

Infraestructura de Internet en América Latina

Puntos de intercambio
de tráfico, redes de
distribución de contenido,
cables submarinos
y centros de datos

Raúl Echeberría



NACIONES UNIDAS

CEPAL



DESARROLLO en transición



Instrumento regional
de la Unión Europea para
América Latina y el Caribe

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

 www.cepal.org/es/publications

 www.cepal.org/apps

SERIE

DESARROLLO PRODUCTIVO

226

Infraestructura de Internet en América Latina

Puntos de intercambio de tráfico,
redes de distribución de contenido,
cables submarinos y centros de datos

Raúl Echeberría



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Instrumento regional
de la Unión Europea

El presente documento fue elaborado por Raúl Echeberría, Consultor de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y editado por Fernando Rojas, de la misma División.

El autor agradece los comentarios y aportes de colegas de la comunidad de IXPs, Juan Alcázar, Ariel Graizer, Milton Kaoru Kashiwakura, Osvaldo Larancuent, Christian O’Flaherty, Wanda Pérez, Francisco Reyes, Hans Reyes e Ivan Žilić Schmidt, así como también los de Adela Goberna, Mehmet Akcin y Hubert Souisa de Infrapedia.com, y Gabriel Adonaylo, Manager de LAC-IX.

Este documento es parte de las actividades realizadas en el marco del proyecto “Facility on Development in Transition”, financiado por la Unión Europea y ejecutado por la CEPAL.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas
ISSN: 1680-8754 (versión electrónica)
ISSN: 1020-5179 (versión impresa)
LC/TS.2020/120
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2020
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.20-00651

Esta publicación debe citarse como: R. Echeberría “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), 2020.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Publicaciones y Servicios Web, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Resumen	5
Introducción	7
I. Puntos de intercambio de tráfico	11
A. Argentina	13
B. Brasil	14
1. IX.Br	15
2. Equinix	16
C. Colombia	16
D. Chile	17
E. México	18
F. Panamá	19
1. IXP de Interred	20
2. Proyecto Hub Digital	20
G. República Dominicana	21
II. Content Delivery Networks (CDNs)	23
A. Arquitectura de las CDNs	24
1. Centros de datos propios	24
2. Puntos de Presencia (PoPs)	25
3. Cachés	25
4. Situación en países seleccionados	27
III. Cables submarinos	31
A. Argentina	34
B. Brasil	35
C. Chile	37
D. Colombia	39

E.	México	41
F.	Panamá.....	43
G.	República Dominicana.....	45
IV.	<i>Data Centers</i>	47
A.	Argentina	49
B.	Brasil	49
C.	Chile.....	50
D.	Colombia.....	50
E.	México	51
F.	Panamá.....	51
G.	República Dominicana.....	51
	Bibliografía	53
	Anexo	55
	Serie Desarrollo Productivo: números publicados	64
	Cuadros	
Cuadro 1	Cables submarinos con puertos de amarre en Argentina	34
Cuadro 2	Cables submarinos con puertos de amarre en Brasil	35
Cuadro 3	Cables submarinos con puertos de amarre en Chile	38
Cuadro 4	Cables submarinos con puertos de amarre en Colombia.....	40
Cuadro 5	Cables submarinos con puertos de amarre en México	42
Cuadro 6	Cables submarinos con puertos de amarre en Panamá.....	44
Cuadro 7	Cables submarinos con puertos de amarre en República Dominicana.....	45

Resumen

La infraestructura de interconexión y distribución de contenidos en Internet en América Latina se ha desarrollado significativamente en los últimos años. Si bien se constatan las mismas heterogeneidades que cuando analizamos cualquier indicador social o económico, en términos generales, el desarrollo actual constituye una buena base para continuar el camino de crecimiento necesario para enfrentar los desafíos futuros.

Los Puntos de Intercambio de Tráfico (IXP por sus siglas en inglés) son en la región, al igual que en todo el mundo, una pieza importante en la infraestructura de Internet. En América Latina y el Caribe hay 101 IXPs de los cuales el 60% se encuentran en Argentina y Brasil. Un total de 3500 organizaciones y empresas participan de esos IXPs. En febrero del 2020, el tráfico agregado de todos los IXPs de la región era en promedio el equivalente a 9 Tbps.

Los IXPs siguen siendo muy relevantes, tanto por el porcentaje del tráfico nacional que pasa por ellos (cerca de 20% en algunos casos) como por el valor que le agregan a sus miembros. En algunos casos los participantes de un IXP llegan a obtener desde el IXP hasta el 80% de los contenidos que necesitan, además de otros servicios de valor agregado como resiliencia, seguridad y cooperación técnica.

Por otro lado, las redes de distribución de contenido (CDN por sus siglas en inglés) siguen expandiendo su presencia en la región. Hay aún muy pocos centros de datos propios de CDNs, pero las principales CDNs sí cuentan con puntos de presencia propios (equipos propios en centros de datos de terceros) en muchos países de América Latina y Caribe, además de cientos de cachés instalados en IXPs y en las redes de los ISPs (proveedores de Internet).

Es importante entender cómo ha cambiado la distribución de contenidos en los últimos 10 a 15 años. La estrategia es ubicar los contenidos cada vez más cerca de los usuarios. Varios entrevistados han coincidido en señalar que aproximadamente 90% de los contenidos que los usuarios buscan están ubicados a 2 o menos saltos (topológicamente hablando) del proveedor de Internet del usuario.

Por lo tanto, si bien los cables submarinos siguen siendo fundamentales, es muy importante favorecer el crecimiento de la infraestructura que permite almacenar los contenidos cerca del usuario para hacer más eficiente su acceso (IXPs, centros de datos y cachés).

Promover nuevos IXPs y contribuir a las condiciones necesarias para fortalecer los existentes, debería ser una prioridad regional, junto con el continuo despliegue de infraestructura de redes de distribución de contenidos.

Muchos centros de datos de la región fueron construidos y orientados a dar respuesta al segmento empresarial pero ahora hay demandas de servicios con mayor potencia y estos centros de datos requieren inversiones mayores.

Algunos de los operadores de CDNs encuentran obstáculos en el mercado de centros de datos para poder instalar mayor cantidad de puntos de presencia.

En el corto plazo se necesitarán más centros de datos para satisfacer la demanda de las empresas que continúan moviendo sus servicios a la nube y otros centros de datos para dar respuesta a las necesidades de aquellos que requieren mayor potencia.

La infraestructura de cables submarinos también continúa en desarrollo. Hay actualmente 68 cables submarinos de fibra óptica en la región. En los últimos años se ven más cables desde o hacia América del Sur, siendo Brasil un país clave en este sentido. También aumenta la diversidad de destinos con los que estos cables conectan a la región.

Hay proyectos muy importantes terminándose y otros en sus comienzos. Un tema que surge en el horizonte como algo a lo que hay que prestar atención es la llegada de algunos de los cables existentes en la región, al final de su vida útil. Algunos ya han tenido algunas actualizaciones tecnológicas, pero no hay información sobre la situación de todos ellos. Esta conectividad es necesaria y es un tema al cual hacerle seguimiento.

Introducción

La cantidad de usuarios de Internet en América Latina y Caribe crece a un ritmo superior al promedio mundial. En los últimos 5 años la penetración de Internet en la región ha pasado del 50% a 70%, lo cual significa aproximadamente 130 millones de usuarios nuevos.

La disponibilidad de infraestructura constituye un factor indispensable para garantizar el crecimiento de Internet y a la vez es también una consecuencia de ese crecimiento.

Es importante que la infraestructura brinde la posibilidad de conectar a nuevos usuarios y que existan condiciones de competitividad permitiendo de esta forma generar economías de escala a costos razonables. Esto impactará además de manera positiva en la calidad de servicio y la experiencia de los usuarios de acuerdo a sus necesidades.

El despliegue de infraestructura es necesario para alcanzar zonas de baja densidad poblacional y así conectar a nuevos usuarios. El incremento de usuarios y el cambio de hábitos en relación a la utilización de Internet, trae como resultado una necesidad permanente de inversión en nueva infraestructura por parte de los proveedores de contenido y de redes.

Es claro que para que nuestra región pueda aprovechar el acceso a la tecnología como un factor de transformación digital tanto de los gobiernos, las empresas, los profesionales, como los propios hábitos de los individuos, es fundamental que el acceso a Internet sea significativo y en condiciones que permitan un uso óptimo de la red.

La infraestructura de Internet es el resultado de la integración de múltiples componentes. A los efectos del presente documento, el enfoque está en 4 de ellos, solo por limitar el alcance del mismo, y no porque los otros componentes no tengan igual importancia. Estos 4 componentes son: Puntos de Intercambio de Tráfico (conocidos habitualmente como IXPs), Cables de fibra óptica submarinos, Redes de distribución de contenidos (conocidas como CDNs) y Centros de Datos (Data Centers). Desde el punto de vista geográfico, la atención del estudio se centrará en 7 países: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Panamá y República Dominicana.

El efecto de la pandemia del COVID-19

Al momento de finalizar este trabajo, el mundo está sufriendo un gigantesco cambio como consecuencia de la pandemia del COVID-19. Debido a las medidas de distanciamiento físico, el uso de Internet ha crecido de forma muy significativa provocando exigencias inesperadas a la infraestructura existente tanto en el mundo como en la región.

Todavía es muy temprano para medir los impactos concretos de este fenómeno, pero se estima que el tráfico de datos ha crecido en promedio 30%. En algunos lugares donde se empiezan a flexibilizar las medidas de distanciamiento, se perciben reducciones del tráfico, aunque difícilmente se vuelva a las cifras anteriores a la pandemia.

Los hábitos de una buena parte de la población mundial han cambiado. Al final de la pandemia el mundo se encontrará en un lugar diferente al del inicio. Serán mundos distintos.

La transformación digital se acelera y el uso de Internet seguirá creciendo como consecuencia. Videoconferencias, *streaming*, teletrabajo, compras y trámites públicos en línea, entre otras prácticas que se han vuelto más comunes durante esta pandemia, serán parte habitual del quehacer cotidiano para mucha gente.

En ese contexto, los temas incluidos en el presente documento adquieren mayor relevancia ya que solo mediante el despliegue de la infraestructura se puede optimizar el uso de las redes con criterios de eficiencia económica y al mismo tiempo continuar mejorando la experiencia de uso. La calidad del acceso será cada vez más necesaria para reducir las brechas de oportunidades entre distintos sectores de la población, permitiendo a grupos más amplios de la sociedad acceder a los beneficios del mundo digital.

Ya no se trata solamente de tener acceso sino de tener un acceso con la calidad adecuada que permita desarrollar actividades laborales, acceder a los servicios públicos, acceder a opciones de entretenimiento, a compras en línea, etc.

Ahora, cuando pesamos en acercar los contenidos a los usuarios debemos pensar también en nuevos tipos de contenidos cuyo consumo se ha incrementado a partir de la pandemia.

Han crecido los servicios locales de múltiples características, desde atención al cliente, servicios de salud, *e-banking* y claramente el comercio electrónico. Empresas que hasta ahora contaban con servidores propios irán moviendo sus servicios a centros de datos que deberán ofrecer buena infraestructura y servicios de conectividad y otros irán moviendo gradualmente sus servicios a la nube.

Los servicios de gobierno digital serán mucho más relevantes. Una vez que debido a la pandemia, la gente ha comenzado a usarlos, seguirá haciéndolo cada vez más y la demanda será creciente. Es importante que los gobiernos que aún no lo han hecho, planeen y construyan sus mecanismos de gestión de contenidos, creando sus propias nubes y eventualmente sus propias CDNs. Es importante que en los casos en que existan IXPs, los contenidos del gobierno se hagan disponibles a través de estos IXPs.

En todos estos casos, hay que trabajar para acercar los nuevos contenidos a los usuarios y los puntos de intercambio de tráfico serán aún más relevantes que lo que ya eran.

Metodología y alcance

La metodología utilizada es la combinación de investigación de información disponible en Internet y la realización de más de 40 entrevistas a actores relevantes en la operación de infraestructura regional de Internet. El entrevistar a personas de distinta formación, roles e intereses, ha dado la oportunidad de combinar y contrastar la información obtenida por diferentes vías.

La información relativa a los cables submarinos de fibra óptica fue obtenida mayoritariamente con la colaboración de Infrapedia.com y se la combinó con información de otras fuentes.

La información pública sobre detalles operativos de las redes CDNs y de Centros de datos no es mucha y las empresas tienen políticas restrictivas en muchos casos en cuanto a la divulgación de esa información. Al no poder citar usualmente las fuentes de datos obtenidos, se ha optado por no incluir ninguna cita. Todas las afirmaciones vertidas en este estudio, son de responsabilidad exclusiva del autor.

Cada uno de los capítulos incluidos en este estudio podría ser objeto de un trabajo en sí mismo. En ese sentido, se propone brindar una actualización del estado de situación en todos estos campos preservando la calidad de la información y ofreciendo un nivel de profundidad adecuado al objetivo de presentar un diagnóstico de la situación actual en la región.

I. Puntos de intercambio de tráfico

Los puntos de Intercambio de tráfico son una parte importante de la infraestructura de Internet.

Si miramos la definición en español de Wikipedia, esta dice:

"Un punto neutro o punto de intercambio de Internet (en inglés IXP, Internet Exchange Point) es una infraestructura física a través de la cual los Proveedores de Servicios de Internet (PSI o, ISP por sus siglas en inglés) intercambian el tráfico de Internet entre sus redes. Esta instalación reduce la porción del tráfico de un PSI que debe ser entregado hacia su proveedor de conectividad, lo que reduce el costo promedio por bit de la entrega de su servicio. Además, el aumento del número de rutas "aprendidas" a través del punto neutro mejora la eficiencia de enrutamiento y la tolerancia a fallos¹".

En el sitio de Internet Society se encuentra esta otra definición:

"Los puntos de intercambio de tráfico de Internet son lugares físicos donde se conectan diferentes redes para intercambiar tráfico de Internet a través de infraestructuras de conmutación compartidas. Constituyen una parte clave del ecosistema de Internet y representan una forma fundamental de reducir el costo y aumentar la calidad de la conectividad en las comunidades locales²".

Finalmente, la federación global de asociaciones de IXPs, Internet eXchange Federation, ofrece la siguiente definición:

"An Internet Exchange Point (IXP) is a network facility that enables the interconnection of more than two independent Autonomous Systems, primarily for the purpose of facilitating the exchange of Internet traffic. An IXP provides interconnection only for Autonomous Systems³".

¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Punto_neutro.

² <https://www.internetsociety.org/es/policybriefs/ixps/>.

³ <http://www.ix-f.net/ixp-definition.html>.

Los objetivos de los IXPs han ido variando con el tiempo. Al inicio fueron formas de abaratar costos de los enlaces internacionales haciendo que el tráfico con destino nacional quedara dentro del país y evitando de esa forma que el mismo sea intercambiado fuera de las fronteras geográficas. Posteriormente, los IXPs fueron evolucionando y comenzaron a ofrecer servicios de infraestructura crítica a los proveedores conectados, instalando copias de servidores raíz⁴, cachés de proveedores de contenido, proveedores de contenido local, etc. En la actualidad el objetivo, tanto de los IXPs como de sus participantes, es también mejorar el acceso a los contenidos que son relevantes desde el punto de vista del consumo. Esto implica acercar los contenidos a los consumidores incidiendo de manera positiva en la calidad de servicio y la experiencia del usuario.

Los IXPs constituyen piezas fundamentales en el ecosistema de Internet. A lo largo del tiempo no solo se han mantenido en operación aquellos que ya existían, sino que además han mostrado un crecimiento importante en cantidad. Los IXPs han sido y siguen siendo componentes de infraestructura de Internet que agregan valor a los proveedores que allí se conectan. Las formas de agregar valor a sus participantes han variado en el tiempo, pero el objetivo sigue siendo el mismo.

Actualmente en América Latina y el Caribe existen 101 IXPs (aunque con distintos niveles de funcionamiento y éxito) y hay entre 5 y 10 proyectos para desplegar nuevos puntos de intercambio de tráfico en el corto y mediano plazo.

De los 21 países continentales de la región, 15 cuentan con uno o más IXPs y además, 15 territorios o países del Caribe también cuentan con IXP o tienen un proyecto pronto a entrar en operaciones (incluyendo Puerto Rico que en algunas clasificaciones no se lista como Caribe)⁵.

Argentina y Brasil cuentan con proyectos muy conocidos y exitosos de puntos de intercambio de tráfico distribuidos a lo largo de los territorios nacionales. En ambos casos los proyectos son coordinados por organizaciones también exitosas: CABASE (www.cabase.org.ar) en Argentina y NIC.br (www.nic.br) en Brasil. Cada uno de estos proyectos cuentan actualmente con 33 puntos de intercambio de tráfico en sus respectivos países. No existe un criterio único para determinar si este tipo de iniciativas de IXPs distribuidos deben ser considerados como muchos IXPs o como un solo IXP distribuido.

A los efectos de este estudio, y luego de revisar la situación en detalle, se ha tomado la opción de considerar a cada punto de intercambio de cada localidad, como un IXP en si mismo. Los IXPs distribuidos mencionados se contabilizan, por lo tanto, como múltiples IXP.

Por lo tanto, se puede afirmar que el 60% de los IXPs de la región se encuentran desplegados en 2 países.

El IXP de CABASE de Buenos Aires, conocido en sus orígenes como NAP de CABASE⁶ es uno de los IXP más antiguos de la región, habiendo comenzado sus operaciones en el año 1998.

Como se menciona más adelante, el tráfico agregado de los IXPs en algunos países es muy significativo, estimándose en casi un 20% del total del tráfico nacional.

Incluso en esos casos, es interesante resaltar que la mayor parte del tráfico se canaliza por los "upstream providers" (o proveedores de tránsito) habituales o a través de acuerdos privados bilaterales de interconexión.

⁴ Un servidor raíz (root server) es un servidor de nombre para la zona raíz del Sistema de Nombres de Dominio (DNS) de Internet. Este servidor responde directamente preguntas acerca de los registros de la zona raíz y además responde otras solicitudes devolviendo la lista de los servidores de nombres autoritativos para el Top Level Domain (TLD) apropiado. Las copias de los servidores raíz son copias generadas a través de una tecnología llamada anycast. Estas copias ofrecen a los usuarios los mismos servicios que los 13 root servers originales. Al instalarse más cerca (topológicamente) de los usuarios, se reducen los tiempos de latencia de las consultas al DNS.

⁵ Fuente LAC-IX e investigaciones propias.

⁶ <https://www.cabase.org.ar/nap-buenos-aires/>.

Tal como se menciona en el capítulo 4, “Redes de Distribución de Contenidos CDNs”, esta variedad en el tipo de tráfico, ha hecho que algunos proveedores de contenido, además de mantener y seguir instalando infraestructura en los IXPs, también lo hacen en Data Centers propios, de terceros o bien directamente dentro de las redes de ISPs.

Desde esa perspectiva, los IXPs parecerían estar perdiendo relevancia. Sin embargo, algo que ha quedado claro luego de las numerosas entrevistas con especialistas de la región, es que no hay acuerdo en cuál es el mejor indicador para medir el éxito de un IXP.

Desde la perspectiva de un proveedor de contenido, la relevancia puede estar dada por el volumen de tráfico del IXP, la cantidad de miembros y las características de sus miembros, mientras que desde la perspectiva de los participantes conectados a un IXP, la relevancia del mismo está dada por el porcentaje del volumen total de tráfico que pueden obtener desde el IXP y por el valor que este les agrega en otra áreas como resiliencia, seguridad, costo y latencia.

De acuerdo a esta segunda visión, los IXPs siguen siendo muy relevantes y componentes necesarios para tener una Internet sólida, resiliente y eficiente.

Basados en datos recolectados de los principales IXPs de la región, es posible estimar que el tráfico total agregado de todos los IXPs es más de 9 TBps tomando valores promedios, con picos que pueden llegar incluso a una cifra 50% mayor.

En este cálculo no se incluyen las diferentes infraestructuras ubicadas en los Estados Unidos donde proveedores de servicio de América Latina y el Caribe intercambian tráfico. Un ejemplo de ello es el NAP de las Américas, ubicado en Miami, Florida.

El NAP de las Américas es una iniciativa que comenzó sus operaciones en el año 2001. Es uno de los principales sitios de interconexión de operadores de América Latina y el Caribe entre sí y con redes de Estados Unidos y Europa.

Principalmente se trata de un Data Center de aproximadamente 7 hectáreas de extensión, propiedad de la empresa Equinix, dentro del cual opera el Miami International Business Exchange⁷. Además del tráfico intercambiado en el IXP bajo el modelo multilateral, es posible establecer acuerdos privados bilaterales de interconexión por fuera del mismo.

A. Argentina

Como se mencionó anteriormente, CABASE, la Cámara Argentina de Internet, inició su primer NAP en 1998 en Buenos Aires.

En 2011, con la instalación de un nuevo IXP en Neuquén, CABASE comenzó a promover y desarrollar otros puntos de intercambio de tráfico fuera de Buenos Aires interconectándolos.

El despliegue de puntos de intercambio de tráfico distribuidos en diferentes localidades fuera de la capital y su interconexión permiten gestionar el tráfico nacional de manera eficiente y a bajo costo.

La arquitectura de los IXPs estuvo basada desde el inicio en un modelo de peering multilateral obligatorio y como se define en el sitio web de CABASE, “Todos los IXPs CABASE siguen el modelo cooperativo⁸”.

⁷ <https://www.equinix.com/locations/united-states-colocation/miami-data-centers/>.

⁸ <https://www.cabase.org.ar/que-es-un-nap-3/>.

Al momento, se encuentran operativos 31 IXPs en Argentina como parte de este proyecto. En total, a la fecha, estos 31 IXPs nuclean 488 participantes. El tráfico agregado es en promedio 840 Gbps con picos mayores a 1 Tbps.

Los IXPs más grandes son los de Buenos Aires, Córdoba, Neuquén, Mendoza y Mar del Plata.

Se estima que el 20% del tráfico agregado mencionado es utilizado para alimentar otros cachés de contenido que están ubicados en ISPs conectados a los puntos de intercambio, por lo que si bien no es posible medir con precisión, se puede estimar que el impacto real de los contenidos intercambiados en los IXP es mayor al mencionado.

Al igual que en IXP de otros países, la dimensión de los puertos ofrecidos a los ISP, están en constante crecimiento. En el IXP de Buenos Aires actualmente se cuenta con puertos de 100 Gbps.

En Argentina no existen otros IXPs además de los de 31 administrados por CABASE. Los operadores más grandes ofrecen, como en otras partes del mundo, tránsito IP a través de sus sistemas autónomos, pero eso no se puede considerar como un punto de intercambio de tráfico.

Actualmente, los administradores de estos IXPs, estiman que el 90% del contenido que necesita un ISP participante de los puntos de intercambio, se obtiene o del IXP al que está conectado, o de otro IXP interconectado.

El ritmo de crecimiento del tráfico que se intercambia en los IXPs de CABASE es muy alto, aproximadamente 80% anual. El ritmo de crecimiento en el número de IXPs se va ralentizando naturalmente. La razón es muy simple, las ciudades más grandes donde hay mejor infraestructura, ya cuentan con IXP. Las que faltan son aquellas ciudades donde es un poco más complicado contar con la infraestructura necesaria y/o hay muy baja demanda de participantes.

En resumen, esta iniciativa es considerada como muy exitosa y referente en la región. Sus características no necesariamente son fáciles de replicar debido a que se basa en condiciones muy específicas. Hay sí, por supuesto, muchas lecciones aprendidas que son usualmente consideradas por otros proyectos.

Además de los desafíos propios de todos los IXPs (especialmente de los que son sin fines de lucro, como este) en este caso hay un desafío adicional proveniente de las variaciones que puede tener en el mercado el precio del tránsito IP ofrecido por los operadores más grandes, en relación con el precio de la fibra oscura. Más allá de las diversas formas de valor agregado que ofrecen los IXPs, tal como se explican en otras partes del estudio, hay un beneficio económico concreto para los participantes de un IXP del interior si es más barato conectarse al IXP local que a un IXP o a un "upstream provider" en Buenos Aires. Si el tránsito IP para conectarse a Buenos Aires fuera más barato que conectarse al IXP local, los beneficios del IXP local disminuirían. Al ser precios no regulados, y en general todos los consultados coinciden que así debe continuar, posibles cambios de precios en el mercado pueden configurar situaciones adversas para los IXPs locales.

B. Brasil

En Brasil existen 2 iniciativas consolidadas y al menos una más que está en proceso liderada por una universidad.

Nos concentraremos aquí en las dos iniciativas de mayor relevancia actual de ese país: IX.Br liderado por el NIC.Br y el IXP perteneciente a la firma Equinix.

Brasil es un país con una gran extensión geográfica, pero con una importante concentración de su economía en São Paulo, y en menor medida en Río de Janeiro.

La topología de Internet y la cantidad de usuarios mantiene por lo tanto esos mismos parámetros.

Una importante cantidad de cables submarinos que conectan a Brasil con otros países, tienen en la ciudad de Fortaleza sus puntos de amarre. Debido a eso, últimamente se percibe un mayor desarrollo y por consecuencia una importante concentración de proveedores de contenidos e infraestructura de Internet en esa zona, lo que ha llevado al crecimiento del intercambio de tráfico en esa ciudad.

Algunas estimaciones en Brasil, indican que entre el 70% y el 80% del tráfico de los ISPs es resuelto en los puntos de intercambio. Estas proporciones crecen a medida que la componente del tráfico se encuentra asociada a servicios de streaming de video.

1. IX.Br

El proyecto IX.Br (www.ix.br) del NIC Brasil (www.nic.br)⁹ comenzó en el año 2004 con el primer IXP (PTT por sus siglas en portugués) en São Paulo y actualmente, luego de 15 años, cuentan con 31 PTTs (Ponto de Troca de Trafego, por sus siglas en portugués) en todo Brasil.

El NIC.br es la fuerza detrás del proyecto y, al igual que en Argentina, la existencia de una organización sólida como promotor de la iniciativa, es una de las razones de éxito.

Desde una perspectiva de arquitectura, la topología de IX.Br es diferente a la del IXP en Argentina.

Se trata de instalaciones en data centers privados que no se encuentran necesariamente interconectados entre sí. Un IX puede tener conexiones con varios centros de datos. Un requerimiento es que tengan caminos redundantes (fibras ópticas oscuras) entre ellos. La arquitectura se basa en acuerdos privados de peering entre los participantes.

En este caso se optó por no interconectar a los PTTs para evitar competir con los operadores, que también participan de los puntos de intercambio y cuyo negocio de carrier incluye la oferta de transporte de larga distancia dentro de Brasil.

Actualmente existen en total unas 2500 empresas u organizaciones conectadas a los PTTs de IX.Br.

El CAPEX, o sea la inversión en activos, principalmente asociada a equipamiento necesario para la instalación de los PTTs, es absorbido por NIC.Br, al igual que el OPEX, o sea los costos operativos típicamente asociado a mantenimiento, excepto en los PTTs donde el tráfico es superior a 1Tbps. En esos casos se aplica una escala de valores determinada¹⁰. Actualmente los PTTs de São Paulo y Río de Janeiro son los únicos que superan dicho umbral. El PTT más próximo en formar parte de esa categoría es el de Fortaleza, debido al crecimiento mencionado anteriormente.

El crecimiento de los IXPs en términos de tráfico agregado se da como consecuencia de una mayor demanda por parte de los miembros que lo integran. Esto se manifiesta, al igual que en cualquier otro IXP, en requerimientos de puertos (interfases físicas donde se conectan las redes de los participantes del IXP) de mayor capacidad. En sus inicios, en 2004, IX.br ofrecía puertos de 100 Mbps mientras que actualmente los puertos de mayor capacidad son de 100 Gbps. Un orden de dimensión totalmente superior.

Tal como se muestra en las estadísticas oficiales del IX.Br¹¹, el tráfico agregado (medido mensualmente) es en promedio casi 6 Tbps, con picos de 10 Tbps.

⁹ NIC.Br, organización que entre otras funciones tiene la de administrar el registro del dominio .Br y las direcciones IP para Brasil (www.nic.br).

¹⁰ http://old.ix.br/doc/TBV_IX.br_SP_RJ_01_03_2019.pdf.

¹¹ <https://ix.br/agregado/>.

Para tener una referencia que permita apreciar estos valores, se puede decir que los picos de tráfico agregado de los PTTs (si bien incluyen el agregado de los 31 PTTs) son mayores a los picos de tráfico de AMS-IX (Amsterdam¹²) y DEC-IX (Frankfurt), que son los IXPs de mayor tráfico agregado y relevancia en el mundo.

El PTT de Sao Paulo, por sí solo, tiene comportamientos de tráfico similares a estos grandes IXPs mencionados, lo que lo posiciona también como uno de los más grandes del mundo.

En este caso también, basándonos en estimaciones informales, se puede inferir que el tráfico intercambiado en los PTTs de IX.Br en conjunto, equivale a aproximadamente el 20% del tráfico total nacional, lo cual es un porcentaje muy significativo.

Las principales Redes de Distribución de Contenidos (CDNs) globales tienen presencia en los PTTs de São Paulo, Río de Janeiro y Fortaleza. Otros PTTs tienen presencia de alguna de esas CDNs y en algunos casos de CDNs más pequeñas.

2. Equinix

En São Paulo existe otro IXP que ha estado en funcionamiento por muchos años, el IXP de Equinix.

Equinix es una empresa cuyo negocio principal son los Data Centers y por supuesto ofrecer y facilitar servicios de interconexión dentro de ellos. En Brasil poseen 6 Data Centers que se complementan bien con el proyecto IX.Br ya que todos ellos están conectados a diferentes PTTs.

En São Paulo, el Data Center de Equinix sí es un IXP. Este IXP nació en el ámbito de FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, (www.fapesp.br), en el año 1997, siendo uno de los más antiguos de la región, y en marzo de 2002 su operación fue pasada a la empresa Terramark Worldwide Inc.¹³ cambiando su denominación a NAP do Brasil. Los activos de Terramark pasaron por diversos procesos de adquisiciones posteriores hasta convertirse en propiedad de Equinix.

El IXP de Equinix en São Paulo tiene un tráfico aproximado de 500 Gbps promedio y aproximadamente 100 participantes entre los cuales se encuentran los principales proveedores de contenidos.

Las principales Redes de Distribución de Contenidos a nivel global, tienen presencia en este IXP.

C. Colombia

El NAP de Colombia fue uno de los primeros IXPs de la región. Inició sus operaciones a principios de 1998 y se trató de un proyecto de la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones, CCIT (www.ccit.org.co).

En cuanto a su arquitectura y sus reglas, el modelo del NAP Colombia es de Peering multilateral mandatorio, no permitiéndose interconexiones privadas bilaterales.

Uno de los requisitos para ser miembro del NAP Colombia es poseer licencia de proveedor TIC. Además de esa restricción, el IXP es abierto, aunque el esquema de costos puede no resultar atractivo para los operadores más pequeños.

Los costos operativos (OPEX) son distribuidos entre los miembros participantes. Las características legales del NAP Colombia, no permite generar OPEX excedente, por lo que las necesidades de inversión se cubren con el pago de una matrícula de entrada al NAP que actualmente es de US\$ 25.000.

¹² <https://www.ams-ix.net/ams/documentation/total-stats>.

¹³ <https://www.lightwaveonline.com/business/companies/article/16652917/terremark-takes-over-operation-of-nap-do-brasil>.

El costo operativo mensual es de poco más de US\$ 1.000. De acuerdo a información provista por algunos operadores colombianos, el IXP del NAP Colombia es rentable solo para operadores con tráfico de 1.5 Gbps o más.

El requisito de poseer licencia de proveedor TIC para participar del IXP constituye una barrera para la conexión de CDNs. Si bien las CDNs podrían gestionar dicha licencia, registrarse como proveedores locales podría tener implicancias en su situación tributaria. Eso constituye una desmotivación para registrarse y por lo tanto no participan del NAP.

Otro factor de desestímulo para las CDNs podría ser que el NAP Colombia no cuenta con un Data Center propio sino que se encuentra localizado dentro de un Data Center comercial. Al no tener el control del Data Center, el NAP Colombia no puede garantizar la disponibilidad de espacio que las CDNs pudieran requerir para futuras expansiones.

Actualmente, el NAP Colombia cuenta con 20 miembros que generan un tráfico promedio de 180 Gbps, lo cual, de acuerdo a estimaciones no rigurosas, podría constituir alrededor de un 7% del tráfico de todo el país. Desde el 2009 se constata un crecimiento permanente del tráfico de entre 20 y 40% anual.

El NAP Colombia hospeda también al GNAP, el IXP del Gobierno, que conecta a aproximadamente 250 instituciones estatales. En la actualidad existe la percepción que las organizaciones estatales no están aprovechando toda la capacidad del GNAP. Si se mejora el uso de este IXP estatal, existen grandes oportunidades de sinergia entre el NAP Colombia y el GNAP que pueden hacer disponible mucho más información de interés de los usuarios a través del NAP Colombia.

Hasta el momento, el NAP Colombia está presente solo en Bogotá, pero se están evaluando iniciativas de expansión en otras ciudades tales como Barranquilla y Cali, pero al momento se trata de proyectos sin planes concretos de implementación.

D. Chile

Chile fue uno de los primeros países de la región en contar con un IXP, el NAP Chile, que inició sus operaciones en septiembre de 1997¹⁴.

En 1999 el regulador de telecomunicaciones, la Subtel, emitió una regulación (se detalla en el capítulo Regulaciones) que obligó a los proveedores de Internet a interconectarse.

A partir de ese entonces surgieron varias iniciativas, algunas de ellas por parte de los operadores existentes, para interconectar grupos de proveedores.

PIT (Punto de Intercambio de Tráfico) es la denominación utilizada en Chile para los IXP. Hay 9 PITs registrados actualmente en Chile. Uno de ellos es el NAP Chile, que fue inaugurado en 1997. Todos estos PITs están en funcionamiento, pero con distintos niveles de actividad.

El PIT más grande es el PIT Chile (www.pitchile.cl), que está a su vez conformado por 5 IXPs (Santiago de Chile, Arica, Concepción, Temuco y Curicó). Este PIT tiene un tráfico de aproximadamente 900 Gbps promedio con picos de 1.5 Tbps. Los otros PITs tienen como máximo tráfico del orden de algunas decenas de Gbps".

El PIT Chile es una iniciativa privada que se define como abierta, transparente, pública, neutral y distribuida de acuerdo con la información de su sitio web.

¹⁴ https://es.wikipedia.org/wiki/NAP_Chile.

En Santiago tiene infraestructura redundante con 2 nodos en Data Centers de terceros. En cuanto a su arquitectura, el PIT Chile es un IXP de capa 2 que permite establecer conexiones de peering tanto multilateral como bilateral.

130 proveedores participan del PIT Chile, con un crecimiento en el número de participantes de 50% anual.

Como se mencionaba anteriormente, El tráfico agregado de todos sus IXPs es de aproximadamente 900 Gbps en promedio con picos de 1.5 Tbps, lo cual estiman que representa aproximadamente el 20% del tráfico total de ese país.

Una particularidad de este PIT es que no posee infraestructura de CDNs en sus instalaciones, pero sus miembros cuentan con caches dentro de sus redes. Además existen CDNs ubicadas en Data Centers propios o de terceros y conectadas a 3 de los puntos de intercambio de tráfico de PIT Chile: Santiago, Arica y Concepción.

Estas 6 instalaciones del PIT Chile se encuentra interconectadas entre sí, y a diferencia de otros países, en este caso no ha configurado una controversia con operadores de telecomunicaciones, lo cual confirmaría la conclusión que todos los países son diferentes y no necesariamente un modelo que funciona en un lugar, funciona en otro.

El PIT Chile brinda también servicios de RPKI desde su infraestructura. Junto con el IXP de AEPROVI en Ecuador y con el IXP CriX de NIC Costa Rica, son los 3 IXPs de la región que han desplegado esta tecnología¹⁵.

RPKI es un sistema que mediante criptografía, permite validar la legitimidad del anuncio de direcciones IP (v4 y v6) en Internet¹⁶ por lo cual este servicio es una forma más de agregar valor desde el PIT a los proveedores conectados.

En atención a la regulación vigente, todos los PITs tienen que publicar, entre otros parámetros de calidad de servicio, datos de sus miembros y del tráfico existente. La cantidad de miembros no se puede acumular para saber cuántos proveedores hay en total conectados a algún PITs ya que debido a las obligaciones de interconexión, muchos miembros se repiten e incluso los operadores de un PIT son miembros de otro. Es posible, sin embargo, estimar que en total existen aproximadamente 150 organizaciones y empresas conectadas a los distintos PITs.

E. México

La consolidación de puntos de intercambio de tráfico en México siempre ha sido un desafío debido a dos factores:

- i) La cercanía con Estados Unidos, lo cual hace que sea casi siempre más barato interconectarse con otros operadores en Dallas o Los Ángeles que en México
- ii) Las características del mercado muy concentrado y con pocos operadores dominantes, que al vender tránsito no tienen motivaciones propias para participar de un IXP en México. Al igual que sucede en muchos países, el tránsito IP es generalmente más barato que la fibra oscura necesaria para conectarse al IXP.

¹⁵ Fuente: LACNIC.

¹⁶ <https://www.lacnic.net/502/1/lacnic/informacion-general-sobre-certificacion-de-recursos-rpki>.

En el 2014, a impulsos de la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI)¹⁷, se formó el Consorcio de Intercambio de Tráfico de Internet, CITI¹⁸, que implementó un IXP en abril de ese año.

El IXP de CITI cuenta en el momento con 10 miembros y 4 por ingresar.

La organización no tiene fines de lucro y está analizando en este momento instalar un segundo IXP en Querétaro. Querétaro es un lugar interesante por la presencia de Data Centers y un número interesante de proveedores pequeños que se podrían beneficiar.

Las principales CDNs han instalado cachés en el IXP pero para los operadores conectados muchas veces ya tienen peering implementado con las CDNs en Estados Unidos (principalmente Dallas) o ya cuentan cachés en sus redes.

El tráfico del IXP no es alto si se consideran las dimensiones del mercado. El promedio de tráfico es de 1 Gbps cuando el tráfico de todo el país se estima que sea de algunos Tbps. Hay dos factores que podrían cambiar sustancialmente la situación de tráfico del IXP:

- i) Durante bastante tiempo ha habido conversaciones con el gobierno federal para que este instale sus contenidos en el IXP. Si eso sucediera, o hubiera una conexión directa de los principales servicios estatales al IXP, seguramente esto tendría un impacto significativo en el tráfico.
- ii) Tal como se menciona en el capítulo de Regulación, en México existe una regulación muy particular que obliga al operador preponderante a conectarse al IXP e implementar peering multilateral allí. La agencia de competencia ha determinado que Telmex es el operador preponderante. Si bien Telmex está conectado físicamente al IXP, nunca se ha implementado realmente el peering multilateral. Para decirlo en términos más técnicos, nunca se han implementado las sesiones BGP de ruteo. Si esta situación cambiara y realmente el operador preponderante se conectaría apropiadamente al IXP, esto tendría un gran impacto con el tráfico aumentando de forma significativa la relevancia del IXP.

Al igual que en otros IXPs, la dimensión de los puertos de conexión ha ido aumentando. Al inicio, el IXP ofrecía puertos de 1Gbps y 10 Gbps, ahora todas las conexiones son de 10 Gbps. Han existido conversaciones para conectar empresas a 100 Gbps pero aún no se ha implementado.

Además del IXP de CITI en Ciudad de México y del plan para instalar otro nodo en Querétaro, existen otros dos proyectos avanzados: un proyecto de IXP en Chiapas, de la Universidad Autónoma de Chiapas¹⁹, y otro en Yucatán operado por la ya formada asociación civil sin fines de lucro IXSY (ixsy.org.mx). Se espera que este IXP esté operativo a mediados de 2020 y cuente con la instalación de cachés de las principales CDNs y con copias de servidores raíz del DNS.

F. Panamá

Panamá es un mercado vibrante, un país ubicado en un sitio estratégico de la región y que ha mostrado un crecimiento económico muy interesante en los últimos años.

Internet no escapa a esa lógica y también ha experimentado un crecimiento notorio en la cantidad de usuarios mostrando actualmente una penetración de más del 70%.

¹⁷ CUDI una asociación civil sin fines de lucro, fundada en 1999, que entre otras funciones, gestiona la Red Nacional de Educación e Investigación (RNEI). www.cudi.edu.mx.

¹⁸ <http://ixp.mx>.

¹⁹ <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/tic/23047-chiapas-ixp-tercero-en-el-pais>.

1. IXP de Interred

En Panamá existe un IXP el cual es operado por Interred (www.interred.org.pa), una asociación sin fines de lucro.

De acuerdo al relevamiento realizado para esta investigación, este IXP es el más antiguo de América Latina y Caribe. Interred Panamá fue fundada el 20 de abril de 1997 con la iniciativa y apoyo de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) y el programa RedHUCyT (Red Hemisférica Interuniversitaria de Información Científica y Tecnológica) de la OEA.

En Panamá existen aproximadamente 250 empresas licenciadas como proveedores de Internet, aunque con solamente unos 100 números de sistema autónomo (ASNs). La cantidad de proveedores de servicio de Internet que se encuentran activos es del orden de los 30.

El IXP de Interred cuenta con 19 miembros (16 son los realmente activos) y tiene un tráfico promedio de 4 Gbps.

No hay CDNs instaladas en este IXP aunque los principales operadores cuentan con caches dentro de sus redes.

El modelo de intercambio de tráfico es multilateral abierto y recíproco. Cada miembro comparte su tabla de ruteo y todos ven todas las redes que allí se publican.

No está permitido en el IXP que un miembro anuncie redes de operadores más pequeños si estos tienen su propio ASN (número autónomo).

Solo uno de los principales operadores (Claro) no tiene presencia en el IXP.

Actualmente Interred se encuentra en un proceso de crecimiento y renovación tecnológica.

Desde el inicio del IXP hasta 2006 todos los participantes del IXP se conectaban por un mismo puerto de 100 Mbps. En el 2006 se pasó a puertos individuales de 10 Mbps cada uno. Todos los miembros pagaban un costo de membresía de US\$ 550. En el 2015 se comenzó a proveer puertos de 1 Gbps a aquellos miembros del IXP que así lo solicitaban, con un costo diferencial de membresía de US\$ 850.

Actualmente se ofrecen puertos de 100 Mbps o 1 Gbps, pero luego de esta renovación existirán alternativas de acceder a puertos de 10, 40 y 100 Gbps.

Adicionalmente se planea instalar copias de servidores raíz y se buscan posibles acuerdos con CDNs.

Interred se plantea un objetivo de crecimiento de 10 nuevos miembros en 2020.

La mayoría de los cables submarinos llegan a Corozal, en la zona del Canal de Panamá. En esa zona se encuentran ubicados los principales carriers. Interred Panamá, por lo tanto, está analizando la posibilidad de trasladar el IXP hacia esa zona o bien expandir su infraestructura instalando un nuevo nodo conectado al principal.

2. Proyecto Hub Digital

Con el apoyo del Banco de Desarrollo de América Latina, CAF, se comenzó en el año 2019 un proyecto tendiente a la creación de un Hub Digital en Panamá, que pueda tener impacto especialmente en América Central, Colombia y México.

Al finalizar este estudio, se había culminado el análisis de factibilidad del Hub que ha concluido que la instalación de un IXP regional en Panamá que sirva a los países mencionados, podría generar **ahorros en costos de conectividad hacia y desde fuera de la región, equivalentes a US\$ 45 millones para el año 2025**. El análisis aporta también datos en cuanto a **las mejoras esperadas en tiempos de latencia (reducción de entre 70 y 90%)** así como las oportunidades que ofrecería este hub para la transformación digital en la región.

El estudio de CAF propone un modelo denominado como IXP virtual basado en la agregación de tráfico en los países de la región (empleando en algunos casos IXPs locales ya existentes) y la interconexión de los países en función de dos posibles topologías.

El proyecto está en etapa de análisis de modelos de gobernanza y de creación de una comunidad de apoyo al mismo. Los gobiernos de la región han mostrado interés, pero es necesario involucrar a otros actores tales como CDNs, operadores, operadores de cables y reguladores. Se esperan avances en los próximos meses que puedan mostrar ya con claridad la viabilidad del proyecto y los posibles cronogramas para su implementación.

G. República Dominicana

En República Dominicana se encuentra instalado el NAP del Caribe desde el año 2007. Originalmente este emprendimiento era propiedad de Terramark, quien en ese momento también operaba el NAP de las Américas (ya mencionado en este reporte) en Miami, USA.

El NAP del Caribe, si bien es un lugar donde se puede negociar interconexión entre distintos operadores de redes y/o contenidos, no es exactamente un IXP, es más bien un Data Center.

Desde ya hace un tiempo, el capítulo de Internet Society de República Dominicana, inició el proyecto de instalar un IXP en el país. El IXP resultante de ese proyecto está ya en su última fase de implementación, siendo inminente su entrada en operaciones para los próximos meses. Este IXP estará alojado en el NAP del Caribe, que posee una infraestructura muy moderna. Este Data Center es un lugar muy apropiado ya que prácticamente todos los operadores de telecomunicaciones y empresas de contenido ya tienen sus equipamientos localizados en las instalaciones del NAP del Caribe. Muchos operadores ya tienen ahí acuerdos de peering bilateral entre ellos.

El NAP del Caribe subsidiará parte de sus servicios y equipamiento por los primeros 2 años a los efectos de contribuir con la sostenibilidad del IXP en el corto y mediano plazo. Si bien el IXP es una iniciativa del capítulo de República Dominicana de Internet Society, el IXP tendrá su propia institucionalidad y gobernanza y no tendrá fines de lucro.

Ya hay 20 firmantes de la iniciativa. Esas son firmas de adhesión e interés, pero no representan aún un compromiso vinculante de participación en el IXP. Entre esos 20 firmantes se encuentran 6 ISPs que operan en Dominicana.

De acuerdo a los registros de INDOTEL²⁰, hay 34 empresas de servicios de Internet en el país. En función de las entrevistas mantenidas, hay una visión generalizada en el sentido que como máximo, unos 15 de ellos están realmente activos, y que los 6 firmantes del IXP representan más del 90% de mercado.

Si bien todavía queda mucho trabajo por hacer en relación al funcionamiento del IXP, la intención es implementar una arquitectura multilateral donde todos compartirán las tablas de ruteo conectándose al mismo servidor de rutas.

En el IXP se instalarán 2 copias anycast de servidores raíz del DNS (servidores D y E) y ya hay conversaciones con las principales CDNs con el objetivo de tener su presencia en el IXP.

En síntesis, si bien este proyecto tiene ya mucho tiempo, todo parece indicar que el IXP será operativo en un plazo muy breve y que la presencia de los principales proveedores de acceso y contenidos contribuirán al éxito del mismo.

²⁰ <https://www.indotel.gob.do/telecomunicaciones/internet/>.

II. Content Delivery Networks (CDNs)

Con el crecimiento de Internet, la cantidad de usuarios y la cantidad de contenidos que fluyen por la red, se ha vuelto muy complejo brindar grandes volúmenes de contenidos desde un solo sitio central de un servicio o aplicación.

De acuerdo a la arquitectura que se aplicaba mayoritariamente hace algunos años, un servicio que brinda muchos contenidos debería no solo crecer constantemente en capacidad de almacenamiento y procesamiento, sino también en los enlaces de comunicaciones para conectar el servidor a Internet.

Con el incremento exponencial de los datos que una aplicación popular brinda a los usuarios, el crecimiento de la necesidad de ancho de banda para conectar un servidor único sería difícil de satisfacer.

Si bien las CDNs existen ya hace bastante tiempo, éstas se han vuelto muy populares en los últimos años.

De acuerdo al sitio de Akamai, que es una de las CDNs más conocidas globalmente:

“Una red de distribución de contenido es una plataforma de servidores altamente distribuida y optimizada para entregar distintos elementos, que incluyen aplicaciones web y contenido multimedia en streaming. Esta red de servidores se distribuye a través de una gran cantidad de centros físicos y de redes, para responder directamente a las solicitudes de contenido web de los usuarios finales y entregarlo de forma rápida y segura²¹”.

Por lo tanto, las empresas de operadores de CDNs desarrollan de forma permanente su infraestructura, generando presencia cada vez en más data centers, IXPs y redes de operadores de telecomunicaciones de todo el mundo.

²¹ <https://www.akamai.com/es/es/cdn/what-is-a-cdn.jsp>.

Existen distintos tipos de CDNs, notoriamente al menos dos: Las CDNs que ofrecen servicios a terceros, distribuyendo globalmente contenidos de numerosas aplicaciones y servicios como por ejemplo Cloudflare, Azion y Akamai entre otras, y CDNs que son propias de las empresas proveedoras de contenidos, como Netflix, Google, Facebook y Disney.

Amazon es un caso híbrido ya que su CDN distribuye sus propios contenidos, pero también vende sus servicios de CDN a terceros. Google también podría considerarse en este grupo, aunque, como es obvio, es uno de los principales proveedores de contenido del mundo.

Streaming de video y entretenimiento ocupan la porción más importante del contenido que se distribuye. Empresas cuyo contenido es fundamentalmente streaming, usualmente utilizan servicios de CDN de terceros, pero a partir de cierto volumen de datos les comienza a ser rentable tener su propia CDN y poder de esa forma también tener más control sobre la calidad del servicio y diferenciarse de otros. Así es como Netflix, en 2012 anunció su CDN propia, Open Connect²².

Hay muchos puntos de contacto entre los conceptos de CDN y Cloud computing. La existencia de una CDN implica la existencia de una nube que la sustenta (propia o contratada) pero una nube puede ser usada para otros fines como por ejemplo, ser plataforma de aplicaciones corporativas: Software como servicio (SaaS por sus siglas en inglés), almacenamiento o capacidad computacional, Infraestructura como servicio, (IaaS por sus siglas en inglés), etc.

Algunas de las CDNs más notorias, son también jugadores importantes en el mercado de Cloud Computing.

El éxito de los servicios de contenidos, como por ejemplo el *streaming*, depende de la buena experiencia del usuario, y la experiencia del usuario depende en gran manera, de la cercanía entre éste y los contenidos a los que accede. O sea, el objetivo de las CDNs es acercar el contenido lo más cerca posible del usuario que lo demanda.

No es mucha la información oficial que es pública sobre la infraestructura de CDNs, en parte porque se considera información estratégica que permite a los diferentes actores diferenciarse de sus competidores. En ese sentido, hay que basarse por lo tanto en información disponible e información obtenida de conversaciones informales, discusiones en paneles, presentaciones en foros y en la visión de observadores privilegiados.

La capilaridad de la infraestructura de las CDNs y el tráfico agregado parecerían indicadores adecuados para medir el desarrollo de este componente de la infraestructura regional de Internet.

A. Arquitectura de las CDNs

Los componentes esenciales de las CDNs, además de la conectividad, son centros de datos propios o de terceros para alojar su infraestructura y caches para alojar los contenidos más demandados.

1. Centros de datos propios

Existen actualmente un número reducido de centros de datos de proveedores de contenido en la región: La instalación del primer centro de datos de Google en América Latina fue anunciada en 2012 y entró en funcionamiento en 2013. De acuerdo a la información en su sitio web, de las 19 localidades en el mundo²³ donde la empresa tiene Centros de datos propios, solo 1 de ellos se encuentra en América Latina, ubicado en Quilicura, Santiago de Chile.

²² <https://media.netflix.com/en/company-blog/how-netflix-works-with-isps-around-the-globe-to-deliver-a-great-viewing-experience>.

²³ <https://www.google.com/intl/es-419/about/centros-de-datos/locations/>.

El otro centro de datos propio de una CDN en la región es el de Amazon Web Services (AWS), que en su sitio muestra una instalación en São Paulo, Brasil, inaugurada en 2011.

No hay más constancias de presencias de CDNs en la región con centros de datos propios, aunque sí han existido anuncios y también rumores sobre nuevos emprendimientos de este tipo.

En junio del 2019, AWS anunció la instalación de un centro de datos propio en Argentina, (proyecto que no ha mostrado avances aún) y en octubre del 2019 circuló en la prensa la noticia (no confirmada por Google aún) de la instalación de un centro de datos en Uruguay. La prensa chilena, ya también había manejado extraoficialmente, la posibilidad de la instalación de un segundo centro de datos de esa compañía en Chile. Estos centros de datos son habitualmente instalaciones de magnitud importante en términos de área, provisión de energía y conectividad.

2. Puntos de Presencia (PoPs)

Los puntos propios de CDNs en infraestructura de terceros se han expandido por toda la región.

Para instalar estos puntos de presencia, las CDNs requieren ciertas condiciones:

- Escalabilidad: Posibilidad de crecimiento en área para alojamiento de *racks*.
- Energía: Es el recurso más crítico. Algunos operadores de CDNs requieren al menos 15kw por rack. Usualmente la mayoría de los Centros de datos en la región ofrecen menos energía por *rack* que la que se precisa, por lo que a veces deben contratar más *racks* que los necesarios, solo para satisfacer la demanda de energía.
- Neutralidad con relación a proveedores de conectividad: algunos de los Centros de datos son propiedad de empresas de telecomunicaciones. Para los operadores de CDNs es importante que exista flexibilidad para conectarse a múltiples proveedores.

El mercado regional de centros de datos está focalizado fundamentalmente en el segmento "Enterprise", es decir que su portafolio de productos está orientado a brindar servicios de TI con requerimientos sensiblemente menores a los que precisa una CDN. Hay varios casos en que centros de datos que ofrecen de forma estándar 5 Kw por rack, han flexibilizado sus políticas y suministran 10, 15 o hasta 20 Kw en algunos sectores de su infraestructura para adaptarse a los requerimientos de los operadores de CDNs.

En algunas ciudades, la falta de un mayor número de opciones de centros de datos que cumplan con las condiciones requeridas es un obstáculo para que las CDNs puedan desplegar su infraestructura. Esto hecho produce un impacto negativo al desarrollo de Internet en ese mercado al tener incidencia en la calidad de servicio y costos asociados.

Algunos especialistas sostienen que el costo de la energía y "*colocation*" en los centros de datos de América Latina, son sensiblemente superiores a los de otras regiones, por lo que las CDNs priorizan el despliegue de infraestructura en sitios donde las condiciones de mercado sean aptas a tales efectos.

3. Cachés

El tercer componente de la infraestructura de las CDNs, son los cachés.

Caché es un término muy utilizado en informática. De acuerdo a la definición que figura en Wikipedia:

"Una caché, 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 acceso más rápido²⁴.

Llevado este concepto al contexto de las CDNs, un caché es un servidor que se instala cerca de los usuarios y que tiene la mayor cantidad posible de los contenidos que los usuarios de ese entorno consumen.

La forma de anticipar cuales son los contenidos que deben estar en cada caché, y los algoritmos utilizados para ese cometido son secretos bien conservados por los operadores de CDN. La eficiencia de los mecanismos de actualización de los caché son fundamentales para optimizar el espacio de almacenaje necesario en el caché, la energía que ese servidor consume y el ancho de banda necesario para su actualización. Por lo tanto, la eficiencia de esos algoritmos se traduce directamente en la optimización de los costos operativos.

La compañía Netflix, por ejemplo, ha publicado varios artículos técnicos, que si bien no incluyen todos los datos técnicos de su solución, explican la arquitectura de su CDN²⁵. Netflix dice tener una solución técnica que predice el contenido que será consumido y los horarios, lo que le permite optimizar el tamaño del caché y el horario de actualización utilizando los momentos de bajo tráfico de las redes.

Existen básicamente dos tipos de caché, los “*Enter-deep*” y los “*bring-home*”.

En el caso de *Enter deep*, la idea es empujar los cachés “profundo” en la red, o sea lo más cerca posible del usuario. Es una tecnología iniciada por Akamai y que ahora es usada por gran cantidad de CDNs. A saber, este modelo es utilizado en la región por Azion, Akamai, Google, Netflix y Facebook.

Por ejemplo, cuando un usuario carga un video ese video es provisto desde el caché y al mismo tiempo otras búsquedas son hechas a través de la red del CDN o directamente a los PoP (Points of Presence —Puntos de presencia—) para traer información personalizada que puede ser publicidad o subtítulos del video.

En el caso de *Bring home*, la idea es traer al usuario a “la casa de la CDN”. Es una arquitectura iniciada por Limelight Networks. De acuerdo a ese modelo, parte del contenido se brinda desde un sitio cercano al usuario, pero a la mayor parte de esos contenidos se encuentra en los PoPs a los que se accede a través de las redes de alta velocidad de la CDN. Esos PoP están distribuidos en el mundo, pero en un limitado número de localidades que se encuentran cerca de las redes Tier 1. A saber Limelight Networks, Apple, Twitch y Sony Play Station utilizan este modelo en LAC.

Las arquitecturas *Enter deep* ofrecen usualmente menor latencia a un costo de mantenimiento más alto, las *Bring Home* tienen menores costos de mantenimiento al potencial precio de ofrecer servicios con mayor latencia.

La mayoría de los IXPs de la región y muchos ISPs poseen algún caché de las principales CDNs. Como ya se mencionó, si bien los IXPs siguen siendo importantes para todas las CDNs, algunas de ellas priorizan actualmente su presencia en las redes de los ISPs como la forma de estar más cerca del usuario.

Las CDNs tienen requisitos mínimos de tráfico hacia sus redes para instalar un caché en las redes de los ISPs. Estos requisitos varían dependiendo de la empresa. Un dato que se maneja habitualmente es que el mínimo requerido por algunas de ellas es de 3 Gbps.

No significa por lo tanto que los IXPs hayan dejado de ser estratégicos para los operadores de CDN sino que las estrategias han variado. Las dos estrategias son compatibles. Los IXPs con buena cantidad de miembros, con tráfico razonable y estables institucionalmente, siguen siendo atractivos para todas las CDNs.

²⁴ [https://es.wikipedia.org/wiki/Caché_\(informática\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Caché_(informática)).

²⁵ <https://netflixtechblog.com/netflix-and-fill-c43a32b49oco>.

Adicionalmente, para CDNs pequeñas y medianas, desplegar infraestructura de caches en un número grande de ISPs, podría resultar un desafío significativo en términos de costos, mientras que al utilizar los IXPs existentes pueden alcanzar las redes de los operadores a costos radicalmente menores.

La actualización (o llenado) de los cachés no es un asunto trivial y ahí es donde las CDNs ponen en general un gran esfuerzo de ingeniería.

Cuando los cachés se instalan en puntos de intercambio de tráfico (IXPs) o en las redes de los proveedores, generalmente es el operador de la CDN el que provee los equipos y por otra parte el host es el responsable del costo del enlace que se utilizará para actualizar el caché. Es claro que contar con esos cachés es positivo para los IXPs ya que permite a los miembros conectados, reducir costos y mejorar la calidad del servicio a través de menores tiempos de latencia, pero para los IXPs pequeños, el costo de alimentar el caché puede resultar una barrera de entrada hasta que el tráfico comienza a crecer e impacta en la distribución de costos. Esto es un problema difícil de superar para los pequeños IXPs y pequeños ISPs que a veces incluso hace inviable la instalación del o los cachés.

En Brasil, el CGI.Br y el NIC.Br han lanzado el programa OpenCDN²⁶ que intenta solucionar este problema ofreciendo facilidades a las CDNs que desean que sus contenidos estén disponibles a través de la red OpenCDN, para que estas puedan instalarse en los PTTs (Pontos de Troca de Tráfego o IXPs) del proyecto IX.Br.

Esas facilidades incluyen: infraestructura (racks y espacio), enlaces para actualizar los cachés a través del IX.Br de São Paulo y tránsito por Internet.

Actualmente se puede estimar que en la región, más del 90% del contenido de las CDNs está a no más de 2 saltos del proveedor de cada usuario. O está en la red de ese propio proveedor, o en su "upstream provider", o está en un IXP o en otro operador conectado al mismo IXP.

4. Situación en países seleccionados

a) Argentina

La presencia de CDNs en Buenos Aires es muy buena. Si bien las CDNs no poseen centros de datos propios en Argentina, éstas han desplegado infraestructura en instalaciones de terceros así como también colocado cachés dentro de las redes de los principales proveedores de acceso y en el IXP de CABASE de Buenos Aires.

También es buena la presencia de CDNs en Rosario, Mendoza y Córdoba.

CABASE reporta que existen instalaciones de las CDNs más importantes en 24 de los 31 puntos de intercambio de tráfico que administran en el país.

Jujuy es un caso particular ya que no existen CDNs en el IXP, debido a la falta de interés de estas empresas en proveer equipos para esta localidad, pero si hay cachés instalados en uno de los proveedores principales de la localidad, por lo que los otros miembros del IXP de Jujuy pueden acceder a los contenidos de las CDNs en el caché de ese proveedor.

b) Brasil

Como se menciona en otra sección de este reporte, São Paulo y Río de Janeiro son las ciudades más importantes del país desde todo punto de vista, y en particular en relación a la infraestructura de Internet.

²⁶ <https://opencdn.nic.br/pt/about/>.

Los valores de tráfico en los IXPs de estas ciudades, tal como se muestra en el capítulo de IXPs, es una comprobación de eso.

São Paulo cuenta con infraestructura de Centros de datos de primer nivel mundial.

Es natural, por lo tanto, que en estas dos ciudades se puedan encontrar múltiples Puntos de Presencia y cachés de todas las CDNs más conocidas tanto en centros de datos de terceros, en redes de proveedores, en el IXP de Equinix, en los PTTs de IX.Br y en el centros de datos del NIC.br, donde se encuentra la infraestructura de IX.Br.

Está también creciendo la presencia de CDNs a través de cachés en Fortaleza, Ceará y en menor grado en Porto Alegre, Río Grande do Sul.

Mediante el proyecto OpenCDN, ya mencionado, también se instalaron cachés de operadores de CDN en Salvador, Bahía.

El proyecto OpenCDN, que podría ser un modelo a replicar en otros países de la región no avanza muy rápido. Los operadores de CDN todavía analizan este proyecto y algunos se muestran más entusiasmados que otros. Es un proyecto en evolución y por lo tanto habrá que esperar un tiempo para evaluar su éxito.

c) Chile

En Chile se encuentra una variada oferta de Data centers tanto globales como locales y de empresas de telecomunicaciones.

Esto ha permitido a los operadores de CDNs instalar Puntos de Presencia en el país.

En el caso de Chile se da la particularidad que el PIT Chile, que es el IXP más grande, tiene caché de una sola CDN instalado en su infraestructura porque todas las otras CDNs relevantes se conectan al PIT desde sus propios Puntos de Presencia.

Adicionalmente hay cachés de CDNs en 2 de los IXPs regionales del PIT Chile fuera de Santiago. No se ha encontrado información respecto a la existencia de cachés de CDNs en otros PITs del país.

d) Colombia

La situación en Colombia es bastante similar a la de Chile. El mercado de centros de datos está desarrollado. Existen varias empresas que ofrecen capacidades acordes a los requerimientos de los operadores de CDNs para instalar sus Puntos de Presencia.

El NAP Colombia, tal como se había ya mencionado, no cuenta con cachés en sus instalaciones. Esto se debe a que la infraestructura del NAP Colombia está ubicada en centros de datos de terceros y no en uno propio, por lo que es más difícil brindar las condiciones para la instalación de estos cachés. Sin embargo, hay algunos cachés ubicados en redes de operadores conectados al NAP que se hacen disponible a otros participantes del NAP.

En Colombia además los principales operadores cuentan con cachés de CDNs en sus redes.

e) México

En México, por su proximidad con Estados Unidos, y al igual que en muchos otros países del norte de la región, los principales operadores de Internet hacen peering con las CDNs en Dallas y en menor manera en Los Angeles, lo que hace que sea necesaria menos infraestructura a nivel local. Además de ello, los operadores tienen cachés de las principales CDNs en sus propias redes.

El IXP del Consorcio de Intercambio de Tráfico de Internet (CITI) cuenta en sus instalaciones con cachés de Akamai, Cloudflare, Facebook y Google, pero debido a que los operadores cuentan con cachés y peering en USA con las CDNs, no hay mucho tráfico desde los cachés en los IXPs.

f) Panamá

En el IXP de Intered, no hay presencia de CDNs, a pesar de que ha habido conversaciones para lograr la instalación de cachés en ese punto de intercambio y los principales operadores tienen cachés en sus redes.

Hasta donde se sabe, no hay Puntos de Presencia de CDNs en centros de datos de Panamá. Al igual que en otros países del norte de la región, es habitual que los operadores de CDNs utilicen sus puntos de presencia en Estados Unidos.

La llegada del cable Curie de Google a Panamá, seguramente tendrá un efecto positivo en el acceso a los contenidos de esa empresa desde este país ya sea por un mejor acceso a Puntos de Presencia en Estados Unidos y/o Chile (los otros países conectados por Curie) o si eventualmente Google decidiera instalar un punto de presencia en Panamá a raíz de la mejor conectividad.

g) República Dominicana

Tal como se menciona en la sección sobre IXPs, los promotores del punto de intercambio de tráfico de República Dominicana se encuentran en conversaciones con operadores de CDNs a los efectos de incorporarlos en el proyecto y conseguir la instalación de cachés en el futuro IXP.

Si bien en República Dominicana existen distintos proveedores de servicios de Internet registrados, se trata de un mercado muy concentrado en el que dos operadores (Claro y Altice) representan en conjunto alrededor del 80% del mercado.

Si bien el IXP aún no se encuentra operativo, los dos operadores mencionados cuentan con cachés de las principales CDNs en sus propias redes.

Si se instalan cachés de CDNs en el punto de intercambio de tráfico, que se espera que comience sus operaciones este año, eso significará una buena oportunidad para los proveedores de Internet medianos y pequeños de mejorar su acceso a los contenidos más demandados.

III. Cables submarinos

Existen actualmente 68 cables submarinos identificados que conectan zonas de América Latina y Caribe entre ellas o con otras regiones.

De estos 68 cables, 53 se encuentran activos, de 6 de ellos no hay información suficiente para determinar su estado con certeza y 9 son proyectos ya confirmados, algunos en fase ya avanzada de implementación y otros recién se está comenzando con su tendido o se comenzará pronto. En todos los casos se trata de cables que estarán operativos antes de fines del 2021.

Hay otros proyectos que se mencionan hacia 2023, o proyectos que aún no se han terminado de confirmar, como un cable que podría construir Huawei para conectar China con Chile. Estos proyectos aún no confirmados o en caso de estudio, se han dejado fuera del análisis.

En total, estos 68 cables llegan a 217 "*landing stations*" o puntos de amarre y conectan a 48 países y territorios de América Latina y Caribe.

Los países de fuera de la región conectados directamente por cables con América Latina y Caribe son: Angola, Cabo Verde, Camerún, España, Estados Unidos, Portugal, Senegal y Sud África,

Un tercio de los cables (22) llegan al menos a un punto del territorio continental de Estados Unidos, siendo este el país de fuera de la región mejor conectado con América Latina y Caribe.

En total estos 68 cables suman 284.152 km. de fibra óptica tendida y su capacidad total agregada puede estimarse (no hay datos disponibles de la capacidad de algunos cables) en el equivalente a alrededor de 2 Pbps (Petabits por segundo²⁷).

²⁷ Fuente Infrapedia.com.

El cable más antiguo de los que se muestran como "en uso", es el Taino-Carib²⁸, propiedad de un consorcio que incluye AT&T, Embratel, Orange y C&W Network entre otros, y que comenzó a operar en 1992. Este cable conecta Puerto Rico y Virgin Islands.

El cable más largo es el *South America-1 (SAM-1)*²⁹, propiedad de la empresa Telxius, una empresa del grupo Telefónica, y conecta puntos de 9 países: Valparaíso y Arica en Chile, Barranquilla en Colombia, Boca Ratón en Estados Unidos, Fortaleza, Salvador, Río de Janeiro y Santos en Brasil, Las Toninas en Argentina, Lurín y Máncora en Perú, Puerto Barrios y Puerto San José en Guatemala, Punta Cana en República Dominicana y Punta Carnero en Ecuador. En total, el cable tiene una extensión de 23649 km³⁰.

Al igual de lo que sucede con otros componentes de la infraestructura de Internet en la región, la cantidad de cables submarinos ha crecido considerablemente en la en los últimos años.

A fines del año 1999 se podían constatar 13 sistemas de cable que conectaban algún punto de América Latina y Caribe. A inicios del año 2009 estos eran 31 y a fines del 2019, ya llegaban a 59, con 9 más que comenzarán sus operaciones entre este año y el próximo.

Por otro lado, 26 de los 68 cables identificados, son proyectos de los últimos 5 años y 23 cables submarinos en la región tienen 15 años o más y 18 de ellos tienen 20 años o más. La mayoría de estos cables tienen aún un rol muy importante en las comunicaciones de América Latina y Caribe.

Los cables submarinos son construidos con una expectativa de vida útil de 25 años desde el punto de vista físico. Existen estrategias en la industria para extender la vida útil de estos cables cuando no muestran degradaciones importantes, pero la vida útil física no es el único desafío. Desde el punto de vista financiero, el tiempo de vida es menor, aproximadamente 20 años, ya que los costos operativos y de mantenimiento del cable y los equipamientos asociados, aumenta con el tiempo.

Las nuevas demandas de tráfico y el acercamiento de muchos cables al final de su vida útil configuran lo que Alan Mauldin, de Telegeography, ha llamado "*The Next Mass Extinction: Aging Submarine Cables*", concepto presentado en la conferencia "Submarine Networks World 2018"³¹. Se requerirán grandes inversiones y solo el tiempo indicará si esas inversiones están siendo planificadas al ritmo necesario.

En un comienzo, el despliegue de cables de fibra óptica submarina fue llevado a cabo por operadoras de telecomunicaciones privadas y estatales. Desde hace ya algunos años, se han sumado nuevos actores tales como las redes de provisión y distribución de contenidos y empresas de desarrollo de tecnología.

Es así que vemos que la empresa Google forma parte de 4 emprendimientos de cables submarinos en estos últimos años: (Monet, Junior, Tannat y Curie) y Facebook es parte de 1 emprendimiento (Malbec).

Para estas compañías proveedoras de grandes volúmenes de contenido, los cables submarinos constituyen un componente fundamental para la prestación de sus servicios. En sus inicios esto no era así ya que los volúmenes de tráfico no lo justificaban y por ende contrataban servicios de transporte a las grandes operadoras. El cable Curie será de gran importancia para Google ya que conecta Los Ángeles en Estados Unidos con Valparaíso en Chile (con una ramificación en Balboa, Panamá), accediendo

²⁸ <http://www.fiberatlantic.com/system/M81v5>.

²⁹ <https://en.wikipedia.org/wiki/SAM-1>.

³⁰ Fuente Infrapedia.com.

³¹ <https://www2.telegeography.com/submarine-networks-world-2018>.

directamente a la localidad de Quilicura, cerca de Santiago de Chile, donde se encuentra ubicado su centro de datos.

El Cable Tannat, propiedad de Google en sociedad con la empresa ANTEL de Uruguay, conecta Santos en Brasil con Montevideo en Uruguay, ciudad donde se prevé que podría ubicarse un nuevo centro de datos de Google.

Otros tres aspectos interesantes que se pueden observar en los emprendimientos de cables submarinos de los últimos años, y de los que aún son proyectos son:

- i) Que existe una mejora de la conectividad de América del Sur con cables que conectan puntos en la mayor parte de los países de esta sub-región.
- ii) Que la mitad de los proyectos posteriores a 2015 (exactamente 12 de 24) incluyen al menos una *landing station* en Brasil.
- iii) Que se incrementa la cantidad de países y regiones fuera de América Latina con las que estos cables conectan a la región (Cabo Verde, Mauritania, Portugal, Angola, Camerún y Sud África)³².
 - El cable Ellalink³³, que entrará en operaciones este año, conectará Brasil, Guyana, Mauritania, Cabo Verde y Portugal).
 - El South Atlantic Cable System (SACS)³⁴, que está activo desde 2018, conecta Brasil con Angola.
 - El South Atlantic Inter Link (SAIL)³⁵, activo desde 2018, conecta Brasil y Camerún.
 - El cable SABR, que entrará en operaciones en 2021, conectará Brasil y Sudáfrica.
 - El South Africa Express (SAEx-1), que estará disponible en 2021, conectará también a Brasil con Sudáfrica.

En toda la región de América Latina y Caribe hay 3 países que no tienen conexión a cables submarinos: Bolivia, Paraguay y El Salvador.

En el caso de los dos primeros, son los únicos "*land locked countries*"³⁶ (países sin costa rodeados por otros países) de la región. El caso de Bolivia tiene una particularidad, ya que, si bien no tiene costa, ENTEL Bolivia, la empresa de telecomunicaciones estatal, es la dueña del cable International Gateway Cable (IGW) que une las localidades de Ilo con Lima, ambas en Perú.

A través de este cable que comenzó operaciones en 2019, ENTEL Bolivia puede potencialmente acceder a otros cables que llegan también a Lima.

ENTEL se conecta a la *land station* en ILO a través de fibra terrestre.

Paraguay resuelve su acceso internacional a Internet a través de fibra por los países vecinos.

El Salvador es el único país de la región con costa, en el que no se cuenta con conexión a cables submarinos. En el año 2009 hubo noticias³⁷ sobre la posible expansión del cable South America-1 (SAM-1)³⁸, propiedad de Telxius, para que este llegara a El Salvador, pero la iniciativa no se concretó.

³² Fuente Infrapedia.com.

³³ <https://en.wikipedia.org/wiki/EllaLink>.

³⁴ [https://en.wikipedia.org/wiki/SACS_\(cable_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/SACS_(cable_system)).

³⁵ [https://en.wikipedia.org/wiki/SAIL_\(cable_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/SAIL_(cable_system)).

³⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Landlocked_country#List_of_landlocked_countries_and_territories.

³⁷ https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Estudian_extender_cable_oceanico_de_fibra_optica.

³⁸ <http://www.fiberatlantic.com/system/XD5OA>.

A. Argentina

A las costas argentinas, llegan 9 cables submarinos incluyendo los que están en vías de construcción. Salvo el cable ARSAT Submarine Fiber Optic Cable³⁹, que une una localidad en el extremo sur de la Argentina continental, con otra en la Isla Grande de Tierra del Fuego, todos los demás cables llegan a la misma *landing station*, Las Toninas, una localidad en la costa atlántica, en la provincia de Buenos Aires, al sur de la capital federal. La capacidad agregada de esos 9 cables es el equivalente a 260 Tbps.

El siguiente cuadro muestra los 9 cables con presencia en Argentina:

Cuadro 1
Cables submarinos con puertos de amarre en Argentina

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
Unisur	1995	Antel Uruguay, Telxius	0,01	265	Las Toninas, Argentina Maldonado, Uruguay
South American Crossing (SAC) Latin American Nautilus (LAN)	2000	Telecom Italia Sparkle, CenturyLink	4	18 335	Buenaventura, Colombia Colon, Panamá Fort Amador, Panamá Fortaleza, Brasil Las Toninas, Argentina Lurin, Perú Puerto Viejo, Venezuela Rio de Janeiro, Brasil Santos, Brasil St. Croix, VI, Estados Unidos Valparaíso, Chile
Atlantis-2	2000	Deutsche Telekom, Telecom Italia Sparkle, Open Hosting, Telxius Cable, Orange, AT&T US - AS7132, Belgacom International Carrier Services SA, KT Corporation (Korea Telecom), Singtel Optus, Sprint, TATA Communications Ltd, Verizon Communications, Inc., BT, Orange Polska Spolka Akcyjna, Embratel, Telefónica Larga Distancia de Puerto Rico, Telecom Argentina, Portugal Telecom	0,04	8 500	Carcavelos, Portugal Conil, España Dakar, Senegal El Médano, Islas Canareas, España Fortaleza, Brasil Las Toninas, Argentina Praia, Cabo Verde
South America-1 (SAm-1)	2001	Telxius	2	23 649	Arica, Chile Barranquilla, Colombia Boca Raton, FL, Estados Unidos Fortaleza, Brasil Las Toninas, Argentina Lurin, Perú Mancora, Perú Puerto Barrios, Guatemala Puerto San Jose, Guatemala Punta Cana, República Dominicana Punta Carnero, Ecuador Rio de Janeiro, Brasil Salvador, Brasil San Juan, PR, Estados Unidos Santos, Brasil Valparaíso, Chile
Bicentenario	2011	Antel Uruguay, Telecom Argentina	4	233	Las Toninas, Argentina Maldonado, Uruguay
ARSAT Submarine Fiber Optic Cable	2012	ARSAT - Empresa Argentina de Soluciones Satelitales S.A.	1,8	34	Cabo Espiritu Santo, Argentina Punta Dungeness, Argentina

³⁹ <http://www.fiberatlantic.com/system/689P7>.

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
Tannat	2018	Google, Antel Uruguay	90	1 763	Las Toninas, Argentina Maldonado, Uruguay Santos, Brasil
ARBR	2020	Seaborn Networks	48	2 700	Buenos Aires, Argentina, Sao Paulo Brasil
Malbec	2020	GlobeNet, Facebook	108	2 500	Las Toninas, Argentina Praia Grande, Brasil Rio de Janeiro, Brasil

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Infrapedia.

B. Brasil

Como se menciona en un punto anterior, Brasil es el país donde más proyectos de fibra óptica se han desplegado en los últimos años. Esto ha llevado a ese país a ser el mejor conectado en la región. Actualmente existen 20 cables submarinos que conectan al menos 1 punto en Brasil.

Es interesante destacar que recién a partir del año 2000, comenzó a crecer de forma significativa el número de cables que llegan a Brasil. El primer cable submarino data del año 1996, y se denomina Brazilian Festoon. Es un cable nacional de propiedad de Embratel, que conecta 14 localidades de ese país.

De los 20 cables mencionados, hay 1 del cual no se encontró información precisa en relación con su estado y 3 están todavía en fase de proyectos. Esos 20 cables conectan a Brasil al resto de la región, a Estados Unidos, Europa y distintos puntos de África.

Fortaleza es la localidad donde se encuentra el *landing station* más popular de Brasil ya que allí llegan 14 de los 20 cables del país. Esto se justifica por las características geográficas del lugar que es uno de los puntos más al este de América del Sur y se ubica al norte de Brasil, lo cual configura un excelente lugar desde donde desplegar cables hacia Estados Unidos, Europa y África. Otros importantes puntos de amarre se encuentran en las ciudades de Santos, Río de Janeiro y Praia Grande.

En total, estos 20 cables que llegan a Brasil, tienen una capacidad agregada equivalente a 870 Tbps.

El siguiente cuadro⁴⁰ muestra los 20 cables con presencia en Brasil:

Cuadro 2
Cables submarinos con puertos de amarre en Brasil

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
Brazilian Festoon	1996	Embratel	0	2 543	Aracajú, Brasil Atafona, Brasil Ilhéus, Brasil João Pessoa, Brasil Macaé, Brasil Maceió, Brasil Natal, Brasil Porto Seguro, Brasil Recife, Brasil Rio de Janeiro, Brasil Salvador, Brasil Sitio, Brasil São Mateus, Brasil Vitória, Brasil

⁴⁰ Fuente Infrapedia.com.

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
Americas-II	2000	Embratel, AT&T, Verizon, Sprint, CANTV, Tata Communications, CNT, Orange, Portugal Telecom, C&W Networks, Telecom Italia Sparkle, CenturyLink	1,50	8 373	Camuri, Venezuela Cayenne, French Guiana Fortaleza, Brasil Hollywood, FL, Estados Unidos Le Lamentin, Martinica Miramar, PR, Estados Unidos Port of Spain, Trinidad y Tobago St. Croix, VI, Estados Unidos Willemstad, Curazao
South American Crossing (SAC)/Latin American Nautilus (LAN)	2000	Telecom Italia Sparkle, CenturyLink	4	18 335	Buenaventura, Colombia Colon, Panamá Fort Amador, Panamá Fortaleza, Brasil Las Toninas, Argentina Lurin, Perú Puerto Viejo, Venezuela Rio de Janeiro, Brasil Santos, Brasil St. Croix, VI, Estados Unidos Valparaiso, Chile
Atlantis-2	2000	Deutsche Telekom, Telecom Italia Sparkle, Open Hosting, Telxius Cable, Orange, AT&T US - AS7132, Belgacom International Carrier Services SA, KT Corporation (Korea Telecom), Singtel Optus, Sprint, TATA Communications Ltd, Verizon Communications, Inc., BT, Orange Polska Spolka Akcyjna, Embratel, Telefónica Larga Distancia de Puerto Rico, Telecom Argentina, Portugal Telecom	0,04	8 500	Carcavelos, Portugal Conil, España Dakar, Senegal El Médano, Islas Canarias, España Fortaleza, Brasil Las Toninas, Argentina Praia, Cabo Verde
GlobeNet	2000	GlobeNet	10	23 500	Barranquilla, Colombia Boca Raton, FL, Estados Unidos Fortaleza, Brasil Maiquetia, Venezuela Rio de Janeiro, Brasil St. David's, Bermuda Tuckerton, NJ, Estados Unidos
South America-1 (SAm-1)	2001	Telxius	2	23 649	Arica, Chile Barranquilla, Colombia Boca Raton, FL, Estados Unidos Fortaleza, Brasil Las Toninas, Argentina Lurin, Perú Mancora, Perú Puerto Barrios, Guatemala Puerto San Jose, Guatemala Punta Cana, República Dominicana Punta Carnero, Ecuador Rio de Janeiro, Brasil Salvador, Brasil San Juan, PR, Estados Unidos Santos, Brasil Valparaiso, Chile
Americas-I South	2005	Telecom Italia Sparkle, Tata Communications, CNTI, Orange, Portugal Telecom, C&W Networks, CANTV, CenturyLink, Embratel, AT&T, Verizon, Sprint	0,10	6 014	Camuri, Venezuela Fortaleza, Brasil, Macqueripe, Trinidad Magens Bay, Islas Vírgines

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
America Movil Submarine Cable System-1 (AMX-1)	2014	América Móvil	50	17 800	Barranquilla, Colombia Cancún, México Cartagena, Colombia Fortaleza, Brasil Hollywood, FL, Estados Unidos Jacksonville, FL, Estados Unidos Puerto Barrios, Guatemala Puerto Plata, República Dominicana Rio de Janeiro, Brasil Salvador, Brasil San Juan, PR, Estados Unidos
Seabras-1	2017	Seaborn Networks	72	10 800	Praia Grande, Brasil Wall Township, NJ, Estados Unidos
Monet	2017	Angola Cables, Google, Algar Telecom, Antel Uruguay	64	10 556	Boca Raton, FL, Estados Unidos Fortaleza, Brasil Santos, Brasil
BRUSA	2018	Telxius	160	11 000	Fortaleza, Brasil Rio de Janeiro, Brasil San Juan, PR, Estados Unidos Virginia Beach, VA, Estados Unidos
	2018	Google	0	390	Rio de Janeiro, Brasil Santos, Brasil
Junior South Atlantic Cable System (SACS)	2018	Angola Cables	40	6 165	Fortaleza, Brasil Sangano, Angola
South Atlantic Inter Link (SAIL)	2018	Camtel, China Unicom	40	5 800	Fortaleza, Brasil Kribi, Camerún
Tannat	2018	Google, Antel Uruguay	90	1 763	Las Toninas, Argentina Maldonado, Uruguay Santos, Brasil
ARBR	2020	Seaborn Networks	48	2 700	Buenos Aires, Argentina, Sao Paulo Brasil
EllaLink	2020	EllaLink Group	40	6 200	Fortaleza, Brasil Funchal, Portugal Kourou, Guayana Francesa Praia Grande, Brasil Praia, Cabo Verde Sines, Portugal
Malbec	2020	GlobeNet, Facebook	108	2500	Las Toninas, Argentina Praia Grande, Brasil Rio de Janeiro, Brasil
SABR	2021	Seaborn Networks	30	6 176	Fortaleza, Brasil Cape Town, Sudáfrica
South Africa Express (SAEx-1)	2021	SAEx	108	14 720	Virginia Beach, VA, Estados Unidos Fortaleza, Brasil Cape Town, Sudáfrica

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Infrapedia.

C. Chile

A pesar de sus complejidades geográficas, Chile es un país con muy buena conectividad por cables submarinos con el resto del mundo. Tiene buenas conexiones hacia otros países de la costa pacífica, hacia el caribe, hacia Estados Unidos y hacia Brasil, y desde esos lugares al resto del mundo.

Son 9 los cables submarinos que involucran a Chile, con la particularidad que 4 de ellos son cables de alcance nacional que conectan distintas localidades del país, lo cual tiene vínculo con las características propias de la geografía del país.

7 de los cables aparecen como activos en las bases de datos de Infrapedia y 2 de ellos se muestran como proyectos (Curie y America Movil-Telxius West Coast Cable) que estarán totalmente operativos este año y el próximo. En el caso de Curie, la construcción del cable ya está finalizada faltando solamente la conclusión de algunas formalidades para que el cable esté operativo.

Existen 10 localidades en el país con *landing stations*, siendo Valparaíso y Arica las principales. Si bien existen 2 cables de los que no hay información confiable en relación a su capacidad, el total de capacidad agregada de los 9 cables está por encima de los 500 Tbps.

El siguiente cuadro⁴¹ muestra los 9 cables con presencia en Chile:

Cuadro 3
Cables submarinos con puertos de amarre en Chile

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
Pan American (PAN-AM)	1999	AT&T, Telefonica del Peru, Softbank Telecom (Ultina service brand), Telecom Italia Sparkle, Sprint, CANTV, Tata Communications, Telefonica de Argentina, Telstra, Verizon, Entel Chile, Telecom Argentina, Telconet, Instituto Costarricense de Electricidad, C&W Networks, Embratel, Corporación Nacional de Telecomunicaciones-CNT	300	7 689	Arica, Chile Baby Beach, Aruba Barranquilla, Colombia Colon, Panamá Lurin, Peru Panama City, Panamá Punta Carnero, Ecuador Punto Fijo, Venezuela St. Croix, VI, Estados Unidos St. Thomas, Islas Vírgenes (E.E.U.U)
South American Crossing (SAC)/ Latin American Nautilus (LAN)	2000	Telecom Italia Sparkle, CenturyLink	4	18 335	Buenaventura, Colombia Colon, Panamá Fort Amador, Panamá Fortaleza, Brasil Las Toninas, Argentina Lurin, Perú Puerto Viejo, Venezuela Rio de Janeiro, Brasil Santos, Brasil St. Croix, VI, Estados Unidos Valparaíso, Chile
South America-1 (SAm-1)	2001	Telxius	2	23 649	Arica, Chile Barranquilla, Colombia Boca Raton, FL, Estados Unidos Fortaleza, Brasil Las Toninas, Argentina Lurin, Perú Mancora, Perú Puerto Barrios, Guatemala Puerto San Jose, Guatemala Punta Cana, República Dominicana Punta Carnero, Ecuador Rio de Janeiro, Brasil Salvador, Brasil San Juan, PR, Estados Unidos Santos, Brasil Valparaíso, Chile

⁴¹ Fuente Infrapedia.com.

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
FOS Quellon-Chacabuco	2015	Gtd Teleductos S.A.	0	318	Puerto Chacabuco, Chile Quellon, Chile
Segunda FOS Canal de Chacao	2015	Gtd Teleductos S.A.	0	36	Linao, Chile Meimen, Chile
Fibra Optica Austral	2020	Subtel	16	2 800	Puerto Montt, Chile Puerto Williams, Chile Punta Arenas, Chile Tortel, Chile
Prat	2020	Gtd Teleductos S.A.	4	2 989	Antofagasta, Chile Arica, Chile Iquique, Chile La Serena, Chile Puerto Montt, Chile Talcahuano, Chile Valparaíso, Chile
Curie	2020	Google	72	9 624	Balboa, Panamá Los Angeles, CA, Estados Unidos Valparaíso, Chile
America Movil-Telxius West Coast Cable	2021	América Móvil, Telxius	108	8 498	Arica, Chile Lurin, Perú Puerto San Jose, Guatemala Salinas, Ecuador Valparaíso, Chile

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Infrapedia.

D. Colombia

Existen 14 cables submarinos que tocan algún punto en Colombia. 10 de ellos son cables que aparecen como activos y 1 (Aurora Cable System) que estará operativo en el año 2021. Colombia es un caso interesante ya que tuvo un temprano desarrollo de la conectividad submarina siendo 6 de los cables, de antes del año 2001.

Hay 6 puertos de amarre en Colombia. Cartagena es puerto de amarre de 6 cables, Barranquilla de 5 y Tolu de 3.

La complejidad que Colombia ha tenido no ha sido alrededor de la conectividad internacional sino en cuanto al despliegue y mantenimiento de *backhauls*, es decir los circuitos que conectan los puertos de amarre, con los nodos que principalmente se encuentran en Bogotá. Esto se debe a la dificultad para atravesar los diferentes sistemas topográficos, especialmente la selva colombiana.

De esta forma, Colombia es un país que cuenta con un buen nivel de conectividad hacia el Caribe, hacia los países vecinos (de América Central y América del Sur) y hacia Argentina, Brasil y Estados Unidos.

La capacidad agregada de estos cables que conectan a Colombia es de 412 Tbps.

El siguiente cuadro⁴² muestra los 11 cables con presencia en Colombia:

⁴² Fuente Infrapedia.com.

Cuadro 4
Cables submarinos con puertos de amarre en Colombia

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
Pan American (PAN-AM)	1999	AT&T, Telefonica del Peru, Softbank Telecom (Ultina service brand), Telecom Italia Sparkle, Sprint, CANTV, Tata Communications, Telefonica de Argentina, Telstra, Verizon, Entel Chile, Telecom Argentina, Telconet, Instituto Costarricense de Electricidad, C&W Networks, Embratel, Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP	300	7 689	Arica, Chile Baby Beach, Aruba Barranquilla, Colombia Colon, Panamá Lurin, Perú Panama City, Panamá Punta Carnero, Ecuador Punto Fijo, Venezuela St. Croix, VI, Estados Unidos St. Thomas, Virgin Islands (E.E.U.U.)
South American Crossing (SAC)/ Latin American Nautilus (LAN)	2000	Telecom Italia Sparkle, CenturyLink	4	18 335	Buenaventura, Colombia Colon, Panamá Fort Amador, Panamá Fortaleza, Brasil Las Toninas, Argentina Lurin, Perú Puerto Viejo, Venezuela Rio de Janeiro, Brasil Santos, Brasil St. Croix, VI, Estados Unidos Valparaiso, Chile
GlobeNet	2000	GlobeNet	10	23 500	Barranquilla, Colombia Boca Raton, FL, Estados Unidos Fortaleza, Brasil Maiquetia, Venezuela Rio de Janeiro, Brasil St. David's, Bermuda Tuckerton, NJ, Estados Unidos
Maya-1	2000	Verizon, AT&T, Sprint, Hondutel, Telefonica, Orbitel, Telecom Italia Sparkle, C&W Networks, Embratel, ETB, Axtel, Instituto Costarricense de Electricidad, BICS, Prepa Networks, Orange, Tricom, RSL Telecom, América Móvil	1	4 400	Cancún, México Half Moon Bay, Islas Caimán Hollywood, FL, Estados Unidos Maria Chiquita, Panamá Puerto Cortes, Honduras Puerto Limon, Costa Rica Tolu, Colombia
ARCOS	2001	C&W Networks, CANTV, Codetel, Hondutel, Belize Telemedia, Enitel, AT&T, Alestra, Verizon, RACSA, United Telecommunication Services (UTS), Telecarrier, Tricom USA, Telecomunicaciones Ultramarinas de Puerto Rico, Internexa, Orbinet Overseas, Telepuerto San Isidro, Bahamas Telecommunications Company, Instituto Costarricense de Electricidad, Orbitel	8,4	8 600	Belize City, Belice Bluefields, Nicaragua Cancún, México Cartagena, Colombia Cat Island, Las Bahamas Crooked Island, Las Bahamas Isla Verde, PR, Estados Unidos Maria Chiquita, Panamá Nassau, Las Bahamas North Miami Beach, FL, Estados Unidos Providenciales, Islas Turcas y Caicos Puerto Barrios, Guatemala Puerto Cabezas, Nicaragua Puerto Cortes, Honduras Puerto Lempira, Honduras Puerto Limon, Costa Rica Puerto Plata, República Dominicana Punta Cana, República Dominicana Punto Fijo, Venezuela Riohacha, Colombia Trujillo, Honduras Tulum, México Willemstad, Curazao

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
South America-1 (SAm-1)	2001	Telxius	2	23 649	Arica, Chile Barranquilla, Colombia Boca Raton, FL, Estados Unidos Fortaleza, Brasil Las Toninas, Argentina Lurin, Perú Mancora, Perú Puerto Barrios, Guatemala Puerto San Jose, Guatemala Punta Cana, República Dominicana Punta Carnero, Ecuador Rio de Janeiro, Brasil Salvador, Brasil San Juan, PR, Estados Unidos Santos, Brasil Valparaíso, Chile
Colombia-Florida Subsea Fiber (CFX-1)	2008	C&W Networks	12	2 400	Boca Raton, FL, Estados Unidos Cartagena, Colombia Copa Club, Jamaica Morant Point, Jamaica
San Andres Isla Tolu Submarine Cable (SAIT)	2010	Energía Integral Andina	0	826	San Andres, Colombia Tolu, Colombia
America Movil Submarine Cable System-1 (AMX-1)	2014	América Móvil	50	17 800	Barranquilla, Colombia Cancún, México Cartagena, Colombia Fortaleza, Brasil Hollywood, FL, Estados Unidos Jacksonville, FL, Estados Unidos Puerto Barrios, Guatemala Puerto Plata, República Dominicana Rio de Janeiro, Brasil Salvador, Brasil San Juan, PR, Estados Unidos
Pacific Caribbean Cable System (PCCS)	2015	C&W Networks, Setar, United Telecommunication Services UTS, Telxius Cable	10	6 559	Balboa, Panamá Cartagena, Colombia Hudishibana, Aruba Jacksonville, FL, Estados Unidos Mahuma, Curazao Manta, Ecuador Maria Chiquita, Panamá San Juan, PR, Estados Unidos Tortola, Virgin Islands (R.U.)
AURORA Cable System	2021	FP Telecoms	15	4 288	Puerto Barrios, Guatemala Maria Chiquita, Panamá Manta, Ecuador Cartagena, Colombia Cancún, México Balboa, Panamá Cancún, México Sarasota, FL, Estados Unidos

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Infrapedia.

E. México

No es de extrañarse que a pesar del tamaño de México y su importancia económica en la región, no sean tantos los cables que llegan a sus costas. Existen múltiples conexiones de fibra terrestre que cruzan la larga frontera de más de 3000 km. entre México y Estados Unidos.

Los cables que llegan a México lo conectan con países de América Central, Caribe, y América del Sur, y con Estados Unidos, pero su capacidad agregada no tiene proporción con las dimensiones de

México. El total de la capacidad agregada de los 7 cables submarinos que conectan a México es equivalente a 270 Tbps, pero de esa cifra, 192 Tbps, corresponden a un cable nacional, el Gulf of California Cable, un joint venture entre Huawei y Megacable⁴³. Este es un cable de 250 km. que conecta la localidad de La Paz, en Baja California Sur, con Topolobampo, en Sinaloa.

Los cables submarinos internacionales que conectan a México, son 5 del total de 7 y su capacidad agregada es equivalente a 77,5 Tbps, lo cual, si bien es una cifra interesante, no es muy elevada si la comparamos con otros países. Esta situación es justificable por lo que se señalaba anteriormente.

Como se indica en el capítulo de IXPs, es normal que los grandes operadores tengan conexiones a centros de datos en Dallas, donde celebran acuerdos de peering con otros operadores y proveedores de contenidos de Internet. Esas importantes conexiones no son en general a través de los cables submarinos.

El siguiente cuadro⁴⁴ muestra los 7 cables con presencia en México:

Cuadro 5
Cables submarinos con puertos de amarre en México

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
Pan-American Crossing (PAC)	2000	CenturyLink	3	6 422	Fort Amador, Panamá Grover Beach, CA, Estados Unidos Mazatlán, México Tijuana, México Unqui, Costa Rica
Maya-1	2000	Verizon, AT&T, Sprint, Hondutel, Telefonica, Orbitel, Telecom Italia Sparkle, C&W Networks, Embratel, ETB, Axtel, Instituto Costarricense de Electricidad, BICS, Prepa Networks, Orange, Tricom, RSL Telecom, América Móvil	1	4 400	Cancún, México Half Moon Bay, Islas Caimán Hollywood, FL, Estados Unidos María Chiquita, Panamá Puerto Cortes, Honduras Puerto Limon, Costa Rica Tolu, Colombia
ARCOS	2001	C&W Networks, CANTV, Codetel, Hondutel, Belize Telemedia, Enitel, AT&T, Alestra, Verizon, RACSA, United Telecommunication Services (UTS), Telecarrier, Tricom USA, Telecomunicaciones Ultramarinas de Puerto Rico, Internexa, Orbinet Overseas, Telepuerto San Isidro, Bahamas Telecommunications Company, Instituto Costarricense de Electricidad, Orbitel	8,4	8 600	Belize City, Belice Bluefields, Nicaragua Cancún, México Cartagena, Colombia Cat Island, Las Bahamas Crooked Island, Las Bahamas Isla Verde, PR, Estados Unidos María Chiquita, Panamá Nassau, Las Bahamas North Miami Beach, FL, United States Providenciales, Islas Turcas y Caicos Puerto Barrios, Guatemala Puerto Cabezas, Nicaragua Puerto Cortes, Honduras Puerto Lempira, Honduras Puerto Limon, Costa Rica Puerto Plata, República Dominicana Punta Cana, República Dominicana Punto Fijo, Venezuela Riohacha, Colombia Trujillo, Honduras Tulum, Mexico Willemstad, Curazao
Lazaro Cardenas-Manzanillo Santiago Submarine Cable System (LCMSSCS)	2007	Telmex	0,2	322	Ciudad Lázaro Cárdenas, México Ixtapa, México Manzanillo, México

⁴³ <https://mexiconewsdaily.com/news/huawei-to-install-fibre-optic-cable-for-baja/>.

⁴⁴ Fuente Infrapedia.com.

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
America Movil Submarine Cable System-1 (AMX-1)	2014	América Móvil	50	17 800	Barranquilla, Colombia Cancún, México Cartagena, Colombia Fortaleza, Brasil Hollywood, FL, Estados Unidos Jacksonville, FL, Estados Unidos Puerto Barrios, Guatemala Puerto Plata, República Dominicana Rio de Janeiro, Brasil Salvador, Brasil San Juan, PR, Estados Unidos
Gulf of California Cable	2019	Megacable	192	217	La Paz, México Topolobampo, México
AURORA Cable System	2021	FP Telecoms	15	4 288	Puerto Barrios, Guatemala, María Chiquita, Panamá, Manta, Ecuador, Cartagena, Colombia, Cancún, México, Balboa, Panamá, Cancún, México, Sarasota, FL, Estados Unidos

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Infrapedia.

F. Panamá

Son 6 los cables submarinos con los que Panamá está conectado. Si bien no es una cantidad muy elevada, estos cables le ofrecen a Panamá una diversidad en la conectividad muy interesante. La capacidad agregada de esos 6 cables es equivalente a 409 Tbps.

Tanto la diversidad que le aportan a Panamá esos 6 cables como la capacidad agregada es alta en proporción a las dimensiones del país y su población, lo cual confirma el valor de su ubicación geográfica.

Se prevé que para en el transcurso de los próximos años Panamá tenga un rol central en cuanto a la conectividad de la región. Esto se debe a proyectos que se encuentran en etapa de análisis, tanto para la llegada de nuevos cables como en relación del despliegue de infraestructura local de Centros de datos y redes de distribución de contenido.

El siguiente cuadro⁴⁵ muestra los 6 cables con presencia en Panamá:

⁴⁵ Fuente Infrapedia.com.

Cuadro 6
Cables submarinos con puertos de amarre en Panamá

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
Pan American (PAN-AM)	1999	AT&T, Telefonica del Peru, Softbank Telecom (Ultina service brand), Telecom Italia Sparkle, Sprint, CANTV, Tata Communications, Telefonica de Argentina, Telstra, Verizon, Entel Chile, Telecom Argentina, Telconet, Instituto Costarricense de Electricidad, C&W Networks, Embratel, Corporacion Nacional de Telecomunicaciones CNT EP	300	7 689	Arica, Chile Baby Beach, Aruba Barranquilla, Colombia Colon, Panamá Lurin, Perú Panama City, Panamá Punta Carnero, Ecuador Punto Fijo, Venezuela St. Croix, VI, Estados Unidos St. Thomas, Islas Virgenes (E.E.U.U)
South American Crossing (SAC)/ Latin American Nautilus (LAN)	2000	Telecom Italia Sparkle, CenturyLink	4	18 335	Buenaventura, Colombia Colon, Panamá Fort Amador, Panamá Fortaleza, Brasil Las Toninas, Argentina Lurin, Perú Puerto Viejo, Venezuela Rio de Janeiro, Brasil Santos, Brasil St. Croix, VI, Estados Unidos Valparaíso, Chile
ARCOS	2001	C&W Networks, CANTV, Codetel, Hondutel, Belize Telemidia, Enitel, AT&T, Alestra, Verizon, RACSA, United Telecommunication Services (UTS), Telecarrier, Tricom USA, Telecomunicaciones Ultramarinas de Puerto Rico, Internexa, Orbinet Overseas, Telepuerto San Isidro, Bahamas Telecommunications Company, Instituto Costarricense de Electricidad, Orbitel	8,4	8 600	Belize City, Belice Bluefields, Nicaragua Cancún, México, Cartagena, Colombia Cat Island, Las Bahamas Crooked Island, Las Bahamas Isla Verde, PR, Estados Unidos Maria Chiquita, Panamá Nassau, Las Bahamas North Miami Beach, FL, Estados Unidos Providenciales, Islas Turcas y Caicos Puerto Barrios, Guatemala Puerto Cabezas, Nicaragua Puerto Cortes, Honduras Puerto Lempira, Honduras Puerto Limon, Costa Rica Puerto Plata, República Dominicana Punta Cana, República Dominicana Punto Fijo, Venezuela Riohacha, Colombia Trujillo, Honduras, Tulum, México Willemstad, Curazao
Pacific Caribbean Cable System (PCCS)	2015	C&W Networks, Setar, United Telecommunication Services UTS, Telxius Cable	10	6 559	Balboa, Panamá Cartagena, Colombia Hudishibana, Aruba Jacksonville, FL, Estados Unidos Mahuma, Curazao Manta, Ecuador Maria Chiquita, Panamá San Juan, PR, Estados Unidos Tortola, Virgin Islands (R.U.)
Curie	2020	Google	72	9 624	Balboa, Panamá Los Angeles, CA, Estados Unidos Valparaíso, Chile
AURORA Cable System	2021	FP Telecoms	15	4 288	Puerto Barrios, Guatemala María Chiquita, Panamá Manta, Ecuador Cartagena, Colombia Cancún, México Balboa, Panamá, Cancún, México Sarasota, FL, Estados Unidos

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Infrapedia.

G. República Dominicana

Seis cables submarinos conectan a República Dominicana con el resto del mundo.

República Dominicana comparte con Haití la isla La Española, en el archipiélago de las Antillas Mayores. Como para todos los países insulares, para República Dominicana es fundamental la conectividad submarina. Es así que tempranamente, en 1997, ya se conectó a Puerto Rico a través del cable Antillas-1⁴⁶, antes que muchos países de la América continental tuvieran acceso a cables submarinos.

Estos 6 cables submarinos, que llegan en total a 4 sitios de República Dominicana (Punta Cana, Puerto Plata, Santo Domingo y Haina) conectan al país a importantes puntos neurálgicos de Las Américas con una capacidad agregada de 71 Tbps.

Las principales *landing stations* están en Punta Cana y Puerto Plata con 3 cables que llegan a cada una de esas localidades.

El siguiente cuadro⁴⁷ muestra los 6 cables con presencia en República Dominicana:

Cuadro 7
Cables submarinos con puertos de amarre en República Dominicana

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
Antillas 1	1997	AT&T, Verizon, Sprint, Tata Communications, Orange, C&W Networks, Telecom Italia Sparkle, Embratel	1,2	650	Isla Verde, PR, Estados Unidos Miramar, PR, Estados Unidos Punta Cana, República Dominicana Santo Domingo, República Dominicana
ARCOS	2001	C&W Networks, CANTV, Codetel, Hondutel, Belize Telemedia, Enitel, AT&T, Alestra, Verizon, RACSA, United Telecommunication Services (UTS), Telecarrier, Tricom USA, Telecomunicaciones Ultramarinas de Puerto Rico, Internexa, Orbinet Overseas, Telepuerto San Isidro, Bahamas Telecommunications Company, Instituto Costarricense de Electricidad, Orbitel	8,4	8 600	Belize City, Belice, Bluefields, Nicaragua Cancún, México, Cartagena, Colombia Cat Island, Las Bahamas Crooked Island, Las Bahamas Isla Verde, PR, Estados Unidos Maria Chiquita, Panamá, Nassau, Las Bahamas North Miami Beach, FL, Estados Unidos Providenciales, Islas Turcos y Caicos Puerto Barrios, Guatemala Puerto Cabezas, Nicaragua Puerto Cortes, Honduras Puerto Lempira, Honduras Puerto Limon, Costa Rica Puerto Plata, República Dominicana Punta Cana, República Dominicana Punto Fijo, Venezuela, Riohacha, Colombia Trujillo, Honduras, Tulum, México Willemstad, Curazao
South America-1 (SAM-1)	2001	Telxius	2	23 649	Arica, Chile, Barranquilla, Colombia Boca Raton, FL, Estados Unidos Fortaleza, Brasil, Las Toninas, Argentina Lurin, Perú, Mancora, Perú Puerto Barrios, Guatemala Puerto San Jose, Guatemala Punta Cana, República Dominicana Punta Carnero, Ecuador Rio de Janeiro, Brasil, Salvador, Brasil San Juan, PR, Estados Unidos Santos, Brasil, Valparaíso, Chile

⁴⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/ANTILLAS_I.

⁴⁷ Fuente Infrapedia.com.

Nombre	Año	Propietarios	Capacidad (Tbps)	Largo (Km)	Puertos de amarre
Fibralink	2006	C&W Networks	7,2	1 100	Bull Bay, Jamaica Kaliko, Haití Puerto Plata, República Dominicana
East West Cable (EWC)	2011	C&W Networks	2,5	1 700	Haina, República Dominicana Harbour View, Jamaica Nanny Cay, Islas Vírgenes (R.U.)
America Movil Submarine Cable System-1 (AMX-1)	2014	América Móvil	50	17 800	Barranquilla, Colombia Cancún, México Cartagena, Colombia Fortaleza, Brasil Hollywood, FL, Estados Unidos Jacksonville, FL, Estados Unidos Puerto Barrios, Guatemala Puerto Plata, República Dominicana Rio de Janeiro, Brasil Salvador, Brasil San Juan, PR, Estados Unidos

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Infrapedia.

IV. Data Centers

El negocio de los centros de datos guarda estrecha relación con *cloud computing*, o servicios en la nube, pero no es exactamente lo mismo. El presente estudio se enfoca sobre los centros de datos como infraestructura y, si bien se mencionan los servicios de nube, esta temática no es abordada en detalle.

Originalmente el desarrollo de la infraestructura de computación se basaba en el modelo de “*bare metal servers*”⁴⁸ que consiste en servidores que son propios de un cliente específico y no compartidos con otros. Los centros de datos surgieron para dar respuesta a la demanda de este tipo de servicios. El modelo evolucionó luego a la virtualización de servidores⁴⁹ y de SaaS (Software as a Service por sus siglas en inglés), y de ahí al desarrollo de los servicios de nube donde la idea central es la ubicuidad. Si bien los servicios de nube tienen una representación física en centros de datos, hay diferencia entre los centros de datos construidos para dar servicios de nube y los que se enfocan en el alojamiento de servidores (principalmente emparentados con servicios de *hosting* y *collocation*).

El negocio de los servicios de nube sigue en desarrollo, basándose en este momento en componentes como los servicios y tecnologías de analítica de datos e inteligencia artificial.

La tecnología es cada vez más compleja y las barreras de entrada se elevan, tanto desde el punto de vista tecnológico como financiero, por lo que el negocio de “la nube” es altamente concentrado. Como se verá más adelante, los centros de datos no orientados a la nube se focalizan en servicios de tecnologías de información (TI) a empresas, en servicios de interconexión o en la combinación de ambos.

Si bien es posible pensar que el crecimiento de la nube pueda afectar el negocio de los centros de datos por la menor demanda de servicios “*on premise*”⁵⁰, todavía queda un importante sector de empresas con necesidades no satisfechas. Adicionalmente podemos ver que la tecnología evoluciona

⁴⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Bare-metal_server.

⁴⁹ <https://es.wikipedia.org/wiki/Virtualización>.

⁵⁰ Servicios de colocación de servidores de empresas en los data centers.

hacia sistemas kubernetes⁵¹, que permiten conectar de forma nativa infraestructura en la nube con infraestructura “*on premise*”. Esto permite a los centros de datos comercializar ese tipo de nubes híbridas (*hybrid clouds*) desarrollando toda una nueva línea de negocios.

América Latina y El Caribe es una región en la cual el mercado de centros de datos está aún en evolución con una demanda creciente que seguramente mostrará un crecimiento aún mayor en el futuro cercano. Este hecho la convierte en una región atractiva para construcción y desarrollo de negocios, lo que se ha comenzado a ver, tanto por parte de empresas locales, regionales y globales.

Para las empresas, es un desafío aprovechar estas oportunidades de mercado al mismo tiempo que se ve un constante crecimiento de los servicios en la nube. Tendrán que avanzar revisando y evolucionando permanentemente sus modelos de negocios incorporando nuevas tecnologías, focalizando sus servicios y aprovechando las posibilidades de negocios que ofrecen nuevas arquitecturas como las nubes híbridas.

Dos de los principales indicadores para evaluar las capacidades de un centro de datos son la capacidad de suministro eléctrico y el área útil (también llamada área técnica o área blanca) en la cual se aloja el equipamiento de comunicaciones y TI dedicado a dar servicio a clientes.

Las grandes empresas de servicios de Internet demandan cantidades significativas de energía eléctrica, por lo que ponen su principal atención en centros de datos cuyo suministro eléctrico sea sustancial, para de esa forma poder satisfacer capacidades presentes y futuras.

El hardware ha ido evolucionando también a equipos que requieren menos espacio pero mayor potencia, por lo que actualmente se demanda mayor densidad de potencia (potencia por rack) que hace unos años. Este hecho marca una diferencia entre los centros de datos que han sido diseñados previendo este aspecto y aquellos que fueron construidos cuando la demanda de energía no era sustancial, es decir del orden de 1 a 3 kilovatios (Kva) por rack.

Se estima que actualmente en la región existen aproximadamente 30 centros de datos con capacidades de suministro eléctrico superiores a los 15-20 MW. La mayoría de ellos se encuentran ubicados en Brasil. Estos centros de datos son capaces de ofrecer a sus clientes energía en el rango de 15-30 Kva por rack, que es lo que muchos demandan.

En muchos casos, centros de datos de mediano porte, cuentan con ofertas diferenciadas de menor o mayor potencia para distintos perfiles de clientes en distintas zonas de sus instalaciones.

Construir centros de datos de alta densidad de potencia requiere mayores inversiones, hecho que en algunos casos presupone una barrera de entrada desde el punto de vista financiero. El PUE (Power usage effectiveness)⁵², que mide la eficiencia en el uso de la energía, puede ser bajo al inicio de operaciones cuando se construye un centro de datos con gran capacidad de potencia, y eso tiene un efecto directo sobre el P&L (Profit and Loss por sus siglas en inglés). Las economías de escala son por lo tanto muy importantes por lo que es común ver empresas de centros de datos con número importante de instalaciones y presencia en varios países.

La utilización de energías renovables es un factor cada vez más relevante para el éxito y sustentabilidad del negocio, lo cual ya se aprecia en los proyectos más recientes.

Además de considerar estas clasificaciones por tamaño de infraestructura y energía disponible, es posible hacerlo también en función de la orientación del portafolio de servicios que ofrecen las empresas que poseen centros de datos. Algunos centros de datos se enfocan en proveer servicios a empresas (“*Enterprise*”), y otros se orientan a servicios Internet. Los primeros cuentan con un portafolio

⁵¹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Kubernetes>.

⁵² https://en.wikipedia.org/wiki/Power_usage_effectiveness.

completo de servicios de gestión de TI (manejo de entorno operativo, aplicaciones, bases de datos, etc) mientras que los otros se centran más en la capa de infraestructura (área blanca, energía, manos remotas y servicios de hosting estándar).

En América Latina y Caribe, las CDNs y los proveedores globales de servicios en la nube (*Cloud Services*) no son generalmente dueños de la infraestructura física de centros de datos, sino que rentan espacio, energía, conectividad y servicios de manos remotas. La única excepción la constituye Google, firma que ha puesto en operación su propio centro de datos ubicado en Chile y parcialmente Amazon Web Services (AWS) que gestiona por sí mismo una parte importante de un centro de datos en Brasil.

A. Argentina

En Argentina originalmente los negocios de centros de datos fueron liderados por empresas de TI como IBM y luego entraron al mercado las prestadoras de servicio de telecomunicaciones, tanto incumbentes (actualmente Telefonica, Telecom Argentina y Claro) como operadoras locales, regionales o globales (iPlan, SkyOnline, Centurylink, BT, etc). La oferta la completan la estatal ARSAT y EdgeConneX, un jugador recientemente ingresado al mercado local.

En 2019 AWS (Amazon Web Services) había anunciado la construcción de un centro de datos en la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, pero al momento del cierre del presente estudio, no se dispone de actualizaciones de información sobre dicho proyecto.

B. Brasil

Brasil es el mercado más importante de centros de datos e infraestructura de TI de la región con alrededor de 50 instalaciones distribuidas en las principales ciudades de Brasil: Sao Paulo, Rio de Janeiro y Fortaleza entre otras. En relación con Fortaleza, dicha ciudad está mostrando una expansión en servicios de Internet y centros de datos debido a que se ha convertido en un importante puerto de amarre de cables submarinos, lo que se puede apreciar con la entrada de nuevos participantes en el mercado, como por ejemplo Angola Cables.

Las principales operadoras cuentan con su propia infraestructura. Ese es el caso de Oi, Vivo, Embratel, Centurylink y UOL Diveo entre otras. Además, existen otros participantes en el mercado dedicados casi con exclusividad a ofrecer servicios de centros de datos integrando el componente de telecomunicaciones y ofreciendo soluciones integrales. Este grupo lo conforman empresas como Equinix, Tivit, Ascenty y OData entre otros.

En febrero de 2020 Amazon anunció una inversión de 240 millones de dólares en infraestructura de servicios Cloud. Anteriormente, IBM había ya anunciado la construcción de un segundo centro de datos en Brasil, el tercero en Latinoamérica, para proporcionar servicios de nube pública. Oracle ha anunciado la construcción de su tercer centro de datos en Sao Paulo.

Para fines de 2020, Ascenty busca completar cuatro centros de datos adicionales, para alcanzar a un total de 16 en Brasil.

El NIC.Br, que es la organización responsable de la administración del dominio .br y de la distribución de direcciones IP en Brasil, entre otras muchas funciones, posee un centro de datos en São Paulo de características particulares.

Este centro de datos, inaugurado en 2015, es operado sin fines comerciales y brinda servicios críticos al funcionamiento de Internet en Brasil brindando también un importante apoyo a la comunidad de Internet regional. Allí se hospeda infraestructura orientada a la resolución de nombres de dominio,

intercambio de tráfico, administración de direcciones IP, alojamiento de CDNs y Servidores Raíz y otros servicios relevantes para el funcionamiento de Internet.

Las instalaciones cuentan con potencia eléctrica de 1.8 MW en total y 900 KW en el área técnica. Cuenta con un área para albergar 180 racks con una densidad de potencia de 5 Kva por rack, aunque algunos servicios críticos pueden disponer de 10 Kva por rack.

C. Chile

Por las particularidades de su geografía, Chile es un país con gran concentración de negocios en la ciudad de Santiago y alrededores. Es allí y en localidades cercanas donde se encuentran ubicados los principales centros de datos de ese país.

En Chile, además, la cantidad de centros de datos propiedad de las operadoras es similar al número de instalaciones de empresas dedicadas al negocio de venta de servicios de TI en cualquiera de sus modalidades (Hosting, Colocation, Cloud, etc).

Las operadoras con participación en el mercado de centros de datos son Entel, Centurylink, Claro, GTD, IFX y Telefonica.

Por otro lado, las compañías que poseen la mayor infraestructura y proveen servicios de datacenter, TI y Cloud son Adexus, Sonda, EdgeConneX, Ascenty, HP, Huawei y Google.

Con una inversión de más de 45 millones de dólares, Sonda planea la apertura de un nuevo centro de datos en Quilicura que contará con más de 4000 metros cuadrados y al momento, Google es la única CDN que posee su propia infraestructura de centros de datos, y hacia mediados de 2019 se anunciaron inversiones por más de 200 millones de dólares para la construcción de un segundo centro de datos en ese país.

En agosto de 2019, se presentó el nuevo centro de datos de Huawei en Chile⁵³ con una inversión del orden de los 100 millones de dólares. Se trata de la primera nube pública de Huawei en Latinoamérica, la cual ofrecerá una amplia gama de soluciones de almacenamiento informático, de redes, base de datos y big data basado en Inteligencia Artificial.

Existe interés tanto de China como de Chile de promover la construcción de un cable submarino que conecte esos dos países. El Banco de Desarrollo de América Latina, CAF, financió en el 2019 el estudio de factibilidad del proyecto⁵⁴ y como consecuencia de ese proyecto, la prensa ha recogido informaciones sobre posibles intenciones de Alibabá de instalar también un centro de datos en Chile.

D. Colombia

Colombia es otro de los países en la región donde existe un campo fértil para la implementación de nuevos centros de datos. Varias de las instalaciones fueron desarrolladas en las zonas francas de Bogotá y la Zona Franca de Tocancipá en Cundinamarca. Además, existen Centros de datos localizados en las ciudades más importantes como ser Cali, Barranquilla y Medellín.

En la zona franca de Bogotá se encuentran ubicados los Centros de datos de Equinix, Internexa y BT. El Grupo ZFB (Zona Franca de Bogotá, quien desarrolla y gestiona las instalaciones) ha confirmado la construcción del centro de datos Zetta por una inversión de 90 millones de dólares.

⁵³ <https://thetimes.cl/contenido/1022/inauguran-el-primer-cloud-data-center-regional-en-chile>.

⁵⁴ <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/banco-de-desarrollo-financia-estudio-de-viabilidad-de-cable-submarino-de-fibra>.

En la Zona Franca de Tocancipá se encuentra ubicado el más reciente centro de datos de BT, certificado de última generación. Allí mismo la empresa Hostdime que ya posee infraestructura en Cali y en Barranquilla, planea la apertura de un nuevo centro de datos de 6000 metros cuadrados y una inversión superior a los 20 millones de dólares.

Adicionalmente a mediados de 2019, la brasileña Odata inauguró un centro de datos en Bogotá de más de 5000 metros cuadrados con una inversión superior a los 50 millones de dólares.

E. México

Hace algunos años, gran parte de los servicios de centros de datos de México eran provistos desde los Estados Unidos ya que la cercanía resultaba en tiempos de latencia manejables y sumado a esto había disponibilidad de infraestructura y costos de economía de escala.

Sin embargo, de un tiempo a esta parte existe una marcada tendencia al crecimiento de la infraestructura disponible ya que por ejemplo Ascenty (filial de Digital Realty) ha anunciado la construcción de dos Centros de datos de 30 MW y más de 20,000 metros cuadrados de área cada uno.

Por otro lado, en enero de 2020, Equinix completó la adquisición de 3 Centros de datos que pertenecían a Axtel, 2 ubicados en Querétaro y 1 en Monterrey, sumando así más de 10 mil metros cuadrados de área. Estas empresas de Centros de datos se suman a las ya existentes e importantes en términos de infraestructura y distribución geográfica: Kio Networks, Triara, Alestra y Claro.

Hacia finales de 2019, según cifras de la firma de servicios inmobiliarios CBRE, existían unos 250 mil metros cuadrados de área de centros de datos, distribuidos en 49 sitios en 6 estados del país.

F. Panamá

En Panamá existen 3 empresas que concentran la mayor parte de la infraestructura de centros de datos del país: KIO Networks, Cable & Wireless y Cableonda. Se prevé que el ritmo de crecimiento se acelere con la llegada de la ramificación del cable Curie de Google.

La mexicana KIO Networks ha inaugurado recientemente el centro de datos más robusto del país, el cual se encuentra ubicado de manera estratégica en la zona de negocios Panamá Pacífico. La construcción de dichos centros de datos implicó una inversión de 35 millones de dólares para un área disponible de 6000 metros cuadrados.

La empresa Telecarrier del Grupo Millicom posee 3 centros de datos distribuidos en diferentes zonas de la Ciudad de Panamá: Clayton, Divisa y 12 de octubre. Cable & Wireless, una empresa del Grupo Liberty, posee 2 centros de datos en la Ciudad de Panamá.

Otros proveedores de servicios de centros de datos con infraestructura propia son Ufinet y Centurylink.

G. República Dominicana

En República Dominicana existen diversos centros de datos de los cuales 4 son los que se perciben como los principales. El NAP del Caribe, fue creado en el año 2007 con la estadounidense Terremark como principal inversor. En ese momento, Terremark era propietaria del NAP de las Américas en Miami. El NAP del Caribe continúa siendo el principal centro de datos del país, con una cartera de clientes que no se limita a empresas nacionales. Se trata de un centro de datos carrier-neutral con amplias alternativas de interconexión y con presencia en sus instalaciones de los principales proveedores de Internet del país.

El NAP del Caribe cuenta con un área construida aproximada de 1850 m² y más de 800 m² de área técnica, con una capacidad total de energía de 1.5 MW redundante (2 transformadores de 1500 Kw), lo cual constituye una infraestructura de dimensiones importantes para el país y para el entorno regional.

En febrero de 2018 se inauguró el centro de datos del Estado Dominicano⁵⁵ con el objetivo de apoyar la transformación digital del Estado, hospedando sus servicios, implementando virtualización y agregando servicios de ciberseguridad. Este centro de datos cuenta con dos plantas de 350 Kw⁵⁶ y un área considerable para racks de algunos cientos de metros cuadrados.

Ambos centros de datos, el NAP del Caribe y el Centros de datos del Estado, se encuentran en la misma localización, en el Parque Cibernético de Santo Domingo (PCSD).

La empresa Kio Networks, que cuenta con centros de datos en otros países de la región (México, Guatemala y Panamá) dispone, desde 2014, de un centro de datos en Santo Domingo, República Dominicana. Se trata de un centro de datos de 223 m² de área técnica y capacidad total de 500 KVa en sus transformadores.

La empresa Claro, principal proveedor de servicios de telecomunicaciones del país también cuenta con un centro de datos, que al igual que Kio, permite aprovechar ventajas de la disponibilidad de una red de centros de datos en la región.

⁵⁵ <https://optic.gob.do/data-center/>.

⁵⁶ <https://optic.gob.do/data-center/>.

Bibliografía

- Akamai Inc. "Que es una CDN?". <https://www.akamai.com/es/es/cdn/what-is-a-cdn.jsp>. Fecha de consulta febrero 2020.
- Carisimo E., Selmo C., Alvarez-Hamelin J., y Dhamdhere A., "Studying the Evolution of Content Providers in IPv4 and IPv6 Internet Cores", Elsevier Computer Communications Journal, vol. 145, pp. 54-65, Sep 2019. https://www.caida.org/publications/papers/2019/studying_evolution_content_providers/studying_evolution_content_providers.pdf. Fecha de consulta enero 2020.
- Casalet M. (2018), "La digitalización industrial: un camino hacia la gobernanza colaborativa. Estudios de casos", Documentos de Proyectos (LC/TS.2018/95), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018.
- Costello M. y Livengood E., 2016, "Netflix and Fill", Netflix TechBlog. <https://netflixtechblog.com/netflix-and-fill-c43a32b49oco>. Fecha de consulta febrero 2020.
- Coudflare Inc. "What is an internet Exchange Point? How do IXPs work?", <https://www.cloudflare.com/learning/cdn/glossary/internet-exchange-point-ixp/> Fecha de consulta enero 2020.
- ECLAC (2013), "The digital economy for structural change and equality. LC/L.3602, United Nations, November 2013, Printed in Santiago, Chile, 2013.
- Florance K., Netflix Inc., 2016, "How Netflix Works With ISPs Around the Globe to Deliver a Great Viewing Experience", <https://media.netflix.com/en/company-blog/how-netflix-works-with-isps-around-the-globe-to-deliver-a-great-viewing-experience>. Fecha de consulta febrero 2020.
- Kende M. y Hurpy C., Analysis Mason (for Internet Society) 2012. "Assessment of the impact of Internet Exchange Points (IXPs) - empirical study of Kenya and Nigeria." <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/Assessment-of-the-impact-of-Internet-Exchange-Points---empirical-study-of-Kenya-and-Nigeria.pdf>. Fecha de consulta enero 2020.
- Infrapedia Inc., 2019, "Map of Global Internet Infrastructure", <https://www.infrapedia.com/app>. Fecha de consulta diciembre 2019 - marzo 2020.
- Mauldin A., 2018, Presentation at "Submarine Networks World 2018", "The Next Mass Extinction: Aging Submarine Cables". Fecha de consulta diciembre 2019.
- Stockton D., PPC blog, "4 factors that influence how long your fiber network will last", <https://www.ppc-online.com/blog/4-factors-that-influence-how-long-your-fiber-network-will-last>. Fecha de consulta febrero 2020.
- Wikipedia, 2020, "Virtualización". <https://es.wikipedia.org/wiki/Virtualización>. Fecha de consulta febrero 2020.
- _____ (2020), "Kubernetes". <https://en.wikipedia.org/wiki/Kubernetes>. Fecha de consulta febrero 2020.

Anexo

Anexo 1

Aspectos regulatorios

En términos generales, cuando se piensa en materia de regulación de infraestructuras, existen diversos ángulos desde donde abordar la cuestión. Los diferentes países analizados en este documento cuentan con un abordaje regulatorio distinto en cada una de las materias a tratar.

En este sentido, se podrá ver cómo existen algunas normas y disposiciones que buscan encuadrar jurídicamente el desarrollo de estas infraestructuras en distintas modalidades. Sobre esto, encontraremos que también existen áreas donde no se presenta regulación específica o donde otro tipo de parámetros son los que complementan la postura sobre estas materias. Así, en relación con los centros de datos encontraremos estándares fijados por las oficinas de compras públicas, los cuales orientan la postura —más no obligan— en términos de requisitos a la hora de desplegar una inversión de este tipo. En términos generales, si bien no hay barreras regulatorias en la mayoría de los países de la región, algunos trámites burocráticos pueden resultar desalentadores.

En este documento se busca conceptualizar y sistematizar las actuales legislaciones vigentes en materia de IXPs, centros de datos y despliegue y tendido de cables de fibra óptica para Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Panamá y República Dominicana, a fin de dar un inicial análisis cuantitativo de las mismas.

Es importante destacar que existen regulaciones en otras áreas de actividad, que si bien no son regulaciones específicas en la materia en cuestión, pueden impactar de forma significativa en la capacidad de desarrollar y desplegar infraestructura. Por ejemplo, si en un país no hubiera ninguna barrera regulatoria específica sobre el funcionamiento de infraestructura de Internet, pero tuviera regulaciones restrictivas sobre la importación de equipamiento, esto sin duda constituiría un obstáculo.

1. Argentina

a) IXPs

En materia de regulación de puntos de intercambio de tráfico de Internet, en la República Argentina existe un cuerpo normativo que sienta las bases para la operación de éstos. En este sentido, el Reglamento General de Interconexión y Acceso⁵⁷, publicado en mayo de 2018, posee dos artículos que enmarcan jurídicamente la operación de los IXPs. Sobre esto, el artículo 2.32 estipula que será entendido como punto de intercambio de tráfico, definiéndolo como “conjunto de Elementos de Red que permiten la Interconexión y el intercambio de tráfico de Internet entre tres o más Prestadores de Servicios de TIC de acceso a Internet”. De esta manera, el regulador ha dotado al concepto de un alcance claro y lo ha ordenado dentro del sistema regulatorio argentino. Asimismo, el mismo reglamento fija en su artículo 15 que “los Prestadores de Servicios de TIC podrán establecer IXPs para interconectar sus redes, mediante Convenios de Interconexión bilaterales o multilaterales, estableciendo libremente las condiciones aplicables, siempre que se respeten los principios del presente Reglamento.”, lo cual dota de cierta flexibilidad necesaria a la actividad sin excluirla de un marco regulatorio.

b) Data Centers

Argentina no cuenta per se con una legislación específica para la construcción de centros de datos en el país. Sin embargo, sí existen lineamientos provistos por la Oficina de Tecnologías de la Información (ONTI). En los “Estándares Tecnológicos para la Administración Pública Nacional” (ETAP’s), específicamente en la sección titulada “Condiciones mínimas de servicios para data centers de la

⁵⁷ “Reglamento General de Interconexión y Acceso”, Resolución 286/2018, Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM), Argentina.

Administración Pública Nacional”⁵⁸, la ONTI fija el proceso de “Emisión de Calificación”, donde se brindan las características de los distintos niveles a los cuales puede acceder un centro de datos. Si bien estos lineamientos no son de carácter mandatorio para la provisión de servicios entre privados, sí resultan una referencia interesante a la hora de considerar requerimientos técnicos aplicables.

c) Tendido de cables

En cuanto a los requerimientos en materia de operación y tendido de cables relacionados a servicios de conectividad, la regulación en la Argentina puede abarcar diversas áreas, dependiendo del tipo de infraestructura a colocar. De cualquier manera, es importante destacar que para poder operar este tipo de servicios, es necesario ser titular de una licencia de Servicios de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, expedida por el ENACOM, en los términos de la Ley 27.078⁵⁹ —Ley Argentina Digital— y de la Resolución MM N° 697/2017⁶⁰. Así, la licencia otorga el derecho de instalar redes y equipos en todo el territorio nacional conforme lo establezca la normativa vigente, sin perjuicio de lo que en su caso rijan por el uso de los espacios del dominio público y privado.

2. Brasil

a) IXPs

Sobre la regulación presente en Brasil, cabe destacar la Resolución N° 600/2012⁶¹ posteriormente modificada por la Resolución N° 694/2018⁶². En este sentido, la Resolución N° 600/12 busca aprobar como materia principal el “Plano Geral de Metas de Competição (PGMC)”, el cual contiene provisiones en materia de regulación de competencia de mercado.

En una posterior modificación a ésta, la Resolución N° 694/2018 incluye, en su artículo 4, inciso XVI, una definición de punto de intercambio de tráfico o “pontos de troca de tráfego” (PTT) en portugués, entendiéndolos como una solución de red con el objetivo de viabilizar la interconexión para el tráfico de datos entre redes de telecomunicaciones de diferentes prestadoras que utilizan diferentes esquemas de pago y de ruteamiento de tráfico⁶³. Continúa la misma, incluyendo obligaciones de modalidades de prestación cuando se trate de un transporte de datos en alta capacidad, referenciado que ésta deberá englobar dos modalidades de prestación, dependiendo de la categorización que se le otorgue al grupo de red en términos de su injerencia en el mercado y motivado en regulación de competencia (Art. 29 A, Inc. 5).

b) Data Centers

En cuanto a centro de datos, Brasil no cuenta con una regulación específica en la materia, más allá de las normas de construcción y ambientales que rigen para cualquier edificación de este tipo de características. Sin embargo, cabe destacar que el artículo 24, inciso VII, del Marco Civil de Internet⁶⁴ establece que existirán las siguientes pautas para el desarrollo de Internet en Brasil, siendo una de ellas la “optimización de la infraestructura de red y estímulo para la implementación de centros de almacenamiento, gestión y difusión de datos en el país, promoviendo la calidad técnica, la innovación y la difusión de aplicaciones de Internet, sin perjuicio de la apertura, la neutralidad y la naturaleza

⁵⁸ “Condiciones mínimas de servicios para data centers de la Administración Pública Nacional”, Estándares Tecnológicos para la Administración Pública Nacional, Oficina de Tecnologías de la Información, Argentina, disponible en: <https://bit.ly/37kiX8b>.

⁵⁹ Ley 27.078, Argentina, disponible en: <https://bit.ly/2TOKPxx>.

⁶⁰ Resolución MM N° 697/2017, ENACOM, Argentina, disponible en: <https://bit.ly/378YowV>.

⁶¹ Resolución N° 600/2012, Agência Nacional de Telecomunicações, Brasil, disponible en: <https://bit.ly/3avvYop>.

⁶² Resolución N° 694/2018, Agência Nacional de Telecomunicações, Brasil, disponible en: <https://bit.ly/2RBjCjD>.

⁶³ Traducción propia. Texto original: “solução de rede com o objetivo de viabilizar a interconexão para tráfego de dados entre redes de telecomunicações de diferentes Prestadoras que utilizam diferentes regimes de remuneração e de roteamento de tráfego”.

⁶⁴ Ley 12965, Marco Civil da Internet, Brasil, disponible en: <https://bit.ly/2OnjRcp>.

participativa”⁶⁵. Así, surge del “Manual de Boas Práticas, Orientações e Vedações para Contratação de Serviços de Computação em Nuvem”⁶⁶, expedido en 2016 por parte del Ministerio de Planificación, que las agencias públicas deberán exigir, al contratar servicios en la nube de proveedores privados, que el entorno del servicio contratado cumpla con ABNT NBR ISO/IEC 27001:2013, sin perjuicio de otros requisitos, con el objetivo de mitigar los riesgos relacionados con la seguridad de la información. Asimismo, exige que al contratar servicios en la nube con empresas privadas, las agencias deberán exigir una disponibilidad de al menos el 99,741% para los centros de datos donde se alojarán los servicios, aceptándose la prueba a través de la certificación TIA 942 TIER II, entre otros requerimientos técnicos. Si bien estos lineamientos no son de carácter mandatorio para la provisión de servicios entre privados, son una referencia en relación a posibles requerimientos técnicos.

c) Tendido de cables

En cuanto a la legislación vigente para este tipo de despliegue de infraestructura, encontramos que, como en otros casos, es necesaria la tramitación de autorización. Dependiendo del tipo de servicio que se pretenda brindar, es posible que se requiera una autorización para prestar servicios de comunicación multimedia, en los términos de la Resolución 614/2013⁶⁷. Dicha resolución establece en su artículo 3 qué será entendido por servicio de comunicación multimedia⁶⁸ y posteriormente, en el Título III, Capítulo I, artículo 10 y subsiguientes, se fijan los procedimientos para la obtención de la mencionada autorización. Asimismo, para este tipo de despliegue, será preciso contar con una licencia de operación, expedida por el Instituto Brasileño del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (IBAMA, por sus siglas en Portugués) del Ministerio de Medio Ambiente, en los términos del Decreto 99.274/90⁶⁹, artículo 19 y subsiguientes.

3. CHILE

a) IXPs

En relación con el encuadre jurídico establecido en Chile para los puntos de intercambio de tráfico, encontramos que existen dos normas que buscan dar forma a la operación de éstos en el país. En primer lugar, la Resolución Exenta N° 1483 de 1999⁷⁰, la cual fija el procedimiento y plazo para establecer y aceptar conexiones entre ISP, establece la obligatoriedad para éstos de establecer y aceptar conexiones entre sí para cursar el tráfico nacional de Internet, generando, en parte, la necesidad de creación de un IXP en el país. Adicionalmente, encontramos la Resolución Exenta N° 698 de 2000⁷¹ que busca fijar indicadores de calidad de los enlaces de conexión para cursar el tráfico nacional de Internet y sistemas de publicidad de éstos. Al respecto, en su artículo 1, inciso J, fija el alcance del concepto en materia de indicadores de calidad, determinando qué se entenderá como punto de intercambio de tráfico (PIT) “para los efectos de la medición de los indicadores de calidad a que se refiere

⁶⁵ Traducción propia. Texto original: “otimização da infraestrutura das redes e estímulo à implantação de centros de armazenamento, gerenciamento e disseminação de dados no País, promovendo a qualidade técnica, a inovação e a difusão das aplicações de internet, sem prejuízo à abertura, à neutralidade e à natureza participativa”.

⁶⁶ Manual de Boas Práticas, Orientações e Vedações para Contratação de Serviços de Computação em Nuvem, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Brasil, disponible en: <https://bit.ly/3101ut2>.

⁶⁷ Resolución 614/2013, ANATEL, disponible en: <https://bit.ly/2OoqDP6>.

⁶⁸ Servicio fijo de telecomunicaciones de interés colectivo, prestado a nivel nacional e internacional, en el régimen privado, que permite la capacidad de transmisión, emisión y recepción de información multimedia, incluso permite la conexión a Internet, utilizando cualquier medio, a los suscriptores dentro de un área de prestación de servicios.

⁶⁹ Decreto 99.274/90, Brasil, disponible en: <https://bit.ly/31jODYU>.

⁷⁰ Resolución Exenta 1483/1999, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Subsecretaría de Telecomunicaciones, Chile, disponible en: <https://bit.ly/38tZkKL>.

⁷¹ Resolución Exenta 698/2000, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Subsecretaría de Telecomunicaciones, Chile, disponible en: <https://bit.ly/2NHHvjK>.

la norma, al punto de intercambio de tráfico nacional de Internet que cumple la función de agrupar e intercambiar el tráfico de dos o más ISPs”.

A continuación, el artículo 4 de la misma norma fija las características que deberán tener las conexiones en cada PIT, donde “deberán aceptar todo el tráfico nacional de los distintos ISPs, sin restricciones de ninguna especie, y permitir el intercambio de tablas de rutas entre todos los ISPs, conectados a diferentes PITs” y que “deberán ser establecidas de manera no discriminatoria, respecto de otros PITs y respecto de cada ISP que lo requiera”. Asimismo, el artículo 5 prosigue fijando que los indicadores de calidad serán medidos en cada PIT y deberán referirse tanto a los enlaces de conexión entre los ISPs y el respectivo PIT como a los enlaces entre el PIT en cuestión y todos los restantes PITs entroncados. Finalmente, el artículo 8 reza que los valores correspondientes a las mediciones de los indicadores de calidad deberán publicarse en una página web común o única a nivel nacional, dispuesta por todos los PITs o por cada uno de ellos, de público conocimiento y de libre acceso.

b) Data Centers

La República de Chile no cuenta con una regulación específica para el establecimiento de centro de datos en el país. En este sentido, a la hora de establecer un data center en el país se deberían tener en consideración las regulaciones ambientales y edilicias, específicamente aquellas relativas a la seguridad sísmica de las construcciones. Específicamente, resultan relevantes las Normas Chilenas Oficiales 433⁷² y 2369⁷³, relativas al diseño sísmico de edificios y al diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.

Si bien no existe un marco jurídico específico que instruya sobre los requerimientos técnicos obligatorios, resulta relevante mencionar que la Resolución 14/2018⁷⁴, dispuesta por la Dirección de Compras y Contrataciones Públicas (ChileCompra), la cual fija requisitos de infraestructura, experiencia, certificaciones, sustentabilidad y administrativos para la adquisición de servicios de centros de datos por parte del Estado. Si bien esta Resolución no sería de aplicación directa para privados, sí podría resultar relevante a los fines de considerar las pautas allí fijadas para el establecimiento de centros de datos en el país.

c) Tendido de cables

Al igual que en otros países analizados, en el caso chileno la normativa a aplicar variará de acuerdo a cuál sea el uso final que tendrá este tipo de infraestructura, pudiendo abarcar otros cuerpos jurídicos, dependiendo del caso. Como comentario general, se puede destacar que la Ley General de Telecomunicaciones⁷⁵ establece en su artículo 3 la clasificación indicada para los servicios de telecomunicación, conteniendo las categorías de servicios limitados de telecomunicaciones, servicios intermedios de telecomunicaciones y servicios públicos de telecomunicaciones, entre otros, los cuales precisarán de otorgamiento de distintos tipos de autorizaciones para su operación.

En caso de tratarse de un servicio intermedio de telecomunicación⁷⁶, se requerirá una concesión otorgada por decreto supremo y que requiere además por mandato presidencial⁷⁷, la firma del Ministro de Transportes y Telecomunicaciones.

⁷² Norma Chilena Oficial (NCh) 433, Instituto Nacional de Normalización, Chile, disponible en: <https://bit.ly/2RbSdKn>.

⁷³ Norma Chilena Oficial (NCh) 2369, Instituto Nacional de Normalización, Chile, disponible en: <https://bit.ly/2sExp1U>.

⁷⁴ Resolución 14/2018, Dirección de Compras y Contrataciones Públicas, Chile, disponible en: <https://bit.ly/3auXDId>.

⁷⁵ Ley 18168, Chile, disponible en: <https://bit.ly/2RdzGfr>.

⁷⁶ Aquellos servicios de telecomunicaciones, prestados a través de instalaciones y redes, destinados a satisfacer las necesidades de transmisión o conmutación de los concesionarios o permisionarios de telecomunicaciones.

⁷⁷ Manual de trámites de autorizaciones, SUBTEL, Chile, disponible en: <https://bit.ly/36bFFoG>.

4. Colombia

a) IXPs

La República de Colombia no cuenta per sé con una regulación específica en materia de IXPs. Cabe mencionar que durante el 2016 la Comisión de Regulación de Comunicaciones de Colombia (CRC) llevó adelante una consulta pública en esta materia, donde se facilitó un análisis de condiciones de intercambio eficiente de tráfico de Internet⁷⁸. En ese análisis se relevan una serie de factores relacionados con el IXP con el que cuenta el país. Asimismo, el “Plan TIC 2018 - 2022 - El Futuro Digital es de Todos”, expedido por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), presenta un apartado donde se estipula que se “promoverá el desarrollo de nuevos Puntos de Intercambio de tráfico de Internet (IXP) y de Redes de Distribución de Contenidos (CDN) en el país, logrando beneficios tales como mayor capacidad de conexión, disminución del tiempo de respuesta de entrega de información al usuario, disminución de los costos asociados a la entrega de contenidos, reducción de la pérdida y demora de paquetes ya que trabajan con nodos cercanos al usuario, disminución de carga de la red, menor latencia para las aplicaciones y manejo de tráfico a nivel local”⁷⁹.

b) Data Centers

Con relación a los centros de datos, Colombia no presenta una regulación específica al respecto, pero resulta importante destacar que cuenta con incentivos fiscales para la instalación de centros de datos y de los servicios de cómputo en la nube, en zonas francas del país.

c) Tendido de cables

En cuanto a este punto en particular, se deberá requerir al MinTIC el otorgamiento de la facultad para prestar servicios o para desarrollar actividades de telecomunicaciones, en los términos del Decreto 1972/2003⁸⁰, a través de registro habilitante. Asimismo, la Dirección General Marítima y Portuaria (DIMAR) deberá prestar su autorización para el tendido de cable submarinos, en los términos de la Resolución 0602/2015⁸¹, debiéndose cumplir con una serie de requisitos establecidos en el artículo 2 de dicho texto, entre ellos la licencia ambiental y la viabilidad del tendido del cable expresada por el MinTIC, entre otros.

5. Mexico

a) IXPs

La regulación vigente sobre puntos de intercambio de tráfico en México, encuentra su origen en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión⁸², específicamente en su artículo 138, el cual establece las obligaciones específicas a las cuales estará sujeto el agente económico preponderante en el sector de las telecomunicaciones o con poder sustancial. Sobre esto, el inciso VIII del mismo artículo fija como obligación para éstos “contar con presencia física en los puntos de intercambio de tráfico de Internet en el territorio nacional, así como celebrar los convenios que permitan a los proveedores de servicios de Internet el intercambio interno de tráfico de manera más eficiente y menos costosa en los términos que disponga el Instituto”. Así, la reglamentación posterior⁸³ emitida por el Instituto Federal

⁷⁸ Condiciones de intercambio eficiente de tráfico de Internet Regulación de Infraestructura, Diciembre de 2015 - Documento de consulta, CRC, Colombia, disponible en: <https://bit.ly/3oAIVq5>.

⁷⁹ Plan TIC 2018 - 2022 - El Futuro Digital es de Todos, MinTIC, Colombia, disponible en: <https://bit.ly/2RfNZbL>.

⁸⁰ Decreto 1972/2003, MinTIC, Colombia, disponible en: <https://bit.ly/2RAIQej>.

⁸¹ Resolución 0602/2015, DIMAR, Colombia, disponible en: <https://bit.ly/2uh7YxG>.

⁸² “Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión”, México, 2018, disponible en: <https://bit.ly/2TGHq3x>.

⁸³ “Lineamientos que fijan los términos bajo los cuales el agente económico preponderante en el sector de las telecomunicaciones o con poder sustancial deberá tener presencia física en los puntos de intercambio de tráfico de Internet en el territorio nacional y celebrar los convenios que permitan a los proveedores de servicios de Internet el intercambio interno de tráfico de manera más eficiente y menos costosa”, Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), 2017, disponible en: <https://bit.ly/2Gb6YoO>.

de Telecomunicaciones (IFT), ha expedido los lineamientos que fijan los términos bajo los cuales el agente económico preponderante en el sector de las telecomunicaciones deberá tener presencia física en los puntos de intercambio de tráfico de internet en el territorio nacional. Al respecto, en el capítulo II, artículo 3, se describe el alcance del concepto de IXP, definiéndolo como el “punto neutral de intercambio de tráfico de Internet en el territorio nacional que no pertenece o es operado por algún concesionario, permisionario o autorizado habilitado para prestar servicios de Internet y a través del cual los proveedores de servicios de Internet miembros del mismo que cuentan con un sistema autónomo, se conectan en una ubicación física centralizada bajo condiciones no discriminatorias y con capacidad técnica que permita la Coubicación, Conectividad y el intercambio de tráfico entre los sistemas autónomos de dos o más proveedores de servicios de Internet miembros (del inglés, Internet Exchange Point)”.

Seguidamente, establece en el Capítulo III, artículo 5, que “los IXP deberán contar con la constancia de registro de su IXP en el Registro Público de Concesiones del Instituto” y en el Capítulo VI, artículo 17, que los IXPs deberán entregar al IF un reporte estadístico de intercambio de tráfico, de conformidad con lo establecido en artículos posteriores en el mismo cuerpo normativo, fijando así requisitos de autorización e información para estos.

b) Data Centers

A diferencia de otros países de la región, México cuenta con una regulación específica relacionada a centros de datos de alto rendimiento. La norma mexicana NMX489⁸⁴, considera específicamente aspectos de seguridad, disponibilidad y eficiencia energética, introduciendo parámetros de diseño, construcción y operación. En este sentido, la norma brinda ciertos estándares dentro del ordenamiento jurídico local, los cuales si bien no son obligatorios, resultan interesantes a la hora de evaluar los requerimientos técnicos dentro del país. Asimismo, se pueden mencionar otras normativas de estandarización presentes en el ordenamiento jurídico mexicano, como la NOM-001⁸⁵, relativa a las instalaciones eléctricas.

c) Tendido de cables

De acuerdo a la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, en su artículo 170, fracción III, se requerirá autorización del Instituto Federal de Telecomunicaciones para instalar equipos de telecomunicaciones y medios de transmisión que crucen las fronteras del país. Sobre esto, las reglas 4, 14, 15 y 18 de las “Reglas de carácter general que establecen los plazos y requisitos para el otorgamiento de autorizaciones en materia de telecomunicaciones establecidas en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión”⁸⁶, establecen los requisitos y formalidades para la obtención autorizaciones correspondientes tanto para instalar enlaces transfronterizos para cursar Tráfico Público Internacional que no involucren el uso del espectro radioeléctrico como para aquellos enlaces que cursen Tráfico Privado Internacional que no involucren el uso del espectro radioeléctrico.

6. Panamá

a) IXPs

La República de Panamá no cuenta con una regulación específica en materia de IXPs. En este sentido, sí ha existido un acompañamiento e interés por parte de la Secretaría Nacional de Ciencia,

⁸⁴ Norma Mexicana NMX-J-C-I-489-ANCE-ONNCE-NYCE-2014 “Centros de Datos de Alto Desempeño sustentable y energéticos. Requisitos y Métodos de Comprobación”, Dirección General de Normas, México, 2014, disponible en: <https://bit.ly/2sH2vQ7>.

⁸⁵ Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, “INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)”, Secretaría de Energía, México.

⁸⁶ “Reglas de carácter general que establecen los plazos y requisitos para el otorgamiento de autorizaciones en materia de telecomunicaciones establecidas en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión”, IFT, México, disponible en: <https://bit.ly/3oCADte>.

Tecnología e Innovación (SENACYT), la cual ha apoyado el establecimiento del único IXP presente en el país, el cual lleva más de 20 años operando.

b) Data Centers

Con relación a los centros de datos, Panamá no presenta una regulación específica al respecto. Resulta importante destacar que Panamá cuenta con incentivos fiscales en zonas llamadas Zonas Económicas Especiales (ZEE), las cuales reciben beneficios fiscales, orientados a promover el desarrollo de actividades económicas específicas.

c) Tendido de cables

De acuerdo con la Ley 31/1996⁸⁷, por la cual se dictan normas para la regulación de las telecomunicaciones en la República de Panamá, los servicios de telecomunicaciones se clasificarán en dos categorías: Tipo A⁸⁸ y Tipo B⁸⁹. En este sentido, ambos tipos de servicio requerirán de concesión para operar, en los términos de los requisitos estipulados en la ley. Como comentario general, los servicios del Tipo B no requerirán de licitación pública, y será otorgada la concesión a través de una resolución de la Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP)⁹⁰.

7. República Dominicana

a) IXPs

La República Dominicana no cuenta per sé con una regulación específica en materia de IXPs. Es de destacar que la Agenda Digital 2016-2020 incluye en su componente de Infraestructura y Acceso el objetivo específico de agilizar el tráfico local de datos y reducir los costos de conexión, mediante la creación de un punto de intercambio de tráfico (IXP). Asimismo, el Reglamento de Interconexiones del Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones (INDOTEL) indica en uno de sus considerandos la definición presentada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) de IXP⁹¹. Sobre esto, existe un proyecto para el desarrollo de IXP, que todavía se encuentra en proceso de evaluación y presentación⁹².

b) Data Centers

Con relación a los centros de datos, la República Dominicana no presenta una regulación específica al respecto. Resulta importante destacar que el país cuenta con incentivos fiscales para las inversiones en tecnologías, proponiendo un marco de exenciones impositivas para quienes realicen desarrollos en el área de tecnología, en los términos de la Ley 392-07, sobre Competitividad e Innovación Industrial⁹³.

c) Tendido de cables

Sobre este apartado en particular, la Ley 153/98⁹⁴ y el Reglamento de Autorizaciones (Resolución INDOTEL 36/2019)⁹⁵, son las normas que recogen los diferentes requerimientos para la expedición de las autorizaciones correspondientes a actos jurídicos en el ámbito de las telecomunicaciones. De acuerdo a esta última normativa, las autorizaciones son un "acto jurídico emitido por el INDOTEL, previo

⁸⁷ Ley 32/1996, Panamá, disponible en: <https://bit.ly/3aqDcD7>.

⁸⁸ Constituyen los servicios que, por razones técnicas o económicas, se otorguen en régimen de exclusividad temporal, o a un número limitado de concesionarios que operarán en régimen de competencia.

⁸⁹ Servicios de telecomunicaciones que se otorguen libremente en régimen de competencia.

⁹⁰ Solicitudes ASEP, disponible en: <https://bit.ly/2REAhOI>.

⁹¹ Resolución 38/11, Reglamento de Interconexión, INDOTEL, República Dominicana, pág. 12, disponible en: <https://bit.ly/2RKWeNh>.

⁹² <https://ixp.org.do/>.

⁹³ Ley 392-07, sobre Competitividad e Innovación Industrial, República Dominicana, disponible en: <https://bit.ly/36iHuc8>.

⁹⁴ Ley General de Telecomunicaciones, Ley 153/98, República Dominicana, disponible en: <https://bit.ly/2RjVorK>.

⁹⁵ Resolución 36/2019, Reglamento de Autorizaciones, INDOTEL, República Dominicana, disponible en: <https://bit.ly/2GMdLOt>.

cumplimiento de las formalidades establecidas por la Ley y la reglamentación, que otorga al solicitante el derecho a prestar u operar servicios de telecomunicaciones, públicos o privados, en la República Dominicana y/o realizar actos y actividades que requieren la aprobación previa del INDOTEL, y que conllevan o están vinculados a una Concesión, Inscripción en el Registro Especial, Licencia, transferencia, cesión, arrendamiento, otorgamiento del derecho de uso, constitución de un gravamen o transferencia de control. El tipo de autorización a otorgar al solicitante en cada caso dependerá del servicio que a través de ésta se pretenda habilitar para su prestación⁹⁶.

Así, este reglamento es donde se establecen los requisitos y formalidades para la obtención de autorizaciones correspondientes para operar este tipo de servicios de telecomunicaciones. En este sentido, existen las Concesiones para servicios que afecten al público en general y Licencias si adicionalmente se requiere acceso a espectro. Cabe mencionar que el requisito de autorización será sobre el o los usos que la persona jurídica titular esté contemplando darle al despliegue de infraestructura.

⁹⁶ Art. 1, Inc. 2, Res. 36/2019, Reglamento de Autorizaciones, República Dominicana.



NACIONES UNIDAS

Serie

CEPAL

Desarrollo Productivo

Números publicados

Un listado completo así como los archivos pdf están disponibles en
www.cepal.org/publicaciones

226. Infraestructura de Internet en América Latina. Puntos de intercambio de tráfico, redes de distribución de contenido, cables submarinos y centros de datos, Raúl Echeberría (LC/TS.2020/120), 2020.
225. Cybersecurity and the role of the Board of Directors in Latin America and the Caribbean, Héctor J. Lehedé, (LC/TS.2020/103), 2020.
224. Institutional change and political conflict in a structuralist model, Gabriel Porcile y Diego Sanchez-Ancochea (LC/TS.2020/55), 2020.
223. Corporate governance and data protection in Latin America and the Caribbean, Héctor J. Lehedé (LC/TS.2019/38), 2019.
222. El financiamiento de la bioeconomía en países seleccionados de Europa, Asia y África: experiencias relevantes para América Latina y el Caribe. Adrián G. Rodríguez, Rafael H. Aramendis y Andrés O. Mondaini (LC/TS.2018/101), 2018.
221. The long-run effects of portfolio capital inflow booms in developing countries: permanent structural hangovers after short-term financial euphoria, Alberto Botta (LC/TS.2018/96) 2018.
220. Agencias regulatorias del Estado, aprendizaje y desarrollo de capacidades tecnológicas internas: los casos del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y el Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, Rodrigo Cáceres, Marco Dini y Jorge Katz (LC/TS.2018/40), 2018.
219. Capital humano para la transformación digital en América Latina, Raúl L. Katz (LC/TS.2018/25), 2018.
218. Políticas de fomento productivo para el desarrollo de sectores intensivos en recursos naturales. La experiencia del Programa Nacional de Minería "Alta Ley", Jonathan Castillo, Felipe Correa, Marco Dini y Jorge Katz (LC/TS.2018/16), 2018.
217. El estado de la manufactura avanzada: competencia entre las plataformas de Internet industrial, Mario Castillo (LC/TS.2017/123), 2017.

DESARROLLO PRODUCTIVO

Números publicados:

- 226 Infraestructura de Internet
en América Latina
Puntos de intercambio de tráfico, redes
de distribución de contenido, cables
submarinos y centros de datos
Raúl Echeberría
- 225 Cybersecurity and the role of the
Board of Directors in Latin America
and the Caribbean
Héctor J. Lehuedé
- 224 Institutional change and political
conflict in a structuralist model
Gabriel Porcile
Diego Sanchez-Ancochea
- 223 Corporate governance and data
protection in Latin America
and the Caribbean
Héctor J. Lehuedé



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)
www.cepal.org



LC/TS.2020/120