

Interconexión BGP a nivel local en la región de América Latina y el Caribe

Autor: Augusto Mathurín

Coordinación y revisión: Guillermo Cicileo

Edición y diseño: Eduardo Preve y Martín Mañana

Proyecto: Fortalecimiento de Infraestructura de Internet Regional

Área: I+D en Infraestructura de Internet

2022

Introducción	3
Objetivos	5
Metodología	6
Fuentes de datos	6
Procesamiento de la información.....	8
Datasets generados	10
Descarga de los datasets	13
Resultados preliminares.....	14
Comparación de tamaños de tablas BGP	14
Cobertura y zona de influencia del IXP.....	14
Características de los anuncios BGP hacia los IXP	14
IPv6 vs IPv4	15
AS Prepending	15
Datos por IXP	17
Argentina	17
Chile	23
Costa Rica	28
Ecuador	32
Guatemala.....	36
México	38
Paraguay	42
Conclusiones.....	44

Introducción

Este estudio mantiene la línea de la investigación «Interconexión en BGP en la región de América Latina y el Caribe»,¹ presentada por LACNIC en 2020. El informe parte de la premisa de que el desarrollo de internet y la calidad en la conectividad de los usuarios depende de una buena infraestructura en las comunicaciones y de una buena conectividad entre países.

En América Latina aún existen deficiencias en este aspecto. La falta de interconexión local entre los distintos operadores de red hace que el tráfico entre países cercanos muchas veces deba intercambiarse en puntos lejanos, ubicados en Estados Unidos o Europa.

El estudio previo se enfocó en conocer la situación actual de las conexiones entre los países latinoamericanos a partir de las tablas de ruteo BGP, registradas y almacenadas por colectores globales de RIPE NCC. También sabemos que los puntos de intercambio de tráfico (IXP) juegan un papel fundamental para mejorar la situación de interconexión.

Por lo tanto, este estudio analizó las tablas BGP de los IXP para conocer con mayor detalle qué está sucediendo a nivel local y si la conectividad que reflejan estas tablas coincide con los resultados a nivel global.

Para comenzar es importante definir a qué nos referimos con un IXP. En este caso utilizaremos la definición propuesta por la Internet Exchange Federation:²

Un IXP (o punto de intercambio de internet) es una instalación de red que permite la interconexión entre más de dos sistemas autónomos independientes, principalmente con la finalidad de facilitar el intercambio de tráfico en internet. Un IXP provee interconexión solamente a sistemas autónomos y no requiere que el tráfico que circula entre cualquier par de sistemas autónomos participantes deba pasar por un tercero, ni tampoco alterar o interferir otro tráfico.

¹ <<https://www.lacnic.net/innovaportal/file/4297/1/lacnic-interconexion-bgp-lac-es.pdf>>

² <<http://www.ix-f.net/ixp-definition.html>>

La Asociación de Puntos de Intercambio de Tráfico de América Latina y Caribe (LAC-IX)³ integra la Federación de Puntos de Intercambio de Tráfico y es una organización sumamente relevante en la promoción de intercambio de tráfico en la región. Contribuye al desarrollo de nuevos IXP y apoya el crecimiento de los existentes.

³ <<https://lac-ix.org>>

Objetivos

Este estudio propone analizar las distintas características de la interconexión de la región, basándose en el procesamiento de tablas de ruteo BGP de IXP que operan en países de Latinoamérica y el Caribe. Tiene como finalidad comparar características básicas de las publicaciones de rutas de la región, obtener conclusiones sobre el comportamiento de los operadores en la publicación de prefijos, conocer la cantidad de sistemas autónomos publicados en los IXP, qué porcentaje de los prefijos de un país se ven en el IXP y su impacto en la estabilidad del ruteo regional, entre otros factores.

De esta manera se determinaron parámetros para comparar el estado actual y la evolución de los IXP regionales, con los siguientes objetivos:

- AS Path promedio, máximo y mínimo hacia todos los AS de cada país de LACNIC. También hacia cada región RIR.
- Datos análogos a los de las tablas globales para comparar resultados.
- Cuántos prefijos se publican en los IXP, tanto en IPv4 como en IPv6.
- Cuántos ASN están publicando sus rutas en el IXP.
- Qué cantidad de prefijos y/o ASN que se ven en las tablas globales de BGP también aparecen en las tablas locales del IXP.
- Cuáles de los IXP cuentan con datos BGP públicos.
- Cuántos operadores de cada país están conectados a un IXP.
- *Prependings* presentes en las tablas.

Metodología

Fuentes de datos

Existen proyectos que colectan la información sobre las tablas de ruteo BGP vistas desde distintos puntos a nivel global, tales como como los proyectos RIS⁴ de RIPE NCC o Route Views ⁵ de la Universidad de Oregon. Estos proyectos cuentan con colectores BGP instalados en distintas partes del mundo, generalmente ubicados en sitios con gran cantidad de operadores, los cuales establecen sesiones BGP con el colector y publican todas sus rutas BGP. De esa forma se puede contar con una visión de lo que pasa en las tablas globales de BGP.

A nivel local, sin embargo, la situación es distinta. En particular, en la región de Latinoamérica y Caribe hay pocos colectores de los proyectos mencionados, por lo que la información sobre el comportamiento de BGP a nivel de la región y de cada país es poco conocida.

A las tablas de BGP de los operadores no puede accederse externamente, por lo que los *peerings* o interconexiones privadas no se pueden determinar de una manera directa. No obstante, una parte importante del tráfico de cada país se concentra en los IXP, por lo que es posible, a partir de allí, obtener información de interconexión a nivel local.

El trabajo utilizó dos fuentes distintas para obtener las tablas BGP de distintos IXP que operan en territorios comprendidos por LACNIC. En primer lugar, PCH⁶, que opera con colectores de rutas en más de cien IXP alrededor del mundo. Los datos obtenidos se publican con el fin de aportar a la comunidad de investigadores y operadores de red. El portal mantiene un repositorio con dos tipos distintos de información complementaria. Para los fines de procesamiento de este estudio nos interesan las imágenes o *snapshots* diarias del resultado del comando *show ip bgp*, que se obtiene en cada uno de los routers colectores de PCH. Así, se obtiene el estado exacto de la tabla de ruteo BGP en el momento exacto en que se toma la *snapshot*.

4 <<https://www.ripe.net/analyse/internet-measurements/routing-information-service-rip/rip-raw-data>>

5 <<http://www.routeviews.org/routeviews/index.php/collectors/>>

6 <<https://www.pch.net>>

Por otro lado, LACNIC, como parte de un acuerdo con las organizaciones LAC-IX e Internet Society,⁷ está apoyando a los IXP de la región y fortaleciendo su infraestructura. En ese marco se han instalado servicios en los IXP dentro de los cuales están los servidores de rutas centrales (*route servers*) y colectores BGP conectados a ellos, lo que permite obtener las tablas BGP, tal como las ve el resto de los miembros del IXP. Esta información es volcada periódicamente en archivos mediante un *full dump*, cuatro veces al día, con una actualización cada cinco minutos de los mensajes *update* de BGP.

Figura 1: Países comprendidos en este estudio en base a cantidad de IXP, según la información con la que se cuenta



Fuente: elaboración propia

⁷ <<https://www.internetsociety.org>>

Procesamiento de la información

La metodología para procesar la información fue similar a la utilizada en el reporte 2020. En este caso hubo que tener en cuenta las diferencias respecto a utilizar tablas BGP locales (provenientes de IXP) y no de colectores globales. No obstante, la clasificación de los AS es mucho más simple: el AS de origen sigue siendo relevante para conocer el alcance de cada IXP, pero además nos interesa el *AS peer*, es decir, el par adyacente que le anuncia la ruta al IXP.

Figura 2: Representación del anuncio BGP de una ruta que se propaga entre sistemas autónomos hasta llegar a un IXP



Fuente: elaboración propia

En la figura 2, se puede observar el AS-1, el cual anuncia sus prefijos mediante BGP al AS-2, y este propaga dicho anuncio hacia los demás sistemas autónomos hasta llegar al IXP. De este anuncio interesan el AS-1 (origen) y AS-N (*peer*). Cabe aclarar que cada AS puede estar registrado en un territorio distinto. Esta información es de suma importancia para conocer cómo se interconectan los operadores de red en la región, aunque, para fines prácticos, el estudio se centrará en el país asociado al AS de origen (el naranja en la figura) y el *peer* (el rojo) de cada ruta.

Para obtener esta información se procesan las tablas de enrutamiento de cada IXP, como se menciona en la sección de fuente de datos. Independientemente de utilizar tablas provistas por PCH o por el repositorio de LACNIC, en ambos casos es posible obtener el conjunto de pares de prefijo y *As-path* de la siguiente forma:

```
Prefijo/longitud | AS-N ... AS-3 AS-2 AS-1
```

Se observa el *As-path* de derecha a izquierda, ya que interesa conocer el sistema autónomo de origen del prefijo e ir obteniendo, a partir de este, los demás sistemas que son relevantes, según se reflejó en la figura 2.

Como se indicó, interesa el primer y último prefijo de cada ruta, aunque la longitud de la ruta también será útil. Además, para darle sentido a esta información,

es necesario asociar cada prefijo y sistema autónomo a un país. Por eso se utilizará el archivo de estadísticas *delegated-extended* que los RIR publican, para lograr esta asociación entre recursos y territorio. Así, cada entrada puede interpretarse como:

[País del prefijo] | [País AS-N] ... [País AS-3] [País AS-2] [País AS-1]

En este caso, interesa cada país de los AS-1. Así se conoce el alcance de cada IXP. Es probable que muchas rutas terminen con AS de origen en el mismo país del IXP, pero también se interconectarán con otros países en función de su magnitud. En este estudio importa la interconexión a los países cubiertos por LACNIC, pero también se van a registrar a los AS de origen que están registrados en AFRINIC, APNIC, ARIN, y RIPE NCC, agrupándolos en su región correspondiente.

Para procesar esta información se recurre a distintas librerías disponibles para el lenguaje Python 3, incluyendo la herramienta pyBGPStream⁸ para procesar las imágenes en formato MRT, almacenadas en LACNIC.

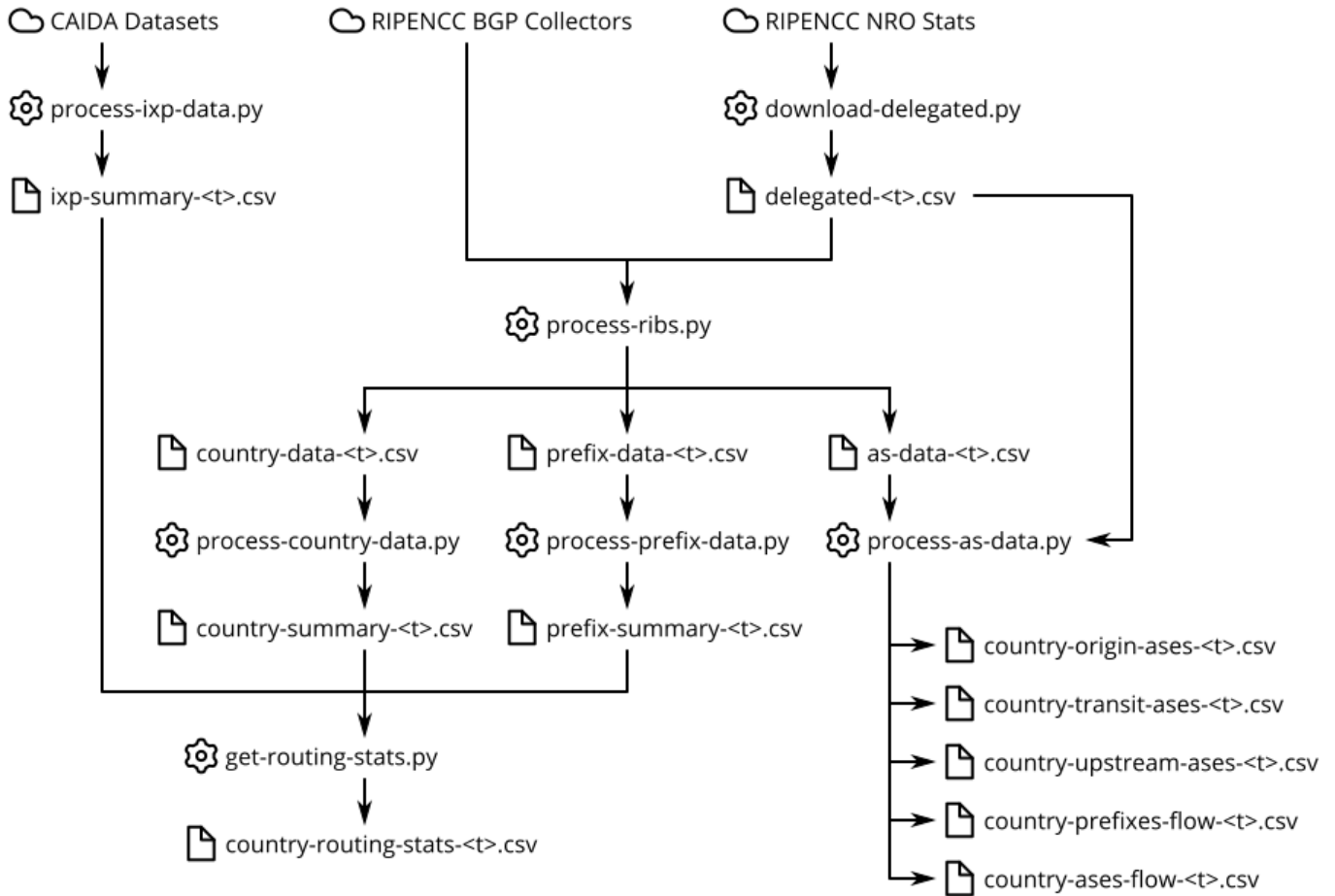
Además, se utilizan nuevamente los archivos *delegated-extended* consolidados, que contienen una actualización diaria del estado de la distribución de los recursos numéricos de internet (direcciones IPv4 e IPv6 y números de sistemas autónomos). Así se pueden asociar los identificadores presentes en las tablas BGP a los distintos países. El formato de este archivo está estandarizado por la Number Resource Organization (NRO).⁹

8 <<https://bgpstream.caida.org/docs/api/pybgpstream>>

9 <<https://www.nro.net>>

Datasets generados

Figura 3: Fuentes y flujo de procesamiento de datos para conocer acerca de la interconexión utilizando colectores globales

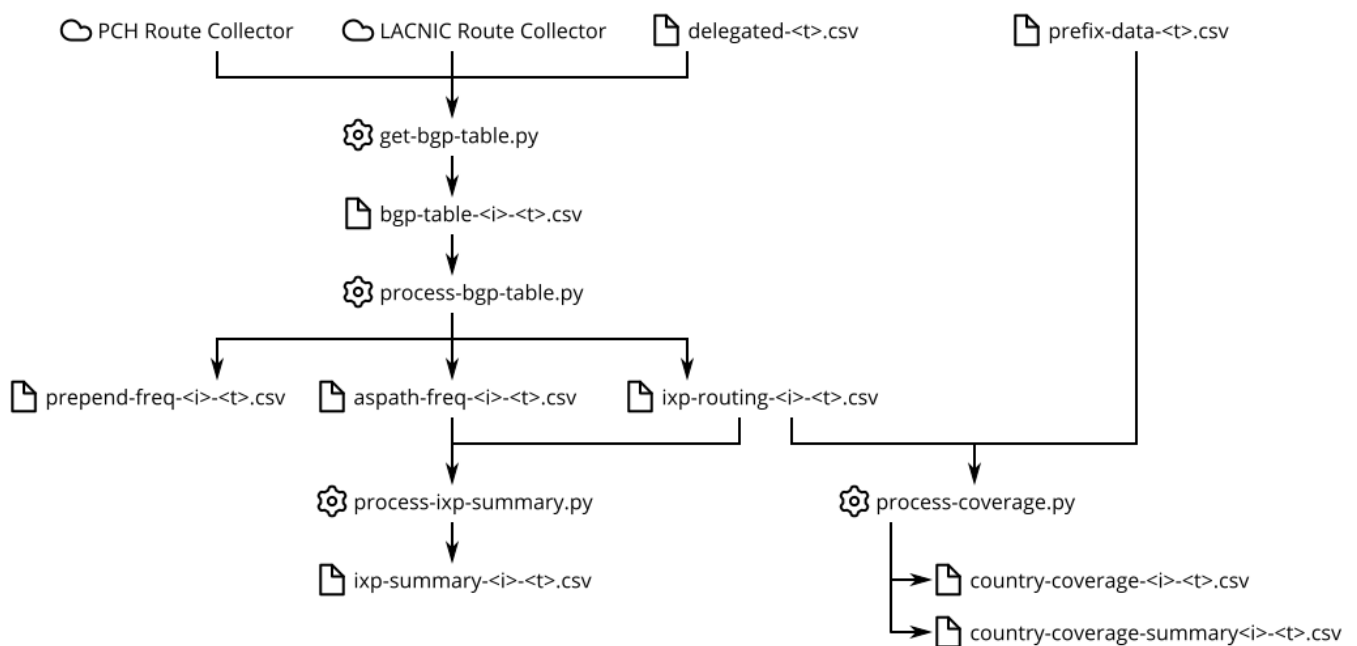


Fuente: «Interconexión en BGP en la región de América Latina y el Caribe», 2020, LACNIC

Todos los datos necesarios para cumplir con los objetivos planteados inicialmente se almacenan en *datasets*, lo cual abre la posibilidad de realizar otros estudios más profundos o con otros enfoques. Se mantiene el sistema de trabajo utilizado en el estudio 2020 y esquematizado en la figura 3.

Se estableció el desarrollo de un conjunto de *scripts* que realizan el procesamiento en etapas, con resultados parciales, hasta obtener un *dataset* final con los datos resumidos. De hecho, los *datasets* generados en ese estudio son parte de la fuente de datos para generar estos nuevos *datasets*.

Figura 4: Fuentes y flujo de procesamiento de datos para conocer acerca de la interconexión de IXP



Fuente: elaboración propia

En la figura 4 puede observarse el flujo de datos y procesamiento que se realiza en este nuevo estudio. El resultado es un conjunto de *datasets* que contienen información sobre el ruteo de los distintos IXP de Latinoamérica, en un determinado día. Estos *datasets* son:

<p>bgp-table-<ixp>-<t>.csv</p> <p>Como la fuente de las tablas de ruteo de los IXP se puede encontrar en distintos formatos, en este <i>dataset</i> se almacena toda la tabla solo con la información relevante: prefijo, As-path, país del prefijo, países de cada AS del As-path.</p>
<p>ixp-routing-<ixp>-<t>.csv</p> <p>Indica todos los prefijos anunciados por cada AS de origen que son alcanzados por el IXP. También registra a través de cuál AS <i>peer</i> llegan.</p>
<p>aspath-freq-<ixp>-<t>.csv</p> <p>Registra una tabla de frecuencias en base a la longitud de los As-path hacia cada país (o región fuera de LACNIC).</p>
<p>prepend-freq-<ixp>-<t>.csv</p> <p>Registra una tabla de frecuencias en base a la longitud de <i>prependings</i> presentes en la tabla del IXP.</p>
<p>country-coverage-<ixp>-<t>.csv</p> <p>Muestra a nivel de conjunto la intersección de AS del país que están presentes en la tabla del IXP contra los que están presentes en la tabla de los colectores globales. Se hace la misma comparación de conjuntos también para los prefijos IPv4 e IPv6.</p>
<p>country-coverage-summary-<ixp>-<t>.csv</p> <p>Resume la información de country-coverage-<ixp>-<t>.csv, mostrando solo la cantidad de recursos en cada caso.</p>
<p>ixp-summary-<ixp>-<t>.csv</p> <p>Agrupar información de ixp-routing-<ixp>-<t>.csv y aspath-freq-<ixp>-<t>.csv; para obtener un conjunto de datos relevantes sobre el IXP respecto a cada país.</p>

Estos datos resultantes poseen toda la información necesaria que se analizará en las siguientes secciones de este informe. Se obtuvieron el 1 de noviembre de 2021.

Descarga de los datasets

El código de todos los *scripts* está publicado en el mismo repositorio de código *github* utilizado para el estudio 2020.¹⁰

Además, LACNIC genera los *datasets* correspondientes al primer día de cada mes y quedan disponibles públicamente para descargarse. Los datos utilizados para generar los resultados de este estudio pueden descargarse en [〈https://ix.labs.lacnic.net/20211101〉](https://ix.labs.lacnic.net/20211101).

¹⁰ [〈https://github.com/LACNIC/bgplac-toolkit〉](https://github.com/LACNIC/bgplac-toolkit).

Resultados preliminares

Comparación de tamaños de tablas BGP

Es posible observar que los IXP con más años de operación, como los de CABASE (AR) y PIT Chile, tienen tablas más grandes (más de 20.000 y 15.000 prefijos respectivamente). En tanto, los IXP creados recientemente, como IXSY (en Yucatán, México) aún tienen pocos miembros y, por lo tanto, sus tablas son más pequeñas (llega apenas a los 100 prefijos).

Cobertura y zona de influencia del IXP

Los IXP con mayor cobertura se encuentran en Argentina (alcanzan aproximadamente un 75% de los operadores de su país) y Chile (rondan el 65%). Los IXP de Costa Rica, Guatemala y Paraguay tienen un alcance medio de entre 25% y 35% de los operadores locales alcanzados. Cabe destacar al IXP costarricense (CRIX), el cual tiene una buena cobertura de los prefijos: 71,42% en IPv4 y 45% en IPv6. El IXP ecuatoriano se queda un poco atrás (12%) y luego quedan los IXP mexicanos, con menos del 3% de los operadores locales alcanzados.

Características de los anuncios BGP hacia los IXP

El cálculo de la cobertura de prefijos locales alcanzados por cada IXP puede no reflejarse correctamente cuando los prefijos se anuncian más agregados o desagregados que en las tablas globales.

Por ejemplo, en un colector global podemos ver que se anuncia el prefijo 190.190.0.0/15 con el AS7303 (Telecom Argentina S.A.) como origen.

Mientras, en los IXP de CABASE (AEP, NQN, ROS) este anuncio figura en la tabla como dos prefijos distintos: 190.190.0.0/16 y 190.191.0.0/16. Entonces, este prefijo no forma parte de los presentes en ambas tablas. Por lo tanto, a la hora de considerar si el IXP tiene una buena cobertura, es más representativo considerar a nivel de AS de origen alcanzado.

IPv6 vs IPv4

En sintonía con los resultados del reporte 2020, también se puede ver cómo en los IXP de la región los prefijos IPv6 aún ocupan una pequeña fracción de las tablas de ruteo. En CABASE Buenos Aires esos anuncios alcanzan 17% en relación al protocolo IPv4. Se trata de uno de los valores más bajos, aunque puede deberse a su tamaño. PIT Chile también tiene un porcentaje bajo (20% de prefijos IPv6 respecto a los de IPv4).

En los IXP más pequeños, estos números mejoran, pero no considerablemente. CRIX (Costa Rica) cuenta con 24% de prefijos IPv6 con respecto a los IPv4 y en el IXP de Paraguay este número es similar (22%). El IXP de Yucatán tiene la relación más alta con 39%, aunque también es cierto que es el punto de intercambio más pequeño.

Para realizar estas comparaciones vale la pena destacar que muchos IXP no tienen levantado el protocolo IPv6 en su conexión con PCH, lo que implica que no se cuenta con la información de sus tablas de ruteo para este protocolo. Esto reduce la capacidad de análisis, ya que disminuye el universo de IXP a comparar.

AS Prepending

BGP es un protocolo que mantiene rutas dinámicas y en constante cambio, con el objetivo de contar con tablas de reenvío que representen el mejor camino hacia cada dirección de destino. Y con *mejor* nos referimos a un atributo en particular que, en ausencia de otros parámetros, utiliza la estrategia de seleccionar la ruta que contenga una menor cantidad de sistemas autónomos intermedios para llegar a destino.

Es decir, BGP no selecciona el camino más rápido, el que tenga mayor capacidad o estabilidad en ese momento o el menos costoso. Entonces, los operadores de red pueden manipular haciendo las rutas más largas para los caminos que menos prefieran, repitiendo múltiples veces el mismo sistema autónomo en la ruta anunciada. A esta práctica se la conoce como *AS prepending*.¹¹

¹¹ <<https://blog.apnic.net/2019/10/25/as-prepend-in-bgp/>>

Las rutas de los IXP no deberían tener un número considerable de *prependings*, ya que deberían ser las preferibles. En este estudio podemos observar que en general los grandes IXP, como los de CABASE en Argentina o el PIT Chile, presentan *prependings* en sus rutas (repitiendo entre dos y cuatro veces el ASN en la mayoría de los casos). Mientras, es poco común ver este fenómeno en los IXP más pequeños, como el de Ecuador o Yucatán (México).

Datos por IXP

Argentina

CABASE Buenos Aires (AEP)

<<https://ixp.cabase.org.ar>>

País: AR

Fuente: PCH

AS observados: 1976

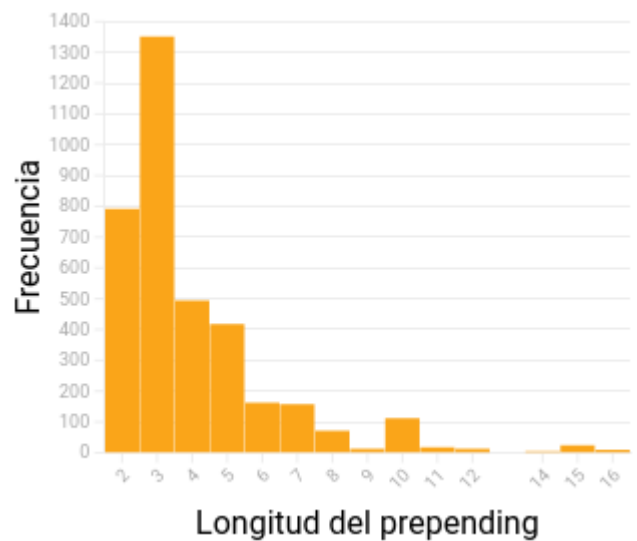
Prefijos (IPv4): 17741

Prefijos (IPv6): 3071

Área de influencia



ASN Prependings



Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (1068 AS)



Prefijos IPv4 (13763 anuncios)



Prefijos IPv6 (1445 anuncios)



■ Solo IXP ■ Ambas tablas ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (AEP)

País o región	ASes Peers	ASes origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
AR	1*	822	10473	463	23.22	41.73	4.48	21409
BO	0	1	17	0	23.29		8.32	34
BR	0	692	2007	828	22.96	36.47	7.3	4842
BZ	0	1	4	0	24		4.5	8
CL	0	37	264	1	22.23	48	6.12	529
CO	0	2	28	16	23.5	45.25	3.42	72
CR	0	3	11	1	23.64	29	4.52	23
EC	0	1	0	1		29	5	1
MX	0	3	3	1	24	28	4.86	7
PA	0	3	10	0	24		5.9	20
PE	0	4	6	4	22.67	32	4.62	16
PY	0	17	199	0	23.54		6.12	398
UY	0	11	622	2	20.12	48	3.73	1246
AFRINIC	0	2	10	0	24		4.5	20
APNIC	0	60	205	11	23.59	40.27	4.45	421
ARIN	1	194	3347	1652	22.68	43.84	3.53	8386
OTHER**	0	1	2	0	23		4.5	4
RIPENCC	0	122	533	91	23.08	40.93	4	1157

* Los IXP de CABASE se conectan a una central de interconexión (AS52376).

** Referencia a recursos que no pudieron identificarse con el *registro delegated*.

CABASE Rosario (ROS)

<<https://ixp.cabase.org.ar>>

País: AR

Fuente: PCH

AS observados: 1745

Prefijos (IPv4): 17765

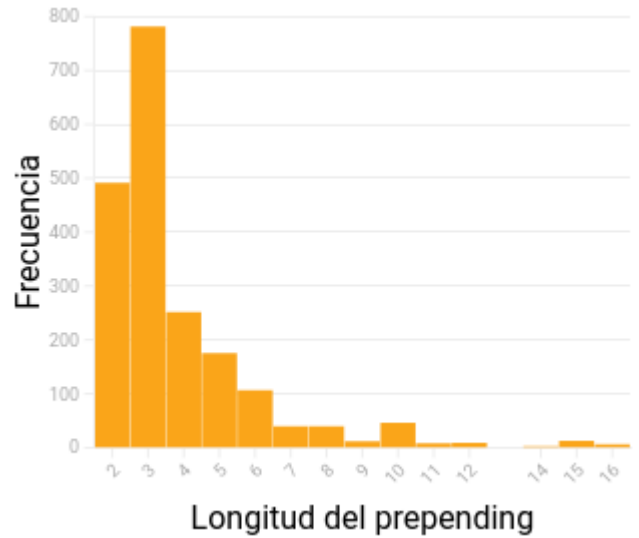
Prefijos (IPv6): 33*

* PCH no tiene *peering* Ipv6 activado con este IXP. Esto no significa que el protocolo no esté funcionando.

Área de influencia



ASN Prependings



Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (1068 AS)



Prefijos IPv4 (13766 anuncios)



Prefijos IPv6 (1321 anuncios)



■ Solo IXP ■ Ambas tablas ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (ROS)

País o Región	ASes Peers	ASes Origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
AR	1**	822	10476	0	23.22		4.98	10476
BO	0	1	17	0	23.29		8.82	17
BR	0	487	2007	0	22.96		7.95	2007
BZ	0	1	4	0	24		5	4
CL	0	37	264	0	22.23		6.63	264

CO	0	2	28	0	23.5		4.04	28
CR	0	2	11	0	23.64		5	11
MX	0	2	3	0	24		5.33	3
PA	0	3	10	0	24		6.4	10
PE	0	3	6	0	22.67		5.33	6
PY	0	17	199	0	23.54		6.62	199
UY	0	11	622	0	20.12		4.23	622
AFRINIC	0	2	10	0	24		5	10
APNIC	0	59	205	0	23.59		4.99	205
ARIN	1	192	3368	33	22.69	48	4.12	3440
OTHER** *	0	1	2	0	23		5	2
RIPENCC	0	103	533	0	23.08		4.53	533

** Los IXP de CABASE se conectan a una central de interconexión (AS52376).

*** Referencia a recursos que no pudieron identificarse con el *registro delegated*.

CABASE Bahía Blanca (IXPBB)

<https://ixp.cabase.org.ar>

País: AR

Fuente: LACNIC

AS observados: 4568

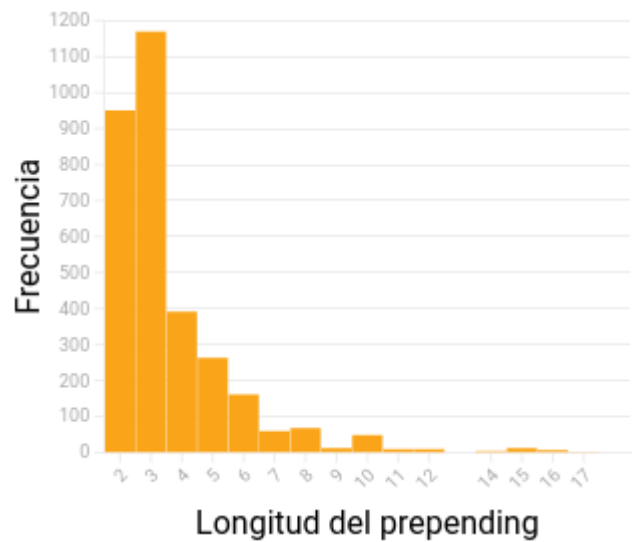
Prefijos (IPv4):
35884

Prefijos (IPv6): 3082

Área de influencia



ASN Prependings



Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (1068 AS)



Prefijos IPv4 (13793 anuncios)



Prefijos IPv6 (1456 anuncios)



■ Solo IXP ■ Ambas tablas ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (IXPBB)

País o Región	ASes Peers	ASes Origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
AR	1*	823	10513	474	23.24	42.24	5.94	10987
BO	0	1	17	0	23.29		9.82	17
BR	0	776	2769	826	22.77	36.45	8.1	3595
BZ	0	2	5	0	23.6		6.2	5
CL	0	45	406	1	22.67	48	6.57	407
CO	0	11	58	16	24.24	45.25	4.93	74
CR	0	4	14	1	23.71	29	5.67	15
EC	0	16	86	1	23.77	29	4.55	87
GT	0	15	111	0	23.82		6.09	111
HN	0	1	13	0	23.69		6	13
MX	0	12	183	1	23.73	28	9.68	184
PA	0	5	13	0	23.62		7	13
PE	0	4	6	4	22.67	32	6.2	10
PY	0	18	204	0	23.54		7.63	204
UY	0	12	624	2	20.12	48	5.22	626
AFRINIC	0	49	894	0	22.9		5.61	894
APNIC	0	630	4956	11	22.44	40.27	6.49	4967
ARIN	0	1358	10966	1653	22.18	43.84	5.72	12619
Other*	0	16	148	1	22.12	56	6.74	149
RIPENC	0	770	3898	91	21.57	40.93	5.84	3989

* Los IXP de CABASE se conectan a una central de interconexión (AS52376).

** Referencia a recursos que no pudieron identificarse con el *registro delegated*.

Chile

PIT Chile (ARI)

<https://www.pitchile.cl>

País: CL

Fuente: PCH

AS observados: 1819

Prefijos (IPv4): 15559

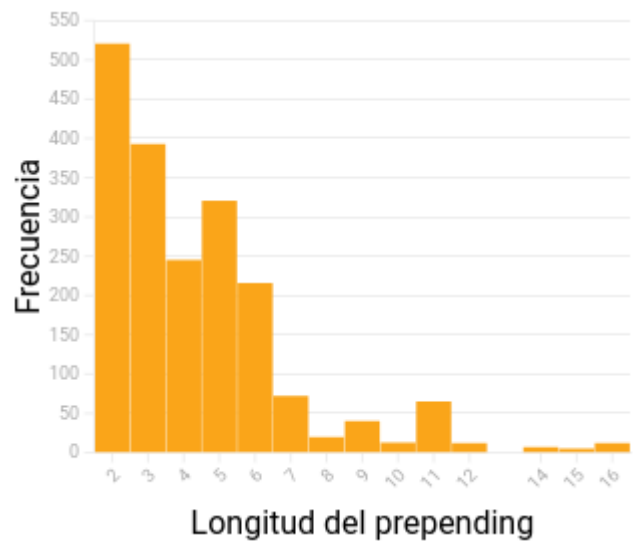
Prefijos (IPv6): 41*

* PCH no tiene *peering* ipv6 activado con este IXP. Esto no significa que el protocolo no esté funcionando.

Área de influencia



ASN Prependings



Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (417 AS)



Prefijos IPv4 (5737 anuncios)



Prefijos IPv6 (512 anuncios)



■ Solo IXP ■ Ambas tablas ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (ARI)

País o región	ASes Peers	ASes origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
AR	0	365	3139	0	23.41		5.8	3139
BO	0	17	235	0	23.19		5.83	235
BR	0	699	2517	0	23.05		7.23	2517
BZ	0	1	4	0	24		6	4
CL	1	281	4837	0	22.95		3.9	4837
CO	0	3	25	0	23.52		3.24	25
CR	0	2	11	0	23.64		6	11
MX	0	5	8	0	24		6	8
PA	0	3	8	0	24		5.12	8
PE	0	22	301	0	23.09		3.73	301
PY	0	24	307	0	22.03		4.4	307
UY	0	10	611	0	20.07		3.09	611
ARIN	1	208	2801	41	22.61	48	4.51	2889
RIPENCC	0	112	519	0	23.51		5.31	519
APNIC	0	61	211	0	23.56		5.83	211
AFRNIC	0	3	11	0	24		6	11
OTHER**	0	3	14	0	21.93		3.71	14

** Referencia a recursos que no pudieron ser identificados con el *registro delegated*.

PIT Chile (SCL)

<<https://www.pitchile.cl>>

País: CL

Fuente: PCH

AS observados: 1897

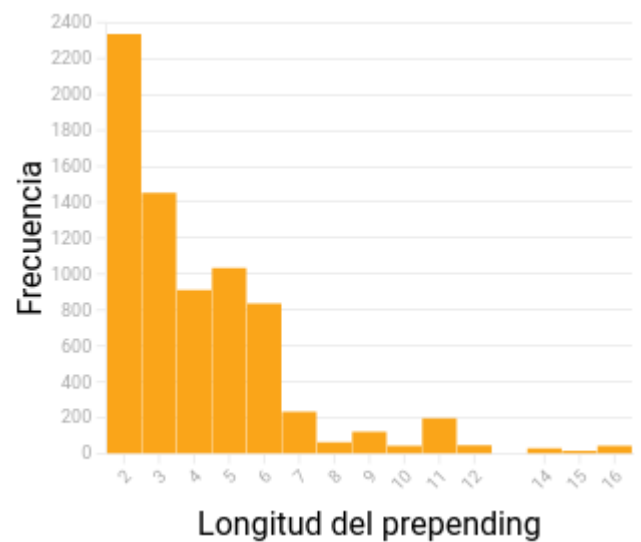
Prefijos (IPv4): 17525

Prefijos (IPv6): 3525

Área de influencia



ASN Prependings



Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (417 AS)



Prefijos IPv4 (5804 anuncios)



Prefijos IPv6 (1118 anuncios)



■ Solo IXP ■ Ambas tablas ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (SCL)

País o Región	ASes Peers	ASes Origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
AR	5	367	3148	98	23.39	38.93	4.1	9905
BO	0	17	235	0	23.19		4.08	940
BR	2	745	2580	364	23.05	35.8	5.47	11522
BZ	0	1	4	0	24		3.25	16
CL	87	283	4923	811	22.97	46.59	2.32	18688
CO	1	3	32	21	23.59	45.9	1.63	201
CR	0	2	11	0	23.64		3.25	44
MX	0	5	8	2	24	40	4	31
PA	1	3	8	0	24		3.07	30
PE	2	22	301	8	23.09	37	2.11	1028
PY	1	24	307	24	22.03	42.08	2.82	971
UY	2	10	611	1	20.07	48	1.42	1837
AFRINIC	0	3	11	0	24		3.33	43
APNIC	1	65	213	13	23.6	40.77	3.11	906
ARIN	22	225	4574	2061	22.49	44.45	2.16	24450
OTHER*	1	7	18	13	22.33	38.77	2.31	89
RIPENCC	5	115	541	109	23.56	47.42	2.86	2253

* Referencia a recursos que no pudieron ser identificados con el *registro delegated*.

Costa Rica

Punto de intercambio neutro de internet (CRIX)

<<https://www.crix.cr>>

País: CR

Fuente: LACNIC*

AS observados: 59

Prefijos (IPv4): 643

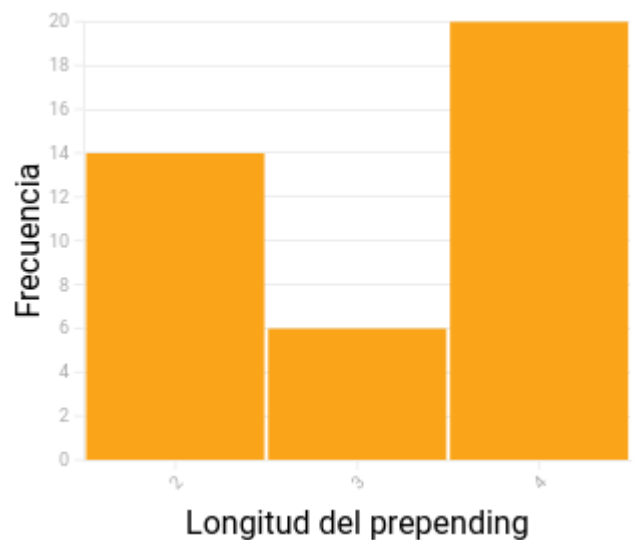
Prefijos (IPv6): 156

** Este IXP cuenta con colecto, tanto de LACNIC como PCH.*

Área de influencia



ASN Prependings



Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (90 AS)



Prefijos IPv4 (4900 anuncios)



Prefijos IPv6 (139 anuncios)



■ Solo IXP ■ Ambas tablas ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (CRIX)

País o región	ASes Peers	ASes origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
BR	0	1	0	1		48	3	2
CO	0	1	0	1		40	2	2
CR	13	32	492	44	23.45	43.27	1.69	1072
GT	1	2	85	4	23.76	48	1.98	178
NI	0	1	2	0	24		2	4
PA	1	1	37	2	23.89	40	1	78
UY	0	1	0	1		48	2	2
VE	0	1	0	1		32	2	2
ARIN	1	17	26	101	23.12	46.94	2.76	254
RIPENCC	0	2	1	1	24	48	2	4

Punto de intercambio neutro de internet (SJO)

<<https://www.crix.cr>>

País: CR

Fuente: PCH

AS observados: 76

Prefijos (IPv4): 3743

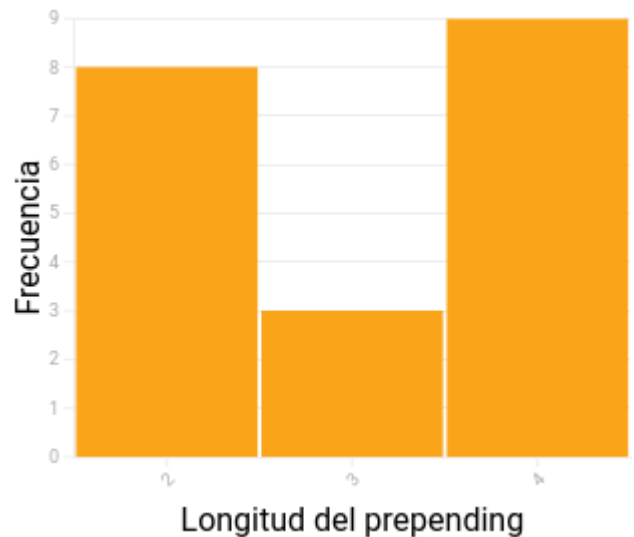
Prefijos (IPv6): 162

* Este IXP cuenta con colector tanto de LACNIC como PCH.

Área de influencia



ASN Prepending



Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (90 AS)



Prefijos IPv4 (4920 anuncios)



Prefijos IPv6 (146 anuncios)



■ Solo IXP ■ Ambas tablas ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (SJO)

País o región	ASes Peers	ASes origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
BR	0	1	0	1		48	4	1
CO	1	1	1	1	24	40	1	2
CR	25	46	3556	51	23.38	46.12	1.18	3607
GT	2	3	88	4	23.78	48	1.95	92
NI	0	2	3	0	23.67		2	3
PA	1	1	37	2	23.89	40	1.05	39
UY	1	1	1	1	24	48	1	2
VE	1	1	3	1	23.33	32	1	4
ARIN	4	18	51	100	23.53	46.93	1.95	151
RIPENCC	1	2	3	1	24	48	1.25	4

Ecuador

APROVA (APROVA)

<<https://aprova.ec>>

País: EC

Fuente: LACNIC

AS observados: 4

Prefijos (IPv4): 7

Prefijos (IPv6): 2

Área de influencia

ASN Prependings



(Este IXP no presenta prependings en sus tablas)

Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (156 AS)



Prefijos IPv4 (2950 anuncios)



Prefijos IPv6 (1116 anuncios)



■ Solo IXP ■ Ambas tablas ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (GYE)

País o región	ASes Peers	ASes origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
EC	3	3	6	1	24	32	1	14
UY	1	1	1	1	24	48	1	4

IXP Ecuador (GYE)

<https://www.ixp.ec>

País: EC

Fuente: PCH

AS observados: 24

Prefijos (IPv4): 106

Prefijos (IPv6): 41

Área de influencia

ASN Prependings



(Este IXP no presenta prependings en sus tablas)

Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (158 AS)



Prefijos IPv4 (2963 anuncios)



Prefijos IPv6 (998 anuncios)



■ Solo IXP ■ Ambas tablas ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (GYE)

País o región	ASes Peers	ASes origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
EC	1	20	59	0	23.85		1.76	59
ARIN	1	4	47	41	23.96	48	1.1	88

Guatemala

IXP Guatemala (IXPGT)

<<http://www.ixp.gt>>

País: GT

Fuente: LACNIC

AS observados: 2672

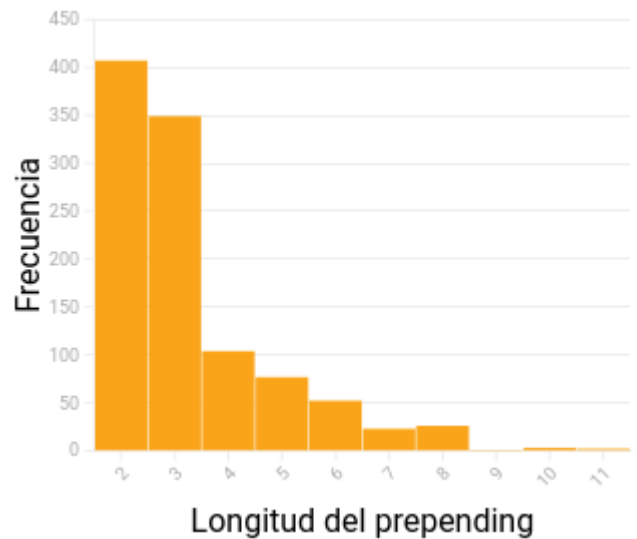
Prefijos (IPv4): 18341

Prefijos (IPv6): 31

Área de influencia



ASN Prependings



Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (58 AS)



Prefijos IPv4 (722 anuncios)



Prefijos IPv6 (303 anuncios)



■ Solo IXP ■ Ambas tablas ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (IXPGT)

País o región	ASes Peers	ASes origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
AR	0	29	184	0	23.11		5.35	184
BR	0	92	783	0	22.28		5.46	783
BZ	0	1	1	0	22		3	1
CL	0	8	143	0	23.48		4.61	143
CO	0	9	30	0	24.93		4.8	30
CR	0	1	3	0	24		4	3
EC	0	15	86	0	23.77		4.52	86
GT	1	15	112	4	23.82	36	2.14	116
HN	0	1	13	0	23.69		2	13
MX	0	9	180	0	23.72		9.75	180
PA	0	2	3	0	22.33		4.33	3
UY	0	2	6	0	23.33		2.83	6
AFRINIC	0	47	884	0	22.88		5.61	884
APNIC	0	583	4781	0	22.4		6.53	4781
ARIN	0	1179	7706	27	21.96	44.37	6.09	7733
OTHER*	0	11	34	0	21.29		6.32	34
RIPENCC	0	668	3392	0	21.34		5.9	3392

* Referencia a recursos que no pudieron ser identificados con el *registro delegated*.

México

IXP Yucatán (IXSY)

<<https://ixsy.org.mx>>

País: MX

Fuente: LACNIC

AS observados: 10

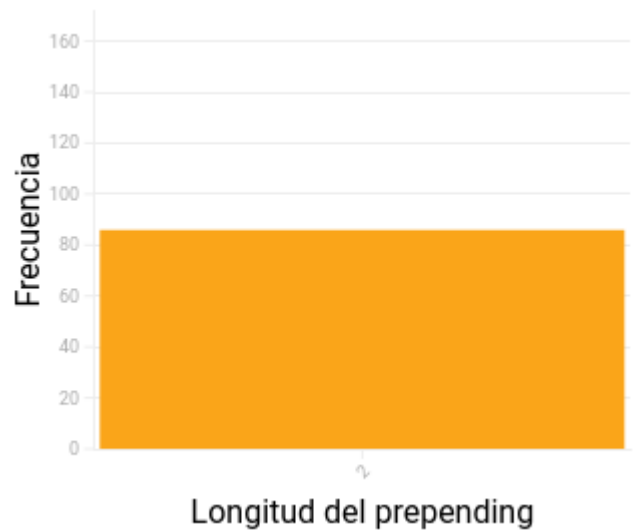
Prefijos (IPv4): 84

Prefijos (IPv6): 33

Área de influencia



ASN Prependings



Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (382 AS)



Prefijos IPv4 (21905 anuncios)



Prefijos IPv6 (5670 anuncios)



■ Solo IXP
 ■ Ambas tablas
 ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (IXSY)

País o región	ASes Peers	ASes origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
BZ	0	1	4	0	24		2	8
MX	2	9	80	33	23.98	45.76	1.94	226

IXP México (MEX)

<https://ixp.mx>

País: MX

Fuente: PCH

AS observados: 295

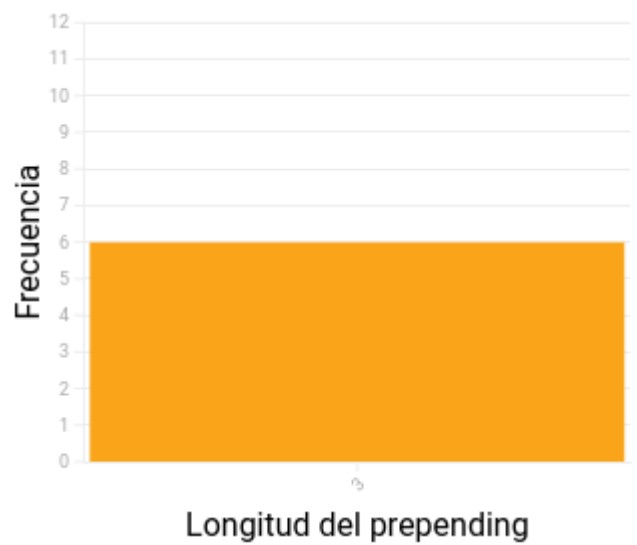
Prefijos (IPv4): 2090

Prefijos (IPv6): 147

Área de influencia



ASN Prependings



Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (383 AS)



Prefijos IPv4 (21932 anuncios)



Prefijos IPv6 (5669 anuncios)



■ Solo IXP
 ■ Ambas tablas
 ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (MEX)

País o región	ASes Peers	ASes origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
BR	0	4	5	0	23.8		2	5
BZ	0	1	4	0	24		2	4
CR	0	2	11	0	23.64		2	11
MX	4	10	302	0	22.72		1.25	322
PA	0	1	4	0	24		2	4
AFRINIC	0	2	10	0	24		2	10
APNIC	0	55	191	0	23.69		2	191
ARIN	2	135	1195	134	23.07	46.88	1.54	1464
OTHER*	0	1	2	0	23		2	2
RIPENCC	1	84	366	13	23.37	48	1.96	387

* Referencia a recursos que no pudieron ser identificados con el *registro delegated*.

Paraguay

IXP Paraguay (IXPY)

<<https://www.ix.py>>

País: MX

Fuente: LACNIC

AS observados: 169

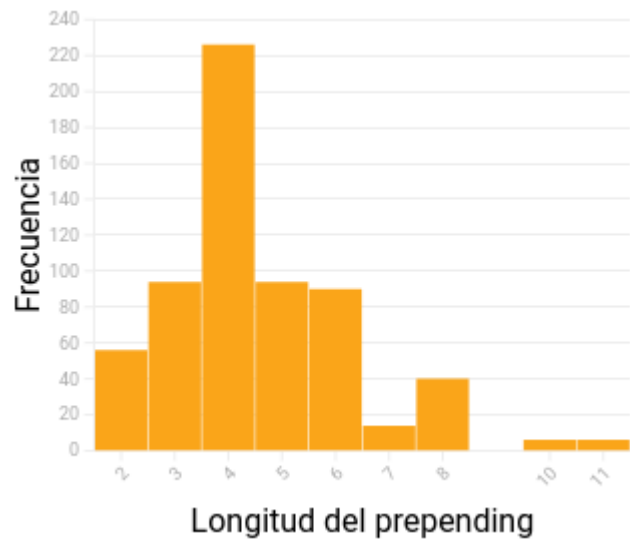
Prefijos (IPv4): 2378

Prefijos (IPv6): 539

Área de influencia



ASN Prependings



Cobertura (%) sobre los anuncios del país

Sistemas Autónomos (81 AS)



Prefijos IPv4 (900 anuncios)



Prefijos IPv6 (123 anuncios)



■ Solo IXP ■ Ambas tablas ■ Internet global

Resumen de las tablas de ruteo (IXPY)

País o región	ASes Peers	ASes origen	Prefijos de origen		Long. prom. prefijo		Long. prom. path	Paths
			IPv4	IPv6	IPv4	IPv6		
AR	1	115	1624	480	23.14	46.69	2.85	4208
BR	0	3	10	0	23.6		2	20
CL	0	1	1	0	24		7	2
MX	0	1	1	0	24		3	2
PA	1	1	5	0	24		1	10
PE	0	1	1	0	24		5	2
PY	16	24	628	38	22.45	40.58	1.3	1332
UY	0	9	49	5	23.39	44.4	3.94	108
ARIN	2	9	51	9	23.92	47.78	1.68	120
RIPENCC	0	5	8	7	23.88	44.29	3	30

Conclusiones

Lo primero que se puede observar de este estudio es que faltan IXP de países destacados en la región, como Brasil. Por eso es de suma importancia que los puntos de intercambio se sumen al proyecto de instalación de colectores impulsado por LACNIC. Así se podrá contar con datos representativos de todos los países.

Salvando esta limitación, el trabajo encontró datos alentadores: observando el área de influencia de los IXP, se comprobó que existe cierta interconexión regional, aunque podría mejorar.

Brasil es uno de los países más interconectados, con operadores alcanzados por todos los IXP, excepto los más pequeños (IXSY y GYE). En los puntos de intercambio con tablas de mayor tamaño también se observa una buena cobertura de prefijos IPv4 y ASN, al compararlas con tablas de colectores globales (la intersección ronda el 70% en IXP chilenos y argentinos).

No obstante, queda trabajo por hacer por parte de los operadores de red para contar con una internet mejor. Las diferencias entre IPv4 e IPv6 son considerables, lo que muestra cómo se sigue descuidando IPv6. Además, es notable la presencia de *prependings* en las tablas de los IXP, algo que no debería ser tan frecuente.

En lo que respecta a próximos pasos para continuar explorando estos datos, en estudios futuros se analizará en mayor detalle los *prependings* presentes en las tablas de los IXP. Por ejemplo, procesando las frecuencias por cada AS de origen para comprender mejor la naturaleza de estos *prependings*.

Además, es posible realizar una comparación a nivel conjunto de red más grande y no de prefijo anunciado, para obtener índices de cobertura a nivel de prefijos más certeros. También es posible analizar estos datos de interconexión en conjunto con datos de otros estudios sobre conectividad en la región de Latinoamérica y Caribe y así, por ejemplo, estudiar si existe correlación entre mejores latencias para los países que están interconectados según el área de cobertura de sus IXP.

Finalmente, a medida que se pueda contar con más colectores en los IXP de la región será posible hacer comparaciones respecto a esas tablas en su conjunto y a las tablas BGP globales. Antes, es necesario que IXP de países importantes, como Brasil, publiquen esa información.