

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE PROMUEVEN LA CONECTIVIDAD

INFORME EJECUTIVO





ESQUEMAS TÉCNICOS QUE PROMUEVEN LA CONECTIVIDAD

INFORME EJECUTIVO

COORDINACIÓN DE
INNOVACIÓN PROSPECTIVA
REGULATORIA

COORDINADORA

CLAUDIA XIMENA BUSTAMANTE

LÍDER

JUAN FERNANDO PLAZAS

ASESORA

CAROLINA GUEVARA

DICIEMBRE DE 2023

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
1. ANTECEDENTES Y CONTEXTO.....	5
1.1. Generalidades del funcionamiento de Internet.....	7
1.1.1. Redes transcontinentales y nacionales de alta capacidad en Colombia	12
2. PUNTOS DE INTERCAMBIO DE TRÁFICO -IXP	13
2.1. Etapas de evolución de los IXPs y mejores prácticas identificadas.....	19
2.2. Experiencias internacionales de Puntos de Intercambio de Tráfico -IXP con presencia regional	25
2.3. Caracterización de condiciones de prestación del servicio de Internet en Colombia por parte de pequeños ISPs.....	27
3. REDES DE ACCESO ABIERTO O REDES NEUTRAS.....	33
3.1. Antecedentes	33
3.1.1. Evolución de Redes troncales/red de alta velocidad	35
3.2. El concepto de neutralidad de red y el de redes neutras o de acceso abierto.....	36
3.3. Mejores prácticas de política pública y regulación en la promoción del desarrollo de ofertas de redes de acceso abierto	40
3.3.1. Recomendaciones de la OCDE	40
3.3.2. Consideraciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).....	41
3.3.3. Consideraciones regulatorias para los modelos de acceso abierto	42
3.3.4. Mejores prácticas para soluciones de acceso abierto cuando son financiados con recursos públicos	44
3.3.5. Conclusiones sobre los elementos de política pública y regulación necesarios para la promoción de redes de acceso abierto	47
3.4. Revisión de experiencias internacionales	48
4. CONCLUSIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXO 1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE CASOS DE ESTUDIO EN EL DESPLIEGUE DE IXPs.....	57
Argentina	57

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 1 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Brasil	58
Chile	59
India	59
Nueva Zelanda.....	61
ANEXO 2. CASOS DE ESTUDIO DE DESPLIEGUE DE REDES DE ACCESO ABIERTO.....	62
Red Compartida – México	62
Internet para Todos (IpT) – Perú.....	62
Red Rural Compartida – Reino Unido.....	63
Redes municipales – Suecia	64
Banda Ancha Ultrarrápida – Nueva Zelanda	64
Programa PEBA – España	65
Red Nacional de Banda Ancha – Australia.....	66
UTOPIA – Estados Unidos.....	68
ANEXO 3. REDES MÓVILES DE ACCESO ABIERTO	69
ANEXO 4. REDES TRONCALES/RED DE ALTA VELOCIDAD DE ACCESO ABIERTO	72

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 2 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

INTRODUCCIÓN

El acceso al servicio de Internet ha permitido impulsar entornos de estudio y trabajo que combinan la presencialidad y conexión remota; facilitar interacciones sociales, acceso a noticias, entretenimiento y negocios, fortalecer el comercio electrónico, así como dinamizar la apertura a creaciones artísticas. Este universo de posibilidades dinamiza el ecosistema digital y la apropiación del uso de redes a la vez que se dan incrementos en velocidades de transmisión, retroalimentando el círculo virtuoso entre velocidades, productividad y crecimiento económico¹.

En el mundo se evidenció una aceleración en el número de personas que hacen uso de Internet² en los últimos años, en especial durante y posterior al periodo de la emergencia suscitada a causa del COVID-19, ya sea por accesos a internet de banda ancha o por suscripciones a internet móvil en particular en los países con ingreso medio bajo y medio alto.

Resultado de lo anterior, el tráfico de Internet ha crecido constantemente y se espera que continúe creciendo en los próximos años; y para soportarlo se requiere un despliegue de infraestructura de redes de telecomunicaciones que permita mejorar la accesibilidad y la asequibilidad del servicio de Internet para que toda la población pueda alcanzar los beneficios que ofrece.

Con una perspectiva de más largo plazo también se evidencian los avances en materia de conectividad. Mientras en 2000 Colombia tenía 0,02 accesos de internet fijo por cada 100 habitantes, a 2022 17,6 personas por cada 100 tuvieron internet fijo al igual que 51,4 hogares por cada 100³. Sin embargo, según cifras de la UIT en términos comparativos aún estamos por debajo de lo evidenciado para Europa (35,4), América (25,4), y Asia-Pacífico (17,9)⁴. Los avances en conectividad han estado enfocados principalmente en las cabeceras municipales de los centros poblados más grandes⁵ y los alrededores a estos, con lo cual no sólo se evidencian retos para el cierre de la brecha digital frente a otras regiones del mundo, sino al interior de Colombia.

Esta brecha no sólo se expresa en los diferenciales de penetración, también se expresa en diferenciales de velocidades de descarga promedio de los municipios. Municipios con bajas tasas de penetración tienen menores velocidades de descarga. Este hecho, si bien está supeditado por las tecnologías mediante las cuales se presta el servicio, refleja condiciones diferenciales para la provisión del servicio de Internet fijo.

Frente a lo anterior, de manera reciente la CRC ha adelantado proyectos regulatorios que coadyuvan en el cierre de la brecha digital. Para ello, adelantó acciones para la eliminación de barreras para el

¹ En los documentos del proyecto de la CRC "Compartición de Infraestructuras para el Despliegue de Redes y la Masificación de Servicios de Telecomunicaciones – Fase II" se relacionan varias referencias para Europa y Turquía, Brasil, Colombia, de la relación positiva entre velocidades de transmisión, productividad y crecimiento económico.

² UIT (2022). Indicadores clave de TIC para el mundo y regiones especiales.

³ https://www.postdata.gov.co/sites/default/files/general/Reporte_De_Industria_TIC_Postal_2022.pdf

⁴ Para mayor detalle consultar las estadísticas por región de la ITU disponibles en el siguiente enlace https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ITU_regional_global_Key_ICT_indicator_aggregates_Nov_2022_revised_15Feb2023.xlsx

⁵ Esta situación fue evidenciada por la CRC en el Documento de Formulación del Problema del Proyecto "Compartición de Infraestructuras para el Despliegue de Redes y la Masificación de Servicios de Telecomunicaciones – Fase II", así como en el [Atlas de Acceso de Internet Fijo](#) del Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 3 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

despliegue de infraestructura⁶, reducir cargas regulatorias relacionadas con costos administrativos y operativos de los pequeños operadores y así incentivar el despliegue de redes fijas hacia los municipios más apartados⁷, y expidió las medidas relacionadas con la compartición de infraestructura para el despliegue de redes y la masificación de servicios de telecomunicaciones⁸. Así mismo, realizó la revisión de mercado mayorista portador y expidió en junio de 2023 la Resolución CRC 7156 en la que este mercado pasó a ser de carácter nacional a ser de alcance municipal en 170 municipios en los cuales se evidenció problemas de competencia y con ello pudiesen ser mercados sujetos a regulación ex ante.

Igualmente, el cierre de la brecha digital ha sido uno de los objetivos permanentes en materia de política pública. Para ello, el Ministerio de las Tecnologías y la Información y Comunicaciones (en adelante MinTIC) ha definido diversos planes y programas destinados en brindar acceso a Internet focalizando los diferenciales en materia regional. En este sentido, fue lanzada la estrategia Ruta de Conectividad⁹ la cual está compuesta por diferentes proyectos¹⁰, con los cuales esperan llevar progreso, desarrollo e inversión a las zonas más olvidadas del país. Para ello, se proponen, entre otras, estrategias para ampliar los actores que proveen acceso de internet incluyendo actores comunitarios, la mejora de la red troncal de fibra, despliegue de redes de agregación y transporte de acceso abierto. Con ello, la meta propuesta es alcanzar conectividad en el 85% del país. A lo cual se suma el acuerdo anunciado entre el MinTIC y los operadores de telecomunicaciones¹¹, el cual busca conectar a doce (12) millones de usuarios nuevos y reducir así la brecha digital, mediante la inversión de parte de los operadores para conectar a 1.369 localidades del país.

De manera complementaria, la Agenda Regulatoria CRC 2023 – 2024 contempló la necesidad de adelantar un estudio sobre **“Esquemas técnicos que impulsen la conectividad en Colombia”** considerando para ello infraestructura de carácter regional o local bajo la iniciativa de la industria, pero susceptibles de ser impulsadas mediante esquemas de participación pública para potenciar servicios para los ciudadanos. En este sentido, el análisis realizado se enfocó en dos elementos que brinden luces desde tareas por hacer desde el regulador como hechos a ser considerado en la planeación, diseño y ejecución de políticas públicas.

El primero de ellos, el análisis del rol de los Puntos de Intercambio de Internet (Internet exchange points -IXP) y condiciones de desarrollo de estos con el fin de establecer los mecanismos a través de los cuales se facilitan o promueven la interacción de más agentes bajo este tipo de infraestructura considerando la dispersión regional de los potenciales participantes, así como las condiciones de interconexión y acceso entre redes Tier 2 y Tier 3.

El segundo elemento es la caracterización de esquemas de provisión y despliegue de redes bajo condiciones no discriminatorias y transparentes. De forma reciente se han observado nuevos modelos

⁶ Municipios acreditados en Colombia como libres de barreras al despliegue disponibles en: <https://www.crcm.gov.co/es/micrositios/despliegue-infraestructura>

⁷ <https://www.crcm.gov.co/es/proyectos-regulatorios/2000-38-3-7>

⁸ <https://www.crcm.gov.co/es/proyectos-regulatorios/2000-71-19b>

⁹ <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/327014:Conectividad-y-Productividad-como-Hilos-del-Progreso-de-Colombia>

¹⁰ Entre los proyectos se encuentra “ConectiVIDAd para Cambiar Vidas” en asocio con InterNexa <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/281027:Gobierno-del-Cambio-lanzo-ConectiVIDAd-para-Cambiar-Vidas-que-llevara-Internet-de-banda-ancha-al-Pacifico-y-La-Guajira>

¹¹ <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/278763:MinTIC-y-operadores-de-telecomunicaciones-sellan-acuerdo-por-la-conectividad-del-pais-con-una-inversion-de-3-5-billones>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 4 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

de negocio en Colombia¹² en redes de fibra óptica las cuales están siendo ofrecidas a nivel mayorista para que diferentes proveedores de Internet hagan uso en servicios de mayor capacidad y calidad a usuarios finales. Así mismo, la estrategia de cierre de brechas desde la política que tiene la intención de llevar conectividad a zonas con las brechas de conectividad más altas se soporta en el despliegue y fortalecimiento de redes de transporte y acceso tal que permitiese la presencia de prestadores de Internet, en particular bajo la promoción y fortalecimiento de los pequeños ISP entre los cuales figuran las asociaciones para la prestación de Internet comunitario.

El presente documento está estructurado en 4 secciones. La primera, desarrolla los antecedentes y generalidades del funcionamiento del ecosistema de Internet así como la interconexión y el acceso. La segunda explora el concepto de los IXP, mejores prácticas y los casos de estudio seleccionados. La tercera sección desarrolla el concepto de redes de acceso abierto, perspectivas internacionales desde las buenas prácticas de casos de estudio para determinar puntos de éxito y de análisis posterior y en la cuarta sección finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio.

Para brindar mayor detalle de las experiencias internacionales analizadas, el documento se acompaña de dos documentos anexos en los cuales se documentó el benchmark internacional utilizado en el presente documento.

1. ANTECEDENTES Y CONTEXTO

En 2016 la CRC publicó el estudio "*Condiciones de intercambio eficiente de tráfico de Internet*"¹³, en el cual se analizó el estado de la adopción y desarrollo de IXP en el contexto internacional y en particular las condiciones que aplicaban en el esquema existente bajo el NAP Colombia, único IXP presente en ese momento en Colombia. Esta iniciativa surgió como actividad dentro de la Agenda Regulatoria a partir de las recomendaciones dadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) que hicieron parte del Estudio de la OCDE sobre políticas y regulación de telecomunicaciones en Colombia¹⁴ publicado en 2014.

La OCDE, en relación con la situación del desarrollo de los IXPs en el país, concluyó que los puntos de esta naturaleza existentes en Colombia no cumplían un rol decisivo en expandir la eficiencia en el servicio de Internet, y con base en ello sugirió promover una mayor presencia de estos puntos de intercambio por fuera de Bogotá.

Por su parte, el estudio de la CRC concluyó, de manera general, que no se debería imponer regulación con el fin de promover la instalación y operación de IXPs, sino que esto debería surgir como iniciativa del mismo mercado y ecosistema de Internet. Para ello, se propuso que los actores del ecosistema de Internet, junto con el gobierno nacional, debían convocar a los agentes del ecosistema para mostrar los beneficios de los esquemas de intercambio a través de IXPs, y promover espacios de acercamiento de

¹² <https://www.larepublica.co/empresas/on-net-fibra-la-nueva-sociedad-de-telefonica-colombia-y-kkr-inicia-su-operacion-3288274>

¹³ https://www.crcm.gov.co/system/files/Proyectos%20Comentarios/8000-2-19/Propuestas/dto_analisis_ixp_publicar_final.pdf

¹⁴ OCDE, Estudio de la OCDE sobre políticas y regulación de telecomunicaciones en Colombia, 2014. Consultado en: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/estudio-de-la-ocde-sobre-politicas-y-regulacion-de-telecomunicaciones-en-colombia_9789264209558-es

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 5 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

estos actores con el fin de generar una dinámica más activa en la que los mismos agentes del ecosistema implementaran iniciativas de instalación y puesta en funcionamiento de IXPs a nivel regional.

Así mismo, el estudio evidenció que los puntos de intercambio son un factor clave para gestionar el tráfico local, así como un elemento que mejora la calidad de la experiencia, medida esta como una latencia menor, y como un mecanismo que reducía los costos conectividad.

Del lado internacional encontró que había dos tendencias respecto de la naturaleza de los administradores y dueños de los IXP. Al respecto, detalló que buena parte de ellos pertenecen a organizaciones sin fines de lucro y por otra, es que los IXP de naturaleza privada con fines de lucro son gestionados por las empresas de centros de datos y el servicio de intercambio se provee como complemento a los servicios de alojamiento de estos centros.

En cuanto al contexto nacional, se evidenciaron condiciones que podrían limitar los beneficios generados por el IXP. Por ejemplo, los ISP de menor tamaño, no participantes del NAP Colombia, deben implementar dos tipos de estrategias como son *peering*¹⁵ bilateral con algún participante al NAP o el aprovisionamiento de servicios de Internet basado en proveedores de tránsito IP nacionales e internacionales. De otra parte, el modelo implementado en ese momento dejaba de lado a los proveedores de contenido. Adicionalmente, desde el punto de vista regulatorio, la CRC planteó la necesidad de realizar una revisión del mercado portador.

Desde la publicación de estas recomendaciones, la CRC ha adelantado dos revisiones del mercado portador. La primera de ellas finalizó con la publicación de un documento en 2017¹⁶, cuyas principales conclusiones se resumen a continuación.

1. Entre 2010 y 2016 se observó un incremento significativo de cantidad de municipios conectados, principalmente, por la implementación del Plan Nacional de Fibra Óptica (PNFO). En 2016 se contaba con 1.070 municipios conectados y con oferta de servicios como parte del mercado portador.
2. La capacidad de conexión en los municipios del país aumentó significativamente, y refleja la demanda presente en los distintos municipios. Municipios con baja demanda tienen una menor capacidad.
3. Es incierto analizar el efecto de las dinámicas del mercado en los precios porque no se contaba con información detallada. Con base en esto, se sugirió solicitar los contratos existentes a los operadores que prestan este servicio para profundizar en el análisis.
4. No se consideró necesario intervenir el mercado más allá de las obligaciones de reporte de información aplicables a los operadores que ofrecen el servicio.

Posteriormente, como parte de la Agenda Regulatoria 2021-2022 se planteó la revisión de los mercados de servicios fijos, y como parte de este ejercicio se adelantó la revisión del mercado portador. Este proyecto¹⁷ concluyó en junio de 2023 con la expedición de la Resolución CRC 7156. En ella se identificaron 170 municipios con problemas de competencia en el mercado minorista de Acceso Internet

¹⁵ Más adelante en el documento se explica los mecanismos de interconexión, entre ellos el *peering*.

¹⁶ CRC, Revisión del mercado portador, 2017. Consultado en: <https://www.crcm.gov.co/es/biblioteca-virtual/revison-mercado-portador>

¹⁷ <https://www.crcm.gov.co/es/proyectos-regulatorios/2000-38-3-6>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 6 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

fijo residencial derivados de cuellos de botella en los mercados mayoristas portadores. Se determinaron las siguientes características comunes de los mercados mayoristas portadores: “i) existe una alta concentración; ii) en gran parte de éstos el operador líder se encuentra verticalmente integrado, lo cual podría otorgarle un significativo poder de negociación y posibles ventajas competitivas, tanto en el mercado mayorista como en el minorista; iii) se evidenció que existen barreras a la entrada significativas desde la óptica económica en estos mercados; iv) no se anticipan presiones competitivas que de manera natural cambien las condiciones de mercado en el corto plazo y; v) tampoco que estos problemas puedan ser resueltos a través del derecho de la competencia”¹⁸. Con base en ello, se decidió declararlos mercados relevantes de alcance municipal¹⁹ sujetos a regulación ex ante. Asimismo, se modificó el reporte del formato T.3.1 de la Resolución CRC 5050 de 2016 con el fin de comprender la oferta de capacidad de conexión a Internet entre los municipios del país y tener un conocimiento mejor de las redes desplegadas en el país, capturando más información sobre las topologías de red de los PRST (por ejemplo, anillo, estrella, entre otros).

Para este estudio, más que replicar el análisis que dio origen a la publicación del documento de la CRC en 2016, se planteó como objetivo profundizar en las recomendaciones generadas en ese momento a partir del análisis detallado de experiencias y mejores prácticas internacionales, así como un ejercicio de caracterización de condiciones de provisión de servicios de Internet en el país a través de entrevistas semiestructuradas con algunos Proveedores de Servicios de Internet (ISPs) y con las asociaciones de ISPs existentes. Los resultados de este análisis se muestran en las siguientes secciones.

1.1. Generalidades del funcionamiento de Internet

El funcionamiento de Internet ha sido exitoso debido a algunos factores característicos que se replican en distintas escalas de su operación, por ejemplo, a nivel internacional, nacional, regional y local. ISOC (2022)²⁰ indica que el éxito en su funcionamiento se soporta en la propiedad compartida de la red a nivel global, el desarrollo abierto de estándares y los procesos abiertos para el desarrollo de las tecnologías y políticas aplicables a su despliegue y utilización, soportado en principios para su operación relativos a la utilización de un modelo abierto, transparente y colaborativo. El modelo de operación parte de interacciones del tipo *bottom-up*, es decir, donde los actores a nivel local y la interacción entre ellos son fuente de las dinámicas de evolución y desarrollo de Internet, y para ello, todos los actores a nivel local tienen a su disposición herramientas y mecanismos que son accesibles por parte de cualquiera de ellos, estructurando un ecosistema.

Desde el punto de vista de los actores, la particularidad del ecosistema de Internet es que está compuesto por una gran cantidad de agentes de distinto origen, actividad y función, que de forma integrada constituyen y aportan al adecuado desarrollo y evolución del Internet, la Gobernanza de Internet opera bajo el modelo de múltiples partes interesadas. En el Gráfico 1 se presenta una identificación bastante detallada de todos los actores del ecosistema agrupados en 6 categorías: entidades a cargo del desarrollo de estándares; organizaciones a cargo de nombres y direcciones²¹;

¹⁸ <https://www.crcm.gov.co/sites/default/files/normatividad/00007156.pdf>

¹⁹ Previamente, este mercado fue considerado como mercado de alcance nacional.

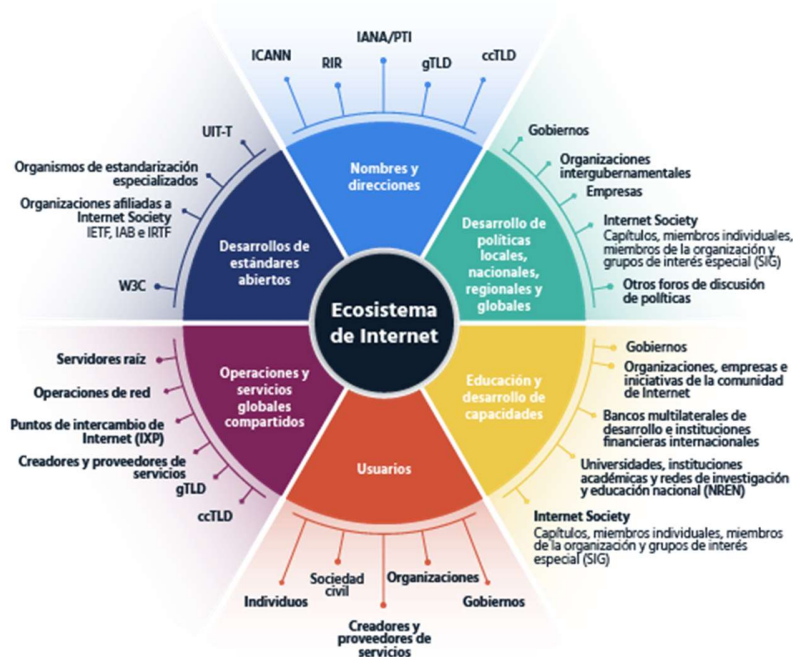
²⁰ ISOC (2022), Who Makes the Internet Work: The Internet Ecosystem. Consultado en: <https://www.internetsociety.org/internet/who-makes-it-work/>

²¹ En esta agrupación se encuentran: Los dominios de nivel superior de código de país (ccTLD), los registros de dominios genéricos de nivel superior (gTLD), la Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Números (ICANN), los Registros Regionales de Internet (RIR) y la Autoridad de Números Asignados de Internet (IANA).

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 7 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

organizaciones de desarrollo de política pública a nivel local, nacional, regional y global; organizaciones a cargo de educación y desarrollo de capacidades; usuarios de Internet; y organizaciones con la función de operar y proveer servicios a nivel global²².

Gráfico 1. El ecosistema de Internet



Fuente: "Quién lo hace funcionar: El ecosistema de Internet" ISOC (2022)

En materia de las organizaciones que operan y proveen servicios a nivel global, las condiciones de interconexión adecuada, entendidas estas como confiables, eficientes y rentables entre las diferentes redes, determinan el funcionamiento del servicio de Internet²³. Las interconexiones se crean de forma directa o indirecta (a través de otros proveedores) y se soportan en acuerdos voluntarios negociados de forma independiente en los cuales se fijan las condiciones de conexión, considerando los aspectos técnicos, comerciales, legales y regulatorios. Estos acuerdos de interconexión se dividen en dos categorías:

Tránsito de Internet: es un acuerdo en el cual una red se compromete a proporcionar a sus clientes conectividad para acceder al resto de Internet, se contrata tránsito IP a cambio de una tarifa. Los

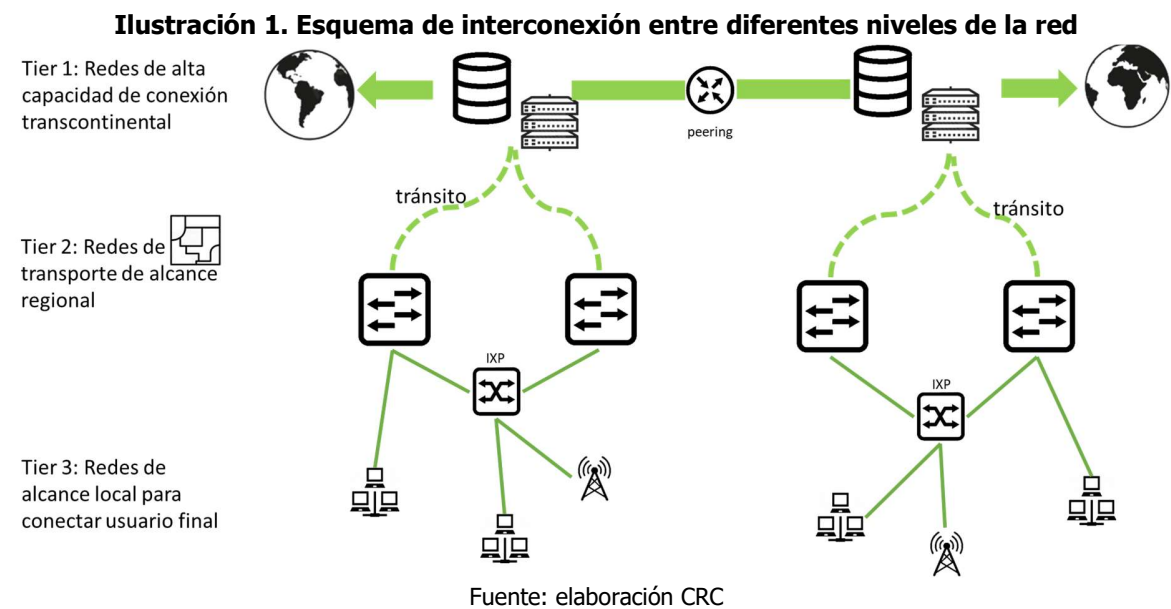
²² En este grupo, además de los operadores de red (ISP, servicios de red mayorista de fibra y torres móviles), se encuentran los servidores raíz, los creadores y proveedores de contenidos, aplicaciones y plataformas de software que permiten la entrega de contenidos y servicios en Internet entre los cuales se encuentran los content delivery network, plataformas de pago y comercio electrónico, proveedores de servicios en la nube y empresas de ciberseguridad.

²³ ISOC (2016) Informe de políticas: Interconexión de Internet. Disponible en <https://www.internetsociety.org/es/policybriefs/internetinterconnection/>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 8 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

proveedores de tránsito actúan como intermediarios comunes para miles de redes en Internet que de otro modo tendrían que estar conectadas directamente entre sí.

Peering: en este tipo de acuerdos dos redes intercambian tráfico mutuamente desde y hacia los usuarios propios de cada red, generalmente sin pagos recíprocos. Este tipo de acuerdos reduce la cantidad de tráfico que un proveedor debe enviar a través de su proveedor de tránsito ascendente, lo que se estima reduce el costo promedio de la entrega de tráfico. Dependiendo de la forma como los proveedores decidan interconectar sus redes, existe el *peering* directo, basado en un enlace punto a punto entre dos proveedores del mismo nivel, y el *peering* a través de un Punto de Intercambio de Tráfico, conocidos como IXP²⁴. La Ilustración 1 resume los esquemas de interconexión entre los diferentes niveles de red:



A manera ilustrativa señalaremos los siguientes tres actores:

- *Carriers*: son operadores troncales u operadores mayoristas y que, en principio, no tienen usuarios finales en el nodo local o de última milla. Las redes asociadas a estos actores son clasificadas en tres capas o niveles. El primero de ellos es de cobertura global (Tier 1) con capacidad de transmisión de un volumen muy elevado de datos al mismo tiempo y están conectados directamente entre cada uno de ellos. Se caracterizan por no comprar tránsito IP de ninguna otra red para alcanzar cualquier otra porción de Internet. El segundo nivel (Tier 2) puede tener una cobertura nacional o regional y se conecta a unos pocos Carrier de nivel 1 para transmitir globalmente. Además, el nivel 2 es al que se conectan las redes desplegadas por los

²⁴ IXP: Internet Exchange Point, por sus siglas en inglés.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 9 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

proveedores del servicio de Internet. El tercer nivel (Tier 3)²⁵, está conformado por los proveedores del servicio de Internet, quienes operan en una zona determinada y cuentan con usuarios finales. Dichos proveedores usualmente se conectan a Internet a través de uno o más *carriers* de nivel dos.

- Proveedores del servicio de Internet (ISP, por sus siglas en inglés): son aquellos que proveen el acceso al usuario final en los mercados locales (residenciales o corporativos). Dicho acceso a Internet puede realizarse a través de redes fijas o móviles.
- Proveedores de contenido y agregadores: son los generadores de contenido tales como Google, Meta, Netflix, etc.

Frente al esquema anterior, en la última década se ha dado una evolución en el esquema de interconexión debido a la aparición de empresas con altísimos volúmenes de tráfico, que no forman parte del Tier 1, pero que son proveedores de la gran mayoría del tráfico en Internet, gracias a una mezcla de red privada y pública para su operación. En este grupo se encuentran los creadores y proveedores de contenidos, aplicaciones y plataformas de software como los son las redes de entrega de contenido (CDN por sus siglas en inglés), y las organizaciones que tienen la arquitectura para escalar a un alcance global denominadas hiperescaladores las cuales son proveedoras de una variedad de servicios en la nube a gran escala para ofrecer a clientes empresariales una capacidad de cómputo, base de datos y almacenamiento virtualmente ilimitada y segura²⁶.

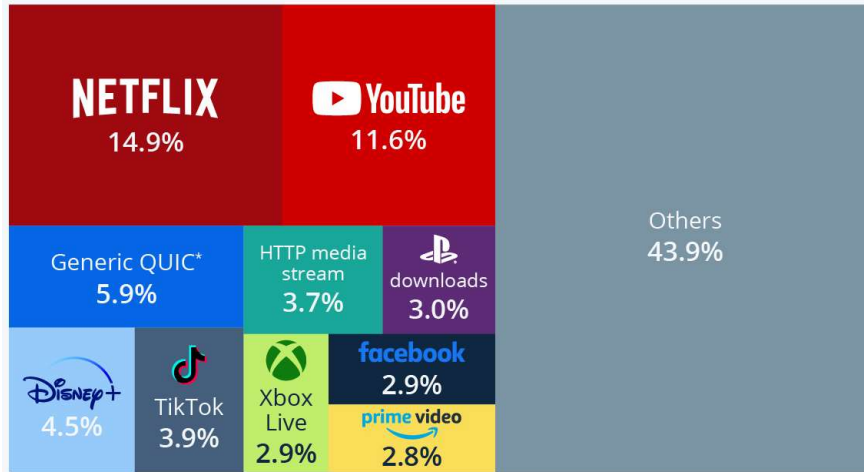
Nótese cómo para el año 2022, el 56,1% del tráfico total correspondió a un pequeño grupo de proveedores de contenido en aplicaciones de video, videojuegos y redes sociales. El 33,8% del tráfico de descarga está asociado a contenidos desde aplicaciones de video *streaming*, seguido de plataformas de videojuegos (5,9%), y aplicaciones de redes sociales 6,8%, tal como se ilustra a continuación.

²⁵ <https://descargas.lacnic.net/lideres/hector-huici/hector-huici-informe.pdf>

²⁶ <https://discoverthenew.ituser.es/gestion-de-it/2023/01/deloitte-preve-un-crecimiento-del-22-en-el-mercado-de-edge-computing-empresarial>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 10 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Ilustración 2. Composición del tráfico global de descarga 2022



Fuente: Statista²⁷

Al igual que pasa con el tráfico desde los generadores de contenidos, del top 10 de hiperescaladores, según consumo de capacidad de cómputo, los primeros 4 consumen el 78% de los centros de datos, como se observa en la siguiente tabla²⁸.

Tabla 1. Top 10 de Hiperescaladores

Hiperescaladores	Capacidad de cómputo propia instalada Mega Watts (MW)
Google Cloud	3024
Amazon Web Services	2480
Microsoft Azure	2176
Meta	1790
Alibaba	1350
Baidu	608
Apple	600
Huawei	494
Tencent	487
OVH	52

Fuente: datacenterknowledge

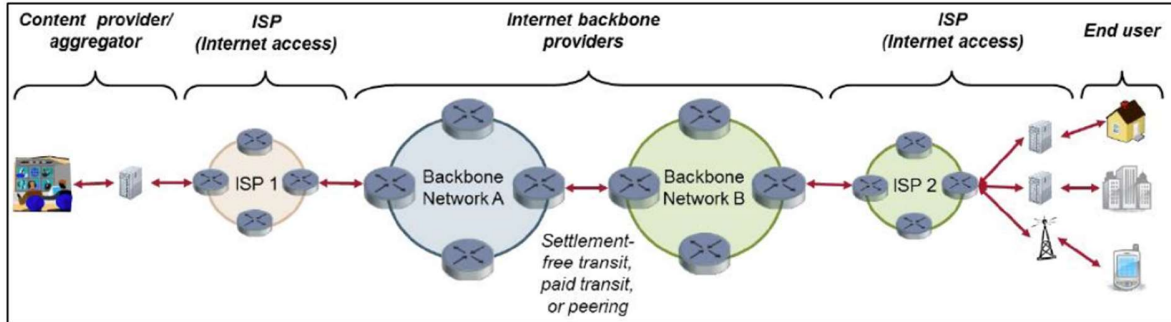
Conforme a lo anterior, la Internet, conduce a introducir a los agregadores y proveedores de contenidos en la cadena de valor de la distribución de contenidos conforme se define en la Ilustración 3.

²⁷ <https://www.statista.com/chart/15692/distribution-of-global-downstream-traffic/>

²⁸ <https://www.datacenterknowledge.com/manage/2023-these-are-world-s-12-largest-hyperscalers> con datos de "2023: Hyperscale Self-Build Data Centre Report by Structure Research"

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 11 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Ilustración 3. Cadena de valor de la distribución de contenido a través de Internet

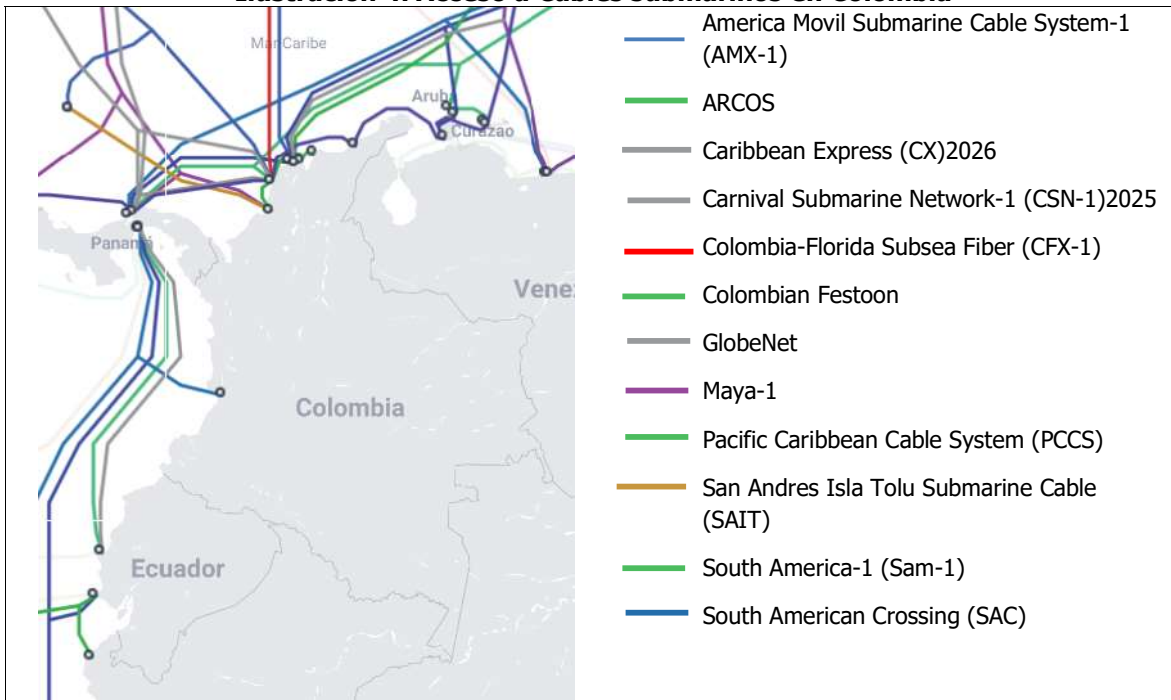


Fuente: Analysis Mason. IP interconnection ecosystem²⁹

1.1.1. **Redes transcontinentales y nacionales de alta capacidad en Colombia**

Para el acceso a los contenidos dispuestos en la red, Colombia tiene acceso a redes *Tier 1* a través de 12 cables submarinos que principalmente han realizado anclajes en la costa caribe y desde los cuales las redes de alta capacidad de alcance nacional y regional se conectan con el mundo.

Ilustración 4. Acceso a Cables submarinos en Colombia



Fuente: <https://www.submarinecablemap.com/country/colombia> (Consultado el 22 de diciembre de 2023)

²⁹ http://www.analysismason.com/PageFiles/17527/Analysis_Mason_International_IP_interconnection_23_Feb_2011.pdf

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 12 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

A nivel nacional, a través de la política pública se dispusieron estrategias de despliegue de redes de alta capacidad que conforman la red backbone. A través del Plan Nacional de Fibra Óptica – PNFO- se tuvo como objetivo conectar la mayor cantidad de cabeceras municipales a través de una red de fibra óptica. Para a ello, se dispuso que un tercero desplegara esa red bajo un contrato de despliegue, operación y mantenimiento iniciado en 2013 y con duración de 15 años adjudicado a Azteca Comunicaciones. Frente a 287 municipios con fibra en 2010, se incrementó a 788 municipios con nodos de fibra de capacidad de 10 Gbps cada uno en 2023, así como un total de 2.135 instituciones públicas³⁰. Sin embargo, desde la perspectiva de ISP entrevistados, la calidad del servicio de esta red nacional aún requiere mejorar. Cabe resaltar que esta red de alta capacidad es fortalecida por otros 94 proveedores del servicio portador.

De forma complementaria al PNFO, y con el fin de conectar a municipios que por sus características geográficas no estuviesen cubiertos por el PNFO, se puso en marcha el Proyecto Nacional de Conectividad de Alta Velocidad – PNCAV- para dar acceso de Internet a través de redes microondas que a 2023 ha llegado a 36 de 47³¹ municipios planeados en 2013³².

De forma complementaria, el sector privado ha realizado el despliegue de 35 *Data Centers* y adicionalmente han realizado el despliegue 54 proveedores de servicios y 2 fábricas de red. A nivel regional, de los *Data centers* desplegados, 26 se ubican en Bogotá, 3 en Medellín y 6 entre Cartagena, Barranquilla y Cali³³ los cuales han encontrado en zonas francas el punto predilecto para establecer y desplegar su infraestructura.

2. PUNTOS DE INTERCAMBIO DE TRÁFICO -IXP

Los IXP (Internet Exchange Point) como parte del ecosistema de Internet, son un lugar físico y normalmente neutral donde confluyen diferentes redes para intercambiar tráfico de Internet tales como las de los proveedores de servicios de Internet (ISP), redes de alta capacidad regional, operadores móviles y redes de distribución de contenidos (CDN)³⁴. En términos generales, un IXP requiere para su funcionamiento conmutadores, enrutadores, servidores, una ubicación física neutral, fuentes de alimentación ininterrumpidas, sistemas de enfriamiento, seguridad y un equipo de personas expertas

³⁰ <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-propertyvalue-36367.html>

³¹ <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-propertyvalue-36409.html>

³² https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/co_4008.pdf

³³ <https://cloudscene.com/market/data-centers-in-colombia/all>

³⁴ <https://www.internetociety.org/resources/doc/2020/explainer-what-is-an-internet-exchange-point-ixp/>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 13 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

para su operación, es decir cuentan con toda una infraestructura física de red, que es compartida por varios Sistemas Autónomos³⁵ para hacer peering³⁶ entre ellos.

El objetivo principal de un IXP es permitir que las redes se interconecten directamente, a través del intercambio de tráfico con rutas más cortas y directas donde evitan el envío de tráfico local al extranjero haciendo uso de redes de tránsito internacional y de nuevo regresando a nivel local en lo que se conoce como *tromboning*, lo que repercute en mayores costos por el uso de estas redes como en una mayor latencia. Las principales ventajas de la interconexión directa son la disminución de costos en el uso de enlaces internacionales, disminución de la latencia y aumento del ancho de banda percibido. Lo que promueve el desarrollo del ecosistema de Internet alrededor de su operación.

Los beneficios y efectos que se han identificado en relación con la presencia y funcionamiento de los IXPs, se resumen a continuación (ISOC, 2020)³⁷:

- I. Facilitan la interconexión y el intercambio directo de tráfico, lo que conlleva:
 - a. Menor costo para el ISP, ya que puede gestionar de una mejor forma su capacidad de acceso a Internet.
 - b. Mejora el comportamiento de la red, porque facilita la gestión del tráfico.
 - c. Mejora la calidad de servicio al usuario final. Al concentrar tráfico alrededor de los IXPs, se atrae la presencia de proveedores de contenido, lo cual permite reducir la latencia y, con ello, mejorar la experiencia de uso por parte del usuario.
- II. Promueve desarrollo de contenido y aplicaciones locales. Al favorecer el tráfico local, se promueve la producción y distribución de una mayor cantidad de contenido local.
- III. En la medida en que adquieren tamaño, se convierten en infraestructura crítica para Internet y aumentan el atractivo para otro tipo de agentes como los proveedores de contenido.
- IV. Impulsan la aparición y despliegue de data centers, ya que son aliados naturales. La capacidad que ofrecen los data centers complementa de forma efectiva la funcionalidad de los IXPs como punto de intercambio de tráfico y facilitan el despliegue de configuraciones más abiertas y con mayor disponibilidad de acceso para los proveedores de servicio. Para esto, los data center deben ser neutrales.

De acuerdo con Packet Clearing House³⁸, el despliegue de IXP inició en la década de los noventa a partir del despliegue de los primeros puntos de acceso de Internet. A corte de 2022 se contabilizaban 719

³⁵ Sistema Autónomo (AS, por su sigla en inglés) es el nombre que se le da a cada una de las redes que se conectan a Internet. Cada red se representa a través de un Número de Sistema Autónomo (ASN, por su sigla en inglés) que es único en el mundo. Aquellas redes que tienen su propio ASN son más autónomas en asuntos como la gestión y enrutamiento del tráfico, y es un elemento indispensable para la conexión a un IXP.

LACNIC, Direcciones IP y ASN, Distribución a los proveedores de Internet. Contenido original de NIC.br y CGI.br, traducido y adaptado por LACNIC. Descargado de: <https://www.lacnic.net/innovaportal/file/978/4/lacnic-fasciculo-infraestructura-internet-es.pdf>

³⁶ Término utilizado en Internet para denominar los mecanismos de interconexión de redes basado en un intercambio libre del tráfico para beneficio mutuo. Ver definición y tipos de peering en: <https://www.internetsociety.org/es/resources/doc/2020/explicacion-que-es-el-peering-de-internet/>

³⁷ <https://www.internetsociety.org/resources/doc/2020/explainer-what-is-an-internet-exchange-point-ixp/>

³⁸ <https://www.pch.net/resources/Papers/ix-update-global/ix-update-global.pdf>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 14 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

IXP, de los cuales el 36% se localizaron en Europa, 24% en Asia-Pacífico, 17% en Norte América, 15% en América Latina y el Caribe y 8% en África. Entre los continentes se identifica una tendencia de pocos IXP con grandes volúmenes de tráfico intercambiado y una red más amplia de IPX con menor tráfico intercambiado. Así mismo, en el caso de América Latina y el Caribe resalta la densidad de puntos localizados en Brasil y en Argentina. TeleGeography, a partir de su base de datos IXPDB la cual construye con información recopilada directamente de los IXP y fuentes de terceros, presenta un mapa de las ubicaciones de los IXP a nivel mundial³⁹.

Ilustración 5. Localización de IXP a nivel mundial



Fuente: TeleGeography

La interconexión que se realiza a través de los IXP contempla los siguientes niveles, que a su vez están relacionados con el esquema adoptado, ya sea de intercambio centralizado o intercambio distribuido.

- **Nivel básico:** Una red/ISP se conecta a un servidor determinado y los procesos asociados a su funcionamiento ("nube") quedando integrado a las redes internacionales del Internet. En épocas tempranas cuando las redes de muchas naciones se conectaban entre sí a través de los países centrales a través de los Network Access Point o Punto de Acceso de Red (NAP).
- **Nivel localizado simple de intercambio bilateral:** Una red/proveedor ISP se conecta directamente con otro que opere en la misma ciudad, región o país en un punto situado en esa área, de modo que el tráfico local no salga de dicho ámbito.
- **Nivel localizado múltiple (peering multilateral):** Es aquel en la que redes/proveedores ISP que operen en un ámbito local o regional buscan intercambiar su tráfico en ese nivel. Para ello determinan que lo más conveniente es crear un punto de intercambio común en el área donde todas esas redes se conecten.

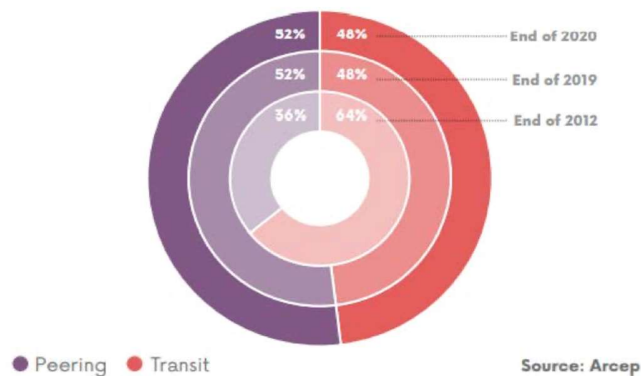
³⁹ <https://www.internetexchangemap.com>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 15 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

BEREC⁴⁰ y otros análisis realizados en Europa^{41,42} han resaltado la importancia de la interconexión abierta en los IXP facilitando condiciones para los jugadores más pequeños como para garantizar el respaldo y la resiliencia que han conducido a incrementos tanto en el número de las ubicaciones de los puntos de intercambio como en el tráfico intercambiado. Adicionalmente, hay un hecho relevante que se debe tener en cuenta, el cual es la multiplicación de ubicaciones de interconexión privadas por encima de los propios IXP como lo describe WIK Consult⁴³ para el año 2022 que ha conducido a una reducción en la proporción de tráfico intercambiado en algunos de los IXP más importantes de ese país.

Por ejemplo, en Francia la proporción de interconexión a través de *peering* privado ha aumentado progresivamente y la de tránsito ha disminuido. Sin embargo, entre 2019 y 2020 las proporciones se mantuvieron, en particular, atribuido al crecimiento de los CDNs que intercambian más a través de tránsito y no en *peering* privado. Por lo que se puede inferir que cada vez se elige más la interconexión privada para intercambiar tráfico, interconexión que, generalmente, tiene lugar en las mismas instalaciones donde se encuentran los IXP, lo que destaca la importancia de las ubicaciones de los IXP.

Gráfico 2. Cambio entre tráfico Peering vs Tránsito en Francia



Fuente: ARCEP (2022)⁴⁴

De otra parte, la OCDE presentó el crecimiento del tráfico cursado a través de los IXP de sus países miembros, entre diciembre de 2019 y diciembre de 2020⁴⁵. En ella se observa el aumento del tráfico de

⁴⁰ <https://www.berec.europa.eu/en/document-categories/berec/reports/berec-report-on-ip-interconnection-practices-in-the-context-of-net-neutrality>

⁴¹ Euro- IX (2021) señala que el número de IXP operativos en Europa pasó de 193 en 2015 a 273 en 2021, y el tráfico máximo agregado promedio para los IXP con membresía Euro-IX, aumentó de 18.765 Gbit/s a 59.592 Gbit/s durante el mismo período. https://www.euro-ix.net/media/filer_public/35/73/3573f355-c90a-4b31-ae83-851b76cfa36b/ixp_report_2021.pdf

⁴² <https://www.analysismason.com/contentassets/25c2739a356a4740ab0ce2ba2308f9bd/ip-interconnection-on-the-Internet---a-european-perspective-for-2022---2022-09-22.pdf>

⁴³ Para el año 2022 el tráfico de interconexión privada ha crecido más rápido que la interconexión pública a través de IXP. Por ejemplo, en Alemania, DE-CIX en Frankfurt solía manejar el 50% del tráfico IP hace diez años, mientras que actualmente maneja alrededor del 25 % del tráfico. Para mayor detalle consultar [aca](#).

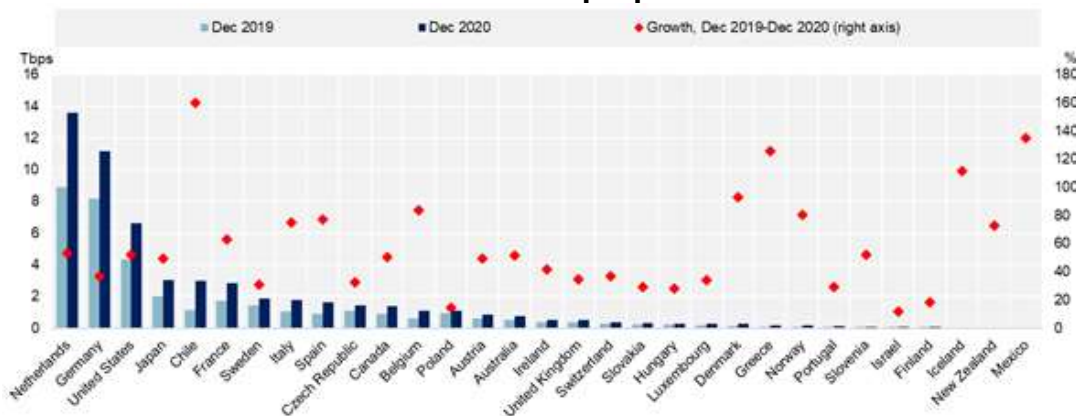
⁴⁴ ARCEP (2022) The State of the Internet. Tome 3. Disponible en https://en.arcep.fr/uploads/tx_qspublication/report-state-internet-2022-300622.pdf

⁴⁵ <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0322>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 16 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Internet que experimentaron, con crecimientos en su mayoría ubicados entre 20% y 50%, con picos hasta de 140%. Este periodo recoge la época más fuerte de la pandemia causada por el COVID-19, pero se destacó que los ISP mantuvieron con éxito sus servicios.

Gráfico 3. Tráfico IXP por países OCDE



Fuente: OCDE

A nivel de Latinoamérica y el Caribe, LAC-IX (2022), identificó 98 sitios representados por 36 IXP que se encuentran activos en la región, evidenciando que algunos países cuentan con más de un sitio, por ejemplo, Brasil cuenta con un total de 36, Argentina con 27 y Chile y México con 4 cada uno.

Gráfico 4. Número de IXP en Latinoamérica y el Caribe por país

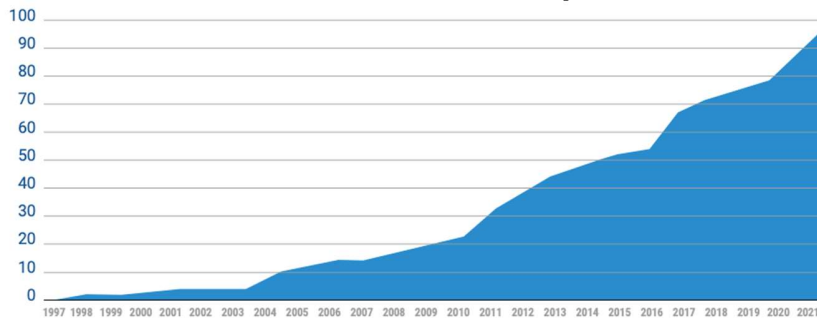


Fuente: LAC-IX

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 17 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Este estudio presenta también el crecimiento en la cantidad de sitios, desde la creación de los primeros IXP en la región, InteRed Panamá en el año 1997 y el NAP Colombia en el mismo año.

Gráfico 5. Número de IXP en América Latina y el Caribe. 1997-2021



Fuente: LAC-IX

Entre otros de los aspectos a destacar en LAC-IX (2022), se encuentran: i) la identificación realizada sobre los servicios con los que cuentan los IXP, servicios tales como IPv6, filtrado IRR, RPKI⁴⁶, entre otros; ii) Los modelos de interconexión bajo los cuales se administra cada IXP, los cuales van desde multilateral mandatorio hasta bilateral con cross-conexiones; y iii) En lo relacionado a la velocidad en los puertos, se encontró que 90 sitios cuentan con una velocidad en sus puertos igual a 1 Gbps, 87 sitios cuentan con una velocidad igual a 10 Gbps, 29 sitios con 100 Gbps y solo 6 sitios cuentan con una velocidad superior a 100 Gbps.

Así mismo, dicha organización identificó que entre 2017 y 2021, los IXP en la región han acelerado la adopción de automatización utilizando herramientas como IXP Manager, el despliegue de RPKI, o la meta de formar parte del programa MANRS⁴⁷ que mejoran la calidad de interconexión y seguridad en el enrutamiento de los IXP de la región. Asimismo, indica que cada vez más IXP están desplegando nuevos servicios de valor agregado, lo que fortalece los beneficios que generan los IXP tanto para el desarrollo de nuevas tecnologías, como para la disminución de latencia para el usuario final.

Para atender esta composición del tráfico, se evidencia una práctica de acercar los contenidos a los usuarios a través del uso de cachés. Esto es una "...*antememoria o memoria intermedia es un componente de hardware o software que guarda datos para que las solicitudes futuras de esos datos se puedan atender con mayor rapidez; los datos almacenados en una caché pueden ser el resultado de un cálculo anterior o el duplicado de datos almacenados en otro lugar, generalmente, da velocidad de*

⁴⁶ Herramientas utilizadas para la reducción de secuestros de direcciones IP. IRR: Registro de enrutamiento de Internet; RPKI (*Resource Public Key Infrastructure*): Infraestructura de clave pública de recursos también conocida como Sistema de Certificación de recursos; <https://www.lacnic.net/4844/1/lacnic/rpki-e-irr-contribuyen-a-reducir-secuestros-de-ruta>

⁴⁷ MANRS: Normas acordadas para la seguridad del enrutamiento. Iniciativa que tiene como objetivo mejorar la seguridad y la resiliencia del sistema de enrutamiento global. Es una colaboración entre operadores implementando mejores prácticas que permiten un enrutamiento más seguro y confiable para todos. <https://www.lacnic.net/3886/1/lacnic/manrs-nos-ayuda-a-la-prevencion-de-incidentes-de-seguridad>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 18 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

*acceso más rápido.*⁴⁸. Su almacenamiento se realiza en servidores propios de los CDN o en centros de datos de terceros diferentes al ISP, en servidores de los ISP, o alojados en centros de datos en los que también se alojan los servidores de los IXP. Cuando esta práctica es utilizada, se contabiliza una disminución de entre 20% y 30% en el ancho de banda internacional requerido⁴⁹. La Tabla 2 presenta los esquemas de alojamiento de CDN para algunos países de América Latina.

Tabla 2. Alojamiento de los CDN en América Latina

País	Centros de Datos	Cachés en instalaciones de ISP	Cachés en instalaciones de IXP
Argentina		SI	SI
Brasil	SI	SI	SI
Colombia	SI	SI	NO
Costa Rica			SI
Chile	SI		SI
México		SI	SI
Panamá	NO	NO	NO

Fuente: Echeberría (2020), Huici & Iglesias (2021)

Según Echeberría (2020), Panamá carece de puntos de presencia (PoP) de CDN en centros de datos de ese país puesto que estas utilizan los PoP que tienen en Estados Unidos a partir de los enlaces internacionales que tiene este país.

Para los otros casos, los esquemas de alojamiento de los CDN no permiten identificar una regla específica para hacer que los contenidos provistos permitan una mejor experiencia al usuario y mayores eficiencias en el uso de la red. En todo caso los proveedores quedan integrados en el tráfico local ya sea porque están alojados en el mismo punto de presencia en el que se aloja el IXP o porque estos se alojan en centros de datos de participantes de los IXP.

2.1. Etapas de evolución de los IXPs y mejores prácticas identificadas

Para este apartado, se indagó por análisis internacionales comparativos de los elementos característicos y de éxito en el despliegue de IXP, así como recomendaciones y mejores prácticas publicada por CEPAL, Internet Society (ISOC), Packet Clearing House (PCH), APNIC y LAC-IX, entre otros.

Las soluciones de conectividad local o regional de Internet vía IXP llevan años de consolidación a nivel mundial, por lo que los aspectos claves han sido definidos de tiempo atrás. Es así como de acuerdo con Galperin (2013), el surgimiento de los IXP usualmente sigue un camino de evolución con múltiples

⁴⁸ Echeberría (2020)

⁴⁹ CRC (2016)

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 19 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

etapas, a través de las cuales el IXP va escalando en la capacidad de su infraestructura, en las habilidades del equipo que lo conforma, incluidos los miembros, y en el rol que cumple dentro del desarrollo del ecosistema de Internet en la zona donde opera. Estas etapas se pueden describir de forma general a través del siguiente gráfico.

Gráfico 6. Proceso de evolución de los IXPs



Fuente: elaboración propia con base en Galperin (2013)

Adicionalmente, durante ese camino de evolución no solo se desarrolla la infraestructura del IXP, sino también, impulsa a los ISPs a invertir y desarrollar su propia infraestructura, lo que facilita el crecimiento de la operación y con ello, la capacidad de ofrecer mayores beneficios para los usuarios en términos de mayor cantidad de conexiones y mejor calidad en la prestación del servicio de acceso a Internet.

Los elementos requeridos para la instalación y puesta en funcionamiento de un IXP incluyen: la infraestructura técnica, el equipo humano que administra el IXP y el esquema de gobernanza que se adopte para el mismo. Los proyectos de puesta en funcionamiento y operación de un IXP son más vulnerables cuando se enfocan solo en la infraestructura física, ISOC afirma que el factor de éxito y sostenibilidad de un IXP depende del equipo humano a cargo de la operación y su relación con los equipos técnicos de los miembros. Este equipo humano debe cultivarse con el desarrollo de capacidades internas, así como de los equipos técnicos de los miembros.

Sobre el esquema de gobernanza de los IXPs, de acuerdo con la literatura encontrada para este estudio, se puede hablar de 4 esquemas:

- A. Gratis: La ubicación usualmente es donada por un patrocinador. Normalmente no se cobran costos de membresía ni administrativos recurrentes por la conexión al IXP. El mantenimiento se realiza a través de aportes de los miembros, por ejemplo, a través de donaciones de

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 20 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

equipos, y las actividades de mantenimiento son cubiertas por los aportes de los equipos técnicos de los miembros.

- B. **Subsidiado:** Algunos elementos y la operación son financiados por un patrocinador, y su sostenibilidad depende de la continuidad de los subsidios, que, usualmente, es provista por gobiernos. En algunos casos se complementan los recursos para cubrir gastos con pagos mensuales de los miembros.
- C. **Independiente:** Esquema de gobernanza en el que el IXP cubre de forma integral los gastos de instalación, configuración de aspectos técnicos y operación. Este modelo se hace rentable a partir de pagos por la suscripción o membresía, y pagos recurrentes para cubrir gastos administrativos. También puede financiarse con la provisión de servicios adicionales por parte del IXP.
- D. **Comité Colaborativo:** Modelo de gobernanza en el que sector privado, gobiernos y expertos técnicos confirman un comité en el que trabajan de forma colaborativa para ofrecer soluciones integrales a los miembros del ecosistema. Ejemplo específico de este esquema es el existente en Brasil, que se desarrollará más adelante en el documento. A través del comité se gestionan asuntos técnicos como apoyo a los miembros.

De acuerdo con la experiencia en la implementación y evaluación de cada uno de estos esquemas de gobernanza, la Ilustración 6 resume algunas ventajas y desventajas asociadas con la implementación de cada uno de ellos. Dado que los mecanismos de asociación, los acuerdos entre miembros, la operación y financiación de los puntos de intercambio puede variar de un IXP a otro, es difícil clasificar la operación de los IXP existentes de forma exclusiva en alguno de estos esquemas. Como parte del ejercicio de revisión de mejores prácticas y experiencias internacionales, se pudo observar que los esquemas de gobernanza pueden ser tan diversos como la cantidad de IXPs que existan, por lo que se podría concluir que estos cuatro esquemas constituyen un punto de referencia en el momento en que alguno de los agentes del ecosistema de Internet decide instalar y poner en funcionamiento un IXP.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 21 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Ilustración 6. Análisis comparativo de esquemas de gobernanza de IXPs

ANÁLISIS COMPARATIVO ESQUEMAS DE GOBERNANZA				
	 ISP GRATUITO	 SUBSIDIADO	 INDEPENDIENTE	 COMITÉ COLABORATIVO
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> Bajo costo de peering (Solo conectividad al IXP) Bajos costos operativos para el IXP Baja complejidad en estructura de gestión 	<ul style="list-style-type: none"> Costos medios-bajos para miembros Ingresos fijos para gastos de operación Fácil escalabilidad y crecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Se garantiza la neutralidad en modelo autosostenible Ingresos constantes Renovación, escalabilidad y operación garantizados 	<ul style="list-style-type: none"> Gobierno asesor, mientras equipo técnico gestiona IXP Considerar necesidades comunidad internet Esquema sostenibilidad acordada entre todos
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> Difícil ampliar capacidad Posibles consistencias e ineficiencias Posibles problemas de neutralidad 	<ul style="list-style-type: none"> Sostenibilidad en riesgo si hay recorte de subsidios Neutralidad puede afectarse por el patrocinador Mayor complejidad en estructura operacional y de gestión 	<ul style="list-style-type: none"> Costos medios-altos a miembros Necesidad de mayor participación de miembros en decisiones y reportes Estructura operativa y de gestión compleja 	<ul style="list-style-type: none"> Posible interferencia de gobierno u otros agentes en asuntos técnicos Usualmente no es la primera opción si no se cuenta con IXPs

Fuente: elaboración propia con base en ISOC (2014)

Modelo operativo

Como complemento a la definición de la infraestructura técnica, el equipo humano y el esquema de gobernanza, ISOC (2015) recomienda definir otras variables para establecer el modelo operativo del IXP. Dichas variables son:

1. **Ubicación.** En primer lugar, sugiere que sea una ubicación neutral (independiente de influencias comerciales o gubernamentales externas) y que no esté asociada, en la medida de los posible, al lugar físico donde opera alguno de los miembros del IXP, para darle transparencia a la operación. En ese sentido, se recomienda tener en consideración las siguientes características, en orden de importancia, para la selección de la ubicación del IXP.
 - a. Espacio suficiente.
 - b. Provisión de energía confiable.
 - c. Acceso a infraestructura terrestre de conectividad (Preferiblemente alámbrica).
 - d. Posibilidad de conectividad inalámbrica.
 - e. Seguridad física del sitio.

Como resultado de estas variables, de manera general, las ubicaciones más comunes utilizadas por los IXPs existentes en el mundo son:

- En las instalaciones de un data center, el cual debe ser, preferiblemente, operado por un agente diferente a un proveedor de conectividad. En este caso se requiere inversión

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 22 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

en un rack de equipos por parte del IXP. Tiene la capacidad de escalar debido a la infraestructura que provee el data center.

- Por fuera de un data center, en un lugar neutral para los miembros. Este caso requiere mayor inversión para adecuar el sitio y es más difícil de trasladar en el momento en que se llegue al límite de la capacidad del sitio, pero es una alternativa en caso de no encontrar un data center adecuado.
- En instalaciones de redes universitarias. Es posible tener, adicionalmente, aportes de parte de la universidad que facilitan la gestión del IXP.

2. **Neutralidad.** Se recomienda que la propiedad y la gestión del IXP sea y se mantenga neutral para evitar problemas por transparencia en la toma de decisiones sobre el IXP, o que haya preferencias por alguno de los miembros. Así mismo, se habla de neutralidad en las instalaciones físicas, por ejemplo, cuando sea seleccionado para su ubicación un data center, y en la oferta de servicios adicionales del IXP a sus miembros.

3. **Propiedad.** De forma general, a nivel mundial prevalece el esquema cooperativo, soportado en aportes de los miembros, y una independencia clara entre aportes y poder de decisión sobre asuntos del IXP.

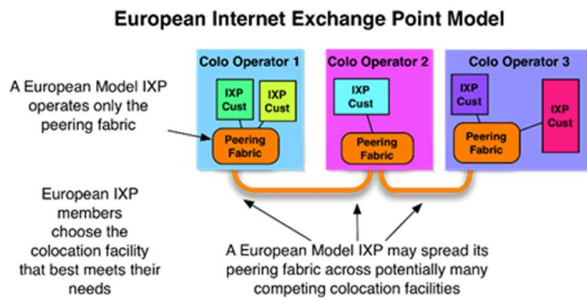
Sobre el modelo operativo, a nivel internacional se consideran dos tipos de esquemas que difieren, principalmente, en el mecanismo de asociación y relacionamiento de los integrantes del IXP.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 23 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Ilustración 7. Modelos de negocio más comunes para la operación de IXPs

MODELO DE PEERING EUROPEO (COOPERACIÓN)

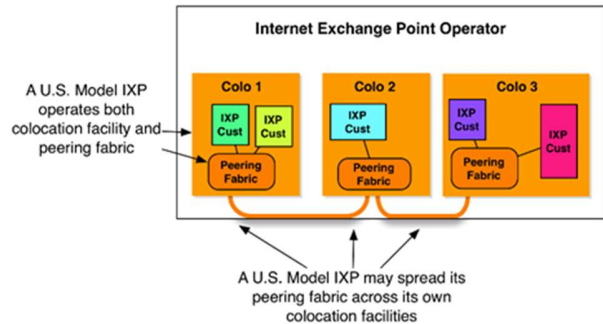
- 01 Neutral en proveedor de conectividad y en colubicación. IXPs se pueden ubicar en múltiples sitios provistos por terceros. Precios reflejan costos y tienden a bajar
- 02 IXPs usualmente no tienen clientes sino miembros. Organizaciones sin ánimo de lucro creadas por los primeros miembros (ISPs) que se organizaron para crearlo (44%). Universidades y organizaciones de desarrollo regional (42%)
- 03 Enfoque en proveer valor, compartir costos y tener algún nivel de supervisión de los miembros. Suelen tener actividad política, legal, comunitaria y de investigación



MODELO DE PEERING USA (COMPETENCIA)

- 01 En su gran mayoría, operaciones comerciales desarrolladas por proveedores de colubicación (e.g.: Equinix, DE-CIX, Any2). Tráfico público es bajo, mucho más peering privado en las mismas instalaciones
- 02 Tienen clientes, no miembros. Clientes solo pagan precios fijados por proveedor, no hay voto para la toma de decisiones. Solo colaboran por sugerencia de los clientes (e.g.: eventos)
- 03 Pueden aplicar políticas de precios discriminatorios para vincular clientes que atraigan otros actores. Actividades netamente enfocadas en generación de ingresos

U.S. Internet Exchange Point Model



Fuente: elaboración propia con base en DrPeering⁵⁰

El elemento diferenciador de estos dos modelos de negocio es el tipo de agente que provee la infraestructura y la capacidad de interconexión, así como el relacionamiento entre los miembros o clientes del IXP. Los IXPs con mayor cantidad de redes conectadas y mayor cantidad de tráfico cursado a nivel internacional han sido implementados bajo el esquema cooperativo.

Para identificar con mayor detalle las características de los esquemas de funcionamiento de los IXP, presentamos 5 casos internacionales de iniciativas de IXP las cuales se caracterizan por contar con puntos de presencia distribuidos en diferentes partes del territorio.

⁵⁰ Para mayor detalle consultar http://drpeering.net/HTML_IPP/chapters/ch12-9-US-vs-European-Internet-Exchange-Point/ch12-9-US-vs-European-Internet-Exchange-Point.html y <https://drpeering.net/FAQ/Difference-between-U.S.-and-European-Peering.php>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 24 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

2.2. Experiencias internacionales de Puntos de Intercambio de Tráfico -IXP con presencia regional

Con el fin de identificar los factores clave para promover el despliegue de IXPs a partir de experiencias internacionales, se seleccionó un grupo de cinco (5) países a través de los cuales fuera posible identificar elementos que facilitan el despliegue de estos puntos de intercambio, así como casos en los cuales las medidas adoptadas hubieran generado algún tipo de limitación para que se desplegaran los IXP o que hubieran tenido un efecto negativo en el desarrollo del ecosistema de Internet en el país respectivo. Para escoger una muestra de países que incluyera estas consideraciones, se solicitó la asesoría de Packet Clearing House (PCH)⁵¹. Los países seleccionados fueron: Argentina, Brasil, Chile, India y Nueva Zelanda.

Gráfico 7. Experiencias internacionales promoción de IXPs



Fuente: elaboración CRC

Dentro del análisis se realizó una caracterización básica del ecosistema teniendo en cuenta la situación del mercado de provisión de Internet, la cantidad de IXPs existentes, la participación de asociaciones de industria y la existencia de otros actores tales como data centers. Adicionalmente, se hizo una recopilación de las iniciativas de política pública implementadas durante los últimos años sobre las cuales se soportó el crecimiento de la industria, y las iniciativas de tipo regulatorio adoptadas, con el fin de identificar si constituyeron elementos determinantes en la evolución del Internet en cada país. La descripción detallada de cada caso se incluye en el **ANEXO 1. Principales características de casos de estudio en el despliegue de IXPs.**

⁵¹ Organización internacional responsable de proveer soporte operacional y seguridad para la infraestructura crítica de internet, incluyendo puntos de intercambio de tráfico de Internet y el core del sistema de nombres de dominio. <https://www.pch.net/>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 25 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Ilustración 8. Modelos de negocio y organizacional de experiencias internacionales

País	Nombre	Modelo de negocio	Modelo Organizacional	Gestor	Observaciones
Argentina	Cabase IX	Colaborativo	Formalizado	Gremial	Modelo centralizado con puntos interconectados (32 regionales y central en BsAs) Conexiones a IXP en frontera
Brasil	IX.Br (35)	Colab./subs	Formalizado	Pub/priv SFL	<ul style="list-style-type: none"> 35 <i>Pontos do Troca do Tráfico</i> - PTT. Los 4 más grandes cobran según uso. El resto financiamiento cruzado con dominio .Br 4 operadores grandes tienen el 52% mercado y el 44% des por fibra. El resto provee principalmente con fibra (85,8%) Entorno institucional que involucra gobierno e industria. Comité Gestor de Internet (CGI.br) y el brazo ejecutor NIC.br
	FURB, UEPG		Lanzamiento	Universidad	
Chile	PIT Chile	Colaborativo	Formalizado	Priv SFL	PIT Chile (opera 5 IXP) surge como respuesta a IXP bilaterales no neutros generados bajo <i>peering</i> mandatorio definido por SUBTEL en 1999.
	Equinix, Jumbo IX, NETIX, GlobeNet	Privado	Privado		
India	IFON		Lanzamiento		NIXI opera desde en 2003 como una organización sin fin de lucro, con presencia en 71 centros de operación de red y 8 ubicaciones. Integra el Registro Indio de Números y Nombres para Internet (IRINN) así como las acciones relacionadas al intercambio de tráfico. Bajo tráfico a pesar de tener tratamiento especial de no requerir licencia
	NIXI, AMS-IX India	Colaborativo/ Independiente	Formalizado		
	DE-CIX India (Mumbai IX), Extreme-IX	Privados	Privado		
Nueva Zelanda	NZIX	Colaborativo	Formalizado	Asoc. Civil	La administración de NZIX es realizada por la IAA (Australia) el cual tiene 3 ubicaciones
	NZIX ExchangeNET, Megaport	Privado	Privado	Privado	

Fuente: Elaboración CRC. Detalle de cada país consultar Anexo 1.

A partir del benchmark de mejores prácticas y los casos de estudio analizando experiencias internacionales en relación con las acciones de política pública y regulación para promover el desarrollo del ecosistema de Internet y sobre el rol de los IXPs, se identificaron los siguientes elementos de éxito:

- Usualmente hay convivencia de los modelos cooperativo (sin ánimo de lucro) y de competencia. El modelo cooperativo atiende necesidades de todos los actores, principalmente de los pequeños proveedores de servicios de Internet.
- La imposición de obligaciones regulatorias o de IXPs que son gestionados directamente por el gobierno no son eficientes.
- La dinámica propia de Internet mueve a los actores a buscar alternativas de interconexión y de acceso a capacidad adicional a mejores precios y en mejores condiciones.
- Se debe promover una mayor cantidad de información a disposición de los actores del ecosistema, con el fin de contar con más elementos para la toma de decisión en relación con la oferta de servicios mayoristas en el mercado
- Los IXPs deben surgir como iniciativas de los actores del ecosistema. El apoyo gubernamental es bien recibido y necesario, principalmente en las etapas iniciales para promover surgimiento de iniciativas de nuevos IXP.

- F. El regulador cumple un rol importante en el monitoreo, y si se encuentra necesario, en intervenir el mercado de transporte, que debe contar con un análisis regional para atender las particularidades de cada región.

2.3. Caracterización de condiciones de prestación del servicio de Internet en Colombia por parte de pequeños ISPs

La dinámica de acceso al conocimiento en el ecosistema de Internet se basa en la colaboración y en compartir el conocimiento entre pares. Los IXPs, por su rol de agregación de tráfico y de actores, también promueven una dinámica mucho más activa de gestión del conocimiento de la cual se benefician los pequeños ISPs.

Los ISP desempeñan un rol relevante en el ecosistema del Internet al realizar el despliegue de red de última milla y ser los proveedores del servicio a usuarios finales residenciales y corporativos. Por ello, desde la política pública y en particular de lo contenido en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 respecto de políticas de conectividad y reducción de la brecha digital se enfocan en fortalecer los actores locales para agilizar las iniciativas enfocadas en incrementar la penetración del servicio de Internet. Los beneficios identificados de la presencia de IXPs⁵² en el ecosistema de Internet tiene un efecto aún mayor en los pequeños ISPs en los siguientes aspectos⁵³:

- a. Al agregar tráfico en mercados pequeños y evitar el efecto tromboning⁵⁴, permite a los ISPs negociar mejores precios de tránsito o de sus enlaces dedicados para acceder a la red.
- b. Atrae almacenamiento local. Aunque inicialmente sea difícil para un pequeño ISP negociar directamente con un proveedor de contenido, la agregación de demanda a través del IXP genera un mayor interés para estos actores de la cadena de valor de Internet.
- c. Los requerimientos técnicos para conectarse al IXP, aunque no son complejos ni representan altos costos, generan en los pequeños ISPs un incentivo en invertir en infraestructura propia y en equipos de conmutación, lo que promueve que estos ISPs evolucionen en la capacidad de su red y en los servicios que ofrecen a sus usuarios.

Es por ello que se realizó una caracterización de los pequeños ISPs respecto a 6 ejes temáticos a ser:

- Cobertura Geográfica
- Condiciones de la conectividad contratada
- Conocimiento de los ISP respecto de los usuarios (tipos de tráfico y patrones de consumo)
- Relacionamiento con proveedores de contenidos
- Características de la red e infraestructura desplegada por los ISP
- Relacionamiento entre ISP y redes de colaboración
- Problemáticas para el despliegue de redes

⁵² Ver página 14

⁵³ ISOC (2013)

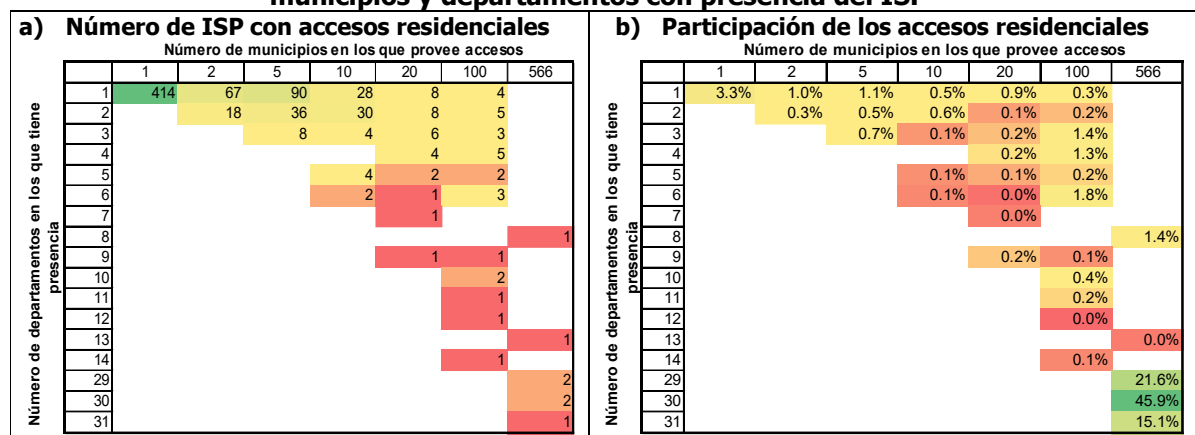
⁵⁴ Es el resultado de una acción unilateral, según la cual cada ISP concluye que para intercambiar el tráfico nacional es más rentable usar sus propias conexiones internacionales que conectarse individualmente con todos los demás ISP.
<https://www.internetsociety.org/es/resources/doc/ixpimpact/>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 27 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

De acuerdo con el Registro TIC, se identificaron 3.628 habilitados para la prestación de servicios como ISP. La información contenida en este registro da cuenta de la empresa habilitada (algunos datos básicos de contacto de la empresa) más no de cuando inició operación o de la infraestructura con la que cuenta para la prestación del servicio. Este registro tiene cortes de información diario respecto de los nuevos ingresos, registros archivados, pero no permite identificar fecha de última actualización como mecanismos de actualización recurrente de la información de contacto de los proveedores habilitados.

De las empresas habilitadas como ISP, al cierre del segundo trimestre de 2023, 951 reportaron información de accesos de internet fijo indicando operatividad del proveedor⁵⁵ y de ellas 181 tienen como segmento exclusivamente atender clientes corporativos. A nivel de los ISP que prestan servicio al segmento residencial, en este periodo se alcanzaron 8.013.237 accesos de los cuales 23.707 (0,3%) fueron satelitales, 337.101 (4,2%) fueron con tecnologías inalámbricas y el restante 7.652.429 (95,5%). Exceptuando los ISP con tecnologías satelitales⁵⁶, nótese que 53,9% de ISP hacen presencia en un solo municipio. Y cuando amplían su área de influencia, el 81,4% de estos tiene presencia en hasta cinco municipios y en dos departamentos. Ahora bien, esos mismos ISP en hasta cinco municipios y dos departamentos sólo consolidan el 6,2% de los accesos con un promedio de 499 accesos residenciales por municipio.

Gráfica 1. Número de ISP y concentración de accesos residenciales según número de municipios y departamentos con presencia del ISP



Fuente: PostData⁵⁷, elaboración CRC.
Excluye ISPs con tecnología satelital

Para complementar la información que se dispone a través de los formatos de reporte, se realizó entrevistas semiestructuradas con algunos de estos agentes, convocados a través de las asociaciones de industria, las cuales han sido uno de los principales puntos de contacto de la actividad de relacionamiento en MINTIC con los pequeños ISPs en las diferentes regiones del país. Para este ejercicio se realizaron 15 entrevistas semiestructuradas entre mayo y julio de 2023 directamente con las

⁵⁵ Empresas que reportaron información al Formato T.1.3. LÍNEAS O ACCESOS Y VALORES FACTURADOS O COBRADOS DE SERVICIOS FIJOS INDIVIDUALES Y EMPAQUETADOS de la Resolución CRC 5050 de 2016. La cual puede ser consultada en <https://www.postdata.gov.co/dataset/suscriptores-e-ingresos-de-internet-fijo>

⁵⁶ No hacen uso de redes de alta capacidad backbone.

⁵⁷ Información de suscriptores y accesos de Internet fijo disponible en <https://www.postdata.gov.co/dataset/suscriptores-e-ingresos-de-internet-fijo>

asociaciones y sus miembros, así como entrevistas con grupos de ISPs, privilegiando la identificación de problemáticas en diferentes regiones del país. Como parte de estas entrevistas se discutió las características, problemáticas y necesidades de los pequeños ISPs ubicados en regiones tales como: Antioquia, Boyacá, Buenaventura, Cauca, Cundinamarca, Eje Cafetero, Huila, Nariño, y Valle del Cauca, así como una visión nacional de dichos aspectos a través de las asociaciones de industria que cuentan con miembros en distintas regiones del país.

A continuación, se realiza una descripción general de los hallazgos obtenidos de la realización de entrevistas semiestructuradas y la encuesta para ISPs en cada una de las 6 dimensiones.

1. Dimensión Información de mercado

- El tamaño de los ISPs entrevistados indicado en cantidad de usuarios osciló entre 500 y 15.000 usuarios, principalmente en ISPs por debajo de 5.000 usuarios.
- Los reportes de información representan una carga muy alta para pequeños ISPs. Hay muy pocas personas trabajando con los ISPs y no tienen capacidad ni tiempo para dedicar a los reportes exigidos por los reguladores. De facilitar el reporte, algunos considerarían participar más activamente en estos reportes.
- Los ISPs entrevistados usualmente proveen servicios en un solo municipio, algunos de ellos en más de un municipio, pero ninguno con un alcance amplio a nivel regional.
- Normalmente se apoyan en sus pares de otros municipios para implementar conjuntamente proyectos de mejora de sus enlaces de conectividad a Internet.
- Algunos ISPs son muy cautelosos con el reporte total de la cantidad de usuarios debido a condiciones de seguridad en su entorno. Indicaron que la publicación de la información detallada puede ser utilizada por organizaciones al margen de la ley.

2. Condiciones de conectividad contratada

- Las condiciones de la conectividad han mejorado en los últimos años. Los precios han bajado y las capacidades ofrecidas han subido. En un par de casos el ISP indicó que el costo de la conectividad representaba aproximadamente el 25% de los costos de provisión del servicio.
- Los precios se ubican, de manera general, entre \$3.000 y \$17.000 por Mbps mensuales, de acuerdo con información general provista durante las entrevistas⁵⁸. Este precio depende de la capacidad contratada. En algunos casos varios ISPs se han unido para negociar demanda agregada y contratar capacidades más altas (10 Gbps a 20 Gbps) y a precios unitarios más bajos. Han logrado acordar con el proveedor de capacidad proveerla en distintas ubicaciones geográficas, así el contrato sea por una capacidad más alta. La capacidad de cada ISP suele estar en el orden de 1 Gbps en adelante.
- La capacidad contratada a través de enlaces dedicados es usualmente provista en fibra óptica. Sin embargo, los nodos de interconexión no siempre están ubicados en los municipios donde se presta el servicio por lo que se han implementado una diversidad de opciones como: provisión de capacidad de transporte por parte del proveedor de capacidad

⁵⁸ Usualmente los ISPs manifiestan incapacidad de informar mayor detalle de precios para proveedores específicos de acuerdo con cláusulas de confidencialidad incluidas en los contratos.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 29 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

en fibra u otras tecnologías, usualmente inalámbricas; despliegue de redes de fibra por parte de ISPs de forma individual o a través de alianzas con ISPs regionales para conectar las redes a un mismo nodo donde se provee la capacidad de acceso.

- La calidad de servicio es usualmente el primer criterio de selección del proveedor de capacidad. En algunos casos, los proveedores de capacidad se soportan en la red de Azteca exclusivamente para el transporte a sus propios nodos debido a que es la única red de fibra óptica presente. En los nodos de estos proveedores se tiene salida a Internet con otros proveedores que aseguran mejor calidad en la provisión del servicio.
- Los pequeños ISPs contratan con los proveedores de capacidad para períodos de 12 y 24 meses, usualmente. Algunos de ellos manifestaron dificultad en realizar el cambio de proveedor por los mecanismos de desconexión fijados por algunos proveedores mayoristas, aunque no se observó una tendencia en este sentido en todas las regiones.

3. Conocimiento de los ISP respecto de los usuarios (tipos de tráfico y patrones de consumo)

- Los ISPs tienen un conocimiento de quienes son sus usuarios debido a la relación cercana que tienen dentro del municipio.
- No siempre se tiene conocimiento del tipo de uso que hacen los usuarios ya que no todos los ISPs tienen sistemas o herramientas de gestión de red. Aquellos que cuentan con las herramientas señalaron que el tipo de tráfico más consumido es streaming de video, usualmente de redes sociales. En un caso se indicó que los juegos en línea representaban una gran porción del tráfico, así como las videoconferencias para asuntos de trabajo. Aun cuando la generalidad es que el tráfico sea de descarga por los usos descritos, ISPs con presencia en Buenaventura, indicaron que gran parte del tráfico se genera en sentido ascendente ya que en dicha zona se concentra una buena cantidad de productores de contenido local, contenido de tipo cultural.
- Los ISPs manifestaron no tener estadísticas detalladas de tráfico.

4. Relacionamiento con proveedores de contenidos

- Pocos ISPs manifestaron tener o haber tenido contacto con proveedores de contenido. En múltiples casos, incluso, no habían considerado la posibilidad de discutir aspectos relativos al servicio prestado con proveedores de contenido y solo se concentran en la provisión de acceso a Internet.
- En un par de casos los ISPs entrevistados manifestaron haber tenido contacto con algún proveedor de contenido. Sin embargo, indicaron que los requerimientos de los proveedores de contenido en cantidad de usuarios/tráfico no les eran fácilmente cumplibles, por lo que veían como algo lejano la posibilidad de formalizar este tipo de acuerdos.

5. Características de la red infraestructura desplegada por los ISP

- Algunos ISPs manifestaron tener las herramientas y el conocimiento técnico para hacer gestión de la red. Otros ISPs manifestaron que estas actividades las hacían a través de terceros que contrataban para visitar y hacer revisión de las condiciones de funcionamiento de la red con una periodicidad mensual o cuando se presentan fallas en el servicio.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 30 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

- Ninguno de los ISPs entrevistados manifestó contar con la capacidad técnica o el conocimiento para realizar el enrutamiento del tráfico. En todos los casos indicaron que dicha actividad está a cargo del proveedor de acceso a Internet dedicado.
- Al preguntar por el conocimiento y la posibilidad de desplegar o conectarse a un IXP, se identificó poco o nulo conocimiento sobre el tema.
- Uno de los miembros del equipo técnico de uno de los ISPs en el Valle del Cauca fue el único en manifestar trabajo específico realizado para mejorar las condiciones de interconexión de su red y las redes de ISPs aliados al IXP de NAP Colombia en la ciudad de Cali. Al momento de la entrevista se encontraban definiendo condiciones para implementar esta interconexión.

6. Relacionamiento entre ISP y redes de colaboración

- De forma general, se pudo concluir que los pequeños ISPs tienen pocos o nulos mecanismos de acceso a información o a capacitaciones y entrenamientos relativos a aspectos técnicos u operativos de las redes de Internet. La transmisión de conocimiento usualmente se da entre pares, pero está limitada por el conocimiento de los mismos ISPs. Algunos ISPs indicaron que, en casos excepcionales, los fabricantes o proveedores de capacidad les han ofrecido capacitaciones en temas de utilidad para su operación.
- Todos manifestaron estar interesados en participar en entrenamientos, capacitaciones y otras instancias donde puedan complementar el conocimiento básico que tienen de aspectos más avanzados de la operación y gestión de sus redes, pero no conocen de qué forma acceder a dichas oportunidades.
- De manera general, se encontró que los ISPs tienen dificultad para conocer y dar aplicación a todas las obligaciones de las que son sujeto por parte de la institucionalidad del sector (MinTIC, CRC, ANE).
- En uno de los casos se informó sobre el fallecimiento de uno de los familiares del propietario del ISP al realizar un trabajo en alturas sin el conocimiento o el equipo apropiado para ejecutarlo.

Adicionalmente, como parte del ejercicio de entrevistas semiestructuradas se preguntó específicamente por las principales problemáticas y necesidades, organizadas por orden de importancia. Las respuestas dadas a esta pregunta usualmente incluyeron las mismas temáticas en distinto orden. Con base en dichas respuestas aquí se presenta una clasificación por importancia basada en la recurrencia de la temática dentro de los principales temas planteados.

Principales problemáticas y necesidades manifestados por pequeños ISPs

1. Acceso a infraestructura pasiva, principalmente postes, y la relación con los proveedores mayoristas de esta infraestructura. Gran parte de los ISPs entrevistados manifestaron este como el principal problema que tenían, indicando que en muchos casos es difícil acceder a postes para hacer el despliegue, o en caso de haber desplegado su red desde hace algún tiempo, los proveedores de esta infraestructura habían cambiado las condiciones del acuerdo o contrato, e incluso estaban siendo sujeto de cobros retroactivos que modifican condiciones acordadas previamente.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 31 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

2. Las condiciones de seguridad en algunas zonas del país son difíciles y se presentan diversos problemas derivados. Por ejemplo, en zonas como Buenaventura, es muy difícil hacer mantenimiento de la red o contratar expertos que no pertenecen a la zona para hacer reparaciones o mantenimiento por las condiciones de seguridad y la imposibilidad de circular por vía pública en horarios nocturnos. En otras zonas se presenta la interferencia de grupos al margen de la ley y la necesidad de destinar recursos para cubrir los requerimientos de dichos grupos.
3. La apreciación es que aun cuando han bajado los precios de conectividad, estos son altos en algunas zonas del país y derivado de ello los perciben como limitante para que el ISP pueda ofrecer mejores precios en los planes y de invertir en ampliación de la red. Adicionalmente, señalaron que es difícil la terminación anticipada de contratos de capacidad con negociación de mediano plazo. Ello lo perciben como barrera adicional para acceder a ofertas comerciales en mejores condiciones que las pactadas.
4. La calidad de servicio es un problema en aquellas zonas donde hay pocos proveedores de capacidad de acceso a Internet a nivel mayorista.
5. Relacionado con las condiciones de seguridad, en algunas zonas del país se presenta corte o robo de cables, lo que conlleva fallas para los usuarios o la necesidad de destinar personas para proveer seguridad de la red en los puntos donde usualmente se presentan estos hechos. Asimismo, un ISP manifestó que la presencia reiterada de robos de cable lo obligó a buscar rutas diferentes para el despliegue haciendo uso de ductos de un ISP más grande que opera en una zona cercana.

Con base en este ejercicio de caracterización, a continuación, se describen las conclusiones más relevantes del mismo.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 32 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Gráfico 8. Caracterización de pequeños ISPs

1. **Prestación del servicio.** Pocos de alcance regional y la mayoría con presencia en un solo municipio. A nivel de operación, la información de los ISP habilitados en el Registro TIC no cuenta con el detalle de inicio o cese de operaciones para establecer contacto efectivo para articulación.
2. **Desconocimiento.** La mayoría no conoce los beneficios, ni aspectos técnicos u operativos de funcionamiento de un IXP.
3. **Condiciones de conectividad.** Han mejorado a través de los años. Algunas regiones aún presentan precios muy altos y dependencia de pocos proveedores.
4. **Principales problemáticas:** condiciones de acceso a infraestructura pasiva (reiterado), seguridad (algunas zonas), precios conectividad (mejorando), calidad de servicio (Red Nacional de Fibra Óptica), cortes y robo de cables.
5. **Necesidad de colaboración.** Se empiezan a ver iniciativas de colaboración entre ISPs para agregar demanda y adquirir escala (baja capacidad de inversión).
6. **Interlocución.** No existe una instancia de coordinación o liderazgo de las discusiones con Gobierno. Las asociaciones son la mejor aproximación con alcance limitado.

Fuente: elaboración CRC

3. REDES DE ACCESO ABIERTO O REDES NEUTRAS

3.1. Antecedentes

Con el objetivo de llevar el Internet a todos los habitantes del planeta, durante las últimas dos décadas se han visto multiplicidad de despliegues de redes troncales alrededor del mundo. Los operadores de telecomunicaciones han invertido grandes sumas de dinero para ampliar la cobertura de sus redes y proveer servicios de mejor calidad a los usuarios. Asimismo, las políticas públicas se han enfocado en llevar la conectividad y el Internet a zonas no cubiertas, y para ello, los gobiernos han financiado el despliegue de dichas redes a través de distintos modelos, usualmente a través de alianzas con los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones. Sin embargo, la demanda exponencial de tráfico de Internet, y la dificultad de llevar redes y servicios a zonas más apartadas han obligado a agentes públicos y privados a considerar nuevos modelos de negocio en donde se haga más eficiente el despliegue y uso de las redes, para maximizar la utilización de los recursos y alcanzar una mayor parte de la población.

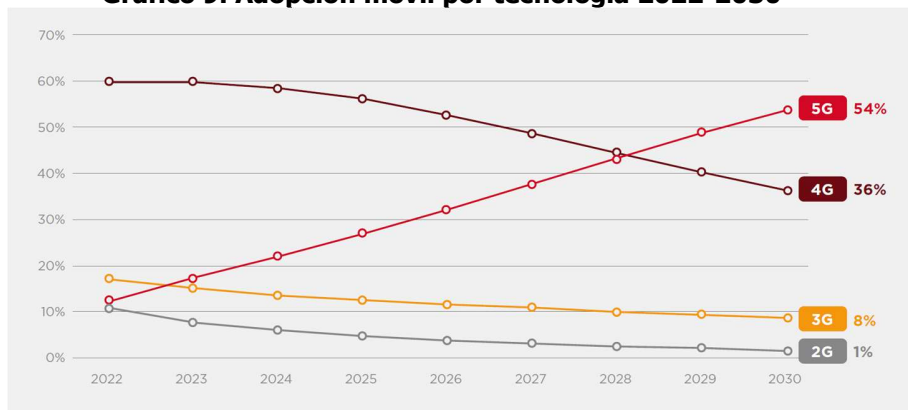
El foco de la industria en los últimos años se ha puesto sobre dos tendencias principales. La primera, despliegue de fibra óptica en redes de media milla y última milla para llevar dicha tecnología más cerca

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 33 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

del usuario final, aprovechando los despliegues de red troncal existente⁵⁹. Y segunda, la industria móvil ha preparado el camino para obtener el mayor beneficio de la tecnología 5G, que promete mejorar las condiciones de prestación de servicios móviles de banda ancha y, adicionalmente, servir de base para la implementación de soluciones inalámbricas en sectores productivos⁶⁰. Sin embargo, el despliegue de 5G se apalanca en tecnologías anteriores, principalmente en las redes de 4G que sirven de base para ampliar conectividad mientras se despliegan soluciones de mejor capacidad, velocidad y latencia. Adicionalmente, las redes fijas de fibra y las redes móviles se complementan entre sí para el logro de los objetivos de cierre de la brecha digital y para lograr la transformación digital de las actividades en sectores productivos.

Para atender la necesidad de conectividad y el intenso uso de las redes de comunicaciones, han surgido nuevos modelos de negocio que privilegian el despliegue de redes que puedan ser utilizadas de manera eficiente, evitando duplicidad de redes, y generando la oportunidad para que otros actores se apalanquen en la infraestructura desplegada en modelos de compartición y acceso mayorista que favorecen esta interacción entre distintos tipos de actores de la industria. Asimismo, algunos gobiernos han utilizado este tipo de modelos de negocio, usualmente en asociación con un actor privado a cargo del despliegue y la oferta de la infraestructura, para atender las necesidades de conectividad y el cierre de la brecha digital.

Gráfico 9. Adopción móvil por tecnología 2022-2030



Fuente: GSMA, The Mobile Economy 2023⁶¹

En ese sentido, se plantea la necesidad de revisar experiencias internacionales y las mejores prácticas de este tipo de soluciones, tanto en redes fijas como móviles, con el fin de determinar posibles acciones requeridas para promover más eficientemente ese tipo de modelos de negocio en Colombia, así como evaluar los mecanismos más adecuados de financiación por parte del gobierno y las consideraciones de mercado para tener en cuenta para estos casos.

⁵⁹ De acuerdo con estadísticas de la OCDE, el crecimiento en suscripciones de fibra óptica creció significativamente para países de la región: Costa Rica 52,7%, Colombia 43,9%, México 23,6% y Chile 21,1%. OECD Broadband Portal, Growth in fibre subscriptions. Descargado de: <https://www.oecd.org/sti/broadband/1.11-FibreGrowth-2022-12.xls>

⁶⁰ UIT, 5G - Fifth generation of mobile technologies. Consultado en: <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/5G-fifth-generation-of-mobile-technologies.aspx>

⁶¹ Descargado de: <https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2023/03/270223-The-Mobile-Economy-2023.pdf>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 34 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

3.1.1. Evolución de Redes troncales/red de alta velocidad

El desarrollo de redes fijas tanto a nivel internacional como en Colombia se genera a partir del desarrollo de los servicios de Internet por parte de actores incumbentes quienes tenían como principal activo redes de telefonía de pares de cobre en competencia con proveedores alternos que se consolidaron gradualmente a partir del desarrollo de redes de televisión por suscripción (cable) con redes de tipo HFC⁶² bajo estándares DOCSIS⁶³.

Este modelo de desarrollo lleva a que exista, para el caso de las redes tradicionales de proveedores incumbentes, un proceso de transformación y actualización de las redes, migrando de servicios XDSL hacia redes del tipo FTTH⁶⁴, generalmente con base en tecnologías PON, siendo GPON⁶⁵ la de más común uso actualmente.

Existe un potencial de crecimiento importante para las redes fijas, no solo en cuanto a su cubrimiento, sino en especial en cuanto a la mayor velocidad que demandarán tanto usuarios de los mercados masivos, como usuarios especializados, grandes consumidores de servicios como pueden ser los PRST móviles para el *backhaul* necesario en el despliegue de sus redes de 4G y 5G, así como de otras industrias cuyas aplicaciones requieren soporte intenso de servicios de telecomunicaciones (industrias financiera, de servicios públicos, servicios ambientales y de seguridad por parte de entidades públicas, control de tráfico, entre muchas otras).

Así mismo, se encuentra en el análisis de experiencias internacionales de este apartado (ver ANEXO 4. REDES TRONCALES/RED DE ALTA VELOCIDAD DE ACCESO ABIERTO) en el cual se presenta una revisión de las experiencias internacionales en materia de la reconversión de las redes HFC y de las redes fijas de cobre, así como el desarrollo y promoción de redes de fibra óptica, que las redes de fibra óptica se evidencian, en general, como aquellas que tendrían la mejor viabilidad de aumentar su capacidad en términos de velocidad final al usuario dentro de una razonabilidad adecuada de costos, generándose en muchos casos modelos de redes de fibra compartidas cuyas capacidades son ofertadas a múltiples actores en el mercado mayorista.

En éste apartado, se encontró que, en Europa, a la luz de la Directriz de Reducción de Costos de Banda Ancha (BCRD) del 2014, reguladores y operadores se fijaron metas relacionadas con la manera como se reconvertirán las redes de cobre de los operadores históricos a redes de fibra óptica. A este respecto, la Unión Europea encontró que en áreas donde FTTH se ha implementado ampliamente se pueden obtener beneficios considerables que facilitan el retiro de las redes de cobre. Estos incluyen costos operativos reducidos y un mejor caso de negocios para los operadores que invierten en fibra, una calidad de servicio más elevada para los clientes y beneficios más amplios para el medio ambiente y la sociedad, incluida la reducción de las emisiones de CO2.

De la misma manera, se encontró que existe un nuevo rol que juegan las redes fijas de fibra óptica como elemento fundamental para el soporte de redes de transporte urbano y de backhaul en el despliegue de los nuevos servicios y tecnologías, para el uso de redes móviles, destacando el gran papel

⁶² *Hybrid Fiber-Coaxial* (En español, Híbrida Fibra-Coaxial) Red compuesta tanto de enlaces de fibra óptica como también de cable coaxial.

⁶³ *Data Over Cable Service Interface Specification*, (En español, Especificación de Interfaz para Servicios de Datos por Cable).

⁶⁴ *Fiber to the home* (En español fibra hasta la casa).

⁶⁵ Gigabit Passive Optical Network (en español Red óptica pasiva con capacidad Gigabit).

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 35 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

que juegan las Autoridades Nacionales de regulación -ANR- en el desarrollo de acciones dirigidas a facilitar el despliegue de redes de fibra óptica a través de medidas que promuevan, además del uso compartido de infraestructura pasiva de posterial y ductería, la inclusión de fibra óptica oscura en los elementos de compartición pasiva y el despliegue de redes alrededor de una sola red de FTTH en áreas donde la duplicación de la red no es viable.

Los casos de Corea del Sur y Suecia han promovido la conformación de redes únicas neutras, a precios de acceso eficientes, con el objeto de lograr la reducción del costo de despliegue de infraestructura que garantizara que los operadores inalámbricos operaran y tuvieran acceso bajo unas reglas iguales a infraestructura de fibra, a tasas razonables, que les permitiera contar con capacidad suficiente para de realizar el despliegue de nuevas redes de 4G y 5G.

Se destacó, asimismo, el caso de StockAB, empresa municipal sueca de propiedad de la ciudad de Estocolmo, que atiende, igualmente, a las ciudades cercanas de Enköping, Västerås, Eskilstuna, Strängnäs y Södertälje y a varias de las islas en el archipiélago de Estocolmo. Se encontró que la empresa tiene como objetivo es construir y arrendar fibra oscura neutra a nivel mayorista en igualdad de condiciones a empresas de todas las industrias y familias en la ciudad, cubriendo el 99% de la oferta mayorista de fibra de esas ciudades.

Finalmente, se confirma a nivel empresarial la tendencia de reconversión a fibra óptica de la infraestructura de cobre que se observó para los países anteriormente referidos. Se destacaron los casos de Telefónica de España y de ENEL – UFINET, empresas que han desplegado redes de cable de fibra óptica neutra en mercados mayoristas de telecomunicaciones en diferentes países de la América Latina, Estados Unidos y España.

3.2. El concepto de neutralidad de red y el de redes neutras o de acceso abierto

El principio de neutralidad de red está definido por organismos como la UIT⁶⁶ como el tratamiento no discriminatorio de los paquetes de datos que fluyen a través de una red de telecomunicaciones, sin consideración por origen, destino o contenido, y que, a su vez establece una serie de principios que incluyen la transparencia, la no discriminación, la libertad de elección, la privacidad y la seguridad. Lo anterior, significa que los proveedores de servicios de Internet (ISP) no deben bloquear, ralentizar o discriminar el tráfico en función de su contenido o fuente, y deben ofrecer un acceso abierto y no discriminatorio a todos los usuarios de Internet.⁶⁷ Esta interpretación y su posterior reglamentación han sido tenidas en cuenta en Colombia, en particular con la Resolución CRC 3502 de 2011.

Por su parte, el concepto de **red de acceso abierto** refiere a aquella red de telecomunicaciones que está concebida para permitir que múltiples proveedores de servicios compitan en igualdad de condiciones en el suministro de servicios a los usuarios finales, en la cual dichos proveedores pueden

⁶⁶ https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-TRH.1-2020-PDF-S.pdf

⁶⁷ Sobre este particular la CRC, producto del mandato establecido en el artículo 56 de la Ley 1450 de 2011 y las competencias establecidas en la Ley 1341 de 2009, reguló en el año 2011 lo concerniente a las reglas sobre neutralidad de red a través de la Resolución CRC 3502 de ese mismo año compilada en el Capítulo 9 "NEUTRALIDAD EN INTERNET" del Título II de la Resolución CRC 5050 de 2016.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 36 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

acceder a la infraestructura de red como soporte y en igualdad de condiciones para prestar sus servicios, lo que significa que no se otorga una ventaja a un proveedor sobre otro. Este tipo de modelos de negocio o tipos de ofertas de redes en realidad no tienen un nombre único bajo el cual se puedan agrupar.

Incluso, de acuerdo con la OCDE (2013), no existe una definición única de lo que significa acceso abierto en los países miembros de la organización. En la Agenda Regulatoria 2023-2024 de la CRC se utiliza el término “redes neutras” teniendo en cuenta que una de las formas en que se denominan es “Redes de acceso neutral” (*Neutral Access networks*). Sin embargo, pueden existir otros nombres para el tipo de oferta tales como: “Redes mayoristas independientes” (*Single Wholesale Networks*), “Redes mayoristas de acceso abierto” (*Wholesale Open Access Networks*), o, simplemente, “Redes de acceso abierto” (*Open Access Networks*). Con base en esto, para este estudio se decidió adoptar un único término para denominar este tipo de modelos de negocio: “Redes de acceso abierto”, que se utilizará para hablar de soluciones de conectividad y modelos de negocio bajo este mismo nombre.

Estos dos conceptos antes expuestos, si bien hacen referencia al tratamiento igualitario, difieren, en cuanto a que la neutralidad de red propugna por garantizar la igualdad de tratamiento del tráfico de Internet, al paso que, en el caso de una red de acceso abierto, esta se centra en garantizar la igualdad de acceso a la infraestructura de red para que los proveedores puedan prestar sus servicios. Ahora bien, desde un contexto más general, ambos conceptos están íntimamente relacionados con la promoción de la competencia, la innovación y el acceso a los servicios de telecomunicaciones por parte de los usuarios finales.

Hecha la anterior distinción, y adentrándonos en el concepto, de la revisión de los estudios que se han adelantado por parte de organizaciones internacionales sobre este tema se identificaron dos definiciones que establecen, de manera general, los criterios bajo los cuales se clasifican este tipo de modelos de negocio.

De acuerdo con la OCDE (2013) se puede hablar de acceso abierto cuando existe un “*Acceso mayorista a infraestructura de red o servicios provistos en condiciones justas y razonables, para el cual hay cierto nivel de transparencia y no-discriminación*”. En este mismo sentido, la UIT a través de los Simposios Mundiales de Organismos Reguladores⁶⁸, desde el año 2008, orienta la definición de red de acceso abierto, a partir de sus directrices para hacer posibles las redes abiertas, empezando por la definición de acceso abierto, desde la perspectiva de un proveedor de servicios, como la posibilidad de que terceros utilicen una infraestructura de red existente (regulado o comercial), y desde la perspectiva de usuario, el que todo consumidor debe tener acceso a todos los servicios y aplicaciones que se transmitan por dichas redes, con independencia del tipo de red y de quien los suministre, de una manera transparente y no discriminatoria.⁶⁹

Debido al interés que ha generado este tipo de modelos de negocio para promover la conectividad, la empresa Meta ha dedicado recursos desde hace algunos años a documentar de forma específica diversos casos internacionales bajo el modelo denominado como “Red como Servicio” (*Network as a Service - NaaS*⁷⁰). Para ello, desde 2020 ha creado el Grupo de Soluciones de Red como Servicio con

⁶⁸ [Simposio Mundial para Organismos Reguladores \(itu.int\)](#)

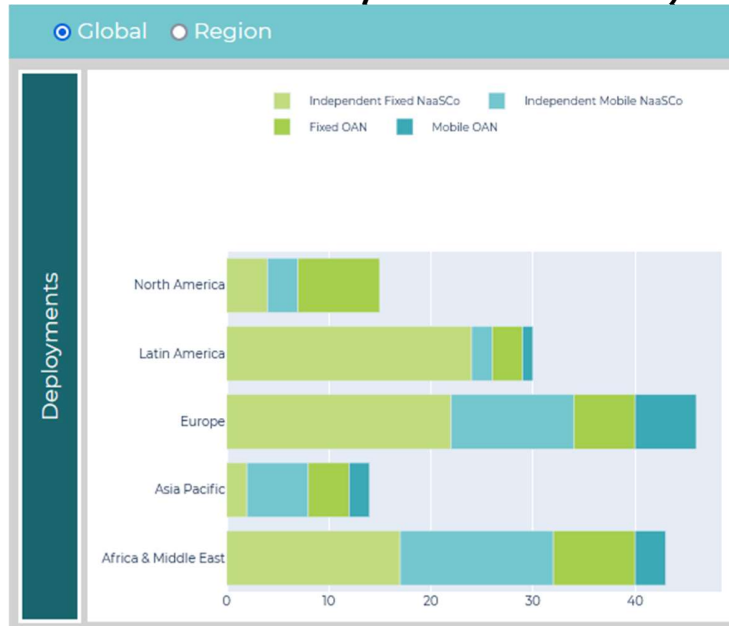
⁶⁹ UIT (2010), UIT (2011)

⁷⁰ El modelo de red como servicio – NAAS es un modelo emergente en el cual los clientes alquilan servicios de red a los proveedores de la nube.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 37 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Anfitrión Neutral⁷¹ (*Neutral Host NaaS Solution Group*), enmarcado en el Proyecto TIP⁷² enfocado en las necesidades de operadores neutrales de redes móviles, fijas y en edificios con el fin de apoyar el desarrollo de estos modelos de negocio, y acelerar pruebas y despliegues a nivel mundial.

Gráfico 10. Número de proyectos de redes abiertas según continente y tipo de red (Red como Servicio – NaaS y Red de acceso abierto)



Fuente: TIP Project, NaaS Group⁷³

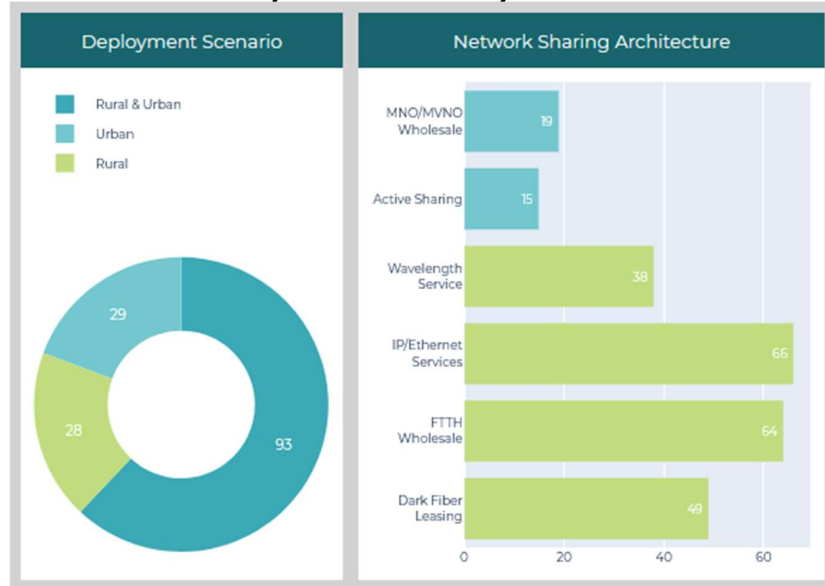
⁷¹ El proyecto TIP define una red como servicio (NaaS) de anfitrión neutral como un modelo de negocio o entidad operativa de hosts neutrales de terceros que **construyen, poseen y operan redes mayoristas** dedicadas, utilizadas por proveedores de servicios a través de acuerdos comerciales. Su operación se puede realizar para redes móviles, fijas y al interior de las edificaciones para ampliar las implementaciones en entornos urbanos, rurales o interiores aprovechando la economía del intercambio de redes al tiempo que permite la competencia basada en servicios.

⁷² <https://telecominfraproject.com/naas/>

⁷³ Los proyectos independientes corresponden a iniciativas de agentes privados, y los denominados OAN, corresponden a iniciativas con participación de gobiernos nacionales, regionales o municipales.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 38 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Gráfico 11. Número de proyectos de redes abiertas según el alcance de la red y la arquitectura de compartición



Fuente: TIP Project, NaaS Group⁷⁴

Como parte de los productos de este grupo se tiene una herramienta de seguimiento (NaaS Global Tracker⁷⁵) de soluciones que se pueden ubicar bajo la definición de acceso abierto. De acuerdo con esta herramienta, al momento de la consulta realizada, a nivel mundial se tienen 148 despliegues de red, por parte de 87 empresas en 73 países. Las regiones de Europa y África y Medio Oriente tienen la mayor cantidad de ejemplos de soluciones bajo el esquema NaaS. Para Latinoamérica se tienen 30 proyectos documentados, de los cuales 27 corresponden a soluciones de redes fijas y 3 soluciones de redes móviles. De acuerdo con la información consolidada por el Grupo NaaS, la mayor parte de las soluciones de acceso abierto existentes en el mundo corresponden a soluciones fijas a través de redes de fibra, y han sido desplegadas con cobertura en entornos rurales y urbanos simultáneamente.

Aunque hace algunos años este tipo de soluciones eran principalmente promovidas a través de proyectos con financiación parcial de recursos públicos, en la actualidad, con excepción de Norteamérica, se puede observar que los despliegues de soluciones de acceso abierto tienden a ser soluciones desplegadas por operadores independientes que ofrecen su infraestructura a nivel mayorista.

En servicios móviles, GSMA (2019) señala que la infraestructura de la red móvil es el determinante de la experiencia del usuario y por ello, es uno de los activos claves para la prestación de estos servicios. Sin embargo, poder realizar el despliegue de redes densas, en particular para tecnologías 5G, ha conducido en la búsqueda de eficiencias a través de esquemas de compartición de infraestructura. Los esquemas tradicionales de compartición de infraestructura pasiva (la infraestructura no electrónica) puede tener beneficios por reducción de, principalmente, del CAPEX requerido. Adicional a compartir

⁷⁴ Los proyectos independientes corresponden a iniciativas de agentes privados, y los denominados OAN, corresponden a iniciativas con participación de gobiernos nacionales, regionales o municipales.

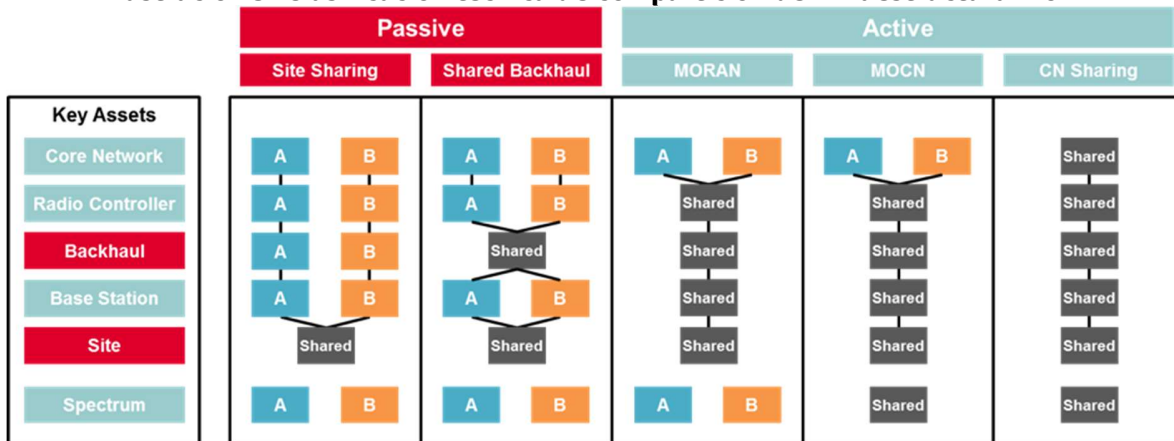
⁷⁵ <https://telecominfraproject.com/naas/>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 39 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

elementos pasivos, se presentan mecanismos de compartición de infraestructura electrónica de la red, tales como la red de acceso por radio, y la red central o núcleo (servidores y funcionalidades de red central).

Cuando se realiza compartición de la red de acceso por radio y cada operador utiliza el espectro asignado se conforman esquemas del tipo MORAN (Red de acceso por radio multioperador). En los esquemas MOCN se realiza compartición de las redes de acceso de radio y espectro sin compartir la red núcleo. Las complejidades en las condiciones habilitantes, la negociación como en la operación requiere compromiso de largo plazo entre operadores debido a las complejidades de la operación. Los beneficios esperados de estos esquemas es la reducción en el OPEX y huellas de la red.

Ilustración 9. Clasificación técnica de compartición de infraestructura móvil



Fuente: GSMA (2019)

3.3. Mejores prácticas de política pública y regulación en la promoción del desarrollo de ofertas de redes de acceso abierto

3.3.1. Recomendaciones de la OCDE

Desde el punto de vista de estudios específicos realizados sobre el modelo de redes de acceso abierto no existe documentación extensa. Sin embargo, OCDE (2013) contiene una relación de las consideraciones de política pública y regulación aplicables a las redes de acceso abierto. A continuación, se describen los elementos más importantes de estas recomendaciones.

Tipos de redes que operan bajo el modelo de acceso abierto

Para el caso de redes fijas, las políticas de acceso abierto iniciaron décadas atrás enfocadas en garantizar el acceso a través de medidas regulatorias de tipo mandatorio, tales como la desagregación del bucle de abonado u otros servicios mayoristas, que han sido utilizados para promover la competencia en los respectivos mercados. Para redes móviles, afirma la OCDE, ha habido algunos tipos de medidas para

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 40 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

obligar a los operadores móviles a compartir sus redes. Ejemplo de ello son las obligaciones de acceso para Operadores Móviles Virtuales que, de acuerdo con la OCDE, podrían considerarse esquemas de acceso abierto.

Por otro lado, se tienen acuerdos de acceso abierto para redes de transporte (Backbone o Backhaul), por ejemplo, en el caso de redes municipales, cables submarinos o redes mayoristas de transporte. Estos casos usualmente provienen de la intervención del sector público para atender necesidades de conectividad no cubiertas por la oferta de actores privados. Adicionalmente, es posible considerar los IXPs como ejemplos de infraestructura de acceso abierto, teniendo en cuenta el esquema típico de membresía con que operan y la estandarización de condiciones de uso de la infraestructura para los miembros participantes.

Conclusiones de la OCDE sobre los regímenes para promover iniciativas de acceso abierto

De acuerdo con la OCDE, muchos de los casos de redes de acceso abierto son el resultado de la financiación del despliegue de redes de banda ancha con recursos públicos, y sugiere que para estos casos haya cooperación entre la entidad que financia los proyectos y el regulador de telecomunicaciones, con el fin de garantizar coherencia entre la regulación *ex ante*, el marco legal de competencia y los esquemas públicos de financiación. Se establecen algunos elementos básicos del acceso abierto como modelo de negocio asociado con la provisión de redes de comunicaciones:

- a. El acceso es provisto a nivel mayorista.
- b. El acceso efectivo se da en los casos donde es provisto en condiciones justas y razonables. Para promover efectividad se debe considerar que, en escenarios de regulación de precios mayoristas, la fijación de los niveles de precios sea adecuada y se eviten otros comportamientos discriminatorios no relacionados con el precio.
- c. El acceso se debe proveer en condiciones transparentes y no-discriminatorias o, como mínimo, debe existir una política clara sobre las condiciones aplicables al acuerdo. Se puede mejorar la transparencia con la existencia de ofertas públicas de referencia.
- d. Los modelos de acceso abierto, al momento de publicación de las recomendaciones de la OCDE, rara vez habían sido implementados de forma voluntaria, y eran usualmente resultado de la intervención de algún agente público.

3.3.2. Consideraciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

Tal como se indicó anteriormente, la UIT en el Simposio Global de Reguladores (GSR) de 2010 definió recomendaciones de buenas prácticas a través de un listado de consideraciones a tener en cuenta para la promoción de los modelos de acceso abierto a través de medidas de política pública y regulación, así:

- a. Definir principios aplicables: no-discriminación, efectividad y transparencia. Es importante compartir infraestructura pasiva y activa.
- b. Existe la posibilidad de que los reguladores deban obligar a operadores de redes de banda ancha con posición dominante en el mercado a permitir el acceso en diferentes niveles de la red.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 41 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

- c. Importancia de la regulación mayorista para proveer una oferta mayorista pública y con precios orientados a costos.
- d. Necesidad de regular en casos de despliegue de fibra al interior de edificaciones.
- e. Contar con información de infraestructura disponible en un sistema de información centralizado. Se debe promover que los agentes que detentan infraestructura publiquen dicha información.
- f. Importancia de coordinar con agentes relevantes, incluso por fuera de la industria TIC, para evitar barreras en el despliegue de infraestructura civil.
- g. Recomienda estrategia de gestión del cambio para reguladores con el fin de que se ajusten a las necesidades de la industria.

En 2021, nuevamente el GSR trató el tema con un enfoque más amplio, la temática fue "Regulación para la transformación digital: Acelerando la conectividad, acceso y uso inclusivo"⁷⁶; donde se discutieron los impactos de la banda ancha y la digitalización como impulsores determinantes de la recuperación de la pandemia generada por el Covid-19. Se resaltó como el acceso a infraestructura abierta resulta clave para acelerar la cobertura de servicios de Internet y mejorar la asequibilidad de dicho servicio.

3.3.3. Consideraciones regulatorias para los modelos de acceso abierto

Teniendo en cuenta la experiencia obtenida de los casos de soluciones de acceso abierto y la regulación utilizada en relación con este tipo de soluciones principalmente en Europa, se cuenta con literatura económica y análisis de tipo regulatorio que se han hecho sobre el tema, en este aspecto se destaca la contribución de Kraemer & Schnurr (2014) quienes proponen un marco unificado de definición de la regulación del acceso abierto a la infraestructura de telecomunicaciones. Para ello, se analizó las reglas de acceso abierto aplicables a los proyectos financiados con recursos públicos, y los diferentes escenarios de soluciones que se enmarcan en la definición de acceso abierto, para proponer una visión integral de la caracterización de estos escenarios y las medidas de política pública y regulación aplicables a cada uno de ellos. Los autores proponen cuatro escenarios:

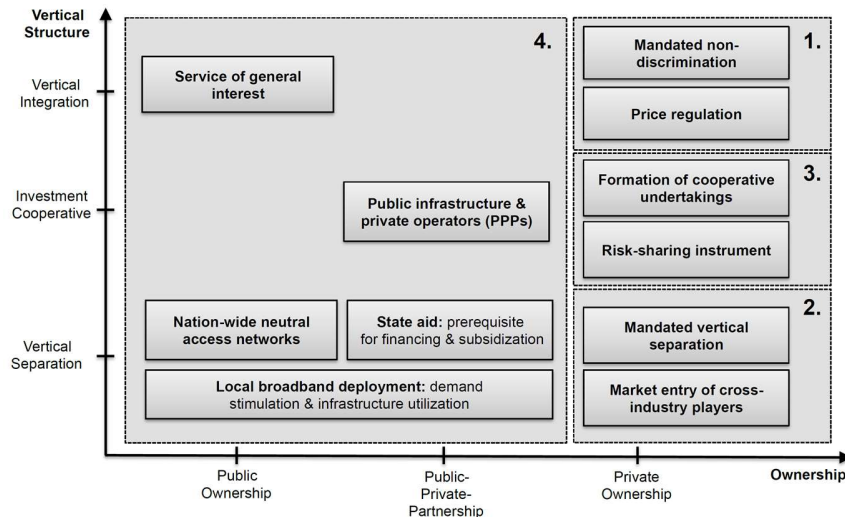
- A. Operador/Propietario de red integrado verticalmente
- B. Operador/Propietario de red con mandato de separación vertical
- C. Cooperativas creadas por agentes privados
- D. Participación del sector público

Estos escenarios los ubican en un cuadrante que evalúa el nivel de separación vertical contra el tipo de propietario de la infraestructura de acuerdo con lo que se indica en la ilustración siguiente.

⁷⁶ <https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/2021/Pages/default.aspx>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 42 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Ilustración 10. Marco unificado de análisis para clasificación de escenarios de acceso abierto



Fuente: Kraemer & Schnurr (2014)

A partir del análisis de la literatura económica sobre la materia, y la estructura de los escenarios propuesta, definen una serie de consideraciones a tener en cuenta para la adopción de medidas aplicables a cada uno de estos escenarios, los cuales se resumen a continuación.

Escenarios A. y B. – Operador/Propietario de red privado

- Oferta es provista por actores privados que detentan propiedad de la infraestructura.
- La discriminación de precios se corrige con regulación de precios mayoristas. Es posible que se presente discriminación no basada en precio (sabotaje al entrante). Existe falta de información precisa para definir el precio adecuado.
- Medida regulatoria sugerida: i) obligación de proveer acceso abierto y ii) definición de condiciones de no-discriminación, fáciles de controlar por el regulador.
- Promueve transparencia en oferta y precios mayoristas, y reduce costos de transacción y barreras de entrada para mejorar la competencia en servicios.
- La separación estructural es un remedio para la discriminación no basada en precio, pero genera efectos negativos como: doble marginalización, incremento de costos de transacción, costos de separación, deseconomías de escala.

Escenario C. Cooperativas de agentes privados

- Múltiples agentes privados en múltiples etapas de la cadena de valor de prestación del servicio cooperan en el despliegue de la infraestructura.
- Medida regulatoria sugerida: mecanismos de compartición de riesgo (incumbente y entrante fijan ex-ante la distribución de costos y beneficios de la inversión) producen el mayor nivel de

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 43 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

competencia y el mayor nivel de inversión, como alternativa a mecanismos tradicionales (precios LRIC⁷⁷/costos medios o la vacancia regulatoria). Promueve inversión, incrementa la cobertura y beneficio al consumidor.

- Puede requerir regulación que se adapte a la evolución del esquema cooperativo (acceso abierto obligatorio antes del acuerdo y retirar la obligación cuando inicia el proyecto de inversión. Promueve la formación de acuerdos).

Escenario D. Participación del sector público

- Puede acelerar cobertura y velocidad de despliegue, pero usualmente son sujetos de ineficiencias en costos, complejidad e información imperfecta, por lo que debe haber un límite a la participación del Estado en los proyectos de despliegue y operación de redes de comunicaciones.
- Redes municipales tienen enfoque más claro para cubrir zonas no rentables (Usualmente operadores de servicios públicos – energía - con redes de comunicaciones propias). Límites por costos de backhaul.
- Beneficio de la inversión pública se maximiza en el despliegue de infraestructura civil (postes, ductos) para reducir costos de despliegue a operadores.
- No hay conclusión sobre el beneficio del acceso abierto en redes financiadas con recursos públicos. Solo se debería utilizar cuando no hay suficiente inversión privada.
- Aunque participación del Estado puede evitar la discriminación de agentes, existen reparos en incentivos de funcionarios que toman decisión, y falta de transparencia y responsabilidad en la implementación de las soluciones.

3.3.4. Mejores prácticas para soluciones de acceso abierto cuando son financiados con recursos públicos

En línea con lo mencionado anteriormente sobre los distintos escenarios de soluciones de acceso abierto, y dada la relevancia de los proyectos financiados con recursos públicos que se observa a través de las experiencias internacionales documentadas y la caracterización de los proyectos analizados a partir de la revisión de mejores prácticas, se hizo una compilación de las recomendaciones dadas por el Banco Mundial y las medidas adoptadas por la Comisión Europea en relación con este tipo de proyectos.

El Banco Mundial (2019), en el marco de la revisión de modelos de financiación de proyectos de conectividad rural en Europa hizo una serie de recomendaciones para redes de acceso abierto en zonas rurales que se muestran en la ilustración siguiente.

⁷⁷ LRIC: Long Run Incremental Cost, por sus siglas en inglés. Costo incremental promedio a largo plazo.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 44 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Ilustración 11. Consideraciones relativas a soluciones de acceso abierto financiados con recursos públicos en zonas rurales

<p>Tipo de agentes para el proyecto</p> <ul style="list-style-type: none"> Operadores pequeños y medianos son primer canal de apoyo para promover conectividad rural (<i>Conocer la realidad local les da ventaja</i>) En algunos casos se encontró que las iniciativas comunitarias son exitosas <p>Tipo de zonas y geografía</p> <ul style="list-style-type: none"> Zonas más difíciles de conectar se quedan relegadas sin flexibilización de obligaciones Distribución del riesgo y de los costos, y agregación de demanda son indispensables 	<p>Modelo de Negocios</p> <ul style="list-style-type: none"> Casos exitosos basados en modelos de infraestructura mayorista neutral (<i>No debe proveer servicios minoristas. Le resta neutralidad</i>) Es viable permitir la participación de agentes no tradicionales para esta oferta mayorista <p>Rol de reguladores y Política Pública</p> <ul style="list-style-type: none"> Claridad en reglas y regulación aplicable <i>Posibilidad de definir reglas diferenciales para promover factibilidad de los proyectos rurales</i>
---	---

Fuente: Banco Mundial (2019)

Adicionalmente, como parte del Manual de Estrategias de Banda Ancha, el Banco Mundial (2012) establece algunas recomendaciones sobre el uso de soluciones de acceso abierto que se listan a continuación.

- a. Las redes subsidiadas deben ser de acceso abierto, es decir, deben ofrecer capacidad o acceso a todos los actores de mercado en condiciones no discriminatorias.
- b. Se deben implementar mecanismos para proveer acceso abierto a redes subsidiadas y a redes de operadores dominantes en el mercado.
- c. En caso de considerar la posibilidad de inversión de municipios o empresas de servicios públicos en redes de telecomunicaciones y se espera que esta inversión pueda generar distorsiones en el mercado, se debería limitar la inversión de recursos públicos a inversiones básicas, tales como la provisión de fibra oscura bajo condiciones de acceso abierto.

Por su parte, la OCDE y el BID desarrollaron el análisis y propuesta de Políticas de banda ancha para América Latina y el Caribe (2016)⁷⁸, donde identificaron buenas prácticas para mejorar la conectividad y acceso en la región; dentro de las recomendaciones se destacan las siguientes:

- Las estrategias digitales y los planes nacionales de banda ancha deben tratar de aumentar el acceso y uso de dichas redes mediante un enfoque de gobierno completo y apoyado por las diferentes partes interesadas.
- Es necesario disponer de un marco normativo estable y previsible para promover la inversión a largo plazo en infraestructuras de banda ancha. Una reglamentación sólida contribuirá a ampliar la expansión de la infraestructura al reducir el costo del despliegue.
- El aumento de la competencia es un elemento clave para disciplinar los precios, favorecer la innovación y mejorar la capacidad de respuesta a la demanda. Se requieren agencias

⁷⁸ <https://www.oecd.org/digital/broadband/lac-digital-toolkit/Home/LAC-Broadband-Toolkit-ESP-Excerpt.pdf>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 45 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

independientes para tratar cuestiones relativas a posiciones dominantes o imponer regulaciones en los mercados mayoristas cuando resulte necesario para reducir las barreras a nuevos participantes.

- Es preciso que la banda ancha sea cada vez más accesible y asequible a sectores desfavorecidos y personas que viven en zonas rurales y remotas. Deben evitarse cargas fiscales sectoriales excesivas que disuadan la expansión y el uso de la banda ancha. Asimismo, las autoridades públicas pueden establecer incentivos y financiar redes cuando los mercados no sean capaces de satisfacer la demanda por sí solos.
- Los marcos normativos han de garantizar a las autoridades una posición favorable para abordar cuestiones en el ámbito de la competencia y la inversión derivadas de una mayor convergencia de redes y servicios.
- Conviene fomentar los acuerdos regionales de cooperación, el intercambio de experiencias regulatorias, el despliegue de infraestructuras regionales de conectividad, los flujos de datos transfronterizos y la reducción de los precios de la conectividad internacional y de la itinerancia o roaming.
- La implementación de marcos e instrumentos de medición para supervisar la progresión de la banda ancha y los servicios digitales es esencial para fundamentar las decisiones políticas y regulatorias.

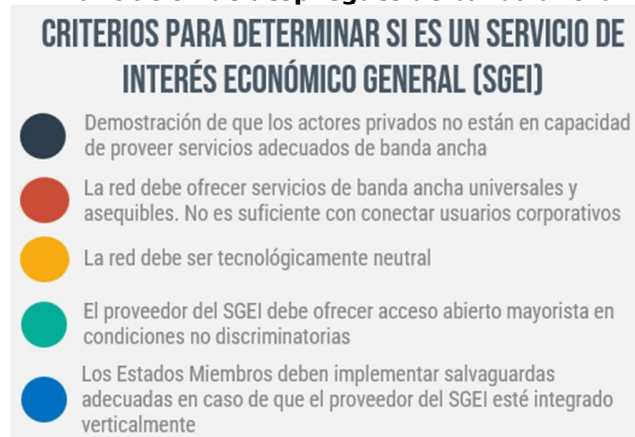
Asimismo, describe como referencia de los mecanismos que se deben implementar para revisar la pertinencia de los proyectos de banda ancha financiados con recursos públicos a través de los Lineamientos de Banda Ancha (Broadband Guidelines⁷⁹) de la Comisión Europea. La versión más reciente de estos lineamientos fue adoptada y publicada por la Comisión Europea en enero de 2023. Allí se definen los criterios aplicables para la inversión de recursos públicos en redes de banda ancha con el objetivo de lograr: mayor cobertura de banda ancha, mejor calidad, servicios más asequibles e inversiones pro-competitivas.

Con base en este marco regulatorio general para la utilización de recursos públicos en la financiación de proyectos de despliegue de redes de banda ancha, todas las iniciativas propuestas por los gobiernos deben cumplir con una serie de criterios que se describen en la siguiente ilustración.

⁷⁹ Comisión Europea (2023)

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 46 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Ilustración 12. Criterios utilizados por la Comisión Europea para evaluar iniciativas de financiación de despliegues de banda ancha



Fuente: elaboración CRC propia con base en Comisión Europea (2023)

Una vez se verifica el cumplimiento de estos criterios, la iniciativa debe pasar por un test de evaluación de compatibilidad con artículos del tratado de la Unión Europea, para lo cual debe cumplir con dos condiciones:

1. Facilitar el desarrollo de una actividad económica (Debe generar un incentivo para el desarrollo de nuevas actividades, no financiar una actividad que realizaría algún agente por sí solo, y no alterar los planes de inversión de los agentes interesados).
2. La ayuda no debe afectar las condiciones comerciales en un mercado a un nivel que sea contrario al interés general (Evaluar efectos positivos y negativos en el mercado, la competencia, la calidad de servicio, etc.).

3.3.5. Conclusiones sobre los elementos de política pública y regulación necesarios para la promoción de redes de acceso abierto

A partir de la revisión de experiencias internacionales y las mejores prácticas para la promoción de soluciones de acceso abierto, a continuación, se listan las recomendaciones de política pública y regulación.

1. Existen múltiples interpretaciones del acceso abierto. La regulación aplicable debe definir claramente el alcance.
2. Debe haber el menor nivel de intervención posible por parte del Estado (Inversión pública y/o regulación) y privilegiar las inversiones y los esquemas de colaboración de los actores de mercado.
3. Existen modelos de acceso abierto mandatorios o voluntarios. El nivel de intervención depende del modelo a utilizar (Flexibilidad).

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 47 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

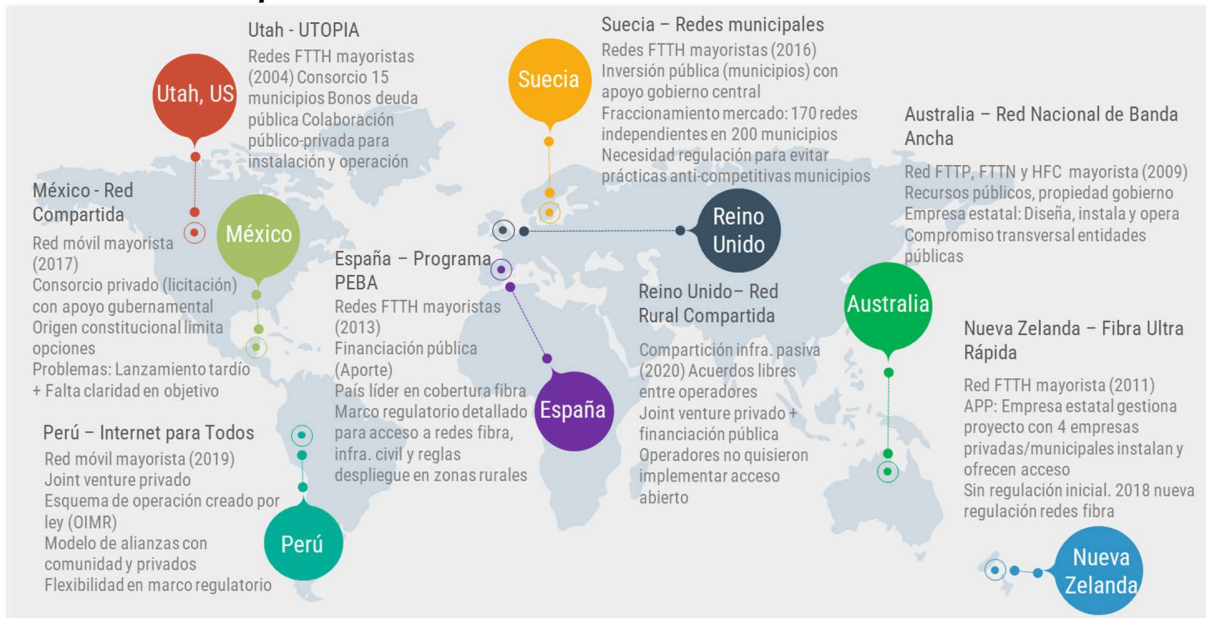
4. Se debe considerar flexibilización de condiciones regulatorias asociadas al despliegue y operación de redes de acceso abierto en zonas rurales. El exceso de obligaciones puede hacer inviable los proyectos.
5. La inversión de recursos por parte del Estado, ya sea en ejecución directa o a través de terceros en contrato de obra de riesgos compartidos en asociaciones público-privadas, se debe dar únicamente cuando se evidencie ausencia de iniciativas del sector privado.
6. La inversión pública que tenga como objetivo el despliegue de infraestructura se debe enfocar en la provisión de red a nivel mayorista. Adicionalmente, los actores de mercado deben ver las soluciones financiadas con recursos públicos como aliados y no como competidores.
7. Iniciativas con financiación estatal pueden generar afectaciones en competencia y desplazamiento de la inversión de terceros, por lo que debe considerarse una evaluación de los efectos a lo largo de la vida del proyecto. En la etapa de diseño evaluar los efectos potenciales, en tanto en la ejecución implementar acciones de seguimiento y mejoras para mitigar comportamientos no deseados en competencia. Algunas problemáticas de competencia son apalancamiento de posición de incumbentes, diferencial de precios en servicios mayoristas de aquellos PRST ejecutores de inversión pública respecto de los que no contaron con ello, entre otros
8. La intervención regulatoria en definición de condiciones específicas aplicables al dueño de la red y la oferta mayorista usualmente es utilizada para redes de acceso: condiciones de acceso, infraestructura civil, condiciones de despliegue.
9. Los nuevos desarrollos tecnológicos (Compartición de espectro, nuevas tecnologías para hacer uso eficiente de la red) han aportado al desarrollo de esquemas de negocio de acceso abierto basados en la compartición.
10. Es relevante la coordinación entre la política pública, el marco legal y el marco regulatorio tanto en proyectos de iniciativa privada, y más aún en los proyectos financiados con recursos públicos. Con ello, la inversión pública deberá verse reflejada en soluciones efectivas para el cierre de la brecha digital, bajo un marco de promoción de la competencia y la inversión.

3.4. Revisión de experiencias internacionales

Con el fin de tener algunos elementos de referencia sobre los tipos de soluciones implementadas y las características más representativas de cada experiencia en la implementación de soluciones haciendo uso del modelo de redes de acceso abierto, se seleccionaron ocho (8) casos que incluyen el despliegue de redes móviles (ver Anexo Redes móviles) y fijas. Algunos de ellos son soluciones independientes, otras soluciones con financiación pública. Para cada uno de los casos se documentó el modelo de financiación, el modelo de gobernanza, los aspectos técnicos generales de la solución, los mecanismos de acceso fijados por el dueño de la red o la regulación aplicable, y las medidas de política pública y regulación relevantes. Igualmente, se buscó que los casos estuvieran distribuidos alrededor del mundo de acuerdo con lo que se muestra en la Ilustración 13.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 48 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Ilustración 13. Experiencias internacionales documentadas sobre soluciones de acceso



Fuente: elaboración CRC

A continuación, se da una descripción resumida de cada caso revisado y al final de esta sección se encuentra la Tabla 3, la cual resume los elementos más importantes de cada una de las dimensiones evaluadas para cada caso documentado. Los principales elementos de cada caso de encuentran en el **ANEXO 2. Casos de estudio de despliegue de redes de acceso abierto** y en el documento anexo REDES de ACCESO ABIERTO. La información de insumo de los mismos se encontró a través de fuentes secundarias de carácter público, y en algunos casos se realizaron entrevistas⁸⁰ con representantes o beneficiarios de las redes o los programas de política pública con el fin de documentar con mayor detalle las características y los factores relevantes de dichos casos.

1. **Red compartida en México:** red de acceso mayorista móvil que se implementó bajo un modelo de alianza público-privada en la cual se otorgó el contrato de despliegue de la red de tecnología LTE al consorcio privado Altan Redes. El gobierno aportó 90 MHz de espectro para la operación de la red y la provisión de servicios mayoristas.
2. **Internet para Todos (IpT) en Perú:** joint venture de Telefónica, Meta Connectivity, BID Invest y CAF que despliega y opera una red móvil en municipios y zonas remotas en Perú. IpT opera bajo un modelo legal de provisión de servicios móviles en zonas rurales denominado Operador de Infraestructura Móvil Rural (OIMR), el cual no tiene permitido prestar servicios minoristas y no tiene asignación de espectro, por lo que la solución mayorista ofrecida se soporta en la utilización del espectro asignado a los operadores interesados en tener cobertura en las zonas remotas.

⁸⁰ Internet para Todos, Perú; Red Compartida, México; Programa PEBA, España.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 49 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

3. Red rural compartida en el Reino Unido: joint venture conformado por los 4 operadores móviles del Reino Unido, está a cargo de administrar y supervisar la implementación de infraestructura soporte para una red móvil que cubra el 95% de territorio en 2025. La inversión es repartida en partes similares entre los 4 operadores y el gobierno nacional. Los recursos destinados por los operadores están enfocados en facilitar la ubicación de equipos de radiofrecuencia en zonas rurales, mientras que la inversión del gobierno se enfoca en desplegar nuevos sitios donde no se tenía cobertura.
4. Redes municipales en Suecia: más que un proyecto específico, para este caso se analizaron las condiciones bajo las cuales se han desplegado redes de fibra óptica a nivel municipal a través del territorio sueco y han servido para promover altos niveles de conectividad. Una de ellas es la red de Goteborg Open Fiber⁸¹, la cual es una red de acceso abierto que se construyó para ofrecer servicios de banda ancha de fibra óptica a hogares, empresas y otras entidades en la ciudad de Gotemburgo en Suecia.
5. Banda Ancha Ultrarrápida en Nueva Zelanda: alianza público-privada para el despliegue de una red financiada y de propiedad del gobierno para proveer servicios mayoristas de acceso en fibra en todo el país. La empresa estatal creada para gestionar el proyecto contrató el despliegue de fibra con 4 empresas, una de ellas, Chorus, un spin-off del operador incumbente, Spark. Las otras tres empresas son 50% de propiedad del gobierno y 50% de propiedad de la empresa municipal de energía o directamente del municipio.
6. Programa PEBA en España: Este caso está fundamentado en una iniciativa de política pública desarrollada por el gobierno español con el fin de financiar el despliegue de redes de acceso en fibra al hogar; inicialmente otorgando libertad a los operadores participantes de escoger las zonas de despliegue, desde que se demostrara que los recursos se utilizarían en redes nuevas y en zonas donde no existiera cobertura.
7. Red Nacional de Banda Ancha (NBN) en Australia: se diseñó con el objetivo de desplegar una red de propiedad del gobierno por parte de una empresa creada específicamente para su operación, NBN Co⁸². Es una red de acceso abierto mayorista cuyo fin es dar cobertura al 100% de la población; uno de los elementos más importantes fue la decisión de ofrecer los mismos precios en todo el territorio, de forma que las zonas remotas, donde los costos son más altos, podrían tener precios que se ajustaran a un promedio de costos de despliegue de la red a nivel nacional.
8. UTOPIA (Utah Telecommunications Open Infrastructure Agency) en los Estados Unidos⁸³, red de acceso abierto construida por un grupo de ciudades y municipalidades en Utah establecida como una red de acceso abierto⁸⁴, con el fin de permitir a los proveedores de servicios del sector privado utilizar la red para prestar servicios, esperando como resultado más competencia. Esta red se divide áreas de servicio barriales y anillos de interconexión con diseño y construcción parcialmente terminados en 15 ciudades Integrantes.

⁸¹ <https://www.bredbandsval.se/sverige/goeteborg>








⁸² <https://www.nbnco.com.au/corporate-information/about-nbn-co>

⁸³ <https://www.utopiafiber.com/>

⁸⁴ <https://www.utopiafiber.com/2021/03/17/open-access-networks/>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 50 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Tabla 3. Comparativo de experiencias internacionales de redes de acceso abierto

Aspectos relevantes experiencias internacionales						
	Nombre	Modelo financiación	Modelo de gobernanza	Aspectos técnicos	Mecanismos de acceso	Política pública / Regulación
	Red compartida	APP	Consortio privado supervisado por regulador. Gobierno	Red 4,5G-LTE, banda 700 MHz. Soluciones técnicas no previstas	Acceso mayorista por <u>MNOs, MVNOs</u>	Proyecto Constitucional (Competencia vs. cobertura)
	Internet para Todos	<u>Joint venture</u> privado	Junta Directiva con igualdad de votos	Open RAN. OSS remoto. Espectro <u>MNOs</u>	<u>NaaS</u> . MORAN. Acuerdos con <u>MNOs</u>	Modelo Operador Infra Móvil Rural (OIMR)
	Red Rural Compartida	<u>Joint venture</u> privado /apoyo gubernamental	<u>Joint venture</u> administra y opera. Reporta cumplimiento a gobierno y regulador	Red 4G. Obligación cobertura 100% territorio	Compartición infra pasiva (Acuerdos operadores)	Modificación obligaciones previas cobertura
	Redes municipales	<u>Inv pública</u> (municipio) /apoyo gubernamental	Regulador otorga fondos/supervisa ejecución. Coordinación agentes gobierno	170 redes-200 <u>munic. Veloc.</u> 300Mbps a 1Gbps	Principal fibra oscura. Esquema <u>Munic-Telco-ISP</u>	Contrato <u>pro-forma</u> municipio- <u>telco</u> . Expectativa regulación
	Banda Ancha Ultrarrápida	APP	Empresa estatal (CIP) encargada de gestionar el proyecto. 4 empresas de fibra para desplegar y ofrecer mayorista	POI por área a cubrir. Red GPON hogar y punto-punto para empresas	Usuario solicita a ISP. Empresa de fibra instala acometidas	Inicio: no aplica regulación. Modificación 2018, nueva regulación redes fibra
	Programa PEBA	Subvención (aporte) para operadores privados	Gobierno asigna recursos y supervisa ejecución	Evolución Velocidad > 100 Mbps	Condiciones fijadas en regulación	Regulación: infra civil, redes acceso, edificios
	Red Nacional Banda Ancha	Recursos públicos. Propiedad del gobierno	Empresa gubernamental diseña, instala y opera red	Despliegue FTTP, FTTN y HFC (Ajuste diseño)		Compromiso transversal gobierno (Adiciones <u>ppot</u>)
	UTOPIA	Consortio municipios (bonos deuda pública)	Consortio 15 ciudades presentes en Junta. Equipo ejecutivo en operación	Barrios y anillos. Tendido subterráneo y aéreo	No discriminación de <u>ISPs</u>	Colaboración público-privada para instalación y operación

Fuente: elaboración CRC

4. CONCLUSIONES

El presente estudio analizó esquemas técnicos que impulsan la conectividad, a partir de la revisión de mejores prácticas y experiencias internacionales relacionadas con las condiciones de interconexión y en particular los puntos de intercambio de Internet y su rol en el ecosistema de Internet como soluciones de redes de acceso abierto para ampliar el alcance de redes fijas y móviles tanto mayoristas como minoristas.

En materia de los **puntos de intercambio de Internet (IXP)** se evidenció que su dinámica hace que surjan como iniciativas de los actores del ecosistema (ISP, CDNs, centros de datos, proveedores de redes de alta capacidad). Un elemento esencial identificado es que el surgimiento de esta infraestructura es el resultado de la coordinación de diversos agentes basados en condiciones de transparencia y neutralidad. Por ello, son ineficientes y de poco éxito aquellos basados en esquemas de intervención tales como peering obligatorio o gestión de IXPs centralizada por actores públicos como fueron los casos analizados de India y Chile.

De otra parte, aun cuando se evidencian beneficios del establecimiento de más puntos de intercambio, y en particular beneficios sobre ISPs de menor tamaño, estos actores presentan otros tipos de problemáticas que dificultan su articulación y relacionamiento con otros actores del ecosistema de Internet. Instancias de articulación como las identificadas en el caso de Brasil en las cuales se integran actores de política pública, financiación de la operación de los IXPs a partir de recursos del dominio país entre otros, brinda luces respecto de cómo podría liderarse desde la institucionalidad de la política pública, al menos en las primeras etapas, para promover: i) cooperación y articulación entre agentes del ecosistema con énfasis en pequeños ISP; ii) fortalecimiento de capacidades técnicas para ISPs; iii) condiciones para financiamiento en etapas iniciales de IXPs; iv) Conformación de directorio y

caracterización de otros actores con presencia nacional en el ecosistema de Internet como son los centros de datos y los CDNs, los cuales podrán integrarse a estrategias de transparencia de información como se describe más adelante. De otra parte, el directorio de ISP y de proveedores de redes de alta capacidad debería permitir identificar, a partir de la declaración de estos agentes, el momento de inicio y cese de operaciones, tal que la articulación pueda siempre considerar agentes en estado de operación.

De forma complementaria, dado que una de las problemáticas identificadas por los ISP son las condiciones de conectividad, esta Comisión como resultado de la Resolución CRC 7156 de 2023 avanzará durante el año 2024 en el estudio de las relaciones comerciales entre los PRST del mercado portador y los ISP de los 170 municipios en los cuales se identificó problemas de competencia tal que permita corregir o mitigar los mismos.

Así mismo, la transparencia de información favorece la articulación y a su vez la caracterización del ecosistema de Internet sobre la infraestructura desplegada por estos actores. Respecto de los servicios mayoristas la CRC está próxima a reglamentar las condiciones de reporte de información de los mapas de fibra definido por el artículo 4.12.1.2 de la Resolución CRC 5050 de 2016 subrogado por la Resolución CRC 6333 de 2021. Así mismo, realizó una modificación al formato de reporte del servicio portador (Formato T.3.1.) que permite caracterizar mejor las capacidades y la tipología de redes desplegadas en el servicio portador. A estos esfuerzos, es un reto integrar en un futuro a otros agentes relevantes identificados tales como Centros de Datos y CDNs que cuentan con presencia local. La potestad regulatoria de la CRC frente a estos actores no permite tener alcance para que esta información sea integrada a través de reportes de información periódica, por lo cual la coordinación con otros actores públicos podrá contribuir para contar con información de estos actores.

Finalmente, es importante señalar que a partir del Decreto 1079 de 2023 se permite la existencia de nuevos actores como lo son los prestadores de Internet comunitario. Las instancias de articulación deberán contemplar a estos nuevos agentes, así como considerar los elementos diferenciales definidos en la norma para su operación y que coadyuben a la articulación e integración a redes de conocimiento.

En materia de **redes de acceso abierto**, son múltiples las aproximaciones (*Neutral Access networks, Single Wholesale Networks, Wholesale Open Access Networks, Open Access Networks*) y con ello los modelos de negocio viabilizan el desarrollo y despliegue de este tipo de redes fijas o móviles. Las mejores prácticas identificadas coinciden en destacar como deseable el menor nivel de intervención posible por parte del Estado ya sea en inversión o en regulación, privilegiando inversiones y esquemas de colaboración en el mercado.

Ahora bien, bajo la existencia de modelos con financiamiento público son varios elementos a tener en cuenta. Las mejores prácticas, así como los casos internacionales estudiados dan cuenta que el enfoque a la inversión pública ha de centrarse en la provisión de redes mayoristas y que el éxito de estas es que sean vistas como aliado y no como un competidor (Caso México). Para ello, el principio de no discriminación de red en redes de acceso abierto con financiamiento público es esencial para promoción de competencia y con ello mitigar posibles afectaciones en la competencia en mercados mayoristas como en los mercados minoristas.

En materia regulatoria, el énfasis se da sobre las redes de acceso, por ejemplo, condiciones de interconexión y acceso, barreras para el despliegue como pueden ser compartición de infraestructura pasiva. En este sentido, la CRC ha expedido regulación de carácter general en estos dos años relativas

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 52 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

a acceso e interconexión (Resolución CRC 6522 de 2022), compartición de infraestructura pasiva (Resolución CRC 7120 de 2023), condiciones de competencia en mercados mayoristas (Resolución CRC 7156 de 2023). En todo caso, el marco unificado de análisis de Kraemer & Schnurr (2014) es una referencia para que, bajo el criterio de observación sin intervención, la CRC se acerque con los proveedores de las soluciones de acceso abierto a nivel nacional, existentes o proyectadas, así como con los usuarios de estas soluciones con el fin de documentar y conocer los factores clave para el éxito de estos modelos de negocio, y las limitaciones existentes en la regulación para la implementación de este tipo de esquemas. La participación de los usuarios también ayudará a obtener una perspectiva diferente sobre las condiciones de acceso y uso de dichas ofertas.

Por ejemplo, tanto los mecanismos de compartición de elementos de red, principalmente para redes móviles a partir de los desarrollos recientes en las modalidades de RAN sharing (MORAN y MOCN), como de espectro radioeléctrico son elementos susceptibles de seguimiento y documentación por parte de la Comisión.

De otra parte, las consideraciones de la Comisión Europea para proyectos con financiación pública son un marco de referencia para ser consideradas en el diseño y ejecución de programas tendientes a al despliegue y fortalecimiento de redes mayoristas. Por ejemplo, los elementos relativos a las condiciones de competencia y promoción de esta en los municipios beneficiarios de proyectos podrían ser considerados por los proyectos de política pública tendientes al cierre de la brecha digital.

En todo caso, es importante reconocer los modelos de redes de acceso abierto que el mercado está implementando a nivel mundial y las innovaciones que en materia de negociación entre las partes se genera. Estas innovaciones deber estar acompañadas de un marco regulatorio flexible que promueva la innovación de la industria. Por ejemplo, herramientas regulatorias exploradas por la CRC recientemente como el sandbox regulatorio pueden ser un marco de acción para incrementar la velocidad de la innovación de los proyectos regulatorios. Así mismo, la documentación y difusión de los casos internacionales, modelos de negocio, regulación y efectos potenciales sobre la competencia hacen parte de la gestión del conocimiento del sector que fortalece la misionalidad de la CRC como de otros actores públicos y privados.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 53 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

BIBLIOGRAFÍA

APNIC (2020) Operation Models for IXPs. Disponible en <https://academy.apnic.net/wp-content/uploads/2020/09/Operation-Models-for-IXPs-20200928.pdf>

ARCEP (2022) The State of the Internet. Tome 3. Disponible en https://en.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/report-state-internet-2022-300622.pdf

Banco Mundial (2012), "Broadband Strategies Handbook", Pág. 66. Descargado de: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/22f61df9f5cb97e7b075e6773ddeaaba-0400062023/original/Broadband-Strategies-Handbook-0.pdf>

Banco Mundial (2019) Innovative Financing Models for Rural Broadband Connectivity: The Connected Communities Initiative Experience Financing Models for Rural Broadband Connectivity. Disponible en <https://documents.worldbank.org/pt/publication/documents-reports/documentdetail/504031552458059715/innovative-financing-models-for-rural-broadband-connectivity-the-connected-communities-initiative-experience-financing-models-for-rural-broadband-connectivity>

CAF (2014). Expansión de infraestructura regional para la interconexión de tráfico de internet en América Latina. Caracas: CAF. Disponible en <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/522>

Comisión Europea (2023), "Guidelines on State aid for broadband networks", Official Journal of the European Union. Descargado de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023XC0131%2801%29&qid=1675764915102>

CRC (2015) Condiciones de intercambio eficiente de tráfico de Internet. Disponible en https://www.crcom.gov.co/system/files/Proyectos%20Comentarios/8000-2-19/Propuestas/dto_analisis_ixp_publicar_final.pdf

Echeberría, R. (2020) Infraestructura de Internet en América Latina: puntos de intercambio de tráfico, redes de distribución de contenido, cables submarinos y centros de datos. Serie Desarrollo Productivo, N° 226 (LC/TS.2020/120), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Disponible en <https://repositorio.cepal.org/items/3eac272f-f3dc-47e8-b583-5f52ef9ce001>

ETNO. (2021). Broadband Cost Reduction Directive Review. European Telecommunications Network Operators' Association. Discussion Paper Disponible en https://etno.eu/downloads/reports/bcrd_etno%20discussion%20paper_2021.pdf

Falconmarch, E. (2020). "Why Is South Korea a Global Broadband Leader?". Disponible en <https://www.eff.org/deeplinks/2020/02/why-south-korea-global-broadband-leader>

Fierce. (2018). Monica Allevan. South Korean operators to share 5G network infrastructure costs. Disponible en <https://www.fiercewireless.com/wireless/south-korean-operators-to-share-5g-network-infrastructure-costs>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 54 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Galperin, H. (2013) La Conectividad en América Latina y el Caribe El Rol de los Puntos de Intercambio de Tráfico. Proyecto de investigación financiado por Internet Society. Disponible en https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2018/05/LAC_IXP-Report-2013-Spanish-updated-2014.pdf

GSMA (2019) Infrastructure Sharing: An Overview. Disponible en <https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/infrastructure-sharing-an-overview/>

Huici, H. & Iglesias, R. (2020) Inter-Conectados: Estudio Sobre Puntos de Intercambio de Internet (IXP) y sus Ventajas Usando Tres Estudios De Caso Latinoamericanos. Disponible en <https://descargas.lacnic.net/lideres/hector-huici/hector-huici-informe.pdf>

Internet Society (2013) Connectivity in Latin America and the Caribbean The Role of Internet Exchange Points <https://www.Internetsociety.org/resources/doc/2013/connectivity-in-latin-america-and-the-caribbean-the-role-of-Internet-exchange-points/>

ISOC (2014) The Internet Exchange Point Toolkit & Best Practices Guide. How to Maximize the Effectiveness of Independent Network Interconnection in Developing Regions and Emerging Markets. Disponible en https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2021/04/Global-IXPToolkit_Collaborative-Draft_Feb-24.pdf

ISOC (2015) Policy Brief: Internet Exchange Points (IXPs). Disponible en <https://www.internetsociety.org/policybriefs/ixps/>

ISOC (2016) Informe de políticas: Interconexión de Internet. Disponible en <https://www.internetsociety.org/es/policybriefs/internetinterconnection/>

ISOC (2020) Explainer: What is an Internet Exchange Point (IXP)?. Disponible en <https://www.internetsociety.org/resources/doc/2020/explainer-what-is-an-internet-exchange-point-ixp/>

ISOC (2022), Who Makes the Internet Work: The Internet Ecosystem. Consultado en: <https://www.internetsociety.org/internet/who-makes-it-work/>

Karippacheril, T., George, S. K., Robert, P. B., & Changyong, C. e. (2016). Bringing Government into the 21st Century: The Korean Digital Governance Experience, Directions in Development. Washington, DC: World Bank.

Kraemer & Schnurr (2014), "A Unified Framework for Open Access Regulation of Telecommunications Infrastructure: Review of the Economic Literature and Policy Guidelines", Telecommunications Policy. Descargado de: https://www.researchgate.net/publication/265296104_A_unified_framework_for_open_access_regulation_of_telecommunications_infrastructure_Review_of_the_economic_literature_and_policy_guidelines

LAC-IX (2022) Estudio de Relevamiento de IXP de Latinoamérica y el Caribe, 2021. Disponible en <https://lac-ix.org/wp-content/uploads/2022/10/REPORTE-LAC-IX-AGOSTO-2022-VERSION-PUBLICA.pdf>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 55 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

OCDE (2013), "Broadband Networks and Open Access", OECD Digital Economy Papers, No. 218, OECD. OECD Publishing, Paris. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1787/5k49qgz7crrm-en>

UIT (2022). Indicadores clave de TIC para el mundo y regiones especiales

Rendon Schneir, J. (2014). Cost analysis of network sharing in FTTH/PONs. IEEE Communications Magazine, 52(8):126-13

STOCKAB. (2021). <https://stokab.se/en/stokab.html>

UFINET. (2021). UFINET. Obtenido de <https://www.ufinet.com/>

UIT (2010), Best practice guidelines for enabling open access. Descargado de: https://www.itu.int/ITU-D/treg/Events/Seminars/GSR/GSR10/consultation/guidelines/GSR10_guidelines_V3-en.pdf

UIT (2011) Open Access Regulation in the Digital Economy. Descargado de: <https://www.itu.int/ITU-D/treg/Events/Seminars/GSR/GSR11/documents/02-Open%20Access-E.pdf>

UT Econometría-SAI (2021). IDENTIFICACIÓN DE NUEVAS OPORTUNIDADES PARA LA GENERACIÓN DE VALOR SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DE REDES FIJAS. Estudio contratado por la CRC Entregable 7 del Contrato 087 del año 2021. Disponible en <https://community.secop.gov.co/Public/Tendering/OpportunityDetail/Index?noticeUID=CO1.NTC.1881766&isFromPublicArea=True&isModal=true&asPopupView=true>

WIK-Consult (2022) Competitive conditions on transit and peering markets Implications for European digital sovereignty. Disponible en https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/Companies/Digitisation/Peering/download.pdf?__blob=publicationFile&v=1

WIK (2017). WIK Consulting. A tale of five cities: The implications of broadband business models on choice, price and quality. A study made for Stokab. Bad Honnef. Disponible en [https://stokab.se/download/18.52d820ca1732323a3ca4eb/1594711942698/A%20tale%20of%20five%20cities:%20The%20implications%20of%20broadband%20business%20models%20on%20choice,%20price%20and%20quality%20\(2017\),%20WIK-Consult.pdf](https://stokab.se/download/18.52d820ca1732323a3ca4eb/1594711942698/A%20tale%20of%20five%20cities:%20The%20implications%20of%20broadband%20business%20models%20on%20choice,%20price%20and%20quality%20(2017),%20WIK-Consult.pdf)

WIK. (Noviembre de 2020). El apagón del cobre. La experiencia europea y consideraciones prácticas. Informe preparado para el Consejo Europeo de FTTH por Wik Consult. White Paper.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 56 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

ANEXO 1. Principales características de casos de estudio en el despliegue de IXPs

Argentina

En el caso de Argentina se encontró que el ecosistema de Internet se ha desarrollado de manera rápida a partir de 2010, y en la actualidad cuenta con 29 IXPs activos⁸⁵. La organización que ha estado detrás de este crecimiento es CABASE (Cámara Argentina de Internet)⁸⁶, una asociación sin fines de lucro fundada en 1989. El propósito de CABASE es el “*desarrollo del ecosistema de Internet en Argentina. Internet como espacio de construcción colaborativa, herramienta de transformación social y acceso a la economía digital*”⁸⁷. El primer IXP fue puesto en funcionamiento por CABASE en 1998. En 2010 se instala un segundo IXP y, posteriormente, inicia la etapa de crecimiento de la infraestructura de IXPs actualmente existente en la Argentina.

En general, a partir de la información recopilada se pudo encontrar un número importante de asociaciones y cooperativas de Internet que agrupan a los proveedores de Internet y facilitan la interacción con otros agentes del ecosistema.

El modelo operativo de los IXPs desplegados por CABASE está basado en peering multilateral obligatorio bajo un esquema cooperativo, y como elemento adicional, CABASE decidió adoptar un esquema de interconexión entre todos los IXPs a nivel nacional. Con base en esto, se estima que el 90% del contenido requerido por un ISP conectado a alguno de los IXP nacionales se encuentra en dicho IXP o en alguno de los que están interconectados en la red nacional. En este sentido, la mayor parte del tráfico es tráfico nacional, generando las eficiencias que ya fueron descritas previamente.

Uno de los aspectos relevantes de la estructura operativa de CABASE es el funcionamiento por Comisiones, cada una de ellas a cargo de temas de relevancia para los miembros tales como: carriers, economía digital, hosting y servicios cloud, IoT, Internet móvil, ISPs, y la red de IXPs. A través de estas comisiones se difunde información relevante para los prestadores de servicios de Internet, se dan capacitaciones y se provee asesoría a los miembros. Adicionalmente, los miembros tienen participación liderando las discusiones de las Comisiones y en la toma de decisiones de la asociación.

De acuerdo con cifras de CABASE, el sistema de IXPs desplegado en territorio argentino tiene 3.000 ASN conectados⁸⁸, que incluyen el 93% de las redes argentinas, con 21 millones de usuarios finales conectados.

⁸⁵ De acuerdo con información consultada para este estudio en el Directorio de IXPs de PCH, <https://www.pch.net/ixp/dir>

⁸⁶ <https://www.cabase.org.ar/>

⁸⁷ Ibid.

⁸⁸ De acuerdo con cifras de LACNIC, existen 1.246 ASN registrados en Argentina. Consultado en: <https://stats.labs.lacnic.net/REGISTRO/index-es.html>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 57 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Brasil

Brasil es uno de los casos que han sido documentados en múltiples oportunidades debido a las cifras que describen el ecosistema de Internet en el país. Un total 12.826 ISPs registrados⁸⁹, de los cuales el 61% iniciaron operaciones entre 2011 y 2020 (29% entre 2017 y 2020), lo que demuestra el gran avance que ha tenido el ecosistema de ISPs en los últimos años. El 91% de las empresas prestando servicios de acceso a Internet son micro o pequeñas empresas. Se tienen 8.938 ASN registrados⁹⁰, correspondientes al 68,5% del total de ASN otorgados por LACNIC, 16 veces más que en México y 4 veces más que el promedio de los países de la OCDE⁹¹. Al momento de consultar el Directorio de IXPs⁹² se encontraron 34 IXPs activos, de los cuales 31 son operados por IX.br. El IXP más grande en el mundo en términos de ASN conectados (2.413 ASN) corresponde al IXP de IX.br en Sao Paulo.

El rápido crecimiento y la robustez del ecosistema de Internet en Brasil son el resultado de una serie de decisiones de política pública y regulación adoptadas a partir de 2013. Dentro de estas decisiones se tiene la simplificación de requisitos para la provisión del servicio de Internet, la reducción de costos de autorización, y la simplificación de la regulación aplicable a pequeños prestadores, por ejemplo, la excepción total de registro para proveedores de menos de 5.000 usuarios.

Como complemento a esto, se tiene una estructura y esquema de gobernanza que promueven la interacción y participación activas de todos los agentes del ecosistema. Para esto, se creó desde 1995 el Comité Gestor de Internet (CGI.br) que tiene como objeto coordinar e integrar todas las iniciativas de Internet en el país, y promover la calidad técnica, innovación y la diseminación de los servicios⁹³. Este comité aplica el esquema de múltiples partes interesadas como fundamento para la toma de decisiones a través de la participación de: entidades de gobierno, el sector privado, el tercer sector⁹⁴, la comunidad académica y un experto de Internet como parte de la junta.

Para la implementación y ejecución de los proyectos técnicos promovidos por el CGI.br se creó el Núcleo de Información y Coordinación del dominio .br (NIC.br), entidad civil sin ánimo de lucro que opera desde 2005, y constituye el brazo operativo del CGI.br. Dentro de sus funciones está la administración del dominio .br (Registro.br), elaborar y publicar indicadores, estadísticas e información estratégica sobre el desarrollo de Internet en el país (Cetic.br). Todas las actividades e implementación de proyectos del CGI.br se financian con los recursos que recauda NIC.br por sus actividades, entre estas, la administración del dominio .br⁹⁵.

Uno de los proyectos más representativos del CGI.br implementados por NIC.br es el proyecto promovido para el despliegue de IXPs a nivel nacional, denominado IX.br⁹⁶. Como características más

⁸⁹ CETIC (2020), ICT PROVIDERS: Survey on the Internet Service Provider Sector in Brazil, 2020. Descargado de: https://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20210714181001/tic_provedores_2020_livro_eletronico.pdf

⁹⁰ LACNIC, <https://stats.labs.lacnic.net/REGISTRO/index-es.html>

⁹¹ OCDE, Going Digital in Brazil, 2020. Consultado en: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/2f42e299-en/index.html?itemId=/content/component/2f42e299-en#chapter-2>

⁹² <https://www.pch.net/ixp/dir>

⁹³ <https://cgi.br/about/>

⁹⁴ Voluntarios, NGOs, organizaciones sin ánimo de lucro.

⁹⁵ <https://www.nic.br/about-nic-br/>

⁹⁶ <https://ix.br/sobre>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 58 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

relevantes de IX.br se tiene que la financiación para la instalación y operación de los IXPs⁹⁷ está a cargo de NIC.br. Como incentivos para que los agentes del ecosistema se conecten a los IXPs está la operación neutral y sin costo, la coubicación gratis y diferentes modos de peering. Sin embargo, para que un ISP sea miembro de uno de estos IXPs, se exige que tenga un proveedor de tránsito alternativo. Todos los IXPs están instalados en data center privados y, a diferencia de Argentina, los IXPs no están interconectados entre sí.

Chile

Chile es uno de los países líderes en desarrollo del ecosistema digital en la región. Sin embargo, desde el punto de vista de la presencia de IXPs, su desarrollo fue un poco más tardío que en Argentina y Brasil. Esto se puede explicar por la regulación de la interconexión en Internet fijada a través de normas expedidas en 1999 y 2000⁹⁸. Allí se declaró mandatoria la interconexión entre ISPs, con procedimientos y plazos establecidos, sujeta al cumplimiento de una norma técnica para el intercambio de tráfico. Así mismo, se fijaron reglas para la interconexión de los ISPs a los IXPs (Denominados PIT – Puntos de Intercambio de Tráfico – en la norma), con el establecimiento de indicadores de calidad para los IXP y una serie de requisitos técnicos y administrativos aplicables a estos puntos de intercambio de tráfico.

Como resultado de esto, después de la puesta en operación del NAP Chile en 1997, se volvió a observar despliegue de IXP con posterioridad a 2016 cuando entra en operación PIT Chile⁹⁹. En la actualidad, PIT Chile opera 5 de los 6 IXP presentes en Chile. Esta empresa opera bajo un esquema de IXP público, neutro y abierto. En la actualidad tiene entre 180 y 200 participantes¹⁰⁰ en sus IXP, incluyendo ISPs, miembros especiales, instituciones educativas y CDNs¹⁰¹. La operación de estos IXP se ha instalado en data centers de gran capacidad existentes en territorio chileno.

En relación con la información y estadísticas sobre el ecosistema de Internet en el país, el regulador produce información con datos de los prestadores de servicios más grandes en el país y algunos operadores de menor tamaño¹⁰², pero no incluye datos relevantes de los prestadores más pequeños, que se encuentran agrupados en APPIT (Asociación de Pequeños Proveedores de Internet y TV)¹⁰³.

India

La evolución de los IXPs en la India tuvo una etapa inicial de provisión del servicio por parte del gobierno a través de NIXI, una agencia gubernamental independiente, con una entrada posterior de agentes comerciales. En 2003 se lanzó NIXI, ente central creado por el gobierno indio para administrar el tráfico local entre ISPs nacionales, y se planteó como la única solución de intercambio de tráfico para la India. El diseño del proyecto estuvo a cargo de TRAI (Autoridad de Regulación de Telecomunicaciones de la India), quien formuló los aspectos técnicos y financieros del proyecto de despliegue del IXP.

⁹⁷ Con excepción de los IXPs más grandes (Sao Paulo, Rio y Fortaleza) en los que hay cobros mensuales a los miembros y por la provisión de servicios adicionales.

⁹⁸ <https://www.subtel.gob.cl/normativa-tecnica-internet/>

⁹⁹ <https://www.pitchile.cl/wp/>

¹⁰⁰ De acuerdo con la información consultada para este estudio, NAP Chile cuenta con 13 ISPs participantes.

¹⁰¹ <https://www.pitchile.cl/wp/sobre-pit-chile/>

¹⁰² <https://www.subtel.gob.cl/estudios-y-estadisticas/internet/>

¹⁰³ <https://www.appit.cl/>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 59 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Adicionalmente, en 2004 se entregó a NIXI la responsabilidad de administrar el dominio .in y el Registro de Nombres y Números de la India (IRINN).

Posterior a la puesta en funcionamiento de los IXPs de NIXI, el gobierno indio llevó a cabo varias revisiones del modelo de operación debido a los resultados limitados que había tenido. Dichas revisiones ocurrieron en 2006¹⁰⁴ y en 2011¹⁰⁵. En esta última oportunidad, por ejemplo, se identificó que únicamente 34 de los 164 ISPs operando en el país estaban conectados a NIXI. Dentro de las razones identificadas como causantes de la baja conexión del ISPs al punto de intercambio estaba la incapacidad de las redes de los ISPs de segregar tráfico doméstico del internacional. Al no poder discriminar estos tráficos directamente en la red, sería necesario cursar todo el tráfico a través de NIXI, generando una carga para la cual no estaba preparada la infraestructura del IXP.

Posterior a estas revisiones del modelo de IXP operado por el gobierno, en 2014 llegaron al mercado ofertas comerciales por parte de diferentes empresas, lo que dinamizó significativamente la oferta. En la actualidad se cuenta con 22 IXPs activos, 8 de los cuales son de NIXI, y los restantes son proveedores privados¹⁰⁶. Mientras que NIXI reporta 199 redes conectadas a sus IXPs, DE-CIX y Extreme Infocomm reportan 519 y 397 redes conectadas, respectivamente. Adicionalmente, se puede observar que los tráficos cursados por NIXI son significativamente menores que los cursados por estos puntos de intercambio privados. Reflejo de esto es la participación de más del 50% de la capacidad instalada por parte de dos IXPs privados (DE-CIX Mumbai y Extreme-IX Mumbai)¹⁰⁷.

Desde el punto de vista de política pública y regulación, se considera necesario destacar los inconvenientes manifestados por agentes del ecosistema, y la necesidad de implementar modificaciones y ajustes al esquema de provisión de los servicios de intercambio de tráfico por parte del gobierno nacional bajo el esquema de NIXI como entidad pública. De acuerdo con la información consultada para la documentación de este caso, el esquema de autorizaciones y permisos de prestación de servicios relacionados con Internet generó incertidumbre jurídica para los actores del ecosistema¹⁰⁸. La fijación de obligaciones y condiciones para constituir un IXP, y los requisitos de autorizaciones y registro de los proveedores de estos servicios, limitaron la capacidad para que el mercado se desarrollara de una forma más eficiente. Con base en la discusión interna de industria, en 2022 se publicó el Marco Regulatorio para la Promoción de la Economía de Datos por parte de TRAI¹⁰⁹. Allí se definen acciones para dinamizar el ecosistema enfocados en la promoción de data centers, de CDNs y de IXPs. Para los IXPs, se decidió crear una autorización independiente que fuera menos onerosa y compleja que la existente hasta ese momento, y se propuso desarrollar capacidades internas en el país para la fabricación de equipos utilizados en los puntos de intercambio de tráfico.

¹⁰⁴ <https://www.trai.gov.in/sites/default/files/Consultationpaper1nov06pdf.pdf>

¹⁰⁵ https://www.trai.gov.in/sites/default/files/Rec_Infrastructure.pdf

¹⁰⁶ <https://www.pch.net/ixp/dir>

¹⁰⁷ <https://blog.apnic.net/2022/07/21/new-dashboard-tracks-indian-ixp-community-activity/>

¹⁰⁸ <https://www.mondaq.com/india/it-and-internet/1087262/internet-exchanges-in-india-a-legal-anomaly>

¹⁰⁹ https://www.trai.gov.in/sites/default/files/PR_No.71of2022.pdf

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 60 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Nueva Zelanda

El mercado de telecomunicaciones de Nueva Zelanda no es tan grande en comparación con los demás países considerados (4,99 millones de usuarios de Internet incluyendo fijos y móviles, y 95 ISPs)¹¹⁰. Sin embargo, por su posición geográfica en el Océano Pacífico, constituye un punto importante de intercambio de tráfico de Internet.

En 2016 se crea NZIX (New Zealand Internet Exchange) por parte de NZIX Inc. (Asociación de industria), como una organización sin ánimo de lucro encargada de la gestión de IXPs a nivel nacional para atender los objetivos de: asistir la operación y expansión del uso de Internet, promover la educación y discusiones informadas en asuntos relativos a Internet, y soportar, promover y asesorar en el desarrollo y uso de los servicios en línea, entre otras funciones. La creación de esta organización surge como resultado de la implementación de un piloto de IXP de Auckland (AKL-IX) en 2015 por parte de la Asociación de Internet de Australia (IAA)¹¹¹.

NZIX ha tercerizado la operación de los 5 sitios con que cuenta en el país a IX-Australia, operador de los puntos de intercambio de tráfico de Internet para la IAA¹¹². Adicionalmente, implementó una alianza con Chorus, el mayor proveedor de Internet en el país, para soportar la interconexión de los agentes del ecosistema a las instalaciones de los IXP desplegados y entre sí¹¹³.

¹¹⁰ <https://datareportal.com/reports/digital-2023-new-zealand>

¹¹¹ <https://ix.nz/>

¹¹² ISOC (2021), Effective IXP strategies for the Asia-Pacific, 2021, Pág. 28. Descargado de: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2021/06/Internet-Peering-in-Asia-Pacific-EN.pdf>

¹¹³ <https://ix.nz/2020/11/30/nzix-offers-peering-new-zealand-wide-via-chorus-ufb/>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 61 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

ANEXO 2. Casos de estudio de despliegue de redes de acceso abierto

Red Compartida – México

El caso de la Red Compartida en México ha sido analizado y discutido en varias instancias internacionales ya que representa uno de los pocos casos de redes de acceso abierto mayorista móvil. En general, la primera conclusión sobre esta experiencia es que no ha logrado cumplir con los objetivos que se plantearon para el proyecto.

Se implementó bajo un modelo de alianza público-privada en la cual se otorgó el contrato de despliegue de la red de tecnología LTE a un consorcio privado (Altan Redes). El gobierno mexicano aportó 90 MHz de espectro para la operación de la red y la provisión de servicios mayoristas con el objetivo de aumentar la cobertura de los servicios de telecomunicaciones, promover precios competitivos y elevar la calidad de los servicios a estándares internacionales. El proyecto se diseñó para ser implementado en 2014, como una de las iniciativas definidas en la reforma constitucional del año 2013. Sin embargo, debido a múltiples retrasos, el proyecto solo pudo ser puesto en operación a partir de 2018.

De acuerdo con la información recopilada para este caso, se pudo concluir que dos de las razones más importantes por las que no fue exitoso tuvieron que ver con que el proyecto se enfocó en la promoción de la competencia a través de un agente mayorista que facilitara la conectividad de todos los actores de mercado a la nueva tecnología de 4G. Sin embargo, los operadores existentes en el mercado lo vieron como competidor y no como un aliado, por lo que tuvo pocos clientes de su oferta mayorista y no generó la rentabilidad esperada. Adicionalmente, debido a los retrasos en la puesta en funcionamiento, la red de tecnología LTE que estaba prevista fuera una oferta innovadora en el mercado, terminó siendo competencia para los servicios de LTE provistos por los operadores, que ya habían desplegado redes de esta tecnología en 2018.

Más recientemente, en 2021, Altan Redes entró en bancarrota (concurso mercantil) y fue rescatada con aportes de los miembros del consorcio privado y el gobierno mexicano en 2022. A partir de dicha transacción el gobierno tomó control de Altan y replanteó el alcance del proyecto como una solución de conectividad en zonas menos densamente pobladas (pueblos mágicos).

Internet para Todos (IpT) – Perú

Joint venture de Telefónica, Meta Connectivity, BID Invest y CAF que despliega y opera una red móvil en municipios y zonas remotas en Perú. IpT opera bajo un modelo legal de provisión de servicios móviles en zonas rurales denominado Operador de Infraestructura Móvil Rural (OIMR), lo cual ha sido uno de los elementos claves del éxito de la solución. El OIMR no tiene permitido prestar servicios minoristas y no tiene asignación de espectro, por lo que la solución mayorista ofrecida se soporta en la utilización del espectro asignado a los operadores interesados en tener cobertura en las zonas remotas a través del esquema MORAN de compartición de red (Multi-Operator RAN¹¹⁴).

¹¹⁴ MORAN: Multi Operator Radio Access Network. Red de acceso radio de múltiples operadores; compartición de infraestructura activa donde los operadores comparten las redes de radio acceso, pero cada uno conserva su propia red central y utilizan sus propias bandas de frecuencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/152425/Tarin%20->

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 62 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

De acuerdo con la información recopilada sobre este caso y la conversación con representantes de IPT, se identificaron 8 factores de éxito de la solución de acceso abierto que se describen en detalle en el Anexo 2.

1. Transparencia en la oferta. Aunque un operador de red es accionista, las condiciones son iguales para todos los operadores con lo que se ha implementado acuerdos.
2. Poca intervención y mucho apoyo estatal. A lo largo del proyecto el gobierno ha protegido el modelo de OIMR teniendo en cuenta los beneficios que se han observado de la implementación de este modelo de operación.
3. Apalancamiento en actor de mercado. La entrega de infraestructura y los acuerdos formalizados por parte de uno de los operadores de red para dar inicio a la operación dieron un impulso inicial que viabilizó el proyecto.
4. Uso de la compartición de infraestructura. El esquema MORAN reduce la inversión requerida. En este momento se está evaluando complementar con un esquema MOCN¹¹⁵.
5. Uso del modelo colaborativo. Los acuerdos con operadores y con otros agentes relevantes están fundamentados en el esquema colaborativo donde todos aportan y todos obtienen beneficios.
6. Políticas públicas claras y marco regulatorio simplificado para zonas rurales.
7. Uso de tecnología abierta (Open RAN y otras tecnologías de transporte y gestión de red que soportan la operación).
8. Uso de infraestructura pública para soportar despliegues y reducir CAPEX.

Red Rural Compartida – Reino Unido

Joint venture conformado por los 4 operadores móviles del Reino Unido, está a cargo de administrar y supervisar la implementación de una red móvil para cubrir el 95% de territorio en 2025. La inversión es repartida en partes similares entre los 4 operadores y el gobierno nacional. Los recursos destinados por los operadores están enfocados en facilitar la ubicación de equipos de radiofrecuencia en zonas rurales, mientras que la inversión del gobierno se enfoca en desplegar nuevos sitios donde no se tenía cobertura. El diseño del proyecto contempló la posibilidad de utilizar un esquema de red de acceso abierto. Sin embargo, la definición de aspectos técnicos realizada por los operadores finalizó con la adopción de un esquema simple de compartición de infraestructura ya que no hay compartición de equipos de estación base ni de espectro, y solo se comparten torres y sitios. Como resultado de esto, tres de los operadores involucrados en la solución (O2, Three y Vodafone) formalizaron un acuerdo de compartición de torres, mientras que EE decidió no participar del acuerdo y desplegar sus propias redes.

Aunque la solución final terminó siendo compartición de infraestructura y no de acceso abierto, de este caso se destaca el compromiso de las diferentes instancias de gobierno y sector privado involucradas en el diseño y puesta en funcionamiento de la solución. Esto incluyó, por ejemplo, la simplificación y modificación de obligaciones de cobertura asociadas a permisos de espectro existentes por parte del regulador, Ofcom, con el fin de privilegiar las ubicaciones definidas para el proyecto.

[%20RAN%20SHARING%2C%20Compartición%20de%20infraestructura.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.gsma.com/futurenetworks/wp-content/uploads/2023/02/5G-NCCS_GSMA-Guide_27.02.2023.pdf)

https://www.gsma.com/futurenetworks/wp-content/uploads/2023/02/5G-NCCS_GSMA-Guide_27.02.2023.pdf

¹¹⁵ Multi-operator Core Network. Red de núcleo de múltiples operadores; además de compartir la red de radio acceso comparten el espectro. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/152425/Tarin%20-%20RAN%20SHARING%2C%20Compartición%20de%20infraestructura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

https://www.gsma.com/futurenetworks/wp-content/uploads/2023/02/5G-NCCS_GSMA-Guide_27.02.2023.pdf

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 63 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Redes municipales – Suecia

Más que un proyecto específico, para este caso se quiso analizar las condiciones bajo las cuales se han desplegado redes de fibra óptica a nivel municipal a través del territorio sueco y han servido para promover altos niveles de conectividad. El despliegue de redes de fibra en Suecia inició a mediados de la década del noventa, impulsado por la inversión de las autoridades municipales que, en el caso de dicho país, tienen diversas obligaciones en relación con la provisión de servicios públicos a la comunidad, dentro de los que se encuentran servicios de salud, educación y comunicaciones. Posteriormente, el gobierno central aprovechó estas dinámicas de inversión municipal para financiar despliegues adicionales en zonas aún no cubiertas.

A partir de esto, a finales de 2022 se contaba con 170 redes municipales en 200 de los 290 municipios existentes en el país, de las cuales el 90% son de propiedad de los municipios. Los municipios, dueños de la infraestructura, la entregan a un operador de servicios de comunicaciones para operarla, y este operador debe tener una oferta mayorista disponible para los proveedores minoristas de acceso a Internet. A partir de la documentación recopilada y analizada para este caso, se identificaron 8 factores de éxito de este modelo:

1. El consenso sobre el rol de los gobiernos municipales, les dio un enfoque específico a los municipios en la provisión de las soluciones de conectividad.
2. El nivel de urbanización (94% de los hogares están en zona urbana).
3. El nivel de alfabetización digital.
4. El alto nivel de vida, que conlleva la capacidad de pagar el servicio de acceso a Internet.
5. La madurez de mercado que ha mejorado con el tiempo, haciendo las empresas municipales más eficientes.
6. Los contratos de provisión de servicios mayoristas estandarizados, promovidos por la asociación de industria.
7. Sistema de operación y gestión de red que soportan el acceso abierto a través de la facilidad de interacción entre proveedores mayoristas, proveedores minoristas y usuarios finales.
8. La disponibilidad de capital con visión de largo plazo.

Es importante mencionar que en la actualidad el gobierno sueco está evaluando mecanismos para resolver algunos problemas que se han presentado, tales como: la fragmentación del mercado de provisión a Internet que tiene efectos en la calidad de servicio y la sostenibilidad de las soluciones al retirar los subsidios entregados durante la etapa de despliegue, y la evidencia de condiciones anticompetitivas por parte de algunos proveedores mayoristas.

Banda Ancha Ultrarrápida – Nueva Zelanda

En este caso se tiene una alianza público-privada para el despliegue de una red financiada y de propiedad del gobierno para proveer servicios mayoristas de acceso en fibra en todo el país. La empresa estatal creada para gestionar el proyecto contrató el despliegue de fibra con 4 empresas, una de ellas, Chorus, un spin-off del operador incumbente, Spark. Las otras tres empresas son 50% de propiedad del gobierno y 50% de propiedad de la empresa municipal de energía o directamente del municipio. El despliegue de la red finalizó en diciembre 2022.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 64 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Las tres (3) compañías de fibra local y Chorus ofrecen servicios mayoristas a los ISPs, dentro de los cuales está, por ejemplo, el despliegue de la acometida interna en fibra, provista por la empresa mayorista. Los ISPs están a cargo de la instalación de un punto de entrega de tráfico y el transporte del mismo hasta la red propia del ISP para proveer el acceso a Internet.

De acuerdo con la información recopilada para este caso, muy pocos ISP proveen el servicio de acceso a Internet y usualmente se concentran en unas cuantas áreas geográficas. Como elemento a destacar de este caso, el gobierno neozelandés formuló el proyecto incluyendo una condición de no-regulación de la empresa estatal que se creó para el proyecto, ni de la oferta de red provista por las cuatro (4) empresas que ofrecen la red a nivel mayorista. Sin embargo, con base en las discusiones y críticas al proyecto presentadas por parte de algunos agentes de la industria, se eliminó dicha condición y se diseñó medidas regulatorias aplicables a todos los agentes involucrados en los distintos niveles de la cadena de valor.

Programa PEBA – España

Este caso está fundamentado en una iniciativa de política pública desarrollada por el gobierno español con el fin de financiar el despliegue de redes de acceso en fibra al hogar, y se seleccionó teniendo en cuenta la posición que tiene España dentro de los países líderes a nivel mundial en la penetración de suscripciones de acceso en fibra.

A partir de 2013 inició el otorgamiento de recursos públicos para el despliegue de redes de fibra bajo el marco del Programa PEBA, inicialmente otorgando libertad a los operadores participantes de escoger las zonas de despliegue, desde que se demostrara que los recursos se utilizarían en redes nuevas y en zonas donde no existiera cobertura. Para las convocatorias posteriores, el gobierno definió de forma específica las zonas a cubrir con base en la identificación de zonas blancas (Sin cobertura de conexiones de 30 Mbps y sin planes de despliegue privados en 3 años) y zonas grises (Con previsión de cobertura por parte de un solo operador con velocidades inferiores a 100 Mbps). Posteriormente, a partir de 2021 se dio inicio a una nueva etapa de financiación de despliegues con el Programa UNICO, una renovación del Programa PEBA, para llegar a las zonas donde todavía no se tiene cobertura total de redes de fibra. Como mejoras de este programa se tiene la consulta pública para la determinación de las zonas a cubrir, la inclusión de consideraciones sobre el territorio y dispersión requeridas, así como la evolución tecnológica a conexiones de 300 Mbps con posibilidad de ampliar a 1 Gbps.

Los beneficiarios de las convocatorias para el otorgamiento de recursos y dueños de las redes desplegadas, tienen la obligación de proveer una oferta mayorista a ISPs bajo las condiciones definidas en el marco legal español y el marco regulatorio establecido por parte de la CNMC¹¹⁶. El marco legal incluye normas que definen condiciones para el acceso a infraestructuras al interior de edificios (Real Decreto 346/2011), la Ley general de telecomunicaciones (Ley 9/2014), la reglamentación de mecanismos y procedimientos para ayudas de la administración pública en despliegue de redes de banda ancha (Real Decreto 462/2015) bajo el marco de los Broadband Guidelines de la Comisión Europea, y las normas para la reducción de costos del despliegue de redes (Real Decreto 330/2016). Por su parte, el marco regulatorio está conformado por tres herramientas a través de las cuales se regula la oferta mayorista (OBA – Oferta Básica de Acceso, MARCo – oferta mayorista de infraestructura

¹¹⁶ CNMC: Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. <https://www.cnmc.es>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 65 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

civil y NEBA – condiciones de oferta mayorista aplicables al operador con poder significativo de mercado a nivel nacional con obligaciones aplicables en mercados municipales definidos por el regulador)¹¹⁷.

De acuerdo con entrevista realizada a uno de los operadores¹¹⁸ beneficiarios de los programas PEBA y UNICO, se identificó como elementos relevantes de este caso en relación con las soluciones de acceso abierto los siguientes:

1. Los programas de política pública generaron la oportunidad para que agentes del mercado tuvieran la oportunidad de apalancar sus inversiones en recursos públicos y ampliar cobertura en zonas de mayor costo de despliegue y sin competencia. Desplegar redes de banda ancha es costoso y el negocio minorista no es suficiente para financiar despliegues de red amplios.
2. En el pasado las ayudas públicas siempre las había ganado el operador más grande. Las condiciones de estos programas abrieron la puerta para la participación efectiva de más agentes de mercado.
3. La oferta mayorista del operador más grande basada en las obligaciones fijadas en la regulación NEBA no generaba condiciones competitivas en el mercado para promover el acceso por parte de operadores minoristas, por lo que no estaba siendo eficiente en su implementación.
4. La oferta de precios reducidos de los nuevos operadores que despliegan red ha hecho que haya mayor interés por parte de los ISPs.
5. Los programas PEBA y UNICO han sido positivos para la industria.
6. Algunos de los operadores que accedieron a los recursos públicos de financiación del despliegue no han sido efectivos en generar una oferta atractiva. Se requiere más fiscalización por parte del gobierno y el regulador. El regulador usualmente actúa de forma reactiva cuando se presentan las fallas, pero sus acciones no tienen tanto efecto en el éxito de la oferta. Los precios regulados son altos y no generan incentivo para el acceso mayorista.
7. Debería haber más colaboración entre gobierno y regulador para implementar soluciones que efectivamente generen beneficio en el mercado.
8. La oferta MARCo (condiciones de compartición de infraestructura civil) es clave para facilitar el despliegue y reducir los costos. Debe existir oferta de infraestructura civil para viabilizar los proyectos de despliegue. Cualquier tipo de infraestructura debe ser compartida (Real Decreto 330/2016).
9. El despliegue dentro de los municipios es más simple y menos costoso que el despliegue de redes para conectar municipios entre sí.

Red Nacional de Banda Ancha – Australia

La Red Nacional de Banda Ancha (NBN – por su nombre en inglés) de Australia es un proyecto referenciado en múltiples documentos relativos a la definición de condiciones para la puesta en operación de modelos de redes de acceso abierto. Durante la década de 2010 se tomó como ejemplo para el despliegue de redes de banda ancha financiados por el gobierno.

El proyecto se diseñó con el objetivo de desplegar una red de propiedad del gobierno por parte de una empresa creada específicamente para su operación, NBN Co¹¹⁹. Este proyecto se anunció en 2009 como

¹¹⁷ <https://www.cnmec.es/ambitos-de-actuacion/telecomunicaciones/concrecion-desarrollo-obligaciones>

¹¹⁸ Adamo, <https://adamo.es/es>

¹¹⁹ <https://www.nbnco.com.au/corporate-information/about-nbn-co>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 66 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

una red de acceso abierto mayorista para dar cobertura al 100% de la población con el fin de fomentar la competencia y cerrar la brecha digital. Uno de los elementos más importantes del modelo diseñado por el gobierno australiano fue la decisión de ofrecer los mismos precios en todo el territorio, de forma que las zonas remotas, donde los costos son más altos, podrían tener precios que se ajustaran a un promedio de costos de despliegue de la red a nivel nacional. De acuerdo con la Carta de Expectativas de los ministerios australianos de Finanzas y Comunicaciones, la misión de la compañía plantea que:

*"(...) Dentro de los parámetros legales y políticos, NBN Co debe generar ingresos suficientes para respaldar los niveles adecuados de inversión en la red [mayorista] para satisfacer las necesidades actuales y futuras de los australianos, dondequiera que vivan. NBN Co satisfará de manera confiable y asequible las necesidades actuales y futuras de banda ancha de los hogares y las empresas, incluso en Australia regional y remota, fomentará la productividad y la innovación y respaldará nuestro objetivo de que Australia sea una economía y sociedad digital líder para 2030 (...)"*¹²⁰

Para lograr este objetivo, como se mencionó previamente, NBN se ha estructurado como una red de banda ancha de acceso abierto, exclusivamente mayorista. NBN ofrece servicios en su red de acceso local en términos equivalentes a los proveedores minoristas de telefonía e Internet, para satisfacer las necesidades de los usuarios finales, obteniendo en la medida de lo posible, un retorno comercial a sus inversiones. Esto tiene como objetivo nivelar el campo de juego en las telecomunicaciones australianas, creando una competencia real dentro de la industria y brindando opciones a los consumidores (NBNCo, 2021b)¹²¹. A este respecto, plantea el documento de misión y objetivos de la compañía que:

*"(...) NBN Co mejorará sus **servicios mayoristas** y ayudará a abordar los **desafíos de acceso en áreas regionales y remotas**. El Gobierno reconoce que, en el cumplimiento de sus obligaciones, NBN Co no puede generar un rendimiento comercial de todas sus actividades en partes de la Australia regional y remota. Se espera que la Compañía apoye estas actividades a través de retornos en otras partes de su negocio y contribuciones del Esquema Regional de Banda Ancha (...)"*¹²² (NFT).

NBN Co soporta a través de una infraestructura robusta a los operadores de telecomunicaciones minoristas para satisfacer las necesidades de acceso a banda ancha de los usuarios finales, siendo el Proveedor de Infraestructura Estatutario (SIP) por defecto predeterminado para toda Australia.

El diseño inicial del proyecto preveía la cobertura del 93% de los hogares y empresas australianas con redes FTTP. Sin embargo, en 2014, debido a inconvenientes que se presentaron en la ejecución, se modificó dicho alcance para proveer conectividad a través de una combinación de redes FTTP, FTTN y HFC. Similar a otros casos revisados, los ISPs a nivel nacional pueden solicitar acceso a la red mayorista para conectar usuarios finales a partir del requerimiento que haga el usuario al ISP, y con una verificación de cobertura efectiva y los planes tarifarios seleccionados.

Este proyecto se viabilizó con la participación de múltiples instancias de gobierno comprometidas con su ejecución, y con el establecimiento de una ley que define el alcance de la operación de la red a una

¹²⁰ NBN Co. <https://www.nbnco.com.au/content/dam/nbn/documents/about-nbn/policies/soe-shareholder-minister-letter-2021.pdf>

¹²¹ NBNCo. Obtenido de: <https://www.nbnco.com.au/corporate-information/about-nbn-co>

¹²² Ibidem. Pág. 2.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 67 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

oferta mayorista, una ley de enmienda a la legislación de telecomunicaciones que estableció las bases de un marco regulatorio aplicable a la NBN, fijando, entre otras cosas, la condición de que la operación de la red está sujeta a la supervisión de la Comisión Australiana de la Competencia y el Consumidor (ACCC) para garantizar la oferta en condiciones no discriminatorias, y el apoyo del regulador, la Autoridad Australiana de Comunicaciones y Medios de Comunicación (ACMA) en el establecimiento de normas y códigos para facilitar el despliegue de la red. A este respecto, la compañía y el regulador ACCC trabajan de manera mancomunada, para lo cual NBN Co debe obtener aprobación de ACCC para adelantar los diferentes proyectos que decide emprender. Existen términos de transparencia en la información que debe proveer NBN a los actores del mercado, debiendo generar precios eficientes y razonables.¹²³

El proyecto tuvo algunos inconvenientes durante la ejecución, atribuidos, de acuerdo con la documentación consultada para este caso, a aspectos que no se consideraron en el diseño y formulación inicial del proyecto. Con base en esto, hubo debates políticos para cuestionar el proyecto y su continuidad, y fue necesario adicionar presupuesto y modificar algunos aspectos del proyecto con el fin de darle viabilidad. En la implementación se ha demostrado el alto costo que implica el despliegue de infraestructura y la complejidad en la implementación de este tipo de iniciativas.

UTOPIA – Estados Unidos

UTOPIA es un proyecto diseñado e implementado por una alianza de 15 ciudades en el Estado de Utah, en Estados Unidos, quienes formularon e implementaron el proyecto para desplegar y poner en operación una red mayorista de servicios de comunicaciones sobre fibra óptica¹²⁴.

Este proyecto se ha financiado con aportes de los miembros (municipios) a partir de préstamos y la emisión de bonos de deuda por parte de las entidades territoriales. La expansión de la red se realiza con base en la demanda y el costo recae en los suscriptores, y cuenta con áreas de servicio por barrios y anillos de interconexión para conectar estas redes municipales. Opera bajo un modelo de acceso abierto mayorista con disponibilidad para todos los proveedores de acceso a Internet en las zonas de cobertura de la red. De acuerdo con la información consultada para este caso, 31 ISPs se encontraban prestando servicios minoristas haciendo uso de la red de UTOPIA, para un total de 55 mil suscriptores en mayo de 2023. Tanto usuarios residenciales como corporativos hacen uso de la red, que ha sido calificada con buena calidad y provee velocidades de hasta 100 Gbps.

En línea con otras experiencias consideradas, como elementos para soportar la implementación se desarrolló un marco regulatorio para la prestación del servicio que incluye aspectos de calidad de servicio, precios, competencia y protección al consumidor, además de asuntos de seguridad y privacidad de la información. Asimismo, se ha hecho uso de la regulación de derechos de paso en infraestructura para dar acceso a infraestructura necesaria para el despliegue de la red.

¹²³ Ibidem

¹²⁴ <https://www.utopiafiber.com/>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 68 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

ANEXO 3. REDES MÓVILES DE ACCESO ABIERTO

A nivel de redes móviles, el acceso abierto se ha desarrollado principalmente en el componente de la red de acceso conocida por su sigla en inglés como Radio Access Network -RAN. En este sentido el esquema Open RAN es la infraestructura de interfaces abiertas en la red de acceso radioeléctrico que los operadores móviles están desarrollando, principalmente a través de la Alianza O-RAN¹²⁵.

El objetivo de Open RAN es permitir que en las redes 5G, que desagregan el hardware y el software, puedan ser suministradas por diferentes proveedores, desagregación que tiene muchas ventajas en comparación con las soluciones tradicionales, lo cual es ampliamente reconocido por los operadores, quienes han adoptado la virtualización de la red que les ha facilitado la actualización de las capacidades o la incorporación de características de red nuevas sin necesidad de instalar hardware nuevo, así como realizar actualizaciones de forma simultánea y de una sola vez a toda la red.

La misión de la Alianza O-RAN es impulsar la industria hacia redes móviles más inteligentes, abiertas, virtualizadas y totalmente interoperables. Apoyado en sus especificaciones para permitir un ecosistema de proveedores de RAN más competitivo, con una innovación más rápida para mejorar la experiencia del usuario.

El estado de Open RAN en la Unión Europea, se encuentra en el informe "Construyendo un ecosistema Open RAN para Europa"¹²⁶, el cual concluye que con el fin de garantizar que Europa siga desempeñando un papel de liderazgo en 5G, todas las partes interesadas, incluyendo a los responsables políticos y a los Estados miembros de la Unión Europea, deben dar un sentido de prioridad y urgencia a la red de acceso abierta – Open RAN. El informe muestra que Europa cuenta actualmente con 13 grandes actores de Open RAN, frente a 57 del resto del mundo. Aunque, muchos de los 13 actores europeos se encuentran en una fase temprana de desarrollo y aún no han conseguido contratos comerciales de Open RAN, mientras que los proveedores de otras regiones están avanzando.

«Las políticas de Estados Unidos y Japón, entre otros países, ya respaldan firmemente Open RAN. Estados Unidos ha destinado más de 1.500 millones de dólares a financiar la Open RAN, y Japón ofrece incentivos financieros y ventajas fiscales a las empresas que desarrollen, suministren y desplieguen equipos relacionados. Aunque hay algunos ejemplos positivos a nivel nacional, como Alemania, hoy en día la Unión Europea en su conjunto se queda muy corta a la hora de proporcionar el apoyo necesario a Open RAN, lo que pone en riesgo la viabilidad futura de un ecosistema europeo capaz de competir con otras regiones del mundo», declaró la directora de investigación de Analysys Mason (2021)¹²⁷.

Dentro de las recomendaciones del informe para crear un ecosistema dinámico de actores europeos que sustenten las comunicaciones móviles del futuro, se encuentran las siguientes:

- Garantizar el apoyo político de alto nivel a Open RAN. Un diálogo entre la Comisión de la UE, los Estados miembros y las partes interesadas de la industria que lleve a una declaración pública conjunta de apoyo a Open RAN, con baja intervención regulatoria.

¹²⁵ <https://www.o-ran.org/about>

¹²⁶ <https://www.gruppotim.it/content/dam/qt/gruppo/documenti/Building-Open-RAN-Ecosystem-for-Europe-November-2021.pdf>

¹²⁷ <https://www.telefonica.com/en/wp-content/uploads/sites/5/2021/11/pr-openran-europe-telefonica.pdf>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 69 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

- Crear una hoja de ruta europea para la innovación en la red. Garantizar una estrategia coherente para el desarrollo de un ecosistema fuerte en torno a tecnologías de red innovadoras como Open RAN.
- Incentivar y apoyar el desarrollo de la Open RAN de la Unión Europea: Que la Comisión Europea y los gobiernos nacionales proporcionen financiación e incentivos fiscales a los operadores, proveedores y *start-ups* para apoyar el desarrollo de soluciones europeas a lo largo de toda la cadena de valor de Open RAN, con base en bancos de pruebas, asociaciones público-privadas y laboratorios abiertos.
- Promover el liderazgo europeo en estandarización de Open RAN. Promover y apoyar la cooperación entre 3GPP, ETSI15 y O-RAN Alliance, para la adopción de Open-RAN. Así como la introducción de un conjunto de normas armonizadas a nivel mundial para Open RAN.
- Participar en alianzas internacionales: Trabajar con socios internacionales para promover una cadena de suministro digital y de TIC segura, diversa y sostenible.

Reino Unido

En junio de 2021¹²⁸, Vodafone presentó los proveedores seleccionados¹²⁹ para ofrecer en conjunto el primer despliegue de Open RAN en Europa, con base en el nuevo laboratorio Open RAN de Vodafone en Newbury, Reino Unido, y sus centros de habilidades digitales planificados en Málaga, España y Dresden, Alemania. El enfoque inicial de Vodafone fue para dos mil quinientos (2.500) sitios en el Reino Unido, cifra con la que se comprometió con Open RAN en octubre de 2020. Vodafone también planeó utilizar nuevos equipos de radio definidos en el programa Evenstar, una iniciativa conjunta a la que contribuyen. Adicionalmente, Capgemini Engineering y Keysight Technologies brindan soporte para garantizar la interoperabilidad entre todos los componentes.

En enero de 2022¹³⁰, Vodafone activó su primer sitio de acceso abierto 5G ubicado en Bath (Inglaterra), utilizando la solución virtualizada RAN (vRAN) de Samsung¹³¹. A diciembre de ese mismo año¹³², informó que había iniciado la última fase de su estrategia de despliegue de Open RAN que implica la instalación de diez y seis (16) mástiles móviles que brindan conectividad a los clientes en Exmouth y Torquay. Convirtiéndose en la primera vez en Europa que Open RAN se implementará en un entorno urbano, brindando servicios de conectividad a todos los consumidores y clientes comerciales.

Vodafone informa que Open RAN es un componente crítico en su estrategia de red más amplia, al considerar que reduce la barrera de entrada para proveedores alternativos agregando así mayor resiliencia y diversidad a su cadena de suministro, así como el hecho que la competencia adicional también puede actuar como un catalizador para la innovación, permitiendo que los proveedores se especialicen en áreas de nicho en lugar de proporcionar soluciones llave en mano. *"Al poder desacoplar diferentes componentes de un sitio móvil a través de especificaciones de interoperabilidad, Vodafone puede trabajar con innovadores que de otro modo no habría podido. Esta flexibilidad supondrá la introducción de nueva tecnología y software para aumentar la eficiencia energética de las operaciones, la capacidad de introducir nuevos servicios especializados y permitirá a Vodafone priorizar las*

¹²⁸ <https://www.vodafone.co.uk/newscentre/press-release/openran-deployed-in-urban-locations-in-european-first/>

¹²⁹ Dell, NEC, Samsung Electronics, Wind River, Capgemini Engineering y Keysight Technologies

¹³⁰ <https://www.vodafone.co.uk/newscentre/press-release/switches-on-first-5g-openran-site/>

¹³¹ <https://news.samsung.com/es/samsung-y-vodafone-siguen-liderando-la-innovacion-open-ran-en-europa>

¹³² <https://www.vodafone.co.uk/newscentre/press-release/openran-deployed-in-urban-locations-in-european-first/>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 70 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

inversiones de nuevas formas, ya que las rutas de actualización de los componentes de hardware y software ya no están intrínsecamente vinculadas.”

Brasil

En 2021 Brasil puso en marcha las primeras iniciativas orientadas a promover Open RAN, en 2023 da un paso más para que el ecosistema se consolide y el país se convierta en un referente regional. El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y la Empresa Brasileña de Investigación e Innovación Industrial (Embrapii) invertirán más de 35 millones de dólares (180 millones de reales) para formar centros de competencia orientados a desarrollar la investigación de 5G y 6G como también tecnologías inmersivas aplicadas a mundos virtuales y Open RAN.¹³³

133 <https://www.telesemana.com/blog/2023/05/31/brasil-insiste-con-el-desarrollo-de-open-ran-y-tecnologias-como-5g-y-6g-e-invierte-en-centros-de-competencia/>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 71 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

ANEXO 4. REDES TRONCALES/RED DE ALTA VELOCIDAD DE ACCESO ABIERTO

1. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

El desarrollo de este contexto para modelos de compartición de capacidades en redes fijas a partir de la revisión de experiencias internacionales, en cuanto al desarrollo y promoción de redes de fibra óptica, se realizó con el fin de describir el estado del arte acerca de la manera en que los modelos de compartición y los casos de negocio de las redes fijas han venido evolucionando a nivel internacional y la manera como las mismas se han venido reconvirtiendo dentro de los nuevos objetivos y metas de los diferentes países en materia del aumento en los niveles de calidad y en las velocidades de prestación de los servicios de banda ancha.

i. Experiencia y las directrices de la Comisión Europea en materia de la transformación intensiva de redes fijas.

El apagón del cobre hace referencia al desmonte de las redes previas de conmutación y acceso en par de cobre por parte de los operadores tradicionales de telecomunicaciones y el traslado de sus bases de clientes a soluciones alternativas como FTTH¹³⁴ o FTTC¹³⁵. En el marco de la consultoría desarrollada por la UT Econometría-SAI para la CRC¹³⁶, se llevó a cabo un recuento de este proceso de migración tecnológica, enfocado en el proceso del apagón tecnológico de las redes de cobre en 10 países de la Unión Europea y presentó un análisis de la experiencia a nivel europeo en cuanto a las oportunidades y desafíos asociados con la migración a redes modernas de fibra óptica y las posibles implicaciones para las Agencias Regulatorias Nacionales (ARN), a la luz de la implementación del Código de Comunicaciones Electrónicas de la Unión Europea y la revisión de las Recomendaciones de la Comisión Europea sobre el acceso a Redes de Próxima Generación (NGN¹³⁷).

Al respecto, la Unión Europea encontró que en áreas donde FTTH se ha implementado ampliamente se pueden obtener beneficios considerables que facilitan el retiro de las redes de cobre. Estos incluyen costos operativos reducidos y un mejor caso de negocios para los operadores que invierten en fibra, una calidad de servicio más elevada para los clientes y beneficios más amplios para el medio ambiente y la sociedad, incluida la reducción de las emisiones de CO2.

Según los hallazgos de la citada consultoría, la experiencia europea deja varias lecciones para las ARN, a nivel de diseño de política regulatoria en las que pueden facilitar y acelerar el proceso de migración hacia redes de fibra óptica de alta velocidad con una variedad de medidas en tal sentido, como las que se describen a continuación:

- **La inclusión de fibra óptica oscura en los elementos de compartición pasiva.** Un elemento adicional tiene que ver con la inclusión, de la obligatoriedad en los países miembros, como regla general, de compartir fibra oscura, en línea con la directiva europea de BCRD¹³⁸.

¹³⁴ Fiber to the Home ó Fibra al Hogar.

¹³⁵ Fiber to the Cabinet ó Fibra al Armario.

¹³⁶ UT Econometría-SAI (2021)

¹³⁷ Next Generation Networks.

¹³⁸ La Directiva de Reducción de Costos de Banda Ancha (BCRD, por sus siglas en inglés)

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 72 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

- **Envío de señales de precios adecuados para alentar a clientes y operadores alternativos a migrar las redes de cobre a redes de fibra óptica.**
- **Facilitar el despliegue de redes alrededor de una sola red de FTTH en áreas donde la duplicación de la red no es viable**, promoviendo la inversión conjunta en redes de fibra óptica por parte de diversos operadores o generando incentivos para que los operadores establecidos tradicionales migren sus redes de cobre a fibra en esas zonas.
- **Flexibilización en los mecanismos para el apagón del cobre.** La regulación europea prevé esquemas que puedan facilitar el proceso de reemplazo del cobre por fibra, como períodos de transición en el tiempo, campañas de publicidad hacia los consumidores, informándoles acerca de las bondades del proceso y la utilización intensiva de fibra, entre otras estrategias.

ii. Corea del Sur. Políticas regulatorias en pro del acceso a la infraestructura.

Corea del Sur posee una red de fibra de acceso universal que completó hace ya años, con millones de clientes de 5G conectados y con algunas de las más rápidas y más económicas conexiones de banda ancha en el mundo. El punto y la estrategia clave de arranque nacieron desde las políticas gubernamentales orientadas a plantear un objetivo estratégico de digitalización del país, que fueron esenciales para alcanzar dicho logro; estas políticas se enfocaron en esencia en el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones de redes de acceso de fibra óptica (FTTH).

En la década de los 90, el gobierno coreano buscó ampliar el Sistema Nacional de Información Básica (NBIS) que sistematizó los servicios gubernamentales, con un nuevo programa de gobierno de infraestructura de información para Corea. Uno de los objetivos del nuevo programa de infraestructura fue la transición de líneas de cobre a fibra entre instituciones públicas y edificios. Con una inversión inicial de USD \$ 620 millones, hecho que implicó el establecimiento de redes con velocidades de 155 Mbps en decenas de ciudades importantes del país.

Al comienzo de la década de los 2000s, Corea adoptó una serie de cambios legales que se concretaron con la Ley de Regulación de Monopolios y Comercio Justo¹³⁹ que prohibieron los precios excesivos de acceso a la fibra óptica, que hicieron que el mercado pasara de un duopolio en 1999 a un mercado más competido de cuatro compañías. En solamente un par de años, Corea del Sur había efectivamente alcanzado el servicio universal para el acceso a la fibra óptica.

Este logro se obtuvo mediante políticas de compartición de nueva infraestructura tecnológicamente neutras, a precios de acceso eficientes, dirigidas a lograr la reducción del costo de despliegue de infraestructura que garantizara que los operadores inalámbricos operaran y tuvieran acceso en condiciones neutras bajo unas reglas iguales a infraestructura de fibra a tasas razonables que les permitiera contar con capacidad suficiente para conectar sus torres de 5G en cualquier lugar del país. Esta iniciativa está acorde con una inversión conjunta de compartición de infraestructura de parte de los tres grandes operadores móviles coreanos y un ISP, SK Telecom, KT Corp., LG Uplus y SK Broadband, que les ahorraría cerca de USD \$938 millones en los próximos 10 años al evitar inversiones redundantes.¹⁴⁰

¹³⁹ Monopoly Regulation and Fair-Trade Act.

¹⁴⁰ FIERCE. (12 de April de 2018). Monica Allevan. South Korean operators to share 5G network infrastructure costs. s

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 73 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

iii. Suecia. La experiencia la red integrada de fibra óptica de Estocolmo.

StokAB es una empresa municipal sueca de propiedad de la ciudad de Estocolmo, cuyo objetivo es construir y arrendar fibra oscura a nivel mayorista en igualdad de condiciones a empresas de todas las industrias, desde operadores de Internet y centros de datos, hasta bancos, empresas y familias en la ciudad. La empresa solamente suministra fibra oscura entre dos puntos, siendo un operador que ofrece una plataforma neutra, mientras que los operadores de servicios, utilizando la fibra oscura de StokAB son los que prestan servicios digitales a los hogares o a las empresas a través de su propia red o a través de la red de operadores de telecomunicaciones.

Los operadores de comunicaciones ofrecen una plataforma técnicamente abierta donde los operadores de servicios tienen el mismo acceso a la red. El papel fundamental de StokAB es ser un operador neutro que asegura que existe la posibilidad de tráfico en la red. Entre las compañías que utilizan este segmento incluyen a IPOnly, Bahnhof y Telia, por ejemplo, que constituyen la mayor parte de operadores presentes en la ciudad.

La red de StokAB posee cables de 480, 640, 1.000 fibras y, más recientemente de 1.728 fibras, con una longitud total de fibra óptica disponible de 1,9 millones de kilómetros¹⁴¹, considerada la más extensa a nivel mundial.

En Estocolmo, la red de fibra oscura de StockAB mide 6.900 kilómetros, alrededor de 23 mil puntos de conexión, alcanzando el 90% de los hogares y el 99% de los edificios comerciales dentro del área del gran Estocolmo. La red de fibra de Stokab se compone de nodos y switches de conexión cruzada que le garantizan al cliente acceso a los diferentes puntos de la ciudad. El crecimiento de la red en la ciudad tiene lugar con el crecimiento mismo de Estocolmo¹⁴².

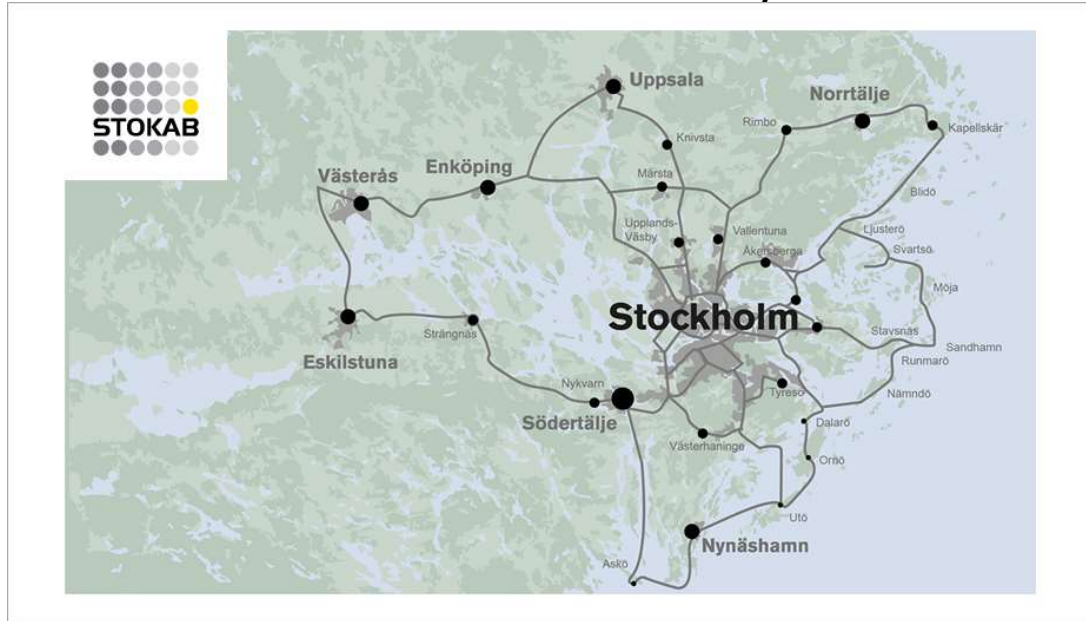
Adicionalmente de atender a los actores tradicionales de telecomunicaciones, StokAB cubre más de 700 compañías, tales como bancos, empresas de medios y de seguros, no solo en Estocolmo misma, sino que ofrece sus servicios de fibra óptica oscura en las ciudades cercanas de Enköping, Västerås, Eskilstuna, Strängnäs y Södertälje y a varias de las islas en el archipiélago de Estocolmo, como se puede apreciar en la siguiente ilustración.

¹⁴¹ STOCKAB. (15 de 11 de 2021). <https://stokab.se/en/stokab.html>. Obtenido de <https://stokab.se/en/stokab.html>

¹⁴² WIK. (2 de Junio de 2017). WIK Consulting. A tale of five cities: The implications of broadband business models on choice, price and quality. A study made for Stokab. Bad Honnef. f

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 74 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Ilustración 14 – Cobertura de StokAB en Estocolmo y ciudades cercanas



Fuente: UT- Econometría -SAI

La empresa fija sus puntos de acceso en espacios cercanos a las casas, conjuntos residenciales o a las empresas. Este punto de acceso neutral se encuentra en el sótano de la propiedad o en una zona residencial determinada. El operador o propietario es responsable de construir la red en el último tramo desde el punto de acceso hasta el consumidor final. Después de eso, depende de cada propietario acordar los servicios de banda ancha con el operador de telecomunicaciones que él escoja.

iv. América Latina. Las redes de fibra óptica de ENEL.

La apuesta del grupo ENEL es la implementación a nivel mayorista de redes de fibra óptica en los mercados de telecomunicaciones para hogares, ciudades y empresas bajo el reto de que "(...) una fibra óptica puede transportar 90.000 canales de televisión y tres millones de llamadas de voz. Los datos pueden volar a través de redes de fibra óptica, que también pueden transportar luz a distancias muy largas sin distorsionar la señal (...)".¹⁴³ La empresa ha desplegado 90.000 kilómetros de redes de cable de fibra óptica en diferentes países de la América Latina, a través de su filial Ufinet International.

2. Contexto para modelos de compartición de capacidades en redes fijas

En la medida en que se evidencia un desarrollo de modelos de compartición de capacidades en redes fijas, debe indicarse que este tipo de modelos nace bien desde la promoción desde los estados, tanto a nivel supranacional (el caso de la Unión Europea), como a nivel nacional y local (municipalidades), así como por iniciativa privada. Al respecto, existen incentivos evidentes en tanto las inversiones que se requieren para despliegue de una red de fibra implica importantes inversiones para generar cubrimiento

¹⁴³ ENEL. (23 de 11 de 2021). ENEL. Obtenido de <https://corporate.enelx.com/en/our-offer/ultrabroadband-connectivity>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 75 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

de una zona para todos sus hogares, con la incertidumbre de la demanda y, en todo caso, con proveedores alternos que compiten por dichos usuarios con otras redes (caso de proveedores de cable). Igual sucede parcialmente con una red HFC, pero con menores costos en tanto se trata de extender un bus de cable coaxial y no fibras dedicadas por hogar desde el último punto común.

Dichas inversiones serán recuperables en tanto se logre una tasa de uso importante respecto de hogares cubiertos, razón por la cual la oferta para compartir esta red en mercados mayoristas genera, por un lado, la mayor probabilidad de lograr rentabilidad y, por otra, desde una óptica de política pública, habilita modelos que permitan contar con redes de gran capacidad para mejorar la calidad y cobertura del servicio de banda ancha a los usuarios, sin perder las bondades de un mercado en competencia.

Históricamente, algunas ANR desarrollaron reglas relativas a la desagregación del bucle de abonado¹⁴⁴, inicialmente para generar competencia en el mercado de telefonía tradicional, pero, principalmente, para promover la utilización intensiva de las redes de cobre en el mercado de acceso a Internet con tecnologías de tipo XDSL, en la medida en que es de fácil implementación la compartición, teniendo en cuenta, que en tanto los bucles de abonado, al terminar todos en los nodos del proveedor incumbente, podrían ser fácilmente conectados a equipos DSLAM de los diferentes competidores coubicados en dichos nodos.

Según los hallazgos de la UT Econometría-SAI (2021), a nivel internacional, este modelo fue bastante analizado en sus efectos ex-post, como lo muestra la abundante literatura respecto al limitado logro de los efectos esperados por el regulador en términos de reducción de precios y, especialmente, con el aumento de inversiones y de mayor competencia en los mercados.

En algunos casos, con el desarrollo de redes de acceso en fibra óptica, se ha considerado optar por una regulación similar de desagregación bajo el concepto de red neutral y proveedor. No obstante, entendiendo que el contexto de mercado difiere se busca dinamizar específicamente inversiones hacia proveer mayor capacidad en términos de velocidad de acceso en un mercado ya con algún grado de competencia, se encuentra, que las actuales tendencias apuntan más a la promoción desde los ámbitos públicos y privados del desarrollo de modelos comerciales de operaciones neutras, similares a las que se vienen desarrollando desde tiempo atrás para el caso de redes de transporte de fibra en varios mercados¹⁴⁵.

El caso de redes de transporte puede ser considerado como antecedente para promover el despliegue de redes de acceso con vocación de ser compartidas por diversos agentes. No obstante, históricamente se encuentra que los procesos de desagregación de bucles de abonado no eran modelos de iniciativa de particulares sino, más bien impuestos por la regulación, en tanto que, por el contrario, las redes de transporte si se desarrollaron en muchos casos como redes neutras por iniciativa de los proveedores de servicio, en atención a criterios de eficiencia. Estudios relativamente recientes dan cuenta de que, específicamente para redes de fibra óptica PON, la desagregación aumenta el costo total promedio

¹⁴⁴ El modelo de desagregación del bucle no fue ajeno a Colombia, aun cuando las reglas contemplaban estudios previos que justificaran dicha desagregación, generándose solo un caso en mercados del Valle del Cauca hace más de tres lustros.

¹⁴⁵ En Colombia este modelo ha sido desarrollado por proveedores como Internexa y UFINET, así como por el Gobierno Nacional mediante aplicación de recursos de fomento en casos como la Red Nacional de Fibra Óptica, la Red de Alta Velocidad de microondas y el Sistema de Cable Submarino a San Andrés.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 76 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

(OPEX y CAPEX considerados) por abonado atendido y el tiempo de recuperación de la inversión, si bien reduce los requerimientos de inversión de los agentes que acceden a la red¹⁴⁶.

Así, pareciera que en el caso de transporte, en tanto se busca eficiencia en el uso de corredores ya existentes de infraestructuras lineales pre existentes para el despliegue de fibra óptica, tiene sentido enfocarse en ser un proveedor mayorista, en la medida en que la provisión a diversos agentes es relativamente sencilla técnicamente hablando, bastando con que los agentes que demandan el servicio de transporte lleguen a los nodos de interconexión de cada extremo de la ruta de interés, mientras que el uso compartido de redes de acceso pareciera más complejo.

En efecto, el proceso de compartición de redes PON requiere de múltiples elementos adicionales (mayor CAPEX) y de labores de coordinación más complejas (mayor OPEX) que pueden resultar en un CAPEX promedio menor por usuario u hogar pasado respecto a desarrollar dos redes de fibra en paralelo que compitieran, pero en un costo total mayor comparado con un actor que atendiera al conjunto de usuarios de referencia sin asumir los sobre costos de la compartición.

Ahora bien, estos escenarios de análisis suponen un supuesto de un mercado cautivo, no teniendo en cuenta el efecto de pérdida de usuarios por uso de redes alternas (redes del tipo HFC o, incluso, otra red de tipo PON que desplegase un competidor que no encontrase la opción de compartición) que entran a competir por los usuarios, con lo cual, un usuario que no es atendido por la red PON y opta por la red HFC genera inversiones (cubrir ese hogar con la red PON) que no serían recuperables, generando un costo promedio mayor que se traslada al resto de usuarios.

Este punto, que no es tan relevante en casos de una única red de un proveedor incumbente, como sucedía en muchos mercados en el periodo en el que se desarrollaron los procesos regulatorios de desagregación del bucle de abonado, en un contexto donde básicamente se buscaba generar competencia en mercados cercanos al monopolio, evidencian la necesidad de considerar como factor muy relevante hoy en día la mayor demanda que se podría lograr sobre una misma red gracias al agregado de la actividad comercial de todos los actores que la comparten, para ganar mercado a otras redes alternas disponibles en competencia.

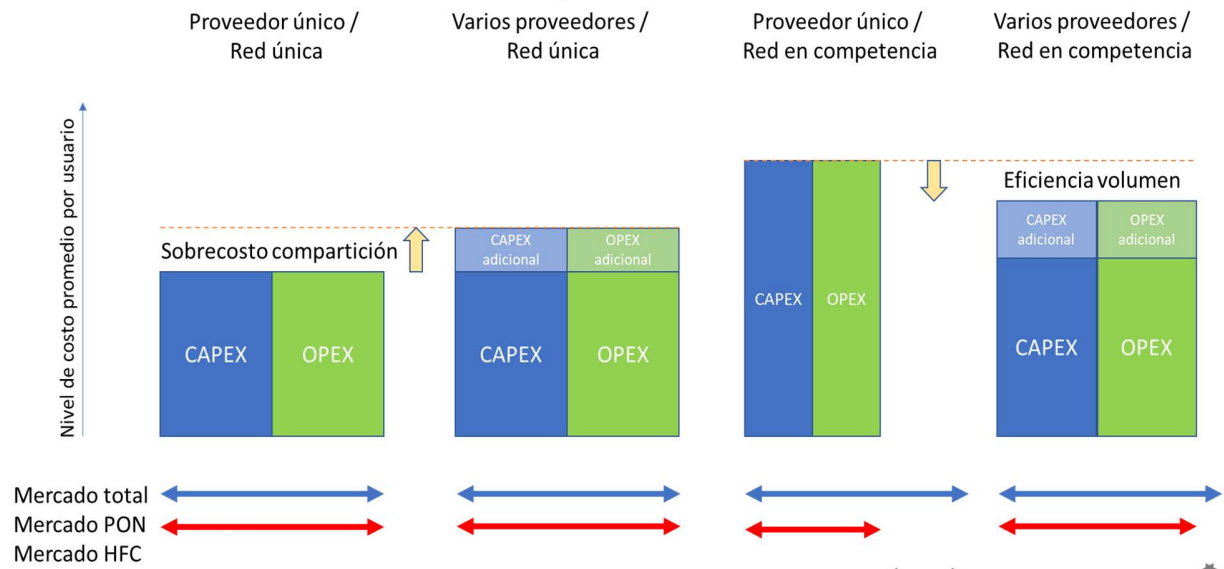
Así pues, bajo un supuesto de existencia de redes alternas que compiten también por el acceso a los usuarios, la eficiencia en costos sería evidentemente mayor para la red compartida por la actividad comercial agregada de todos los agentes que la comparten; así pues, la existencia de redes alternas en competencia generan entonces presión e incentivos a compartir, para lograr obtener la mayor tasa de éxito posible en uso de la red por parte de los usuarios, comparada con aquella que se lograría sin el concurso de otros actores que comparten y aportan en últimas más usuarios para absorber el conjunto de costos de la red.

Es así como, en este nuevo contexto de mercado, la competencia en el mercado minorista genera a su vez competencia en el componente mayorista de red cuando existen alternativas, en este caso redes PON desarrolladas por proveedores incumbentes y redes HFC desarrolladas por competidores que provienen del mundo del cable. (Para efectos de análisis, véase el análisis que se presentan a continuación).

¹⁴⁶ Rendon Schneir, J. (2014). Cost analysis of network sharing in FTTH/PONs. IEEE Communications Magazine, 52(8):126-13

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 77 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Ilustración 15. Absorción de costos según contexto de mercado y aplicación de costos de compartición



Fuente: UT Econometría-SAI con insumos de (Rendon Schneur, 2014)

En el anterior ejemplo ilustrativo, si se considera un costo agregado de atención de una zona determinada, este estaría representado por las áreas de los componentes de CAPEX y OPEX y sería distribuido entre los usuarios que demandan servicios sobre la red; así, al compartir bajo la premisa de una única red, los sobrecostos producto del proceso mismo de compartición aumentan el costo promedio de atención por usuario.

Sin embargo, si se considera que existe una red en competencia (en el ejemplo, una red HFC), dicha red absorbe parte del mercado y puede resultar que los costos promedio aumenten, incluso sin compartición, por encima de lo que sucedería en un escenario de compartición, con lo cual existiría el incentivo de aumentar el volumen de usuarios mediante la compartición, dada la mayor actividad comercial agregada para esta red, lo cual compensa los costos adicionales propios del proceso de compartición.

Adicionalmente, debe considerarse que el despliegue de nuevas redes supone el despliegue y/o compartición de infraestructura soporte para cableados (postes y ductos), la cual, dadas las normas urbanísticas que se desarrollan en mercados urbanos, suponen un recurso escaso difícilmente replicable, por lo cual las municipalidades, en muchos casos, promueven el desarrollo de redes compartidas o incluso, como es el caso de StockAB en Suecia, desarrollan directamente soluciones de redes neutras para proveer el medio de fibra óptica a todos los agentes de mercado interesados. Todo ello bajo un contexto donde los reguladores buscan proteger el bien público de la competencia en el mercado minorista.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 78 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Modelos de compartición

Considerando el contexto antes descrito, las redes fijas pueden desarrollar distintos niveles de compartición según las decisiones de los diferentes agentes de mercado, aunado a las reglas regulatorias vigentes aplicables a cada uno de estos modelos, se describen a continuación posibles modelos de negocio y de desarrollo del mercado que pueden ser considerados.

a. Redes e infraestructura de redes fijas en competencia.

Este modelo refiere al despliegue de redes e infraestructura soporte separadas por cada agente de mercado. Es un modelo que históricamente generó las redes en competencia en las cuales, como ya se indicó, existió un desarrollo de redes de telefonía, con infraestructura soporte propia y, a su vez, el desarrollo de redes de cable, accediendo a infraestructura alterna, generalmente postes y ductos del sector eléctrico.

En este modelo de desarrollo de mercado no existe compartición y cada actor busca su propia eficiencia de costos, no existiendo costos adicionales que deban ser incorporados en inversiones necesarias para la compartición (CAPEX) ni en la coordinación de labores en dicha compartición (OPEX).

b. Redes en competencia sobre infraestructura soporte compartida

Este modelo refiere al acceso a la infraestructura de soporte de postes y ductos disponible (del proveedor de telecomunicaciones incumbente y/o del operador eléctrico) para que cada agente despliegue su propia infraestructura de cableados de sus redes.

Este es un modelo de desarrollo que se ha presentado en Colombia y que ha permitido el despliegue de un número importante de redes de diferentes proveedores en algunas zonas de las ciudades de mayor interés comercial; así mismo, ha permitido el despliegue de redes extendiendo las redes incumbentes y las redes alternativas a zonas antes desatendidas mediante el aprovechamiento de la infraestructura de soporte del sector eléctrico, siendo la cobertura de este operador tradicionalmente mayor que la de las redes telefónicas incumbentes.

c. Red neutra compartida

Este modelo hace referencia a la decisión del agente de mercado que desplegó las redes o a una imposición regulatoria que genera la compartición de la red de acceso; históricamente refiere a la desagregación del bucle de abonado presente en algunos países, generalmente por decisión regulatoria, pero hoy en día como mecanismo de mercado por iniciativa de los particulares, considerando los incentivos que existen para ganar volumen en un mercado donde se encuentran ya redes alternas en competencia con importante cubrimiento (especialmente, redes HFC).

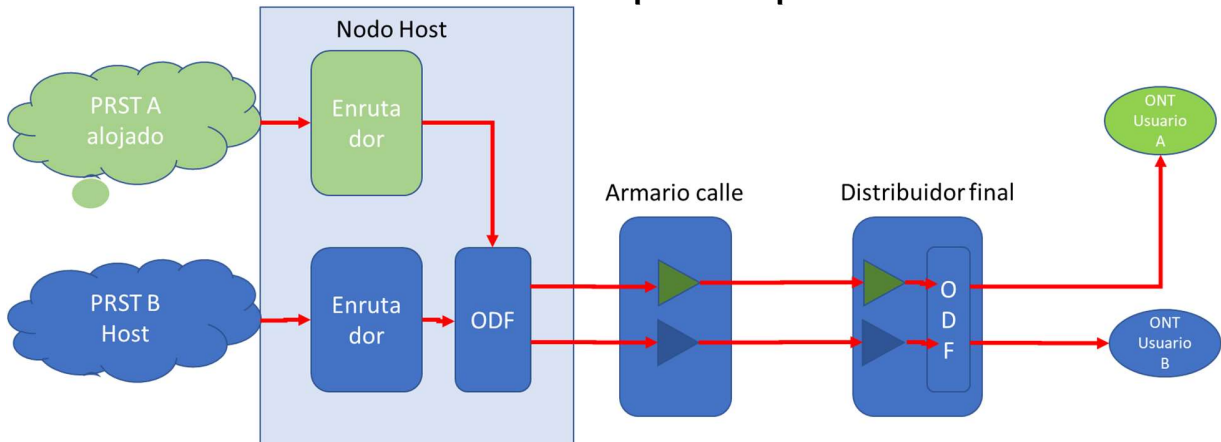
En el caso de Colombia, este modelo ha sido recientemente adoptado en el presente año por los dos agentes que presentan mayor incidencia de redes de fibra óptica, generando oferta mayorista de redes de fibra para otros agentes interesados y anunciando importantes inversiones en el aumento de

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 79 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

cobertura y/o repotenciación de porciones de sus redes anteriormente bajo la tecnología XDSL que dichos operadores se encuentran migrando a redes PON¹⁴⁷.

Debe resaltarse que, para el caso de redes de fibra óptica, la compartición bajo tecnología PON implica la incorporación de fibras troncales separadas para cada agente que entra a compartir, así como el manejo y administración de los ODF en gabinetes y postes para enrutar adecuadamente las fibras de abonado hacia los splitter de cada proveedor que accede a la red, tal como se muestra en la siguiente en ilustración:

Ilustración 16. Modelo de compartición típico en GPON



Fuente: UT-Econometría-SAI, basado en (Rendon Schneir, 2014)

En este caso, la infraestructura de fibras ópticas (líneas rojas) desde los ODF de los nodos del proveedor que presta su red para compartirla (Host) hasta la premisa del usuario, así como los splitter usados para sí mismo y asignados al proveedor alojado (triángulos en armarios en la calle y distribuidores) hasta los ODF de distribución a cada usuario, así como el tramo de fibra desde este último ODF hasta la ONT de usuario que provee cada PRST separadamente, son compartidas.

Nótese que para que la compartición pueda darse, se debe entonces asignar un par de fibra separado entre el ODF principal y el ODF final a cada PRST alojado, hecho este que genera los costos adicionales para atender la compartición en cuanto a inversiones.

En este caso, un proveedor puede simplemente compartir y alojar a sus competidores o, como sucede en los casos ya descritos en Colombia, generar operaciones separadas que alojan a otros PRST y a su propia operación como un tercero más en esta red.

¹⁴⁷ Estos anuncios han sido realizados por COLTEL (Telefónica) en conjunto con el fondo de inversión KKR y por la ETB, en conjunto con UFINET, operación que fue rechazada por parte de la SIC.

Ver para el efecto los siguientes links:

<https://onnetfibra.co/es/nosotros/inversionistas>

<https://forbes.co/2022/01/18/negocios/nace-onnet-fibra-la-mayor-red-de-fibra-optica-en-colombia>

<https://www.larepublica.co/empresas/etb-suscribio-acuerdo-con-ufinet-para-la-comercializacion-de-red-neutral-de-fibra-optica-3121019>

<https://www.larepublica.co/empresas/la-superintendencia-de-industria-y-comercio-detuvo-integracion-entre-etb-y-ufinet-3250459>

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 80 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			

Análisis comparativo

Al analizar los modelos de negocios que se describen, se pueden comparar algunos aspectos desde la óptica de los diferentes actores involucrados, comparación que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4. Comparativo modelos desarrollo redes de acceso fijo a Internet en redes de fibra*

Perspectiva	Desarrollo de redes e infraestructura propia	Compartición de red de acceso
PRST Incumbente	Pros. <ul style="list-style-type: none"> Menores costos totales para lograr cubrir un área si se cuenta ya con infraestructura propia Mayor control operativo de red y servicio Barrera de entrada para nuevos competidores permite aumentar su participación de mercado. 	Pros. <ul style="list-style-type: none"> Absorción de costos por terceros proveedores Mayor tasa de éxito de uso de la red por actividad comercial de los terceros
	Contras. <ul style="list-style-type: none"> Mayor exigencia de inversión inicial Riesgo de demanda por presión competitiva de redes alternas 	Contras. <ul style="list-style-type: none"> Mayores inversiones previendo elementos adicionales necesarios para compartición Mayor OPEX por coordinación de la compartición
PRST Alterno entrante	Pros. <ul style="list-style-type: none"> Control de la red 	Pros. <ul style="list-style-type: none"> Menor inversión inicial Menor OPEX Eliminación de barreras de entrada Acceso amplio y rápido a base de usuarios
	Contras. <ul style="list-style-type: none"> Inversión muy alta Barreras para despliegue de infraestructura propia Casos de imposibilidad normativa de despliegue de postes y ductos propios Mayor demora en acceso a usuarios 	Contras. <ul style="list-style-type: none"> Menor control de la red
PRST Alterno establecido (HFC)	Pros. <ul style="list-style-type: none"> Barrera de entrada para nuevos competidores aumenta su participación de mercado 	Pros. <ul style="list-style-type: none"> Posibilidad de ampliar su propia cobertura vía compartición de la red incumbente
	Contras. <ul style="list-style-type: none"> Mayor costo por despliegue de infraestructura 	Contras. <ul style="list-style-type: none"> Mayor presión competitiva por multiplicidad de actores en mercado minorista Menor tasa de éxito de usuarios/ hogar pasado
Regulador	Pros. <ul style="list-style-type: none"> Existencia de mayor inversión y redes alternas en competencia 	Pros. <ul style="list-style-type: none"> Mayor número de actores en competencia en un mercado más extenso en cobertura Reducción general de costos por ganancia de economías de densidad y volumen manteniendo niveles adecuados de competencia
	Contras.	Contras. <ul style="list-style-type: none"> Menores inversiones agregadas

Perspectiva	Desarrollo de redes e infraestructura propia	Compartición de red de acceso
	<ul style="list-style-type: none"> Limitación en cobertura de actores alternativos a solo zonas de interés 	
Consumidores	Pros. <ul style="list-style-type: none"> Redundancia en redes ante fallas 	Pros. <ul style="list-style-type: none"> Menores costos Mayor competencia Existencia de al menos 2 redes alternas Ampliación de cobertura sin perder nivel de competencia minorista
	Contras. <ul style="list-style-type: none"> Limitación de competencia a solo zonas de interés Mayores costos 	Contras. <ul style="list-style-type: none"> Eventual demora en mantenimientos correctivos por coordinación entre proveedores

* Supone escenario de presión competitiva de al menos un agente con redes HFC
Fuente: Fuente elaboración propia con insumos de UT-Econometría-SAI (2021).

Nótese que en general, son más las bondades de la compartición de la red de acceso, siempre que ella nazca de la decisión del proveedor que la controla, en tanto, un escenario de regulación puede desincentivar la incorporación de inversiones para actualización de la red y aumento en su cobertura.

ESQUEMAS TÉCNICOS QUE IMPULSAN LA CONECTIVIDAD	Código: 9000-38-2-18	Página 82 de 84	
	Actualizado: 27/11/2023	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha revisión: 27/11/2023 Revisión No. 1
Formato aprobado por: Coord. Relacionamiento con Agentes: Fecha de vigencia: 08/08/2022			