis da lugar a sesenta y cuatro escenarios posibles, los cuales serán analizados posteriormente en función de su probabilidad, coherencia interna, deseabilidad estratégica e implicaciones para la política pública, la regulación, la gestión del espectro, la conectividad, la calidad del servicio, la competencia, la inversión y el cierre de brechas digitales.

Con el fin de recoger las valoraciones de los expertos y actores del sector, el presente documento incorpora la consulta SMIC-Prob-Expert como un instrumento complementario del análisis prospectivo. Para su diligenciamiento, se pondrá a disposición un archivo Excel adjunto, estructurado en tres hojas, correspondientes a los tres tipos de valoración requeridos por el método: probabilidades simples, probabilidades condicionales positivas y probabilidades condicionales negativas.

El propósito de este instrumento es que los participantes asignen, desde su conocimiento técnico, regulatorio, institucional, académico y sectorial, una probabilidad estimada a cada hipótesis y a las relaciones condicionales entre ellas. Las respuestas no serán interpretadas como compromisos institucionales, posiciones oficiales o manifestaciones de interés comercial, sino como insumos de juicio experto para la construcción de escenarios prospectivos.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 73 de 92
	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 archivo de consulta estará organizado de la siguiente manera:

Tabla 21. consulta SMIC-Prob-Expert instrucciones de diligenciamiento

Hoja del archivo Excel	Contenido	Instrucción de diligenciamiento
Hoja 1. Probabilidades simples	Contiene las seis hipótesis formuladas.	Asignar a cada hipótesis una probabilidad de ocurrencia hacia 2035, utilizando la escala porcentual definida.
Hoja 2. Probabilidades condicionales positivas	Contiene la matriz de probabilidad de ocurrencia de una hipótesis bajo el supuesto de que otra hipótesis ocurre.	Diligenciar las celdas habilitadas indicando qué tan probable es que ocurra cada hipótesis si se cumple la hipótesis indicada como condición.
Hoja 3. Probabilidades condicionales negativas	Contiene la matriz de probabilidad de ocurrencia de una hipótesis bajo el supuesto de que otra hipótesis no ocurre.	Diligenciar las celdas habilitadas indicando qué tan probable es que ocurra cada hipótesis si no se cumple la hipótesis indicada como condición.

Fuente: Elaboración propia CRC

En las matrices de valoración condicional no se diligenciarán las celdas correspondientes a la relación de una hipótesis consigo misma. Estas celdas aparecerán marcadas con un guion, dado que el método no requiere estimar, por ejemplo, la probabilidad de ocurrencia de H1 condicionada a la ocurrencia o no ocurrencia de la misma H1.

Con el fin de facilitar el diligenciamiento del instrumento, a continuación se presenta un ejemplo ilustrativo para cada uno de los tres tipos de valoración. Estos ejemplos no constituyen una orientación sobre la respuesta esperada ni sugieren una probabilidad determinada; únicamente muestran la forma en que deben interpretarse las preguntas y diligenciarse las celdas del archivo Excel.

- Ejemplo 1. Probabilidad simple:**

En la hoja de probabilidades simples, el participante debe valorar cada hipótesis de manera individual, sin asumir la ocurrencia o no ocurrencia de las demás hipótesis.

Tabla 22. consulta SMIC-Prob-Expert Ejemplo probabilidad simple

Hipótesis	Pregunta	Ejemplo de respuesta	Interpretación del ejemplo
H1	¿Qué probabilidad asigna a que H1 ocurra en Colombia hacia 2035?	75%	El experto considera que es probable que Colombia adopte un marco regulatorio y de gestión de espectro específico para redes NTN hacia 2035.

Fuente: Elaboración propia CRC

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 74 de 92
	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

- **Ejemplo 2. Probabilidad condicional positiva:**

En la hoja de probabilidades condicionales positivas, el participante debe valorar qué tan probable es que ocurra una hipótesis bajo el supuesto de que otra hipótesis también ocurre.

Tabla 23. consulta SMIC-Prob-Expert Ejemplo probabilidad condicional positiva

Hipótesis evaluada	Supuesto	Pregunta	Ejemplo de respuesta	Interpretación del ejemplo
H2	H1 ocurre	Si H1 ocurre, ¿qué probabilidad asigna a que también ocurra H2?	80%	El experto considera que, si Colombia adopta un marco regulatorio y de gestión de espectro para NTN, aumenta la probabilidad de que los servicios NTN alcancen adopción significativa en usuarios finales e IoT/M2M.

Fuente: Elaboración propia CRC

- **Ejemplo 3. Probabilidad condicional negativa:**

En la hoja de probabilidades condicionales negativas, el participante debe valorar qué tan probable es que ocurra una hipótesis bajo el supuesto de que otra hipótesis no ocurre.

Tabla 24. consulta SMIC-Prob-Expert Ejemplo probabilidad condicional negativa

Hipótesis evaluada	Supuesto	Pregunta	Ejemplo de respuesta	Interpretación del ejemplo
H2	H1 no ocurre	Si H1 no ocurre, ¿qué probabilidad asigna a que ocurra H2?	35%	El experto considera que, si Colombia no adopta un marco regulatorio y de gestión de espectro para NTN, la probabilidad de adopción significativa de servicios NTN se reduce.

Fuente: Elaboración propia CRC

En términos de diligenciamiento, este valor corresponde a la celda $P(H2 \mid \text{no } H1)$ ²⁴, es decir, la probabilidad de ocurrencia de H2 bajo la condición de que H1 no ocurre. Esta valoración permite identificar si la no materialización de una hipótesis limita, debilita o modifica la probabilidad de ocurrencia de otra.

Los tres ejemplos anteriores muestran que las valoraciones simples y condicionales cumplen funciones distintas. La probabilidad simple expresa la posibilidad de ocurrencia de una hipótesis considerada de

²⁴ En la notación utilizada, la letra «P» significa probabilidad y el símbolo «|» se interpreta como «dado que» o «bajo la condición de que». Así, $P(H2 \mid H1)$ corresponde a la probabilidad de que ocurra H2 dado que ocurre H1, mientras que $P(H2 \mid \text{no } H1)$ corresponde a la probabilidad de que ocurra H2 dado que H1 no ocurre.

manera independiente. La probabilidad condicional positiva permite estimar si la ocurrencia de una hipótesis refuerza o facilita la ocurrencia de otra. La probabilidad condicional negativa permite valorar si la no ocurrencia de una hipótesis reduce, mantiene o incluso aumenta la probabilidad de ocurrencia de otra hipótesis.

Por ejemplo, si un experto asigna 75% a la probabilidad simple de H1, 80% a $P(H2 | H1)$ y 35% a $P(H2 | \text{no } H1)$, estaría indicando que la adopción de servicios NTN depende de manera importante de la existencia de un marco regulatorio y de gestión de espectro. En cambio, si asignara valores similares a $P(H2 | H1)$ y $P(H2 | \text{no } H1)$, estaría señalando que la ocurrencia de H2 no depende significativamente de H1.

Así, el diligenciamiento de las matrices no solo permite estimar la probabilidad individual de cada hipótesis, sino también identificar cuáles condiciones tienen mayor capacidad de habilitar, reforzar o limitar la materialización de otras condiciones críticas del ecosistema NTN hacia 2035.

Para facilitar la consistencia de las respuestas, los participantes deberán tomar como punto de partida la línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria desarrollada en el Documento 1. Esta referencia deberá complementarse con las evoluciones más recientes del ecosistema NTN y con las tendencias, proyectos, planes y proyecciones que conozcan desde el ámbito de su entidad, sector o área de especialidad.

Cada valoración deberá realizarse considerando el horizonte temporal del año 2035 y el contexto colombiano. En particular, se recomienda analizar las hipótesis a partir de la información disponible sobre evolución tecnológica, regulación, gestión del espectro, disponibilidad de dispositivos, modelos de negocio, integración entre redes terrestres y no terrestres, condiciones de inversión, cobertura, calidad del servicio y cierre de brechas digitales.

Una vez recibidos los archivos diligenciados, las respuestas serán consolidadas y preparadas para su procesamiento mediante SMIC-Prob-Expert. Este procesamiento permitirá estimar la probabilidad de los escenarios derivados de las combinaciones posibles de ocurrencia y no ocurrencia de las hipótesis, así como identificar trayectorias más probables, favorables o críticas para el desarrollo de las redes no terrestres en Colombia.

La consulta constituye, por tanto, un mecanismo de participación sectorial orientado a fortalecer la fase de construcción de escenarios. A través de este instrumento, la CRC busca incorporar valoraciones expertas sobre las condiciones que podrían habilitar, acelerar, limitar o transformar la evolución del ecosistema NTN hacia 2035, integrando conocimiento técnico, regulatorio, institucional, académico y de mercado en la estimación de probabilidades e interdependencias entre las hipótesis formuladas.

En este sentido, la participación de los expertos y actores del sector resulta fundamental para construir una lectura más robusta, plural y estratégica sobre los futuros posibles. Las respuestas recibidas no serán interpretadas como compromisos institucionales, posiciones oficiales o manifestaciones de interés

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 76 de 92
	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

comercial, sino como insumos de juicio experto para enriquecer el análisis prospectivo y apoyar la identificación de escenarios, condiciones habilitantes y posibles factores críticos para el desarrollo del ecosistema NTN.

La CRC invita a los participantes a diligenciar el archivo Excel adjunto siguiendo las instrucciones señaladas en el presente apartado. Las respuestas deberán remitirse al correo electrónico estudiontn@crcm.gov.co a más tardar el **2 de octubre de 2026**. Para facilitar su procesamiento, se solicita no modificar la estructura del archivo, no alterar los nombres de las hojas y diligenciar únicamente las celdas habilitadas para respuesta.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 77 de 92
	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

3 CONCLUSIONES DEL DOCUMENTO 2 Y PRÓXIMOS PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS HACIA 2035

Los resultados de este Documento 2 permiten concluir que la evolución de las redes no terrestres en Colombia hacia 2035 no responderá a una trayectoria única ni dependerá exclusivamente de la madurez tecnológica. Su desarrollo estará determinado por la interacción entre condiciones técnicas, regulatorias, económicas, institucionales, territoriales y de mercado, así como por las decisiones y capacidades de coordinación de los actores del ecosistema.

El análisis estructural y de actores permitió identificar las variables estratégicas del sistema, los actores con mayor capacidad de incidencia y su posicionamiento frente a los objetivos de futuro. Los resultados muestran que el aprovechamiento de las NTN requerirá condiciones habilitantes relacionadas con la gestión del espectro, la integración entre redes terrestres y no terrestres, la disponibilidad de dispositivos, la calidad y capacidad de las redes, la inversión, la cobertura y la coordinación entre actores públicos y privados.

Las seis hipótesis formuladas sintetizan las principales incertidumbres que podrían transformar el ecosistema NTN hacia 2035. No constituyen predicciones, sino proposiciones de futuro construidas a partir de las variables estratégicas, los objetivos, las relaciones entre actores y los aportes de los expertos. Su valoración permitirá analizar cómo la ocurrencia o no ocurrencia de determinadas condiciones puede reforzar, limitar o modificar la materialización de las demás.

Estas conclusiones complementan la línea base técnica, industrial, de mercado y regulatoria consolidada en el Documento 1, publicado de manera paralela. Mientras aquel caracteriza las condiciones actuales del ecosistema NTN, el Documento 2 convierte esa evidencia en una estructura prospectiva de variables, actores, objetivos e hipótesis. Su alcance concluye con la formulación de las seis hipótesis y la estructuración del instrumento SMIC-Prob-Expert, por lo que los resultados presentados todavía no corresponden a escenarios definitivos ni dan lugar a recomendaciones finales.

Una vez aplicada y procesada la consulta, el Documento 3 completará el ejercicio mediante la selección, construcción e interpretación de escenarios probables, favorables, críticos o de ruptura; el análisis de sus implicaciones para Colombia; y la formulación, validación y priorización de líneas de acción y recomendaciones. De esta manera, el Documento 2 deja establecidas las bases analíticas y metodológicas necesarias para culminar el ejercicio prospectivo y fortalecer la capacidad de anticipación y planeación de la CRC frente a la evolución de las NTN.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 78 de 92
	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

4 ANEXOS

4.1 Anexo 1. Lista de las 31 variables iniciales sometidas a consideración de los expertos en el método MICMAC

Tabla 25. Lista de las 31 variables sometidas en la primera consulta

No	Variable	Definición
1	Cantidad de usuarios	Número de usuarios que tienen algún tipo de suscripción con el servicio de telefonía móvil y pueden acceder al servicio con cobertura satelital
2	Tráfico de voz	Cantidad de minutos cursados por la red móvil satelital
3	Tráfico de datos	Cantidad de MB cursados por la red móvil satelital
4	Tráfico de SMS	Cantidad de SMS (eventos) cursados por la red móvil satelital
5	Cantidad de dispositivos compatibles	Número de terminales móviles que soportan la tecnología móvil con cobertura satelital, habilitados para usar el servicio
6	Precio de los dispositivos compatibles	Costo de adquisición de los dispositivos que soportan la tecnología móvil con cobertura satelital, habilitados para usar el servicio.
7	Cantidad de Operadores Móviles de Red	Número de prestadores del servicio de telefonía móvil terrestre en Colombia
8	Precio del servicio de red móvil	Costo del servicio de telefonía móvil terrestre ofrecido a los ciudadanos
9	Cantidad de estaciones base terrestres – Terrestres	Número de estaciones base de conectividad terrestre para la prestación del servicio móvil terrestre en Colombia
10	Disponibilidad	Porcentaje de tiempo, en relación con un determinado periodo de observación, en que un elemento de red permanece en condiciones operacionales de cursar tráfico de manera ininterrumpida.
11	Velocidad de carga	Medición que establece la tasa de transferencia de datos de un dispositivo o equipo terminal móvil del usuario a un servidor de prueba medida en Megabits/segundo.
12	Velocidad de descarga	Medición que establece la tasa de transferencia de datos de un servidor de prueba al dispositivo o equipo terminal móvil del usuario medida en Megabits/segundo.
13	Latencia	Es una medida del tiempo que le toma a un mensaje, típicamente un archivo de prueba, realizar un viaje de ida y vuelta medido desde el primer bit que sale del dispositivo o equipo terminal móvil de un usuario y hasta el último bit que regresa a este.
14	Cobertura	Área geográfica en la que un operador de telecomunicaciones presta determinado servicio.

15	Alianzas operadores satelitales – Operadores Móviles de Red	Número de relaciones comerciales existentes entre los OMR que prestan el servicio en Colombia y los operadores satelitales con cobertura en el país
16	Cantidad de oferentes satelitales	Número de operadores satelitales que pueden ofrecer tecnología móvil con cobertura satelital
17	Cantidad de satélites del Operador Satelital (OS)	Número de satélites con los que cuenta el oferente satelital en su constelación y de los que depende la mancha de cobertura, así como la disponibilidad
18	Precio del OS al OMR/V	Costo del servicio ofrecido por el operador satelital al operador móvil terrestre para permitir la conexión de sus usuarios.
19	Cantidad de estaciones terrestres – satelitales (interoperabilidad)	Número de estaciones que permitan la comunicación de los operadores terrestres con los satelitales, garantizando la conectividad ubicua en el territorio nacional y la interoperabilidad entre redes terrestres y no terrestres
20	Gestión del espectro (bandas disponibles)	Estandarización, acuerdos regionales, disponibilidad de espectro asignado a 5G NTN y precios de uso de espectro (subasta)
21	Regulación despliegue de infraestructura	Condiciones propicias para facilitar el despliegue de estaciones terrestres, así como la demás infraestructura requerida para el despliegue de las redes 5G NTN
22	Economías de escala	Estrategias, incentivos y promoción de la inclusión de economías de escala de cara al ecosistema 5G NTN
23	Aceptación social y percepción de riesgo	Condiciones sociales óptimas para la apropiación de la tecnología, considerandola una tecnología segura y reduciendo la aversión y resistencia. Esto puede condicionar la sostenibilidad, al influir en la demanda del servicio.
24	Brecha digital	Diferencia socioeconómica entre aquellas comunidades que tienen accesibilidad a las TIC y aquellas que no, y también hace referencia a las diferencias que hay entre grupos según su capacidad para utilizar las TIC de forma eficaz, debido a los distintos niveles de alfabetización y capacidad tecnológica.
25	Avances en tecnologías satelitales	Desarrollo tecnológico en temas como la miniaturización, autonomía e interoperabilidad
26	Políticas nacionales	Acciones, normativas, estrategias y planes diseñados por el Estado para fomentar la implementación y apropiación de la tecnología 5G NTN
27	Alianzas publico - privadas	Programas o proyectos de cofinanciamiento del despliegue y operación de redes 5G NTN en el país
28	Alfabetización digital	Habilidades necesarias para la apropiación de la tecnología, permitiendo su uso y aprovechamiento. Esto puede condicionar la sostenibilidad, al influir en la demanda del servicio.

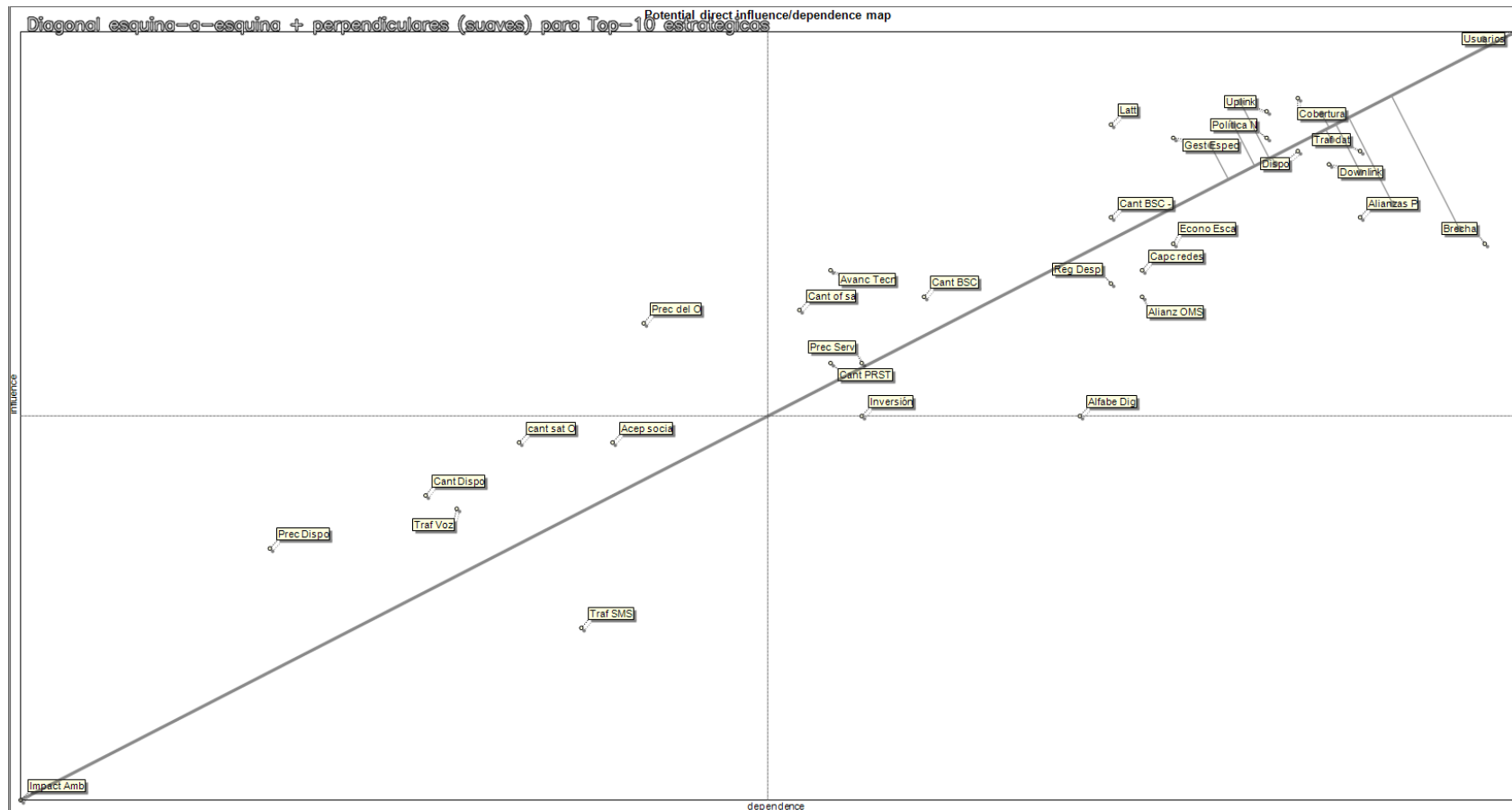
29	Capacidad de redes de transporte terrestre	Ancho de banda y capacidad de transporte de datos de las redes de núcleo conectadas a las estaciones terrestres que reciben los datos de las estaciones satelitales
30	Inversión extranjera en 5G NTN	Transferencia de capital por parte de empresas extranjeras u organizaciones internacionales con el objetivo de fomentar o apalancar el despliegue y apropiación de las redes 5G NTN en Colombia
31	Impacto ambiental de estaciones terrenas	Potenciales cambios, beneficiosos o perjudiciales, que la implementación de las redes 5G NTN en Colombia pueden causar en el medio ambiente, como la contaminación del aire y agua, la generación de residuos, o la pérdida de biodiversidad

Fuente: Elaboración propia CRC

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 81 de 92
	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

4.2 Anexo 2. Distribución de variables en el plano MICMAC

Ilustración 1. Mapa de influencia y dependencia potencial del método MICMAC



Fuente: Elaboración propia CRC a partir de aplicar procesamiento mediante el método MICMAC

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 82 de 92
	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

4.3 Anexo 3. Formulación de objetivos estratégicos de futuro

1. **Cantidad de usuarios:** Número de líneas/accesos móviles activos que disponen de provisión comercial habilitada para servicios NTN y de equipos o dispositivos compatibles, en los segmentos de usuario final (D2D) y de IoT/M2M.

Dimensión: Mercado

Objetivo Estratégico: Al 2035, consolidar la adopción de servicios NTN orientados a usuario final (D2D/D2C) y habilitar el escalamiento de IoT-NTN para usos industriales, como extensión funcional de las redes 4G y 5G (y de ser aplicable 6G), garantizando interoperabilidad tecnológica y continuidad del servicio mediante mecanismos de handover entre infraestructuras de acceso terrestre y satelital.

Indicadores:

- a) Porcentaje de líneas móviles activas con terminal compatible y provisión comercial habilitada para NTN orientado a usuario final (D2D/D2C) (NTN-ready masivo)
- b) Porcentaje de conexiones M2M/IoT activas con provisión comercial habilitada para IoT-NTN (IoT-NTN-ready industrial)

Meta 2035 (propuesta):

- a) Lograr que al menos el 50% de la base de líneas móviles activas cuenten con terminales compatibles y provisión comercial habilitada para servicios NTN (D2D/D2C) (NTN-ready).
- b) Lograr que al menos el 15% de las conexiones M2M/IoT activas cuenten con provisión comercial habilitada para IoT-NTN (IoT-NTN-ready), priorizando sectores y casos de uso donde NTN aporta mayor valor (zonas de difícil acceso, continuidad operativa y resiliencia)

Justificación

Juicio técnico soportado en:

- a. Madurez y estandarización: 3GPP desde la Release 17 incorporó requisitos normativos para NTN, lo que habilita interoperabilidad y acelera la integración de capacidades NTN en redes, chipsets y terminales comerciales.²⁵
- b. Dinámica de recambio del parque en Colombia: la evidencia regulatoria nacional (encuesta CNC 2022 usada por la CRC) muestra que la renovación del equipo no es frecuente para una parte

²⁵ 3GPP, "Non-Terrestrial Networks (NTN)", indica que Release 17 fue la primera versión con requisitos normativos para NTN.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 83 de 92
	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

importante de usuarios (en total, 53% reporta cambiar el equipo cada 3 años o más; 23% cada 2 años; 13% una vez al año; 2% cada 6 meses), lo que implica un ciclo de recambio típicamente multi-anual (aprox. 2,4 a 3,0 años bajo supuestos estándar para la categoría “3 años o más”).²⁶

Complementariamente, estudios de mercado reportados para Colombia en 2019 muestran una alta proporción de equipos adquiridos en horizontes recientes (por ejemplo, GfK reportó que 41% había comprado su celular hace 11 meses o menos y 47% entre 12 y 24 meses) y resultados de Deloitte divulgados en prensa indican que 72% renovó el teléfono inteligente en los últimos dos años (y 37% en el último año). En un horizonte delimitado a 2035, esta dinámica de renovación permite que una funcionalidad se vuelva estándar en una fracción mayoritaria de los equipos nuevos y esta se refleje en una proporción mayoritaria de líneas activas.²⁷

- c. Trayectoria comercial: los servicios satélite-al-teléfono tienden a introducirse primero con funcionalidades esenciales (mensajería/emergencias fuera de cobertura terrestre) y luego escalan, lo que facilita su empaquetamiento masivo sin exigir banda ancha desde el inicio, fenómeno ya observado en los últimos modelos de los principales fabricantes. Además, existen lineamientos de política pública para D2D que anticipan normalización regulatoria y despliegue comercial creciente.²⁸ En este marco, “NTN-ready” se define como terminal compatible y provisión comercial habilitada en la línea (no como uso intensivo), lo que hace alcanzable la meta para 2035.
- d. Como referentes de adopción internacional, la adopción temprana de NTN ya muestra escalas relevantes en otros mercados. En Estados Unidos, T-Mobile reportó 1,8 millones de usuarios registrados en su beta satelital en pocos meses. En Nueva Zelanda, One NZ informó que más de 300.000 clientes eran elegibles para el servicio dos meses después del lanzamiento y más de 700.000 al cumplirse el primer año.²⁹ Estas cifras respaldan que, cuando NTN se ofrece como extensión básica de la red móvil y aumenta la compatibilidad de dispositivos, es plausible proyectar una adopción progresiva y significativa hacia 2035

²⁶ CRC, Revisión del mercado relevante “Servicios Móviles” (versión pública, 18/08/2023), Gráfica 3.6 “Frecuencia de renovación equipo celular” (fuente: CNC – Estudio hábitos y usos de servicios móviles 2022)

²⁷ La República (2019), “Cinco de cada 10 colombianos cambian el celular cada dos años” (cita datos GfK: 41% ≤11 meses; 47% 12–24 meses; 12% ≥3 años).

La República (2019), “Los colombianos están renovando sus dispositivos móviles cada dos años” (cita Deloitte: 37% último año; 72% últimos dos años)

²⁸ Apple Support, “Use Emergency SOS via satellite on your iPhone” (ejemplo de oferta inicial centrada en emergencias/mensajería fuera de cobertura).

²⁹ Reuters. T-Mobile to launch data service on satellite-based network in October 2025. 23 de junio de 2025. <https://www.reuters.com/business/media-telecom/t-mobile-launch-data-service-satellite-based-network-october-2025-06-23/>. One NZ. Over 300,000 New Zealanders can now use the safety benefits of our Satellite TXT. 20 de febrero de 2025. <https://media.one.nz/satellitetxt>. One NZ. One year of One NZ Satellite service in New Zealand. 15 de diciembre de 2025. <https://media.one.nz/onenzsatellite>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 84 de 92
	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

- e. Relativo a la incorporación tecnológica en Colombia, si bien la tecnología NTN difiere en su naturaleza al 5G, la adopción de 5G muestra una masificación rápida: para junio de 2025, 5G ya representaba 12,4% de los accesos a internet móvil (6,03 millones), con un crecimiento anual de 185,5% frente a 2024.³⁰ En perspectiva comparada, proyecciones internacionales estiman que 5G será cerca de dos tercios de las suscripciones móviles hacia 2031, lo que permite usar 5G como referencia de velocidad de adopción tecnológica³¹
- f. Frente a los dispositivos M2M / IOT, un estudio de Telecom Advisory con base en GSMA Intelligence proyecta para Colombia 3,9 millones de terminales M2M en 2025 y 4,9 millones en 2030, lo que evidencia una trayectoria de crecimiento sostenido del ecosistema IoT en el país sobre la cual una adopción parcial de NTN resulta plausible³².

2. **Cobertura:** Área geográfica en la que un operador de telecomunicaciones presta determinado servicio.

Dimensión: Técnica

Objetivo Estratégico: Al 2035, ampliar la cobertura de conectividad de red al 99% de la población en el territorio nacional garantizando como mínimo la disponibilidad de servicios NTN esenciales (SOS/SMS/alertas).

Indicador: Porcentaje de territorio nacional con disponibilidad de servicios móviles NTN y servicios esenciales (SOS/SMS/Alertas).

Meta 2035 (propuesta): Lograr un cubrimiento del 99% del territorio nacional con disponibilidad de servicios móviles NTN, garantizando como mínimo la disponibilidad de servicios NTN esenciales (SOS/SMS/alertas).

Justificación: Se puede alcanzar un 99% de cobertura en el territorio nacional gracias a las manchas de cobertura de las constelaciones de órbita baja, manteniendo un 1% de tolerancia en zonas de exclusión por posibles interferencias o incompatibilidades de gestión del espectro.

3. **Tráfico de datos:** Cantidad de MB cursados por la red móvil satelital.

Dimensión: Técnica

³⁰ CRC. "Conectividad móvil en Colombia: 5G sigue creciendo y ya representa el 12,4% de los accesos a internet móvil" (29 de octubre de 2025). <https://www.crcm.gov.co/es/noticias/comunicado-prensa/conectividad-movil-en-colombia-5g-sigue-creciendo-y-ya-representa-124>

³¹ Ericsson. "Mobile subscriptions outlook – Ericsson Mobility Report" (proyección 2031: ~2/3 de las suscripciones serían 5G). <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/dataforecasts/mobile-subscriptions-outlook>

³² Telecom Advisory Services LLC. Estimación del valor económico del uso no licenciado de la banda de 6 GHz en Colombia. 2021. <https://dynamicspectrumalliance.org/wp-content/uploads/2021/01/Valor-economico-de-la-banda-de-6-GHz-en-Colombia.pdf>

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 85 de 92
	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

Objetivo Estratégico: Para 2035, habilitar un crecimiento sostenible y escalable del tráfico cursado, en MB, sobre redes NTN (incluyendo, pero no limitándose a NR-NTN, D2D, D2C, IoT-NTN) garantizando la no degradación de las condiciones de calidad.

Indicador: Porcentaje del tráfico total de la red móvil cursado por redes no terrestres.

Meta 2035 (propuesta): Alcanzar al 2035 para la red NTN un tráfico mínimo equivalente al 5% del tráfico total cursado por los usuarios de la red móvil a nivel nacional.

Justificación: La meta del 5% se define a partir de la línea base de demanda potencial estimada con el tráfico móvil observado en febrero de 2025 en los municipios del clúster de bajo desempeño del proyecto «Esquemas de Remuneración Mayorista de Redes Móviles» que corresponde al 5% del tráfico total nacional.

Este universo se toma como referencia por corresponder a territorios donde NTN tendría mayor probabilidad de adopción como solución complementaria de conectividad. En consecuencia, se plantea como escenario deseable que, al 2035, el tráfico cursado por redes NTN alcance una participación mínima del 5% del tráfico móvil nacional.

4. **Uplink — Velocidad de carga:** Medición que establece la tasa de transferencia de datos de un dispositivo o equipo terminal móvil del usuario a un servidor de prueba, medida en Megabits/segundo.

Dimensión: Técnica

Objetivo Estratégico: Para el 2035 hacer que los servicios móviles de datos soportados por NTN (incluyendo, pero no limitándose a NR-NTN, D2D, D2C) cumplan con los estándares regulatorios de velocidad de carga (uplink) definidos para esta tecnología.

Indicador: Indicador de calidad Velocidad de carga sobre la red NTN en donde las mediciones de velocidad de carga (uplink) en líneas móviles.

Meta 2035 (propuesta): Al 2035 lograr que la velocidad de carga (uplink) de la red NTN supere el umbral mínimo regulatorio que se establezca para esta tecnología

Justificación: Adaptación al marco regulatorio aplicable

5. **Downlink — Velocidad de descarga:** Medición que establece la tasa de transferencia de datos de un servidor de prueba al dispositivo o equipo terminal móvil del usuario, medida en Megabits/segundo.

Dimensión: Técnica

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 86 de 92
	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

Objetivo Estratégico: Para el 2035 hacer que los servicios móviles de datos soportados por NTN (incluyendo, pero no limitándose a NR-NTN, D2D, D2C) cumplan con los estándares regulatorios de velocidad de descarga (downlink) definidos para esta tecnología.

Indicador: Indicador de calidad Velocidad de descarga sobre la red NTN en donde las mediciones de velocidad de descarga (downlink) en líneas móviles.

Meta 2035 (propuesta): Al 2035 lograr que la velocidad de descarga (descarga) de la red NTN supere el umbral mínimo regulatorio que se establezca para esta tecnología.

Justificación: Adaptación al marco regulatorio aplicable.

6. **Brecha digital:** Diferencia socioeconómica entre aquellas comunidades que tienen accesibilidad a las TIC y aquellas que no, y también hace referencia a las diferencias que hay entre grupos según su capacidad para utilizar las TIC de forma eficaz, debido a los distintos niveles de alfabetización y capacidad tecnológica.

Dimensión: Socioeconómica

Objetivo Estratégico: Al 2035, contribuir a la reducción de la brecha territorial de acceso a servicios de conectividad fija y móvil, mediante la incorporación de soluciones NTN como mecanismo complementario en zonas con cobertura limitada y como mecanismo de provisión satelital exclusiva en zonas sin cobertura terrestre, impactando la dimensión de «falta de conectividad digital de calidad»

Indicador: Porcentaje de población clasificada en condición de pobreza digital (IPD)³³

Meta 2035 (propuesta): Al 2035, contribuir a la reducción del Índice de Pobreza Digital (IPD), en línea con los objetivos de política pública definidos por el DNP, mediante la ampliación de disponibilidad de conectividad de calidad en zonas con cobertura limitada o inexistente, impactando positivamente la dimensión de «falta de conectividad digital de calidad», superando los umbrales mínimos de velocidad establecidos en la regulación.

Justificación: Adaptación al marco de política pública aplicable. La meta se formula en términos de contribución, y no de atribución directa, dado que el IPD es un indicador multidimensional cuya evolución depende de varios factores estructurales además de la conectividad. En este objetivo, el aporte específico de NTN se concentra en cerrar brechas territoriales de disponibilidad del servicio, especialmente en zonas donde la red terrestre es limitada o inexistente.

7. **Políticas nacionales:** Acciones, normativas, estrategias y planes diseñados por el Estado para fomentar la implementación y apropiación de la tecnología NTN.

³³ Índice de Pobreza Digital.

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 87 de 92
	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

Dimensión: Política pública

Objetivo estratégico: Al 2035, contar con un marco normativo integral que articule regulación general, promoción de la competencia, calidad, seguridad, interconexión, acceso y uso de instalaciones esenciales, medidas de protección y atención de reclamos de los usuarios y garantizando la interoperabilidad con estándares internacionales (UIT, 3GPP), incluyendo las relaciones con asignación y gestión de espectro minimizando riesgos de interferencia y asegurando gobernanza transfronteriza.

Indicador: Marco regulatorio NTN adoptado, incluyendo obligaciones de transparencia, atención de reclamos, calidad del servicio, continuidad en emergencias y lineamientos de interoperabilidad y seguridad.

Meta 2035 (propuesta): Al 2035 contar con el marco normativo de NTN plenamente operativo y evaluado

Justificación: Necesidad de contar con un marco normativo específico e integral que otorgue certeza jurídica y regulatoria para la operación de redes NTN en Colombia, articule las reglas aplicables en materia de competencia, calidad, protección de usuarios, continuidad en emergencias, interoperabilidad, seguridad, interconexión y uso de instalaciones esenciales, y permita armonizar la regulación nacional con los estándares y lineamientos internacionales aplicables, así como con las condiciones de asignación y gestión del espectro y de coordinación transfronteriza requeridas para este tipo de redes.

8. **Alianzas público-privadas (APP):** Programas o proyectos de cofinanciamiento del despliegue y operación de redes NTN en el país.

Dimensión: Política pública

Objetivo estratégico: Al 2035, contar con un marco normativo que viabilice esquemas de alianzas público-privadas orientadas a ampliar la cobertura y fortalecer los indicadores de calidad del ecosistema digital mediante soluciones NTN (incluyendo, pero no limitándose a NR-NTN, D2D, D2C, IoT-NTN y backhaul NTN), incorporando modelos de inversión compartida y mecanismos de colaboración intersectorial alineados con las mejores prácticas internacionales de eficiencia, sostenibilidad e innovación tecnológica.

Indicador: Marco normativo y lineamientos habilitantes para la estructuración e implementación de alianzas público-privadas aplicables a soluciones NTN, adoptados por la autoridad competente.

Meta 2035 (propuesta): Al 2035, contar con un marco normativo y lineamientos habilitantes plenamente adoptados y vigentes para la estructuración e implementación de alianzas público-privadas orientadas al despliegue o adopción de soluciones NTN.

Justificación: Necesidad de contar con un marco habilitante que permita estructurar y viabilizar esquemas de alianzas público-privadas aplicables a soluciones NTN, definiendo condiciones de participación, asignación de riesgos, mecanismos de financiación y coordinación interinstitucional, de manera que el Estado pueda promover este tipo de proyectos cuando resulten pertinentes para ampliar

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 88 de 92
	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

cobertura, mejorar calidad y cerrar brechas de conectividad en zonas donde las soluciones tradicionales no sean suficientes o eficientes.

9. **Disponibilidad:** Porcentaje de tiempo, en relación con un determinado periodo de observación, en que un elemento de red permanece en condiciones operacionales de cursar tráfico de manera ininterrumpida y sin generar afectación del servicio.

Dimensión: Técnica

Objetivo estratégico: Para 2035, garantizar que los elementos de la red NTN cuenten con niveles de disponibilidad suficientes para asegurar la continuidad del servicio y el cumplimiento de los estándares regulatorios que defina la CRC para esta tecnología.

Indicador: Porcentaje mensual de disponibilidad de los elementos de red de acceso NTN y, cuando aplique, de los elementos críticos asociados a la provisión del servicio.

Meta 2035 (propuesta): Para 2035, lograr que la disponibilidad mensual de los elementos de la red NTN supere el umbral mínimo regulatorio definido para esta tecnología, asegurando la continuidad del servicio.

Justificación: Adaptación al marco regulatorio aplicable

10. **Gestión del espectro (bandas disponibles):** Estandarización, acuerdos regionales, disponibilidad de espectro asignado a NTN y precios de uso de espectro (subasta o mecanismo de asignación que se determine).

Dimensión: Política pública / Regulatoria

Objetivo estratégico: Al 2035, asegurar disponibilidad de espectro y condiciones técnicas para la implementación de redes NTN (incluyendo, pero no limitándose a la asignación de espectro para estaciones terrenas NTN – Gateway NTN, NR-NTN, IoT-NTN y backhaul NTN). Esto debe realizarse con adecuada coordinación internacional y con medidas de mitigación de interferencia en bandas IMT, alineado con las prácticas internacionales (UIT, 3GPP).

Indicador: Gestión regulatoria: existencia y actualización de un marco de gestión de espectro NTN, publicado por la autoridad competente, que incluya bandas identificadas, lineamientos técnicos (coexistencia/mitigación), hitos de coordinación internacional (UIT/CMR) y mecanismos de asignación/uso.

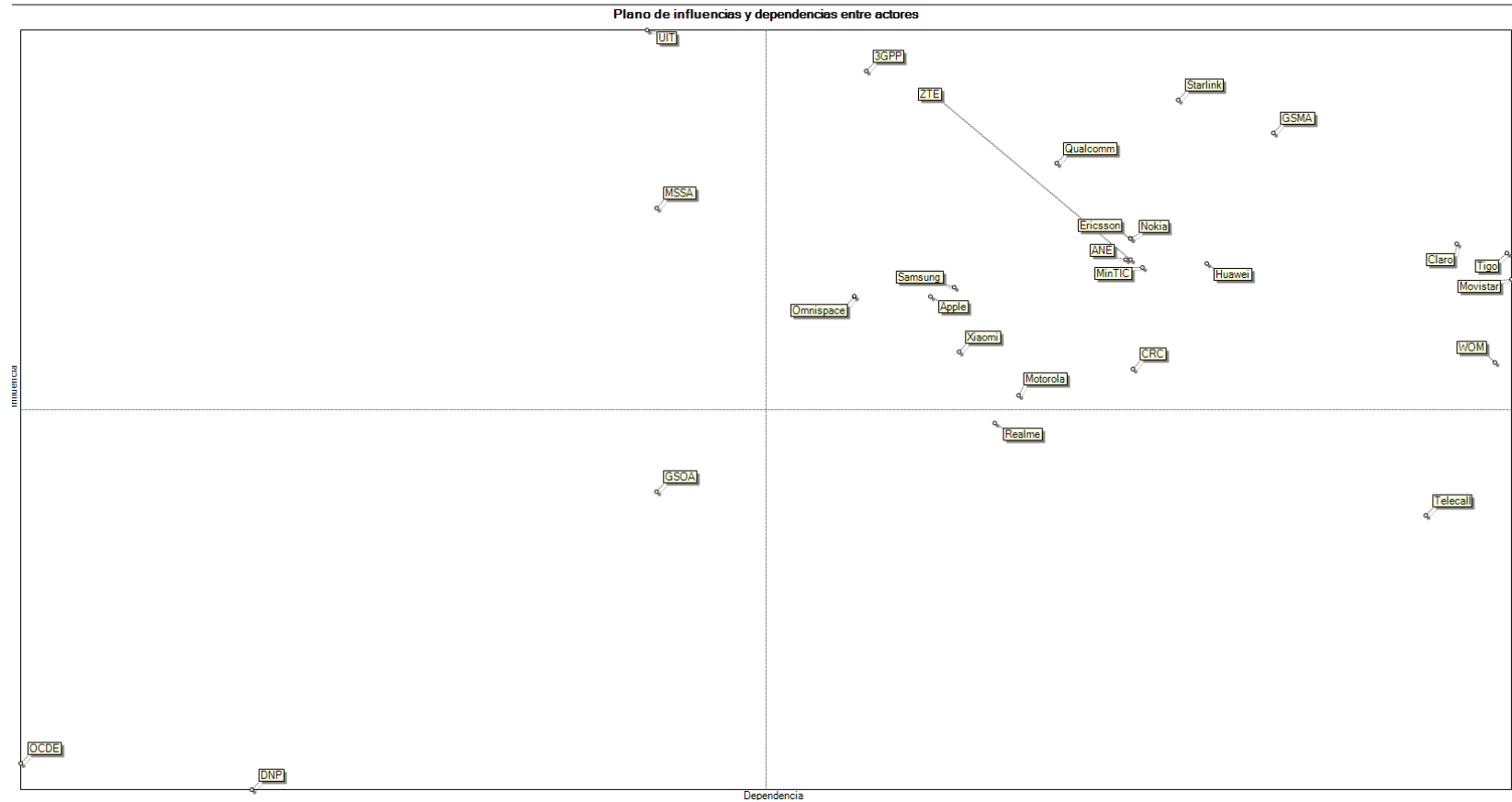
Meta 2035 (propuesta): Contar un marco de gestión de espectro publicado y vigente, con actualización bianual, ajustado a los resultados y decisiones aplicables de la UIT/CMR y a las condiciones técnicas/regulatorias nacionales.

Justificación: Adaptación al marco regulatorio y a la evolución de decisiones internacionales (UIT/CMR) aplicables a bandas y condiciones de operación NTN

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 89 de 92
	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

4.4 Anexo 4. Distribución de actores en el plano MACTOR

Ilustración 2. Resultados de la matriz de influencias directas entre actores MACTOR



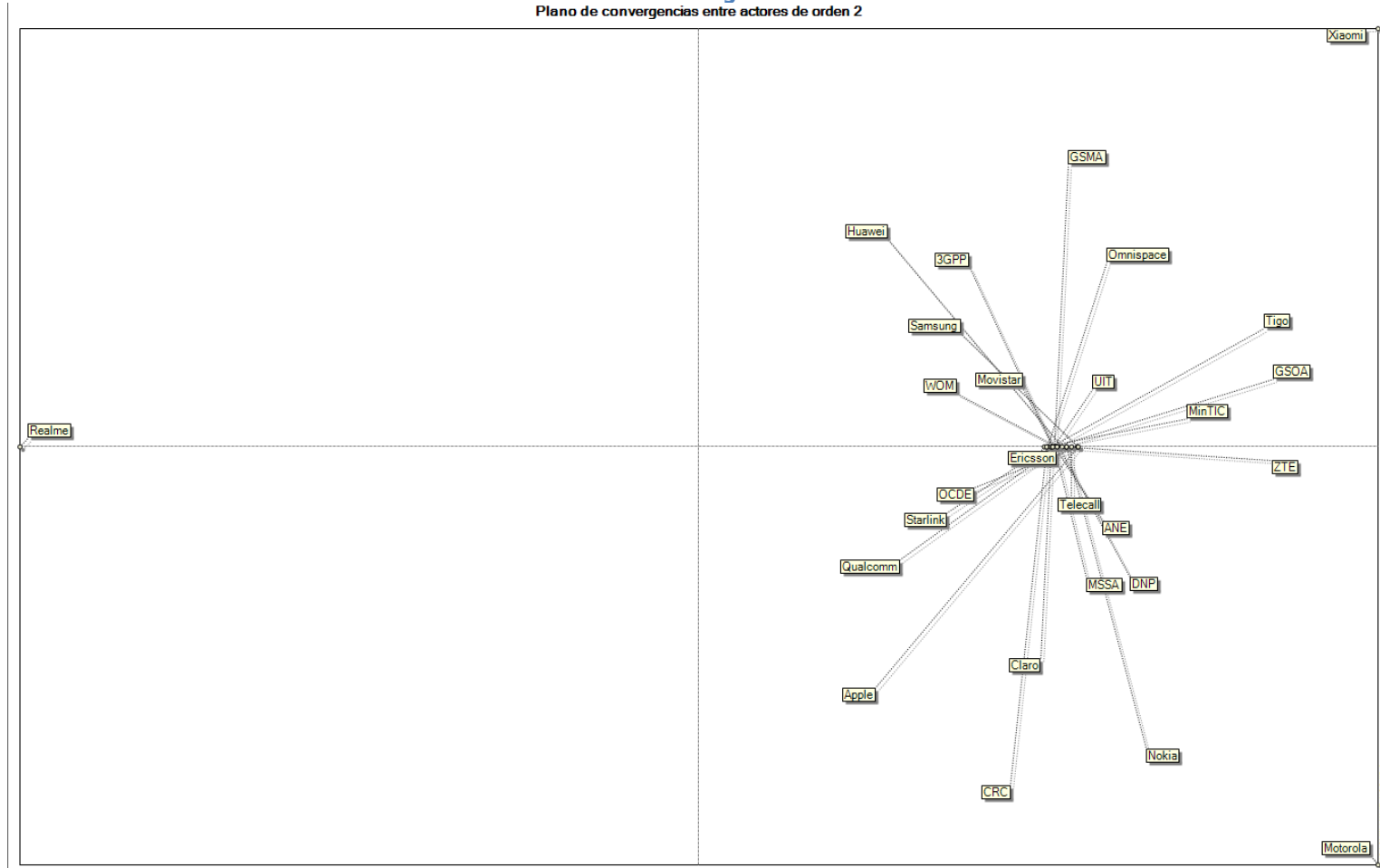
Fuente: Elaboración propia CRC a partir de aplicar procesamiento mediante el método MACTOR

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 90 de 92
	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

4.5 Anexo 5. Distribución de convergencias de orden 2 en el método MACTOR

Ilustración 3. Resultados convergencias de orden 2 MACTOR

Plano de convergencias entre actores de orden 2

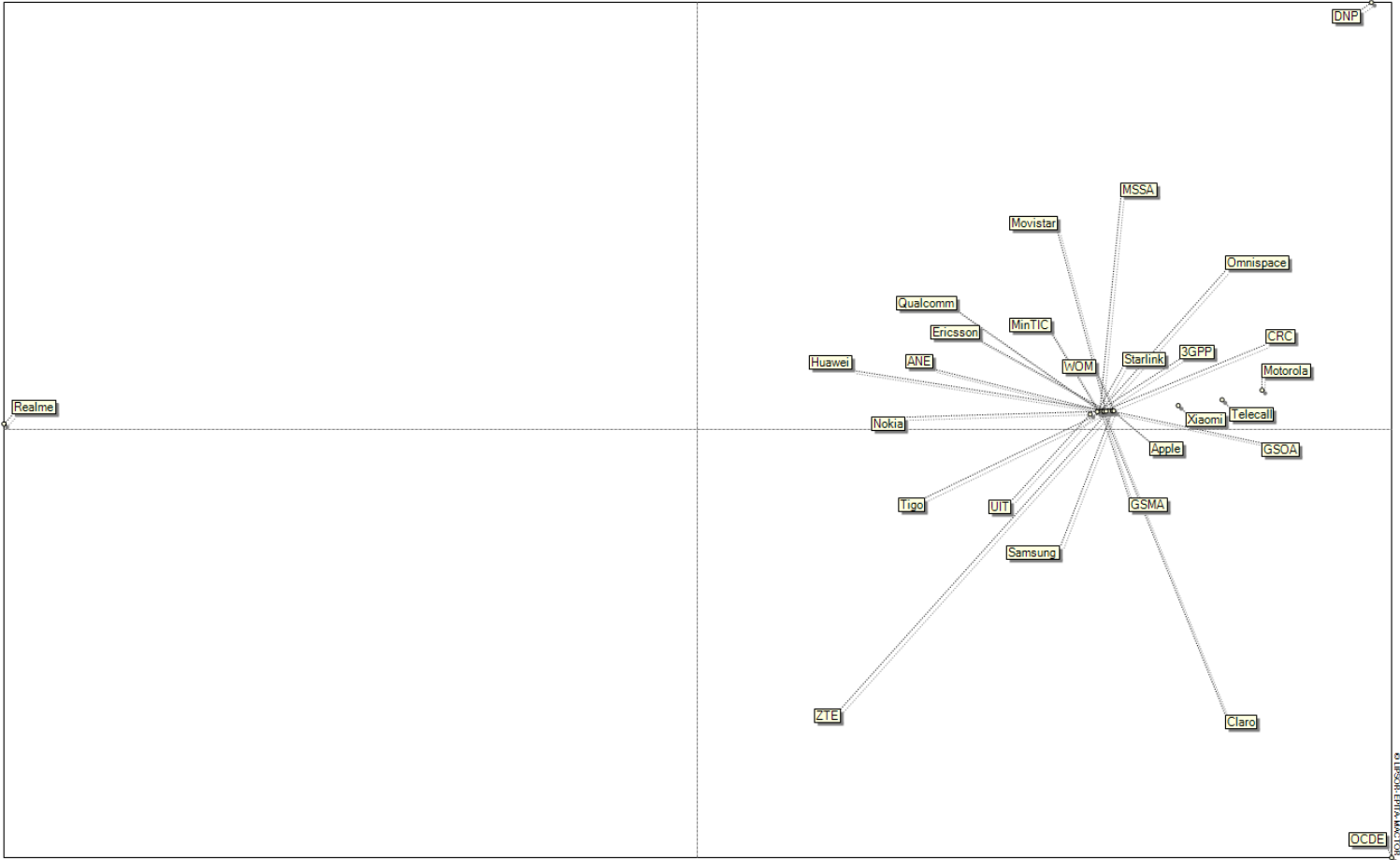


Fuente: Elaboración propia CRC a partir de aplicar procesamiento mediante el método MACTOR

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 91 de 92
	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

4.6 Anexo 6. Distribución de convergencias de orden 3 en el método MACTOR

Ilustración 4. Resultados convergencias de orden 3 MACTOR
Plano de convergencias entre actores de orden 3



Fuente: Elaboración propia CRC a partir de aplicar procesamiento mediante el método MACTOR

Análisis prospectivo de las redes no terrestres. Documento 2. Variables estratégicas, actores e hipótesis para la construcción de escenarios	Código: 11000-41-5-1	Página 92 de 92
	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