



Nombre del proyecto	<b>RED PÚBLICA SATELITAL: AGREGACIÓN DE CAPACIDAD SATELITAL PARA EL SECTOR PÚBLICO COLOMBIANO</b>
Objetivo del Proyecto	Determinar e implementar una solución eficiente en lo técnico y lo económico, viable jurídicamente, que permita disponer de capacidad satelital agregada con el fin de atender, durante un período de referencia de hasta 15 años, la demanda potencial de conectividad a Internet relacionada con programas e iniciativas del sector TIC, así como de otros sectores de la economía nacional, tales como Educación, Salud y Defensa Nacional, entre otros.
Línea base del proyecto	<p>El acceso a Internet ha permitido que la humanidad avance a pasos agigantados en la generación de conocimiento y creación de valor, a tal punto que en el mundo entero es un motor clave de innovación y crecimiento económico<sup>1</sup>. De hecho, buena parte de la literatura especializada sobre los efectos de la conectividad en la economía en general ha encontrado que el acceso a Internet mejora la disponibilidad de recursos educativos y la información del mercado laboral, e incluso algunos ejercicios empíricos han logrado demostrar que el acceso a Internet contribuye a reducir la desigualdad en la medida en que provee un canal de información a la población que se encuentra en zonas de difícil acceso tanto para oportunidades laborales como de expansión del conocimiento, que de otra manera no lo podría experimentar o sería a un costo mayor tanto en términos financieros como de transacción<sup>2</sup>.</p> <p>En ese sentido, trabajos empíricos han encontrado que un incremento de un uno por ciento (1%) en la penetración de Internet móvil genera un incremento de cerca de 0.23% en el PIB en los países latinoamericanos, mientras que un incremento de un uno por ciento (1%) en la penetración de Internet fijo genera un aumento de cerca de 0.31% en el PIB de los países de la región<sup>3</sup>. Algo similar encontró la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en su estudio sobre el impacto de Internet en la pandemia COVID-19, <i>The economic impact of broadband and digitization through the COVID-19 pandemic</i>, pues un incremento de 10% en la penetración del servicio de Internet tanto fijo como móvil, genera un aumento en el PIB per Cápita de 0.80% y 1.60%, respectivamente<sup>4</sup>. En esa misma vía, un trabajo del Banco Interamericano de Desarrollo sobre el impacto de la banda ancha en América Latina encontró que un aumento del 10% de la inversión en infraestructura para el desarrollo digital contribuye a sacar de la pobreza a cerca de 375,000 personas<sup>5</sup>.</p> <p>Para el caso colombiano puntualmente hablando, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) encontró que incrementos de 50 puntos porcentuales en la penetración de Internet para los quintiles de ingresos 1 y 2, pueden generar reducciones en el índice de desigualdad de ingresos (medido a través del coeficiente de GINI) entre 0.30% y 1.26% respectivamente<sup>6</sup>. Así mismo, el DNP también encontró que un aumento en un megabit</p>

<sup>1</sup> DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (DNP). Aproximación al impacto de las TIC en la desigualdad de ingresos en Colombia. 2018. [En Línea]. Disponible en <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Aproximacion-impacto-TIC.pdf>

<sup>2</sup> GARCÍA, Antonio, GABARRÓ, Pau ping e INGLESÍAS, Enrique. Bonos digitales: novedosa fuente de financiamiento para la infraestructura de telecomunicaciones. Banco Interamericano De Desarrollo (BID). 2022. [En Línea]. Disponible en <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Bonos-digitales-novedosa-fuente-de-financiamiento-para-la-infraestructura-de-telecomunicaciones.pdf>

<sup>3</sup> ALDERETE, María Verónica. The effect of broadband on economic growth in Latin America: an approach based on a simultaneous equations model. 2022. [En Línea]. Disponible en <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/61b4b712-1107-48b5-90cb-d10704e3e8cb/content>

<sup>4</sup> UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT). The economic impact of broadband and digitization through the COVID-19 pandemic: Econometric modelling. 2021. [En Línea]. Disponible en <https://www.itu.int/pub/D-PREF-EF.COV\_ECO\_IMPACT\_B-2021>

<sup>5</sup> GARCÍA, Antonio, GABARRÓ, Pau ping e INGLESÍAS, Enrique. Informe anual del Índice de Desarrollo de la Banda Ancha: brecha digital en América Latina y el Caribe. 2021. [En Línea]. Disponible en <https://publications.iadb.org/es/informe-anual-del-indice-de-desarrollo-de-la-banda-ancha-brecha-digital-en-america-latina-y-el>

<sup>6</sup> DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (DNP). 2018. Op., cit.



por segundo (Mbps) en la velocidad de descarga puede generar aumentos en el PIB per cápita de hasta 1.6%<sup>7</sup>. Esto evidencia la necesidad de diseñar políticas públicas que incrementen la cobertura del servicio de acceso a Internet, así como sus niveles de calidad, con el fin de beneficiar principalmente a las personas con más necesidades insatisfechas, de tal manera que tengan impactos positivos en áreas como la educación, el mercado laboral y actividades lúdicas, logrando incrementar su productividad y disminuyendo la desigualdad de ingresos.

En tal virtud, la Ley 1341 de 2009, en sus principios orientadores señala que las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones deben servir al interés general y es deber del Estado promover su acceso eficiente y en igualdad de oportunidades. Para esto, señala en los numerales 11 y 12 del artículo 2, modificado por la Ley 1978 de 2019 y la Ley 2108 de 2021, que “[e]l fin último de intervención del Estado en el sector TIC es propender por el servicio universal a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (...)”, y en consecuencia se “(...) promoverá la conectividad digital a través de la inversión en el despliegue eficiente, sostenible y ordenado de redes e infraestructura de telecomunicaciones (...)”. En ese sentido, de acuerdo con el artículo 18 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 14 de la Ley 1978 de 2019, el Ministerio tiene dentro de sus funciones diseñar e implementar programas, proyectos y políticas que permitan mejorar la conectividad de los y las colombianas. En consecuencia, la misma Ley en comento le ordena al Ministerio implementar estrategias para la masificación de la conectividad con especial énfasis en las regiones más apartadas del país. A tal punto, que el artículo 38 de la precitada Ley, modificado por el artículo 3 de la Ley 2108 de 2021, señala explícitamente que la masificación del uso de las TIC y el cierre de la brecha digital se debe dar, entre otras cosas, mediante la promoción del acceso y el servicio universal. De hecho, es esta última Ley, 2108 de 2021, la que da carácter de esencial al servicio de Internet, concediéndole un nivel de importancia significativo en el bienestar de los y las colombianas.

En concordancia con lo anterior, la Corte Constitucional, en la Sentencia T-372 de 2023, por ejemplo, en la sección de consideraciones señaló que “(...) [e]l acceso a Internet no se puede considerar como un mero instrumento para la materialización de otros derechos, sino que, en los términos de la jurisprudencia de esta Corte, debe ser considerado en sí mismo como un derecho. Es decir que el Internet hoy no puede entenderse como un simple servicio público, sino que su acceso se constituye en un verdadero derecho (...)”. Así mismo, la Corte en la referida sentencia mencionó que “(...) [a]sí el acceso a Internet se traduce en un derecho subjetivo del cual se desprenden unos deberes de abstención y prestación a cargo del Estado. Por un lado, una primera faceta protege a los ciudadanos frente a restricciones ilegítimas y en ese sentido resultan aplicables los parámetros -en términos generales equiparables de la libertad de expresión- de legalidad, necesidad y proporcionalidad. Por otro lado, en su faceta prestacional, corresponderá al legislador dotar su contenido a partir, entre otros parámetros, del reconocimiento de la brecha digital existente (...)”.

En ese orden de ideas, el acceso a Internet es fundamental para romper el círculo vicioso de la pobreza no solo a nivel micro (hogares) sino también a nivel macro, pues tal como se mencionó al inicio de este documento, el Internet tiene efectos positivos en el crecimiento económico de un país. Por tal motivo, el legislador dotó al Ministerio de una serie de funciones de manera que tuviera la fuerza institucional de promover la masificación de la conectividad y apropiación de las TIC. Misión que por demás lleva persiguiendo desde la expedición del marco normativo. Sin embargo, la brecha digital no es ajena a la desigualdad social y demás problemas de

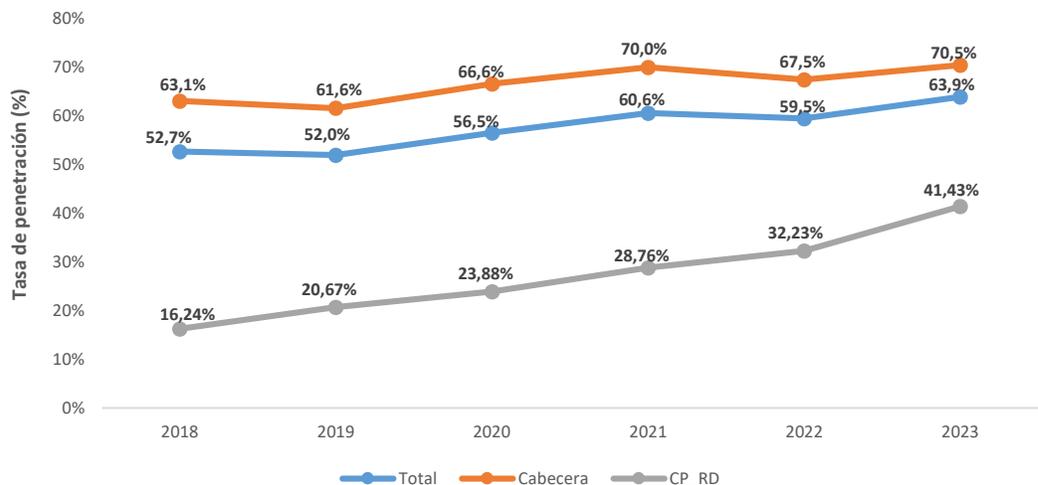
<sup>7</sup> DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (DNP). Impacto económico del servicio de Internet Banda Ancha. 2018. [En Línea]. Disponible en <chrome-extension://efaidnbmnfnkcehdnncjhmkhkaaj/https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Impacto%20econ%C3%B3mico%20del%20Servicio%20de%20Internet%20Banda%20Ancha.pdf>

origen social, por lo que los esfuerzos se deben mantener pues el objetivo propuesto en los principios de la Ley 1341 de 2009 es de largo aliento.

Es por esta razón, que, con el ánimo de diseñar políticas públicas eficientes, el Ministerio hace seguimiento a una serie de indicadores que permiten monitorear el estado de la brecha digital. En Colombia, por lo general se suelen utilizar dos fuentes de información para calcular el número de hogares conectados a Internet, la Encuesta de Calidad de Vida (ECV) que realiza el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y los reportes de información sectoriales descritos en la Resolución compilatoria CRC 5050 de 2016 y que se recolectan a través del Sistema HECCA del Ministerio de Tecnología de la Información y las Comunicaciones. Estas dos fuentes de información suelen utilizarse de manera complementaria pues no solo la generación de los datos es diferente, uno es una encuesta, el otro son accesos activos reportados por los proveedores, sino que además su granularidad es distinta. La ECV, por ejemplo, permite tener un estimativo de los accesos en los centros poblados y las zonas rurales, mientras que los reportes al MinTIC permiten conocer la velocidad de descarga o la tecnología a través de la cual se presta el servicio, solo por mencionar algunas características.

Dicho esto, de acuerdo con el DANE en Colombia se ha venido cerrando la brecha digital en términos generales, pues se pasó de tener una penetración del servicio de Internet de 52.7% en el año 2018 a 63.9% en el año 2023, tal como se observa en la Gráfica 1. De igual manera, en dicha Gráfica se muestra la desigualdad que existe entre las cabeceras municipales (en su mayoría de desarrollo urbano) y los centros poblados y rural disperso que representan los territorios más alejados y en general con mayores problemas de accesos a servicios básicos como, por ejemplo, energía eléctrica, acueducto e Internet, solo por mencionar algunos. De acuerdo con la serie analizada, aunque la brecha entre estas dos categorías de poblaciones se ha venido cerrando en cuanto conexiones a Internet, pues para el 2018 la diferencia era de 47 puntos porcentuales (pp), mientras que para el 2023 fue de 29 pp, la distancia entre lo urbano y lo rural sigue siendo significativa.

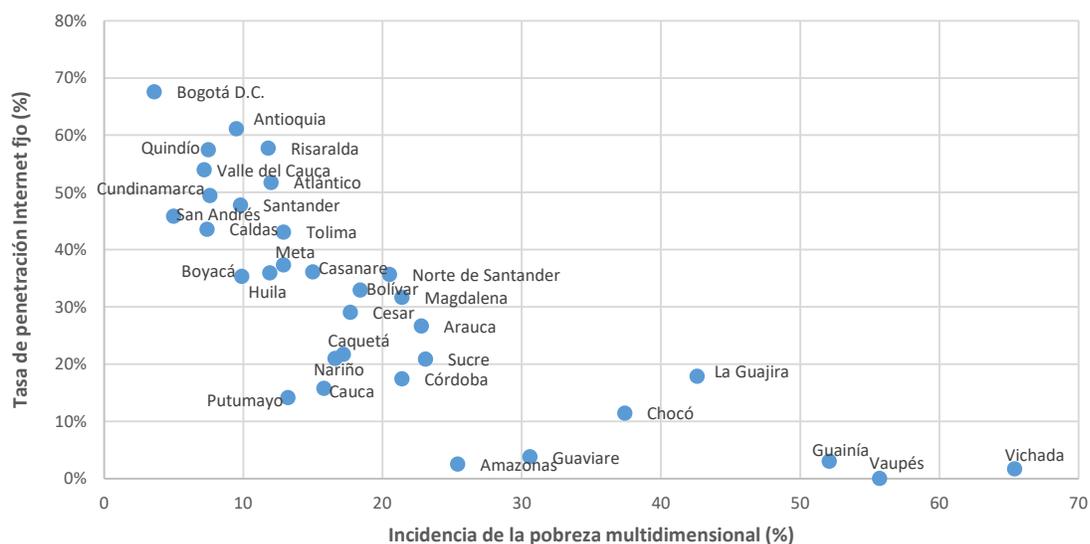
**Gráfica 1. Evolución accesos a Internet: Encuesta de Calidad de Vida (ECV)**



**Fuente:** Elaboración propia con base en información ECV DANE. **Notas:** i) Teniendo en cuenta las modificaciones realizadas por el DANE post-COVID-19 a las proyecciones de población, las cifras de hogares conectados a Internet fueron ajustadas en los resultados de la ECV teniendo en cuenta el porcentaje de participación de cada categoría (total, Cabecera, CP\_RD) en la encuesta original. ii) Estas cifras hacen referencia a las dos modalidades de acceso que incluye la encuesta, es decir, los accesos fijos, móviles y fijos y móviles.

Lo anterior, toma aún más relevancia si se analiza la tasa de penetración de Internet fijo y su relación<sup>8</sup> con la incidencia<sup>9</sup> de la pobreza multidimensional que mide el DANE. En la Gráfica 2 se puede observar, que existe un grupo de departamentos que comparten dos características, tienen más del 25% de su población con pobreza multidimensional y una tasa de penetración a Internet fijo inferior al 12%. Dicho grupo está compuesto por los departamentos de: Amazonas (25.4% - 2.54%), Guaviare (30.6% - 3.80%), Chocó (37.4% - 11.45%), Guainía (52.1% - 3.07%), Vaupés (55.7% - 0.03%) y Vichada (65.4% - 1.73%).

**Gráfica 2. Relación entre la tasa de penetración de Internet fijo y la Incidencia de la PM**



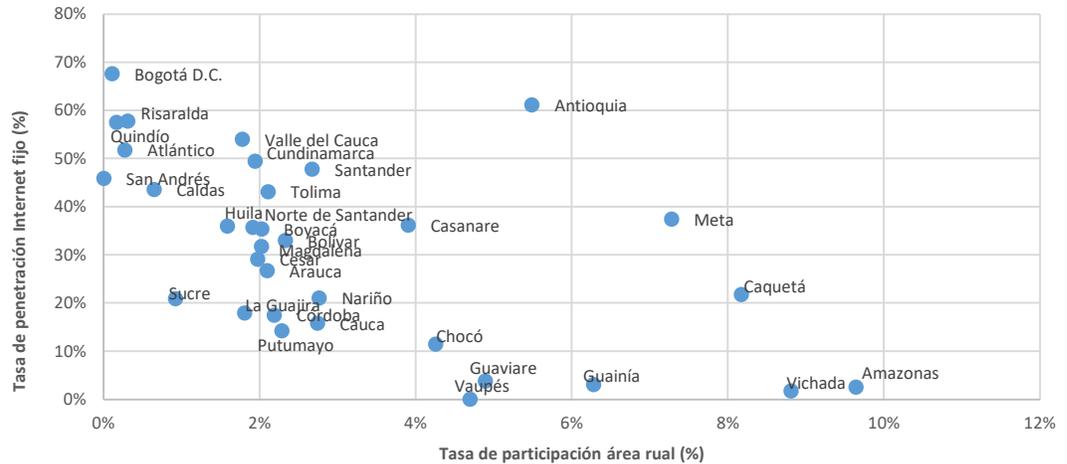
**Fuente:** Elaboración propia con base en información IPM DANE 2023, número de hogares DANE 2023 y número accesos Internet fijo residencial del Sistema Colombia TIC 4T-2023.

De igual manera, estos seis departamentos comparten una característica adicional y es que tienen una participación del área rural con respecto a todo el país superior al 4%, tal como se puede observar en la Gráfica 3. De esta manera, los datos expuestos permiten evidenciar que departamentos con baja penetración a Internet suelen estar acompañados por un componente rural significativo y privaciones importantes en áreas como educación, salud, servicios públicos, vivienda y mercado laboral, entre otros.

<sup>8</sup> No se está hablando de causalidad.

<sup>9</sup> La incidencia de la pobreza multidimensional (IPM) se refiere al porcentaje de la población que vive en situación de pobreza según esta metodología, es decir, aquellos hogares que enfrentan privaciones en varias de las dimensiones de dicho índice. De acuerdo con la metodología expuesta por el DANE, un hogar es clasificado como pobre multidimensional si enfrenta privaciones en al menos el 33% de los indicadores que componen el índice.

**Gráfica 3. Relación entre ruralidad y tasa de penetración de Internet fijo residencial**



**Fuente:** Elaboración propia con base en información territorial DANE 2018, número de hogares DANE 2023 y número accesos Internet fijo residencial del Sistema Colombia TIC 4T-2023. **Notas:** i) la tasa de participación del área rural se obtiene calculado la participación del área rural de cada departamento en el total del área rural del país medida en Km<sup>2</sup>.

Tomar acciones para mejorar la conectividad rural permite mitigar el castigo de la distancia entre las comunidades y los servicios que se ofrecen en los grandes centros poblados, como puede ser el mercado laboral, los servicios de justicia, salud y educación<sup>10</sup>. La existencia de la brecha digital redonda en efectos negativos en la calidad de vida y ahonda las desigualdades regionales desincentivando el desarrollo económico y social de las zonas rurales<sup>11</sup>. En ese sentido, el acceso a las zonas rurales representa un reto en materia de infraestructura no solo para los servicios de telecomunicaciones sino también para otros sectores como por ejemplo transporte, salud y educación, por mencionar algunos. Los costos de despliegue suelen incrementarse por el desplazamiento de la mano de obra, la logística para los materiales y el desarrollo de la obra civil, la dificultad de acceso ante una topografía y orografía retadora, el relacionamiento con las comunidades locales y los problemas de orden público que suelen acrecentarse en las áreas rurales. En consecuencia, una solución alternativa e incluso complementaria para los proyectos de despliegue de infraestructura de redes fijas es la implementación de tecnologías inalámbricas dentro de las que se encuentra la satelital<sup>12</sup>.

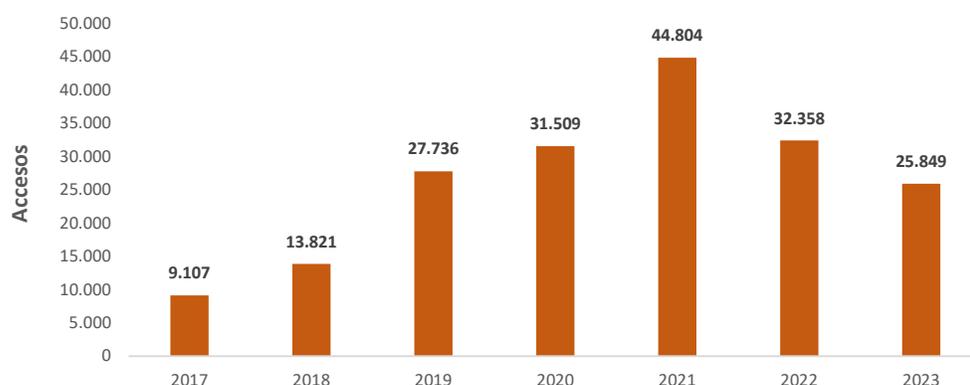
De acuerdo con el estudio de CAF<sup>13</sup>, *Hacia el cierre de la brecha digital: Modelos innovadores de financiamiento y factores de éxito en la estructuración de proyectos*, la ausencia de despliegue en zonas apartadas se ocasiona por la falta de rentabilidad de los proyectos de despliegue, la cual a su vez se explica mediante dos componentes principales: por un lado, el elevado costo de desplegar infraestructura digital en esas zonas por su dificultad de acceso, y, por el otro, por la escasa demanda potencial que un operador privado podría captar en las mismas lo que impacta de manera negativa la inversión. Dada esta condición, las soluciones basadas en comunicaciones satelitales han constituido desde tiempo atrás un factor fundamental para el desarrollo de las telecomunicaciones sociales y la oferta de servicios de conectividad en sitios con baja densidad poblacional y dificultades de acceso.

Al respecto, según lo expuesto por la Agencia Nacional del Espectro – ANE<sup>14</sup>, las comunicaciones por satélite representan una importante solución de conectividad, la cual va desde prestar servicios a comunidades localizadas en zonas aisladas hasta aplicaciones específicas comerciales como; los servicios de difusión

directa al hogar por satélite (DTH, por sus siglas en inglés)<sup>15</sup>, servicios de acceso a Internet a bordo de naves y aeronaves<sup>16</sup>, respaldo en redes de misión crítica, comunicaciones militares, backhaul satelital, banda ancha satelital y comunicaciones móviles satelitales, entre otros.

En Colombia, los accesos satelitales<sup>17</sup> tuvieron un crecimiento importante de 2017 a 2021, en donde pasaron de 9,107 accesos a 44,804, tal como se muestra en la Gráfica 4, experimentando una tasa de crecimiento anual compuesta de 3.53%. No obstante, una vez pierde fuerza la pandemia COVID-19, los accesos disminuyen considerablemente en los siguientes dos años (2022-2023), registrando una tasa de crecimiento anual compuesta de todo el periodo (2017-2023) de 16.07%, más de la mitad de lo que se había experimentado en los primeros cinco (5) años de la serie analizada.

**Gráfica 4. Evolución accesos a Internet fijo satelital**



Fuente: Elaboración propia con base en información Sistema Colombia TIC 2T-2017 – 4T-2023.

Sin embargo, vale la pena resaltar tres puntos concretos en la evolución de los accesos a Internet fijo mediante tecnología satelital. Por un lado, en el 2017 más del 87% de los accesos eran del segmento corporativo, situación que fue cambiando conforme pasaba el tiempo, al punto que ya para el 2019 dicho segmento apenas representaba el 21.30% de los accesos y en el 2023 el segmento residencial respondió por el 87% de los accesos. Un segundo elemento a remarcar es que, aunque en términos generales la tecnología satelital no alcanza ni el 1% del total de accesos en Colombia, en los departamentos en donde es más relevante coinciden con aquellos que tienen una alta ruralidad y mayor incidencia de pobreza multidimensional, estos son los

<sup>10</sup> Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD). Rural Policy Review of Colombia 2022. [En Línea]. Disponible en <[https://www.oecd.org/en/publications/rural-policy-review-of-colombia-2022\\_c26abeb4-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/rural-policy-review-of-colombia-2022_c26abeb4-en.html)>

<sup>11</sup> Ibidem.

<sup>12</sup> Ibidem.

<sup>13</sup> CAF (2024). Hacia el cierre de la brecha digital. Modelos innovadores de financiamiento y factores de éxito en la estructuración de proyectos. [En Línea]. Disponible en <<https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/2272/MODELOS%20INNOVADORES%20CAF%28F%29.pdf?sequence=4&isAllowed=y>>

<sup>14</sup> AGENCIA NACIONAL DEL ESPECTRO (ANE). Plan Maestro de Gestión de Espectro a 5 años (PMGE-5). [En Línea]. Disponible en <<https://www.ane.gov.co/SitePages/Gesti%C3%B3n%20%C3%A9cnica/index.aspx?p=3104>>

<sup>15</sup> Los servicios de difusión directa al hogar (DTH) permiten la transmisión de canales de televisión y radio directamente desde los satélites hasta los hogares. Información basada en <<https://www.hispasat.com/es/soluciones-y-servicios/audiovisuales/dth>>

<sup>16</sup> Particularmente, se conoce que actividades como participar de videoconferencias o transmitir contenido por internet únicamente se pueden llevar a cabo si se dispone de una conexión de banda ancha de alta velocidad y baja latencia, y esto no siempre es posible a bordo de un buque o una aeronave, o cualquier otro tipo de plataforma en movimiento. Dadas los últimos avances de la tecnología y las disposiciones reglamentarias aprobadas en la UIT, esto se puede lograr a través del acceso a conectividad de banda ancha mediante Estaciones Terrenas en Movimiento (ETEM).

<sup>17</sup> Incluyendo tanto el segmento residencial como el corporativo. A corte del año 2023, el primero representó el 87.02% de los accesos, mientras que el segundo el 12.98% restante.

departamentos de Chocó (6.75%), Amazonas (25.93%), Guainía (11.55%), Guaviare (2.30%), Vaupés (90%) y Vichada (14.36%). Finalmente, el tercer punto tiene que ver con el auge de las constelaciones de órbita baja (LEO), como es el caso de la empresa *Starlink*, aunque no es la única tal como se mencionará más adelante en el presente documento, pues este tipo de satélites van a ser de gran relevancia en términos de accesos pues están democratizando el servicio satelital disminuyendo considerablemente el valor del servicio. Por ejemplo, de acuerdo con los reportes preliminares del Sistema Colombia TIC, para el primer trimestre de 2024, los accesos satelitales alcanzaron los 56,793, es decir, experimentaron una tasa de crecimiento nominal en un trimestre de aproximadamente 119%, en buena medida gracias a que *Starlink* registró 31,434 accesos.

Por otro lado, desde la perspectiva técnica, un satélite de comunicaciones tiene como propósito fundamental el de servir como un elemento repetidor en el espacio, ya que estos reciben desde la tierra señales de radio muy débiles, las amplifican, las cambian de banda de frecuencia y posteriormente retransmiten las señales radioeléctricas recibidas a la tierra, estableciendo conexiones entre las estaciones terrenas de la zona de cobertura<sup>18</sup> para de esta manera prestar diversos servicios de telecomunicaciones<sup>19</sup>. A su vez, un sistema satelital se compone fundamentalmente de dos segmentos: (i) el *Segmento Espacial*, que involucra los satélites en órbita y los sistemas de monitoreo necesarios para la estabilidad y funcionamiento de este, tales como; equipos de Telemida, Telemando y Seguimiento, y (ii) el *Segmento Terreno*, que se encuentra formado por todas las estaciones que acceden al satélite y que se encuentran instaladas y desplegadas en la superficie terrestre<sup>20</sup>.

Según la altitud del satélite con respecto a la Tierra, existen tres tipos de órbitas; (i) satélites de órbita Geostacionaria (GEO, por sus siglas en inglés) en la que el satélite se encuentra a una altitud aproximada de 35,790 kilómetros sobre el ecuador, (ii) Satélites de órbita Media (MEO, por sus siglas en inglés) situados a una altura entre 10,000km y 15,000km de la superficie de la Tierra y (iii) Satélites de Órbita Baja (LEO, por sus siglas en inglés), situados entre 500km y 1500km<sup>21</sup>. Las órbitas MEO y LEO se denominan en conjunto órbitas no geostacionarias o NO-GEO (NGSO, por sus siglas en Inglés). Las diferencias entre las órbitas mencionadas, relacionadas con la operación de los satélites, están marcadas por la huella de cobertura, la movilidad respecto de la Tierra, y la latencia de las señales de radiocomunicaciones<sup>23</sup>, entre otros aspectos técnicos.

En relación con las tendencias tecnológicas, y dadas las necesidades cada vez más marcadas de las personas de estar siempre conectadas, la industria satelital ha evolucionado en la última década y en consecuencia ha dado origen a un mercado de satélites de comunicaciones de alta capacidad que permiten prestar una amplia

<sup>18</sup> HERNÁNDEZ, Javier. Sistemas de comunicación por satélite utilización en los sistemas de navegación aeronáuticos. Proyecto de grado. Universidad Politécnica de Madrid. [En Línea]. Disponible en <[https://oa.upm.es/40769/1/PFC\\_JAVIER\\_HERNANDEZ\\_SANCHEZ.pdf](https://oa.upm.es/40769/1/PFC_JAVIER_HERNANDEZ_SANCHEZ.pdf)>

<sup>19</sup> TELLEZ, Lina. Satélites de telecomunicaciones en Colombia: Pasado, presente y futuro. Proyecto de grado. Universidad de los Andes. 2014. [En Línea]. Disponible en <<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/16157/u686173.pdf?sequence=1>>

<sup>20</sup> DAVARA, Fernando e IZQUIERDO, Luis. Perturbación de satélites de comunicaciones. 1992. [En Línea]. Disponible en <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2774299>>

<sup>21</sup> GONZÁLEZ, María José. Los Satélites y su utilidad en nuestro día a día. Instituto Espacial de Técnica Aeroespacial. [En Línea]. Disponible en <<chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcgclcfndmkaj/https://www.programainvestiga.org/pdf/guias2020-21/SATELITES.pdf>>

<sup>22</sup> Las altitudes mencionadas son aproximaciones pues otras fuentes difieren en los números, aunque valga decir que todos relativamente cercanos. Por ejemplo, la UIT señala que los LEO están entre 200 y 2,000 Km; los MEO entre 8,000 y 20,000 Km; y finalmente los GEO a 35,786 Km sobre el ecuador. Información disponible en <<https://www.itu.int/hub/2023/01/satellite-regulation-leo-geo-wrs/>> Por su parte, otra fuente especializada menciona que los LEO operan entre 160 y 2,000 Km; los MEO entre 2,000 y 35,786; y los GEO a 35,786 Km sobre el ecuador. Lo anterior, puede ser consultado en el siguiente enlace: <<https://www.symmetryelectronics.com/blog/leo-vs-meo-vs-geo-satellites-what-s-the-difference-symmetry-blog/>>

<sup>23</sup> Tiempo que le toma a una señal radioeléctrica en llegar a una estación terrena de destino y regresar a su fuente. En este aspecto también hay diferencias entre las distintas orbitas. Por un lado, las costelaciones LEO tiene una latencia aproximada de 20 a 30 ms, los MEO de menor a 80 ms, mientras que los GEO mayo a 500 ms. Información disponible en <<https://www.oceanweb.com/a-guide-geo-leo-and-meo-satellites/#:~:text=Geo%20satellites%20have%20a%20much,satellite%20constellations%20complementing%20each%20other.>>



gama de aplicaciones de datos de banda ancha y de baja latencia, así como también la posibilidad de integrarse con tecnologías como 5G y el Internet de las Cosas (IoT). Un caso específico, son los sistemas satelitales de alto rendimiento (HTS, por sus siglas en inglés) y de muy alto rendimiento (VHTS, por sus siglas en inglés) quienes a través de optimizaciones como; mejores esquemas de modulación y codificación y del uso de técnicas como múltiples haces directivos de alta capacidad han logrado un incremento en la eficiencia espectral del sistema, es decir, la posibilidad de transmitir más información<sup>24</sup>.

Así entonces, es pertinente mencionar que desde sus inicios y hasta finales del siglo XX, las comunicaciones satelitales se soportaron en infraestructuras derivadas del uso de la órbita geoestacionaria, teniendo la posibilidad de llegar a cubrir hasta una tercera parte de la superficie terrestre (con dificultad en las zonas polares). No obstante, dada su ubicación, se presenta un retardo de la señal de aproximadamente 500 milisegundos<sup>25</sup>. De igual manera, cabe resaltar que la puesta en funcionamiento de un satélite de comunicaciones geoestacionario requiere, entre otros aspectos, de la posición orbital determinada en el espacio y las frecuencias radioeléctricas requeridas para transmitir la información, donde ambos elementos son dependientes e inseparables, y conforman lo que se denomina el Recurso Órbita Espectro (ROE)<sup>26</sup>, cuya distribución se coordina a nivel global desde la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Desde finales del siglo XX, fueron puestos en operación servicios de comunicaciones basados en satélites de órbitas no geoestacionarias (órbita baja y media, LEO y MEO, respectivamente), y proveedores como *Iridium* y *GlobalStar*, entre otros, ofrecieron servicios de comunicaciones de voz basadas en estas tecnologías soportadas en constelaciones de múltiples satélites. Más recientemente, se ha observado una evolución de estas redes, permitiendo contar ahora con comunicaciones de banda ancha, a través de servicios comerciales como los que actualmente ofrece *Starlink*, y con la expectativa de nuevas iniciativas a corto plazo como el proyecto *Kuiper* de *Amazon* o *OneWeb*. En términos funcionales, por ejemplo, los sistemas LEO basan su funcionamiento en una red compuesta de varios satélites para lograr una adecuada y permanente cobertura de la Tierra. De manera general, esta tecnología presenta algunas ventajas respecto de los satélites geoestacionarios, ya que, debido a su cercanía con la Tierra, requieren de menores potencias de transmisión en sus equipos y tienen menor retardo de la señal, lo que los hace propicios para ciertos servicios de telecomunicaciones que requieren de una baja latencia. Adicionalmente, las inversiones iniciales de capital resultan menos costosas, ya que se pueden poner en órbita varios satélites mediante un mismo lanzamiento<sup>27</sup>. En ese sentido, la Ilustración 1 presenta una comparación resumida de diferentes características entre los satélites de órbita LEO y MEO, así como un ejemplo de empresas que están lanzando este tipo de proyectos.

<sup>24</sup> VALDERRAMA, Carmen Ligia & GONZÁLEZ, Geussepe. Evolución del régimen colombiano de servicios de radiocomunicaciones por satélite. Revista E-Mercatoria. Vol. 21 No. 1. Universidad Externado de Colombia. 2022. [En Línea]. Disponible en <<https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/emerca/article/view/8660/14101>>

<sup>25</sup> HUIDOBRO, José Manuel & LUQUE, Javier. Comunicaciones por radio: Tecnologías, Redes y Servicios de Radiocomunicaciones, El Espectro Electromagnético. Alfaomega RA-MA. 2014.

<sup>26</sup> VALDERRAMA, Carmen Ligia & GONZÁLEZ, Geussepe. Op., cit.

<sup>27</sup> HERNÁNDEZ, Javier. Op., cit.

### Ilustración 1. Soluciones de conectividad satelital en órbita LEO y MEO



	STARLINK	OneWeb	3b Networks	amazon project kuiper	lightspeed
Owner	SPACE X	EUTELSAT ★★	SES ★★	AMAZON	TELESAT ★★
Type	LEO	LEO	MEO	LEO	LEO
Satellites	4000 (2019-22) ✓ 40000 (2023-xx) ✓	618 (2019-23) ✓ 240 (2027-28) ⌚	20 (2013-19) ✓ 13 (2021-24) ✓	1620 (2024-27) ✓ 1620 (2028-31) ⌚	~288 ✗ 198 (2027) ⌚
Share of overall capacity 2029	✓	✗	✗	✓	✗
B2C	✓	✗	✗	✓	✗
B2B	✓ Via Partners	✗ Via Partners	✗ Via Partners	✓ Via Partners	✗ Via Partners
Wholesale	✓	✓	✓	✓	✓

**Dataxis**

Fuente: Imagen extraída de la presentación de DATAxis titulada "The rise of satellite broadband", en el webinar "5G y Satélites" organizado por Telesemana. Agosto 2024.

Así entonces, independiente de la órbita del satélite en términos del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, entre los servicios de radiocomunicaciones que operan con base en dicha tecnología, se tienen los siguientes<sup>28</sup>:

- *Servicios Móviles por Satélite (SMS)*, usados para prestar servicios de comunicaciones a estaciones que se encuentran en movimiento, como es el caso de las aeronaves, barcos, vehículos terrestres como trenes, etc.
- *Servicios Fijos por Satélite (SFS)*, utilizados para el transporte de datos hacia puntos fijos remotos. Aplicaciones como, por ejemplo: backhaul o servicios de datos (Internet) y multimedia.
- *Servicios de Radiodifusión por Satélite (SRS)*, que consiste en la transmisión o retransmisión por parte de estaciones espaciales que: "(...) están destinadas a la recepción directa por el público en general. En el servicio de radiodifusión por satélite la expresión "recepción directa" abarca tanto la recepción individual como la recepción comunal."

En ese sentido, tal como se mencionó anteriormente, aspectos como la variada topografía existente, la densidad poblacional, el acceso a fuentes de agua y de energía eléctrica, el crecimiento urbanístico, las regulaciones para el acceso y uso de elementos viales y demás infraestructura pasiva para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones, entre otros, son elementos fundamentales a la hora de evaluar los proyectos de infraestructura de soluciones de banda ancha, por lo que de acuerdo con Euroconsult, América Latina se convertirá para el año 2029 en la segunda región del mundo con mayor consumo de banda ancha satelital, solo por detrás de América del Norte<sup>29</sup>, teniendo en cuenta las facilidades que ofrece en los aspectos anteriormente descritos, en comparación con otros medios de conexión como por ejemplo la fibra óptica.

En virtud de lo anterior, el desarrollo de las zonas rurales de Colombia y su conexión con el mundo ha sido uno de los grandes desafíos para garantizar una presencia efectiva del Estado en territorio. Es así como distintos sectores de la economía requieren de manera constante y cada vez más exigentes de tecnologías de banda ancha, siendo la conectividad satelital un medio que contribuye significativamente al cumplimiento de la misionalidad de los diferentes sectores estatales, dependiendo en todo caso cada uno de ellos de sus

necesidades particulares. Por ejemplo, además del sector TIC, se resalta la demanda de los sectores de Educación, Salud y por supuesto las Fuerzas Armadas, que prestan sus servicios en zonas alejadas en donde existe una carencia de conectividad y la cual viene siendo atendida en parte mediante tecnología satelital. Sin embargo, estas distintas entidades llevan a cabo sus procesos de contratación de manera individual e incluso en algunos casos por proyectos específicos, lo que genera una carga administrativa significativa y reduce la capacidad de cada entidad de lograr las externalidades positivas de las economías de escala.

Es por esta razón que, a efectos de optimizar las inversiones asociadas a conectividad, y específicamente la requerida para satisfacer las necesidades en aquellas zonas donde la oferta de servicios no ha sido suplida por el mercado a través de tecnologías de telecomunicaciones terrestres, emerge como alternativa la posibilidad de analizar la posible prestación de servicios de acceso a Internet a través de tecnología satelital, ya no desde una perspectiva individual de entidades particulares, sino desde un enfoque de conectividad agregada, donde las necesidades de diferentes entidades de diversos sectores puedan ser gestionadas de forma conjunta.

A manera de referencia, es relevante destacar que esta idea no es nueva en el país, ya que, en particular, y de acuerdo con lo expuesto en el Documento CONPES 3983 aprobado en 2020<sup>30</sup>, desde hace varias décadas y en distintos momentos del tiempo se ha analizado la viabilidad de avanzar en diferentes iniciativas<sup>31</sup> orientadas a la optimización en el uso de conectividad satelital. Adicionalmente, el CONPES 4129 de 2023, Política Nacional de Reindustrialización, plantea que, con base en el avance de las soluciones tecnológicas de servicios satelitales en los últimos años, existe una oportunidad en el uso de tecnologías satelitales para incrementar la conectividad digital a Internet en zonas apartadas y responder a las necesidades de diferentes sectores económicos del país.

Si bien este no es un planteamiento reciente, tal como ha sido expuesto previamente, el concepto de agregación de capacidad mantiene sus bases conceptuales, en la medida que dicha figura podría ofrecer numerosas ventajas en términos de costos, eficiencia y calidad del servicio. De manera preliminar, y en términos generales, se pueden enunciar los siguientes beneficios:

#### **Eficiencia en Costos:**

- **Economías de escala:** Al consolidar las necesidades de conectividad en un solo proyecto o sistema, se pueden aprovechar economías de escala, reduciendo los costos de adquisición, implementación

<sup>28</sup> VALDERRAMA, Carmen Ligia & GONZÁLEZ, Geussepe. Op., cit.

<sup>29</sup> CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS EN BANDA ANCHA PARA EL DESARROLLO (CEABAD). Los satélites de Alto Rendimiento y la Conectividad Global en todo momento. [En Línea]. Disponible en <[<sup>30</sup> CONPES 3983 de 2020. Política de Desarrollo Espacial: Condiciones Habilitantes para el impulso de la Competitividad Nacional. \[En Línea\]. Disponible en <<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3983.pdf>>](https://ceabad.com/2021/11/29/los-satelites-de-alto-rendimiento-y-la-conectividad-global-en-todo-momento/#:~:text=Los%20sat%C3%A9lites%20representan%20una,M%C3%B3vil%20por%20Sat%C3%A9lite%20(SMS).></a>></p></div><div data-bbox=)

<sup>31</sup> En el documento referido, se establece que desde 1969 se han aprobado tres documentos CONPES que han tenido como finalidad la compra de satélites (dos de comunicaciones y uno de observación), las cuales finalmente no se materializaron y quedaron consignadas en los siguientes textos:

- Documento CONPES 1421 Proyecto de un satélite colombiano para comunicaciones domésticas
- Documento CONPES 3579 Lineamientos para implementar el proyecto de comunicaciones satelitales de Colombia, correspondiente al segundo intento de adquisición de un satélite de comunicaciones;
- Documento CONPES 3683 Lineamientos para la formulación del Programa Nacional de Observación de la Tierra que incluya el diseño de un programa satelital colombiano

Por otro lado, el documento hace alusión a que, en el marco de la CAN, en 1977, Colombia y los países de la región Andina se embarcaron en lo que se denominó el Proyecto Cóndor, cuyo objetivo se enfocaba en solucionar las necesidades de estos países en materia de comunicaciones, repartiéndose los costos de adquisición de un satélite. Finalmente, el 30 de marzo de 2017 fue puesto en órbita el satélite andino SES-10.

y mantenimiento. Las compras a gran escala y los contratos centralizados suelen ser más económicos.

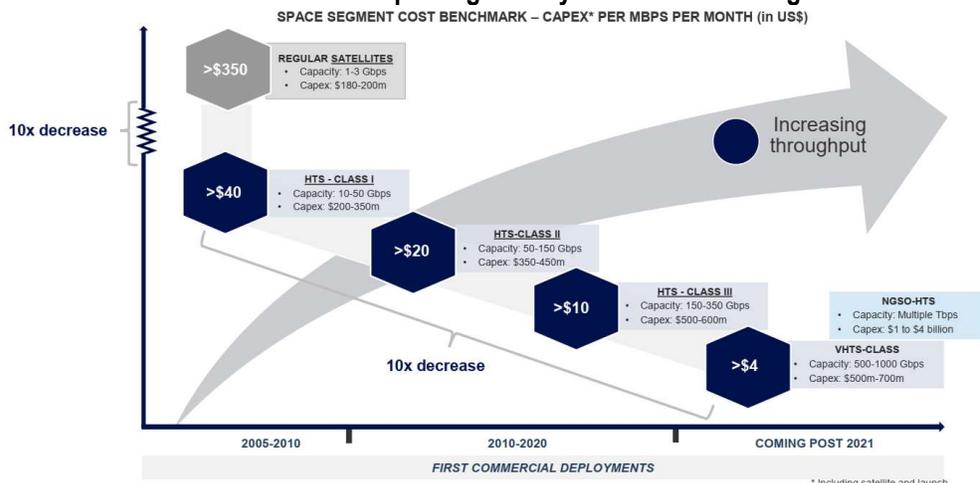
- **Reducción de redundancias:** Minimiza la duplicación de infraestructuras y servicios, lo cual puede reducir gastos innecesarios y optimizar el uso de recursos. En otras palabras, se reducen los tiempos de implementación y los costos de transacción.

### Optimización de Recursos:

- **Uso eficiente de infraestructura:** La consolidación permite un uso más eficiente de la infraestructura existente, evitando la creación de redes paralelas.
- **Asignación de presupuestos:** Facilita la asignación más estratégica de presupuestos al identificar y priorizar las necesidades comunes y críticas a nivel agregado.

De igual manera, en la construcción de un proyecto de estas características es importante tener en cuenta los avances tecnológicos que ha tenido la industria satelital que han llevado a una marcada caída de los precios<sup>32</sup>. En particular, los precios de los servicios satelitales vienen disminuyendo rápidamente debido a los sistemas satelitales de alto rendimiento (HTS) GEO y NGSO de próxima generación y los costos asociados, tal como lo presentó Euroconsult en 2021 en el evento de la UTD-D “UNOOSA / ITU Tech Envoy Office Event on Satellite Connectivity”<sup>33</sup>, y se observa en la Ilustración 2, en donde se evidencia la caída de los costos de inversión (CAPEX por Mbps por mes) para la puesta en órbita de satélites de comunicación. Así mismo, el aumento en el suministro de satélites ha llevado a un efecto de comoditización, impulsando a la vez una evolución hacia ofertas integrales que incorporan otros servicios, tales como ciberseguridad, conectividad backhaul para los servicios móviles terrestres y soluciones D2D<sup>34</sup>.

**Ilustración 2. Costo por segmento y desarrollo tecnológico**



<sup>32</sup> EUROCONSULT. Next generation satellite systems continue to disrupt satellite capacity pricing landscape. [En Línea]. Disponible en <<https://www.euroconsult-ec.com/press-release/next-generation-satellite-systems-continue-to-disrupt-satellite-capacity-pricing-landscape/>>

<sup>33</sup> EUROCONSULT. Market overview – satcom for universal broadband access. 2021. [En Línea]. Disponible en <<https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/ET/2021/Documents/presentations/09072021S6-opportunity-of-satellite-connectivity.pdf>>

<sup>34</sup> Conectividad satelital directo al dispositivo. Es una tecnología emergente que ya viene siendo implementada en el sistema de emergencia de los Iphone.

Fuente: Euroconsult, Market overview – satcom for universal broadband Access. 2021

También se resalta el incremento que se tendrá en las capacidades de los satélites, las cuales tendrán un importante aumento, pues se espera llegar a 260 Tbps en el año 2032, representando cerca de 10 veces más las capacidades que se tienen hoy. En consecuencia, se espera que el precio de la capacidad al usuario final medido este como Mbps/mes tenga una disminución exponencial para los próximos años, tal como se muestra en la Ilustración 3.

**Ilustración 3. Relación precio/capacidad**



Fuente: Euroconsult, satellite connectivity and video market, 30th edition, gráfica presentada en el ITU regional Radiocommunication seminar 2024 for the Americas

En virtud de lo anterior, el proyecto de agregación satelital no solo es fundamental para contribuir al cierre de la brecha digital, especialmente en aquellas zonas rurales de difícil acceso, sino también para garantizar la prestación de servicios de conectividad en sectores como Educación, Salud y Fuerzas Armadas, entre otros. Así mismo, con este proyecto se pretende disminuir el costo del servicio al apalancarse en las economías de escala de la agregación de demanda, así como también disminuir los costos de transacción pues no se tendrían que llevar a cabo múltiples procesos de contratación lo que se traduce en mayor eficiencia en la administración y distribución de los recursos públicos. En consecuencia, a continuación, se expondrán en términos generales las posibles soluciones a evaluar, los supuestos necesarios para el análisis de prefactibilidad y un cronograma estimado de implementación, entre otros.

Descripción del alcance y características técnicas de la implementación	<p>Para efectos de avanzar en la consolidación de una iniciativa de agregación de capacidad satelital, una primera aproximación versa sobre la revisión de las diferentes alternativas existentes en el mercado, orientadas primordialmente a la provisión de conectividad destinada a zonas remotas del país, predominantemente rurales.</p> <p>En ese sentido, a continuación, se describen en términos generales algunas opciones que existen en el mercado para satisfacer la necesidad de conectividad satelital descrita anteriormente.</p> <p><b>Opción 1. Desarrollo de un satélite con carga útil exclusiva para Colombia</b></p> <p>Bajo esta aproximación, se buscaría desarrollar un satélite que contiene carga útil<sup>35</sup> exclusiva para Colombia que responda específicamente a las necesidades de comunicación y transmisión de datos de las entidades estatales a lo largo del tiempo de vida útil del satélite. Dicha carga útil será diseñada para ofrecer cobertura a lo largo de todo el territorio colombiano, con especial énfasis en áreas remotas y de difícil acceso donde las infraestructuras terrestres son limitadas o inexistentes. En este segmento, existe un conjunto diverso de posibles empresas con capacidad de ofrecer soluciones de esta naturaleza, entre otras, HughesNet, SES, Hispasat, Echostar y Telesat, algunas de las cuales prestan servicios en Colombia.</p> <p>En este modelo debe disponerse de un esquema colaborativo con un operador experimentado, de manera tal que se compartan recursos y capacidades para maximizar la eficiencia del proyecto, se reduzcan costos y se acelere el tiempo de desarrollo y despliegue del satélite. Así mismo, se buscará implementar tecnologías avanzadas que garanticen seguridad de las comunicaciones y la integridad de los datos transmitidos.</p> <p>Una alternativa a esta figura puede basarse en un esquema colaborativo entre países, de lo cual existen ejemplos recientes que pueden llevar a distribuir costos y riesgos, logrando a la vez una mayor cobertura. Como ejemplo ilustrativo, cabe mencionar que algunos países africanos vienen colaborando a través de la Agencia Espacial Africana en el proyecto AfriSat<sup>36</sup> para lanzar satélites que mejoren la conectividad en todo el continente, teniendo como objetivo compartir costos y recursos para hacer la tecnología más accesible y asequible. Este proyecto a su vez se enfoca en el desarrollo de capacidades espaciales y de cooperación internacional, destacando la importancia de un marco regulatorio unificado y la inversión en infraestructuras espaciales.</p> <p><b>Opción 2. Adquisición de capacidad satelital</b></p> <p>En esta aproximación, el enfoque versa sobre la adquisición de capacidad a un proveedor de conectividad satelital con infraestructura ya establecida, debiendo enfocar el proceso en la optimización de costos y la maximización de la eficiencia del servicio. Adquirir capacidad bajo esta figura constituye una solución rápida para mejorar la conectividad, con costos que varían según la capacidad y las necesidades de cobertura. Como posibles oferentes de estos servicios se pueden contemplar las empresas descritas en la Opción 1, o incluso</p>
---	---

<sup>35</sup> La carga útil suele incluir transpondedores y antenas que permiten la transmisión y recepción de señales de comunicación. Estos transpondedores amplifican y retransmiten las señales entre estaciones terrestres.

<sup>36</sup> Mayor información disponible en los siguientes enlaces:

<https://interactive.satellitetoday.com/via/january-february-2022/the-state-and-future-of-leo-satellite-internet-connectivity-in-africa/>

<https://www.stimson.org/2023/who-woke-the-sleeping-giant-africas-emerging-space-programs-take-off/>

<https://www.dw.com/en/space-industry-africa-launches-new-space-agency/a-65373644>

otras que potencialmente estarían en capacidad de actuar como integradoras, soportando su conectividad en infraestructuras de uno o varios proveedores satelitales.

Esta alternativa puede resultar atractiva en la medida que, tal como se expuso previamente, el costo promedio por GB ha disminuido significativamente, haciendo esta una opción más asequible en comparación con años anteriores. A manera de referencia, Perú ha optado por comprar capacidad satelital para extender la cobertura de internet en áreas rurales, logrando así una mejora rápida y significativa en la conectividad<sup>37</sup>.

Bajo este escenario, deberá adelantarse la identificación y selección del proveedor de servicios satelitales, a partir de la definición de diferentes parámetros, tales como aspectos relativos a cobertura geográfica, capacidad de transmisión, calidad del servicio, seguridad y costos. Así mismo, deberán establecerse reglas relativas a actualizaciones futuras y soporte técnico.

### **Opción 3. Diseño, fabricación y puesta en funcionamiento de un satélite geoestacionario exclusivo para Colombia**

Esta opción consiste en el proceso de adquirir y desplegar el primer satélite colombiano geoestacionario para comunicaciones, cuya cobertura abarque el territorio nacional con miras a beneficiar los programas de conectividad y otras labores estratégicas del Estado en temas tales como educación, seguridad, salud, defensa, entre otros.

Esta opción parte del diseño de un satélite pequeño/mediano adaptado a las necesidades específicas del país, lo que permitiría una mayor flexibilidad en términos de cobertura, capacidad y servicios. Así mismo, por tratarse de un elemento con un tamaño menor en comparación con la Opción 1, podría generar una reducción apreciable en el costo total del satélite, involucrando dentro de este último las siguientes etapas:

- Diseño y fabricación: incluye el plan de ingeniería, el diseño previo, el diseño crítico, el ensamble, la integración y todas las pruebas respectivas.
- Transporte hasta lanzador: incluye el transporte del satélite desde su sitio de ensamble y su recepción en el sitio de lanzamiento con sus pruebas respectivas.
- Lanzamiento: incluye la campaña previa de lanzamiento, el lanzamiento y la entrega del satélite en la órbita objetivo del lanzador (GTO o GEO).
- Puesta en órbita (IOD): incluye la transferencia desde la órbita objetivo del lanzador hasta la posición final en la órbita GEO.
- Operación pruebas en órbita (IOD): incluye todas las pruebas en órbita hasta la aceptación y entrega definitiva (IOD) del satélite.

Como posibles proveedores de este tipo de tecnologías, se han identificado preliminarmente proveedores como Astranis Space<sup>38</sup>, ReOrbit<sup>39</sup> e InVAP<sup>40</sup> los cuales son fabricantes especializados en el desarrollo del

<sup>37</sup> Para mayor información, consultar los siguientes enlaces:

<https://www.intelsat.com/newsroom/intelsat-and-andesat-bring-mobile-broadband-to-rural-communities-in-peru/>

<https://www.businesswire.com/news/home/20200512005542/en/Intelsat-Andesat-bring-Mobile-Broadband-Rural-Communities>

<https://www.telesat.com/blog/satellite-connectivity-closes-the-digital-gap-in-latin-america/>

<sup>38</sup> Para más información consultar <https://www.astranis.com/>

<sup>39</sup> Para más información consultar <https://www.reorbit.space/>

<sup>40</sup> Para más información consultar <https://www.invap.com.ar/areas/espacial/satelites-de-comunicaciones/>



segmento espacial. Adicional a la ejecución de las anteriores etapas, se deberá considerar el desarrollo de temas como (i) autorización de explotación del ROE, (ii) diseño, fabricación, instalación, validación y entrega en operación del Segmento Terreno y (iii) entrenamiento.

De manera preliminar, cabe mencionar que, si bien el colaborar con una empresa satelital privada para lanzar un nuevo satélite implica costos iniciales más altos, a la vez permitiría ofrecer soluciones a la medida y beneficios a largo plazo. Como referencia, cabe anotar que Brasil, a través de una asociación con *Visiona* y *Embraer*, lanzó su propio satélite SGDC-1 para fines de defensa, y a la vez, para mejorar la cobertura de internet en áreas remotas, lo que ha resultado en una mejora sustancial en la conectividad y una reducción de costos a largo plazo<sup>41</sup>. El costo total del proyecto fue de aproximadamente \$USD 558 millones, y ha permitido extender el acceso a internet a escuelas, hospitales y otras instalaciones en áreas remotas, proporcionando una capacidad de hasta 80 Gbps.

Es importante resaltar que según la firma consultora Euroconsult y Novaspace “[l]os satélites GEO HTS pequeños han ganado terreno en los últimos años y representan la mitad de los ocho pedidos de GEO HTS en 2023. Los operadores prefieren los satélites pequeños debido a que resultan en un menor CAPEX, lo que facilita su financiación y aumenta la probabilidad de recuperar las inversiones”<sup>42</sup>.

En este sentido, esta opción podría resultar costo-eficiente para satisfacer las necesidades de conectividad satelital en el país, en combinación con soluciones de satélites flexibles y reconfigurables basados en la tecnología SDS (Software Defined Satellites), la cual permite realizar reconfiguraciones mientras está en órbita, logrando adaptarse a las demandas cambiantes sin necesidad de reemplazos costosos en función de los nuevos requerimientos que demanden las Entidades del Estado<sup>43</sup>.

Finalmente, para esta opción, con la que se podría implementar un satélite exclusivo para Colombia, se encuentra en el mercado la posibilidad de adquirir un satélite de pequeñas dimensiones como un servicio (**opción 3a**), que incluye el diseño, fabricación, lanzamiento, puesta en órbita y operación del satélite por parte de un tercero como un todo sin llegar a incurrir en actividades técnicas, financieras y procedimentales directas en cada una de estas fases, pagando una tarifa diferida por el servicio durante la vida útil de satélite y con bajas inversiones iniciales en CAPEX.

### Análisis descriptivo

#### **Aspectos cualitativos**

Si bien la definición del modelo a operar implica el desarrollo de un estudio más detallado y específico de las distintas modalidades y tecnologías, a continuación, se presenta un cuadro descriptivo desde el punto de vista cualitativo de diferentes elementos o criterios que se considerarían relevantes para la toma de la decisión más apropiada para las necesidades actuales y futuras del país.

<sup>41</sup> Para mayor información consultar <<https://www.airforce-technology.com/projects/geostationary-defense-and-strategic-communications-satellite-sgdc/>>

<sup>42</sup> EUROCONSULT. Non-geostationary orbit constellations redefining the High Throughput Satellites market landscape. [En Línea]. Disponible en <<https://www.euroconsult-ec.com/press-release/non-geostationary-orbit-constellations-redefining-the-high-throughput-satellites-market-landscape/>>

<sup>43</sup> Ibidem.

**Tabla 1: Análisis de Ventajas y desventajas de las alternativas analizadas**

Item	Opciones 1 y 3	Opción 2
Costos Iniciales y Continuos	Tiene asociados un costo de desarrollo y fabricación, lanzamiento al espacio, y configuración de la infraestructura en tierra.	Tiene asociada una tarifa por suscripción al servicio.
Control y Flexibilidad	Control completo sobre la configuración, capacidad de personalización según necesidades específicas.	Implementación rápida, acceso inmediato a la capacidad satelital sin necesidad de infraestructura propia.
	Requiere experticia técnica avanzada y recursos iniciales significativos. Riesgos asociados con el lanzamiento y la operación continuada del satélite.	Dependencia del proveedor para actualizaciones y modificaciones.
Capacidad y Escalabilidad	Potencial para diseñar y construir una capacidad específica adaptada a necesidades particulares.	Acceso a la capacidad satelital proporcionada por el proveedor, generalmente escalable según demanda.
	Limitada inicialmente por la capacidad del satélite construido.	Posibilidad de ajustar el ancho de banda y otros servicios según las necesidades cambiantes.
Tiempo de Implementación y Riesgos	Largo plazo de desarrollo, pruebas y lanzamiento del satélite, con riesgos asociados al éxito del lanzamiento y operación.	Implementación rápida, con mínimos riesgos técnicos asociados al desarrollo y lanzamiento del satélite.
	Mayor control sobre los riesgos técnicos y operativos a largo plazo, una vez que se establece y opera correctamente.	Riesgo operacional asociado a la dependencia de terceros proveedores.

Fuente: Elaboración propia. Nota: En color azul se identifican las ventajas y en naranja las desventajas

De lo anterior se tiene que a partir de los criterios identificados en las opciones 1 y 3 podrían llegar a ser muy similares tanto en sus ventajas y en sus desventajas, siendo la principal diferencia entre estas dos opciones el costo del satélite.

### Aproximación a costos

Dada la información anteriormente expuesta, el estudio busca estimar un rango de precios de las soluciones. Esto se determina al comparar el gasto de capital (CAPEX) y el gasto operativo (OPEX) de los sistemas de comunicación satelital para cinco proveedores en una capacidad de 35 Gbps<sup>44</sup>. El análisis muestra que los costos totales durante un período de 15 años<sup>45</sup> varían entre \$195 millones y \$233 millones<sup>46</sup>, dependiendo de si el sistema utiliza satélites GEO (Órbita Geoestacionaria) o LEO (Órbita Terrestre Baja). El CAPEX es más alto para los satélites GEO debido a la complejidad de la infraestructura y a las inversiones más significativas que se requieren. Sin embargo, el OPEX para los sistemas GEO es relativamente más bajo, ya que estos satélites tienden a tener menores demandas de mantenimiento y operación con el tiempo.

<sup>44</sup> Tal como se mencionó en la sección *Premisas y Supuestos*, esta capacidad es indicativa y no responde a un estudio de dimensionamiento de demanda.

<sup>45</sup> Parámetro que varía dependiendo de la opción escogida y por lo general oscila entre 5 y 15 años.

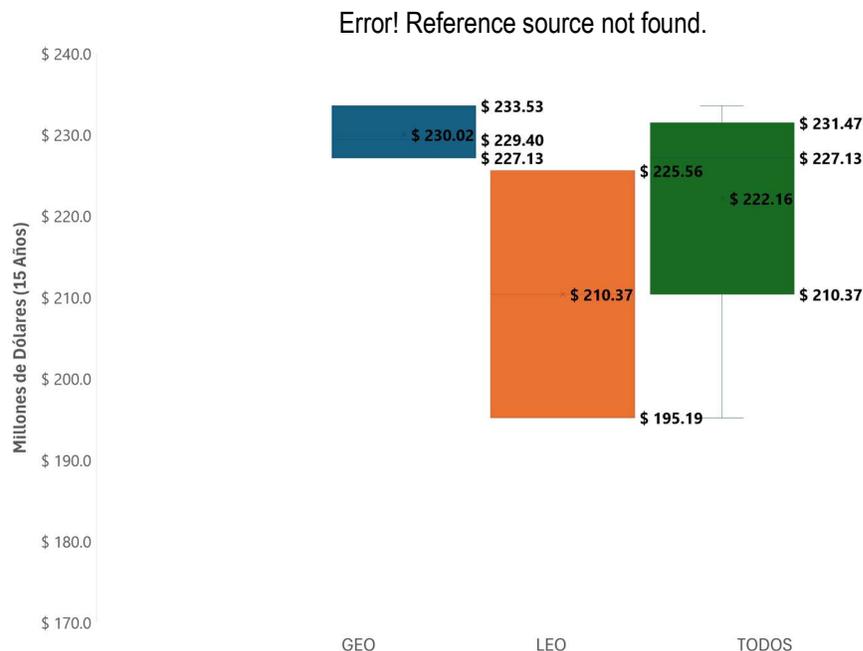
<sup>46</sup> Este rango de valores se obtuvo de un requerimiento inicial de información, no obstante, no es el resultado de un estudio de mercado, el cual deberá realizarse antes de la estructuración del proyecto.

**Tabla 2: Discriminación de costos (millones de dólares)**

ITEMS	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5
CAPEX	\$168.5	\$171.5	\$116	\$6.8	\$19
OPEX	\$65	\$55.6	\$113.4	\$218.8	\$176.2
<b>TOTAL</b>	<b>\$233.5</b>	<b>\$227.1</b>	<b>\$229.4</b>	<b>\$225.5</b>	<b>\$195.2</b>

**Fuente:** Elaboración propia con información suministrada por diferentes agentes del mercado a solicitud de la ANE - 2024. **Nota:** Los valores están expresados en dólares americanos del año 2024.

Al comparar los costos totales (CAPEX + OPEX) entre las cinco empresas, el análisis revela rangos similares, la Empresa 1 por ejemplo, registra un costo total de \$USD 233,5 millones, mientras que la Empresa 4 tiene un costo total de \$USD 225,5 millones. Esto muestra que, si bien hay diferencias en las estructuras de costos entre las empresas, los gastos totales para los sistemas de comunicación satelital se mantienen dentro de un rango predecible. Los perfiles de costo total de las empresas sugieren que, aunque puede haber alguna variación tanto en el CAPEX como en el OPEX, la mayoría de las empresas son capaces de lograr resultados financieros similares durante el período de interés del proyecto.



**Fuente:** Elaboración propia con información suministrada por diferentes agentes del mercado a solicitud de la ANE – 2024. **Nota:** La categoría *Todos* hace referencia a la suma de GEO y LEO con el fin de encontrar la distribución de los posibles costos

En general, el rango de costos ilustra las consideraciones financieras para elegir entre sistemas satelitales GEO y LEO. Si bien la inversión inicial en los sistemas GEO tiende a ser mayor, los operadores pueden encontrar ahorros operativos a lo largo del tiempo. Por otro lado, los sistemas LEO podrían ofrecer un punto de entrada más rentable, pero pueden requerir compromisos financieros más grandes a largo plazo debido a las demandas operativas. La capacidad para lograr eficiencias tecnológicas y optimizaciones de costos,



particularmente en el OPEX, jugará un papel crucial en la determinación de la sostenibilidad financiera general de cada modelo.

La información descrita anteriormente da muestra de un intervalo entre \$USD 234 millones y \$USD 195 millones, esto con una Tasa Representativa del Mercado (TRM) de \$4.192 pesos por dólar, lo que implica una previsión presupuestal entre \$817,440 y \$980,928 millones de pesos aproximadamente.

Además, del CAPEX y el OPEX, deben considerarse otras variables críticas al tomar una decisión final sobre si invertir en un sistema satelital GEO o LEO. Un factor es el propósito de la misión y los requisitos del servicio. Los satélites GEO son ideales para aplicaciones como la transmisión de televisión y los servicios satelitales fijos, donde la alta fiabilidad y cobertura sobre una gran área son cruciales. Los satélites LEO, por otro lado, destacan en proporcionar comunicaciones de baja latencia, lo cual es esencial para servicios de internet, aplicaciones en tiempo real y conectividad IoT (Internet de las Cosas). Por lo tanto, comprender los requisitos operativos específicos y las necesidades de los usuarios de la red satelital es vital para determinar qué régimen orbital ofrece el mejor valor.

Otra consideración clave es la evolución tecnológica y escalabilidad. Las constelaciones de satélites LEO se benefician de los rápidos avances en miniaturización satelital y la reducción de los costos de lanzamiento, lo que las hace más escalables con el tiempo. Además, la tecnología de cohetes reutilizables (como el Falcon 9 de SpaceX) ha reducido significativamente el costo de lanzar múltiples satélites, lo que otorga a los sistemas LEO una ventaja en términos de flexibilidad futura. Los sistemas GEO, aunque estables y probados, pueden enfrentar limitaciones en cuanto a escalabilidad debido al alto costo de reemplazo de satélites y ciclos de desarrollo más largos. Además, factores regulatorios como la asignación de espectro, la coordinación internacional y las políticas de desorbitación también juegan un papel, ya que los sistemas LEO requieren una planificación cuidadosa para gestionar los desechos orbitales y evitar colisiones, lo que podría imponer costos adicionales o restricciones a los planes de expansión. Tener en cuenta estas variables garantiza un proceso de toma de decisiones integral que aborda tanto las necesidades actuales como el potencial futuro.

Si bien este ejercicio constituye una visión inicial, preliminar y de referencia para abordar la problemática, resulta evidente que la selección de la alternativa a ser implementada requiere una profundización de mayor nivel, en la cual se disponga, por una parte, de una estimación más precisa de la demanda en términos de cantidades y parámetros técnicos a ser exigidos, y de la proyección de estos en el tiempo. A la vez, a partir de este último ejercicio, se entiende indispensable contar con información más acotada respecto de las potenciales ofertas de los distintos agentes del mercado satelital que potencialmente estén interesados y en capacidad de prestar sus servicios. Así mismo, en una estimación inicial previa al desarrollo del proyecto se parte para este ejercicio de un presupuesto basado en la cota superior de los análisis previamente presentados en el presente capítulo, es decir \$USD 234 millones, equivalentes a \$980,928 millones de pesos.

Por lo anterior, se hace necesario el **desarrollo de una primera etapa del proyecto**, cuyo resultado permita determinar, a partir de análisis detallados y debidamente sustentados, la mejor alternativa (o conjunto agregado de alternativas) de conectividad por satélite en zonas rurales, que agregue las necesidades de entidades del sector público en el largo plazo. Sobre esta última variable, cabe anotar que, si bien en el presente análisis se expone un horizonte de 15 años, la definición de este criterio deberá surgir de los análisis de estructuración del proyecto.

Para efectos de lo anterior, se plantea que en esta etapa se adelanten aquellos pasos necesarios que permitan garantizar un abordaje integral de las necesidades identificadas, y que a la vez se propenda por maximizar los beneficios. Así las cosas, se expone a continuación y a manera de referencia inicial, una estructura de desglose de trabajo de primer y segundo nivel sugerida para esta etapa de diseño:

1. Objeto del Proyecto: Establecer las características de conectividad por satélite para zonas rurales y apartadas del territorio nacional, considerando las necesidades específicas de algunos de los sectores más relevantes del sector público.

2. Investigación y Análisis inicial

- *Análisis de la demanda*: Recolectar y documentar las necesidades de conectividad del sector público (educación, salud, seguridad, entre otras.) mediante consultas con las autoridades y partes interesadas. Se busca conocer la demanda de conectividad, el número estimado de usuarios y sus necesidades específicas (por ejemplo, velocidad de internet, tipo de aplicaciones utilizadas, etc).
- *Análisis de Oferta*: Revisar con mayor profundidad las tecnologías satelitales disponibles y sus características en términos de cobertura, capacidad, latencia y costo.

3. Estudio de Viabilidad

Se deberán analizar las diferentes opciones y modelos de conectividad satelital disponibles en el mercado, partiendo de la recolección de información técnica, costos de referencia, proveedores y casos de uso para cada alternativa. Estos elementos servirán de base para la profundización en las siguientes materias:

- *Viabilidad técnica*: Se deberá evaluar la capacidad técnica de las alternativas de soluciones de satélite en términos de cobertura, velocidad, latencia y capacidad, entre otros parámetros, para satisfacer las necesidades específicas de la demanda agregada de las entidades a involucrar.
- *Viabilidad Económica*: Se realizará un análisis costo-beneficio, costo-efectividad o multicriterio, de las alternativas, incluyendo costos de implementación, operación y mantenimiento, así como también los beneficios económicos y sociales del proyecto.
- *Viabilidad Jurídica*: Comprende la realización de un análisis de la normatividad y las restricciones regulatorias, legales y jurídicas para el desarrollo de cada alternativa planteada. Así mismo se deberá establecer el instrumento contractual más adecuado para la implementación del proyecto.
- *Análisis de riesgos*: Se pretende en este componente identificar, evaluar y, en caso pertinente, determinar posibles acciones tendientes a gestionar los riesgos potenciales que podrían afectar el éxito de las diferentes opciones. Acá se deberán abordar, entre otros, los riesgos financiero, tecnológico, operacional y de gestión.
- *Impacto*: Se evaluará el impacto de las alternativas identificadas. Por ejemplo, se puede considerar el tiempo de implementación y el grado de personalización y control de la solución, lo cual puede afectar los beneficios del proyecto.

4. Desarrollo y evaluación de Alternativas



En esta actividad, se deberán evaluar de manera comparativa las alternativas analizadas. Para tal fin, deberán tenerse en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- *Criterios de Evaluación:* Establecimiento de requisitos del proyecto y los criterios de evaluación que las alternativas deben cumplir. Estos pueden incluir temáticas como costos, tiempos, calidad, rendimiento, riesgos, y beneficios.
- *Ponderación:* Análisis de cada alternativa en función de los criterios de evaluación establecidos.
- *Recomendaciones:* Con base en la evaluación, se brindarán elementos de referencia para que el Gobierno Nacional adopte decisiones sobre la(s) alternativa(s) que mejor cumple(n) con los requisitos del proyecto y ofrece(n) el mayor valor.

Una vez se disponga de los insumos anteriores, se procederá a una **segunda etapa de implementación y operación**, la cual, en términos muy agregados, podría estar desarrollada mediante los siguientes pasos:

#### 5. Planificación

Como resultado de lo anterior, se dispondrá de las bases para desarrollar un plan detallado de implementación para la alternativa seleccionada, incluyendo aspectos tales como la asignación de recursos, el establecimiento de cronogramas, la definición de la modalidad de contratación, los criterios de priorización en la instalación, y los puntos intermedios de revisión de condiciones técnico-económicas (en caso aplicable).

También se contempla lo relativo a aspectos tales como la estructuración de dicha contratación, reglas aplicables para la ampliación o disminución de capacidades, la definición de indicadores de seguimiento, los mecanismos de solución de controversias y la elaboración de un modelo de gestión de riesgos asociados al proceso, entre otros.

#### 6. Contratación

A partir de la planeación descrita en el paso anterior, se procederá a adelantar el proceso de contratación definido, surtiendo las etapas correspondientes en el marco de las condiciones establecidas y de la normatividad aplicable. Esta etapa finaliza con la suscripción del contrato con la(s) firma(s) seleccionada(s) para desarrollar el proyecto.

#### 7. Implementación y operación

Dentro de esta fase, se contempla la instalación y/o configuración de la infraestructura necesaria para la habilitación de la conectividad satelital, así como la entrada en servicio de cada uno de los puntos de acuerdo con el orden definido. En particular, involucra la generación de datos que soporten el seguimiento a la ejecución, y el desarrollo de las revisiones técnico-económicas intermedias con la periodicidad que se establezca para las mismas.

#### 8. Cierre

Al finalizar la operación y/o prestación del servicio, se deberán elaborar los informes correspondientes desde la perspectiva técnica y económica. Asimismo, podrán evaluarse



alternativas orientadas, en lo aplicable, a la implementación de mecanismos guiados a la continuidad de los servicios y a las nuevas condiciones que resulten aplicables, de acuerdo con las necesidades vigentes a la fecha de terminación del (los) contratos.



<b>Premisas y supuestos</b>	<p>Como referencia para el desarrollo inicial de este ejercicio, se toman como punto de partida los siguientes supuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tiempo de duración del servicio: 15 años</li><li>• Banda de frecuencia: Ka (18/28 GHz)</li><li>• Velocidad mínima de referencia por punto: 2 Mbps</li><li>• Número de puntos iniciales: 20.000</li></ul> <p>Ahora bien, para el caso de soluciones que requieran infraestructura espacial y terrena como componentes de red, se parte de los siguientes elementos de contexto:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad demandada mínima: 35Gbps</li><li>• Infraestructura terrestre: mínimo 3 gateways para cursar el tráfico de los usuarios</li></ul> <p>Cabe mencionar que estos supuestos pueden variar en la estructuración del proyecto.</p> <p>A nivel de premisas, se deberán tener en cuenta, entre otras, las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• En general los valores de referencia corresponden a la prestación del servicio y, en las opciones que aplique, al CAPEX de los elementos de la red, sin que se considere en principio el valor de los equipos a ubicar en el extremo de los usuarios (tales como CPE, cables, antenas, equipamiento WiFi, etc).</li><li>• Las tarifas minoristas expuestas corresponden a ofertas comerciales vigentes, con lo cual es viable que las mismas puedan tender a una disminución significativa por volumen.</li><li>• Si bien la aproximación dada parte de la vinculación de cabezas de sectores del orden nacional, a través de estas podrán involucrarse otras entidades como por ejemplo autoridades del orden territorial.</li><li>• Por los avances tecnológicos, existe una alta incertidumbre respecto de los precios del mercado de capacidades satelitales en un horizonte de 15 años. Esto en la medida en que han venido incorporándose al mercado nuevos actores, puedan desarrollarse nuevas tecnologías con mayor eficiencia espectral, se agudice la competencia o cooperación entre sistemas GEO y no GEO, y por las modificaciones de políticas globales y regionales.</li><li>• Desde el lado de la demanda pueden darse también variaciones, lo cual puede implicar que las necesidades en términos de puntos, y por ende de capacidad satelital agregada en el país cambiarán en el tiempo, especialmente en la medida que la cobertura de las redes terrestres fijas y móviles continúe en expansión dentro del período de referencia.</li></ul>
<b>Interacción con otras entidades</b>	<p>Siendo el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones el líder de esta iniciativa al interior del Gobierno Nacional, dentro del primer grupo de entidades con los cuales requerirá tener una interacción directa se encuentran aquellas que poseen un mayor potencial para participar de este proyecto, a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ministerio de Educación Nacional (MinEducación)</li><li>▪ Ministerio de Salud y Protección Social (MinSalud)</li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ministerio de Defensa Nacional (MinDefensa)</li> </ul> <p>En cualquier caso, a efectos de validar un posible interés de otras autoridades, se debe contemplar la posibilidad de plantear la vinculación de otras autoridades del orden nacional. Así mismo, en la medida que la oferta lo permita, podrán involucrarse otras autoridades del orden nacional o territorial. Vale la pena mencionar que cada una de las entidades públicas que se involucren al proyecto, incluyendo el MinTIC, aportará los recursos financieros que le correspondan para cubrir el cien por ciento (100%) del costo de su respectiva demanda de capacidad satelital.</p> <p>Por otra parte, se requerirá una interacción directa con el Departamento Nacional de Planeación (DNP), con miras a garantizar la asignación de recursos de vigencias futuras necesarias para la viabilidad mínima del proyecto. Así mismo, dependiendo de la solución a adoptar podrá requerirse el desarrollo de trámites con la UIT u otros organismos internacionales involucrados con servicios satelitales.</p> <p>Finalmente, se observa pertinente adelantar acercamientos con las distintas autoridades de control, con miras a detectar de manera oportuna posibles aspectos que sean susceptibles de ser considerados a lo largo del proceso, con énfasis en la etapa contractual.</p>
<p><b>Alcance geográfico</b></p>	<p>Alcance nacional. Los puntos por atender específicos están por definir.</p>
<p><b>Impacto</b></p>	<p>Conforme a los objetivos y el alcance de este proyecto, se espera fortalecer las capacidades de conectividad del país mediante soluciones satelitales. Estas soluciones permitirán maximizar el bienestar social y cerrar la brecha digital en zonas rurales, apartadas y de difícil acceso, históricamente desconectadas o con acceso deficiente a Internet de calidad.</p> <p>El proyecto beneficiará a instituciones educativas rurales, centros de salud rurales, comunidades rurales, puntos de acceso público a Internet y otras iniciativas financiadas por las Entidades de Gobierno. Todo ello será posible gracias a la capacidad satelital agregada, gestionada a través de los programas de conectividad de acceso y servicio universal liderados por el Gobierno Nacional.</p> <p>Así las cosas, los impactos principales que se esperan a través del desarrollo de este proyecto son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Fortalecimiento de la infraestructura de conectividad del país en zonas rurales, apartadas y de difícil acceso.</li> <li>b) Acceso al servicio esencial de Internet con calidad para un segmento de la población que habita la ruralidad colombiana y zonas con limitaciones en el servicio, en particular campesinos, estudiantes de escuelas rurales, comunidades organizadas localizadas en zonas vulnerables, y poblaciones de diversas etnias, entre otros actores relevantes.</li> <li>c) Cierre de la brecha digital en las zonas rurales, apartadas y de difícil acceso, al fortalecer el acceso material mediante soluciones de conectividad satelital.</li> <li>d) Mayor cercanía del Estado de la población beneficiada de este proyecto a los beneficios y bondades que tiene el acceso a Internet, como lo son: la telemedicina, educación virtual, teletrabajo, gobierno electrónico, telecomunicaciones, comercio electrónico, entretenimiento digital, fortalecimiento del turismo por marketing digital, entre otros.</li> <li>e) Optimización de los recursos estatales por las eficiencias financieras que se lograrán al agregar la demanda de capacidad satelital de diferentes entidades públicas.</li> </ol>



<b>Focalización de la inversión</b>	<p>Por tratarse de un proyecto del orden nacional y no regional, esta sección no aplica de manera específica. Sin perjuicio de ello, conforme se termine de estructurar el proyecto se incluirán los puntos específicos a atender, en caso de que sea posible toda vez que se están estudiando que algunos de esos puntos sean en sitios móviles.</p>					
<b>Modalidad de contratación</b>	<p>La modalidad de contratación puede variar dependiendo de la alternativa elegida, en ese orden de ideas no es posible establecer en este momento cual sería el instrumento jurídico que permita la implementación del proyecto. Es importante mencionar que, de acuerdo con el diseño preliminar, este proyecto incluiría la intervención de más de una entidad pública, por lo que también se requerirá un instrumento jurídico para coordinar la transferencia de recursos. Así entonces, en función de la alternativa elegida se tendrá que evaluar si se requiere una licitación pública, un acuerdo de cooperación entre gobiernos o un contrato interadministrativo, solo por mencionar algunos mecanismos.</p> <p>En consecuencia, considerando que el proyecto, en cualquiera de las tres opciones planteadas en la sección <i>Descripción del alcance y características técnicas de la implementación</i>, daría lugar a la participación de entidades interesadas, ya sea del orden nacional o territorial, o incluso de sociedades de economía mixta o empresas industriales y comerciales del Estado, se hará necesario determinar los mecanismos de participación y el esquema que los mismos deberían atender. En ese sentido, lo primero a determinar debe recaer en cuál sería la entidad ejecutora del proyecto, es decir, la que lideraría el desarrollo del mismo.</p> <p>Ahora bien, en cuanto a la participación de las entidades interesadas en formar parte del proyecto, sería recomendable llevar a cabo una convocatoria previa, de tal manera que se pueda establecer con mayor grado de certeza, las entidades que van a hacer parte de éste, ello con el fin de determinar su porcentaje de participación y, en consecuencia, los recursos que aportarían. Esto considerando la cadena de valor del proyecto y los productos a entregar, lo cual incidirá en la distribución del presupuesto requerido.</p> <p>Lo anterior, teniendo en cuenta el valor fijo del proyecto y el compromiso de recursos por parte de las entidades que inicialmente participen, así como la factibilidad de requerir vigencias futuras, las cuales podrían verse afectadas por ingresos no presupuestados, aportados por nuevos participantes, conllevando una mala planeación de la contratación. No obstante, en caso de que los interesados manifiesten su interés, pero señalen una fecha de ingreso posterior, se requeriría establecer mecanismos de cobertura en relación con posibles fallas en el ingreso de recursos.</p> <p>La vinculación de las entidades al proyecto podría surtir en virtud de contratos interadministrativos o haciendo uso de la figura de asociación prevista en el artículo 95 de la Ley 489 de 1998. En todo caso, se observa preliminarmente que sería recomendable que los recursos que aporten las entidades que se vinculen al proyecto, se manejen a través de un contrato de fiducia, en virtud del cual se constituya un patrimonio autónomo que se encargue de la recepción de dineros y los giros a que haya lugar. No obstante, estos serán mecanismos que tendrán que evaluarse en la estructuración propia del proyecto.</p>					
<b>Cronograma de implementación</b>	<p>La duración total del proyecto estará sujeta al desarrollo de cada una de las fases, sin embargo, en términos generales se plantea por el momento solo los tiempos máximos específicos asociados a las etapas descritas en la sección <i>Descripción del alcance y características técnicas de la implementación</i>, los cuales, de manera preliminar se resumen en la siguiente Tabla:</p> <table border="1" data-bbox="358 1808 1528 1852"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>2024</b></td> <td style="text-align: center;"><b>2025</b></td> <td style="text-align: center;"><b>2025</b></td> <td style="text-align: center;"><b>2026</b></td> <td style="text-align: center;"><b>2026</b></td> </tr> </table>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2026</b>
<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2026</b>		



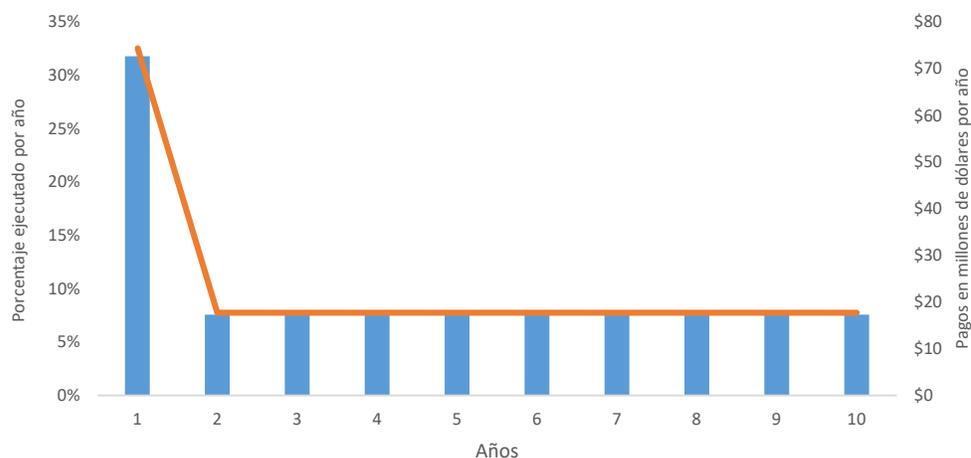
	II Semestre	I Semestre	II Semestre	I Semestre	II Semestre
	<b>1. Objeto del proyecto</b>  <b>2. Investigación y análisis inicial</b>	<b>2. Investigación y análisis inicial</b>  <b>3. Estudio de Viabilidad</b>  <b>4. Desarrollo y Evaluación de Alternativas</b>	<b>5. Planificación de la implementación del proyecto</b>	<b>6. Contratación</b>	<b>7. Implementación y operación</b>
<b>Recursos por vigencia y por componente (CAPEX y OPEX) y fuentes de financiación</b>	<p>La definición consolidada de recursos por vigencia y componente, así como los valores específicos para cada año por parte de las entidades participantes, dependerá de los resultados obtenidos en las etapas de <i>Investigación y análisis inicial</i>, <i>Estudio de viabilidad</i> y <i>Desarrollo y Evaluación de Alternativas</i>, esto en la medida que dependerá no solamente del tipo de solución elegida, las consideraciones técnicas del caso, el tiempo de duración del proyecto, las entidades involucradas y la capacidad demandada.</p> <p>Ahora bien, respecto de fuentes de financiación, se prevé que tanto MinTIC como los diferentes ministerios involucrados hagan sus aportes derivados de los recursos financieros propios de cada sector y entidad, debiendo contemplar en su momento para ello las solicitudes de vigencias futuras que les correspondan para la implementación del proyecto, cubriendo de esta manera el cien por ciento (100%) del costo de su respectiva demanda de capacidad satelital.</p> <p>Sin embargo, con el ánimo de contar con cifras indicativas se realizó un ejercicio de los posibles pagos futuros utilizando como base la información inicialmente recolectada y que se expuso en la sección <i>Descripción del alcance y características técnicas de la implementación</i>. Así entonces, en función de la información disponible se determinó que el pago inicial correspondería aproximadamente al 32%<sup>47</sup> del valor promedio del proyecto<sup>48</sup>, lo que equivale a \$USD 74.4 millones, seguido de un valor anual de OPEX de \$USD 17.68 millones durante nueve (9) años<sup>49</sup>, tal como se observa en la Gráfica 7.</p>				

<sup>47</sup> Correspondiente al CAPEX del proyecto.

<sup>48</sup> Con el fin de tener una cifra en pesos colombianos se utilizó una Tasa Representativa del Mercado (TRM) de \$4.192 pesos por dólar.

<sup>49</sup> Si bien una de las opciones podría implicar un periodo de 15 años, se ajustaron los flujos a modo indicativo conforme el periodo de duración del Plan de Conectividad.

**Gráfica 7. Flujo de pagos por año**



Fuente: Elaboración propia con información suministrada por diferentes agentes del mercado a solicitud de la ANE - 2024.

**Proyección de vigencias futuras por cada anualidad**

En relación con el tema de manejo y disponibilidad presupuestal requerida para el desarrollo del proyecto, es preciso señalar que, de conformidad con lo establecido en el artículo 346 de la Constitución Política, el presupuesto de rentas y la ley de apropiaciones debe ser formulada de manera anual, previendo así el principio de anualidad del presupuesto.

De otra parte, respetando la disposición constitucional contenida en el artículo 346, antes mencionado, en el artículo 14 del Decreto Ley 111 de 1996, mediante el cual se compilaron Leyes 38 de 1989, 179 de 1994 y 225 de 1995, que conformaban el Estatuto Orgánico del Presupuesto, se incluye dentro de los principios del sistema presupuestal el denominado “anualidad”, según el cual, el presupuesto corresponde a un periodo o vigencia, que para el caso colombiano es anual.

En línea con lo anterior, debe tenerse en cuenta lo dispuesto en el artículo 89 de la Constitución Política, según el cual las apropiaciones incluidas en el Presupuesto General de la Nación, son autorizaciones máximas de gasto que el Congreso aprueba para ser ejecutadas o comprometidas durante la vigencia fiscal respectiva; en dicho artículo se señala, además, que después del 31 de diciembre de cada año estas autorizaciones expiran y, en consecuencia, no pueden comprometerse, adicionarse, transferirse ni contracreditarse.

Esta disposición además señala que al cierre de la vigencia fiscal cada órgano debe constituir las reservas presupuestales de los compromisos que al 31 de diciembre no se hayan cumplido, siempre y cuando estén legalmente contraídos y desarrollen el objeto de la apropiación; así mismo, indica que las reservas presupuestales sólo podrán utilizarse para cancelar los compromisos que les dieron origen y que cada órgano debe constituir, al 31 de diciembre del año, las cuentas por pagar con las obligaciones correspondientes a los anticipos pactados en los contratos y a la entrega de bienes y servicios.

Como una excepción a la normativa antes mencionada, la legislación orgánica ha previsto la posibilidad de comprometer recursos de vigencias fiscales futuras, tal como puede observarse en los artículos 23 y 24 del Decreto Ley 111 de 1996, en los que se señala:

*“ARTICULO 23. El Confis podrá autorizar la asunción de obligaciones que afecten presupuestos de vigencias futuras cuando su ejecución se inicie con presupuesto de la vigencia en curso y el objeto del compromiso se lleve a cabo en cada una de ellas siempre y cuando se cumpla que:*

*(...).*

*b) Como mínimo, de las vigencias futuras que se soliciten se deberá contar con apropiación del quince por ciento (15%) en la vigencia fiscal en la que estas sean autorizadas;*

*c) Cuando se trate de proyectos de inversión nacional deberá obtenerse el concepto previo y favorable del Departamento Nacional de Planeación y del Ministerio del ramo.*

*La autorización por parte del Confis para comprometer presupuesto con cargo a vigencias futuras no podrá superar el respectivo período de gobierno. Se exceptúan los proyectos de gastos de inversión en aquellos casos en que el Conpes previamente los declare de importancia estratégica.*

*ARTICULO 24. El Consejo Superior de Política Fiscal, Confis, en casos excepcionales para las obras de infraestructura, energía, comunicaciones, aeronáutica, defensa y seguridad, así como para las garantías a las concesiones, podrá autorizar que se asuman obligaciones que afecten el presupuesto de vigencias futuras sin apropiación en el presupuesto del año en que se concede la autorización. El monto máximo de vigencias futuras, el plazo y las condiciones de las mismas deberán consultar las metas plurianuales del Marco Fiscal de Mediano Plazo del que trata el artículo 1o de esta ley.*

*(...).”*

Así las cosas, en el entendido de que el proyecto en estudio involucra desarrollos en materia de comunicaciones y que las opciones señaladas previamente en este documento podrían conllevar un proceso que se prolongue en el tiempo, se haría necesario hacer uso de la figura de las vigencias futuras excepcionales a las que alude el artículo 24, antes transcrito, ello por cuanto las mismas dan la posibilidad de asumir obligaciones sin que se apropie presupuesto en la vigencia que esté transcurriendo al momento de otorgarse la autorización y además permiten que se comprometan recursos a ejecutar en vigencias posteriores a las del período de gobierno en curso.

Ahora bien, es importante tener en cuenta los requisitos establecidos para el trámite de vigencias futuras excepcionales, entre otros, su aprobación por el CONFIS y atender las metas plurianuales del Marco Fiscal de Mediano Plazo. Así mismo, es pertinente señalar que, en caso de tramitar este tipo de vigencias, es necesario contar también con el aval fiscal por parte del CONFIS, antes de la declaratoria de importancia estratégica por parte del CONPES<sup>50</sup>.

Lo anterior, también debe ser atendido por las entidades territoriales que decidan hacer parte del proyecto<sup>51</sup>, en caso de que en el mismo se planee su participación, así como a otras entidades de naturaleza pública o mixta, entre ellas las empresas industriales y comerciales del Estado y las sociedades de economía mixta sujetas al régimen de aquellas<sup>52</sup>.

<sup>50</sup> Decreto 1068 de 2015, artículos 2.8.1.7.1.2. y 2.8.1.7.1.3.

<sup>51</sup> Decreto 1068 de 2015, artículo 2.6.6.1.1.

<sup>52</sup> Decreto 1730 de 2005, artículo 23; Decreto 1068 de 2015, artículo 2.8.1.7.1.3.



<b>Nombre del proyecto de inversión y Código BPIN</b>	Por Definir
<b>Metas e Indicadores</b>	<p>De manera general, se observa pertinente en desarrollo del proyecto, contar con al menos la estructuración y seguimiento de los siguientes indicadores:</p> <p><b>Indicadores de desempeño:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Disponibilidad:</b> porcentaje del tiempo en el cual la solución satelital opera de manera efectiva.</li><li>• <b>Velocidad promedio de carga y descarga por punto:</b> Medido de forma mensual para cada uno de los puntos geográficos conectados.</li><li>• <b>Trafico cursado:</b> GigaBytes (GB) total de datos descargados por mes usando la capacidad satelital agregada y por punto.</li><li>• <b>Instituciones educativas rurales conectadas:</b> Instituciones educativas públicas rurales que resultarán beneficiadas por los proyectos de conectividad universal que se soporte en la capacidad agregada satelital de esta iniciativa.</li><li>• <b>Comunidades de conectividad:</b> Comunidades de conectividad en zonas rurales que resultarán beneficiados por los proyectos de conectividad universal utilizando la capacidad agregada satelital de esta iniciativa.</li></ul> <p><b>Indicadores de impacto:</b></p> <p>Por definir, en la medida de que estos dependerán de los sitios a atender. Por ejemplo, si se trata de una institución educativa, un posible indicador de impacto podrá ser el efecto de la conectividad en los resultados de las pruebas Saber.</p>