



Xarxes de Computadors II

Tema 1. Arquitectura y direccionamiento en Internet

Davide Careglio

Parte teórica

- Tema 0. Repaso
- Tema 1. Arquitectura y direccionamiento en Internet
- Tema 2. Direccionamiento IPv6
- Tema 3. Encaminamiento intra-dominio
- Tema 4. Multiprotocol Label Switching
- Tema 5. Encaminamiento inter-dominio
- Tema 6. Conceptos avanzados de red

Parte teórica

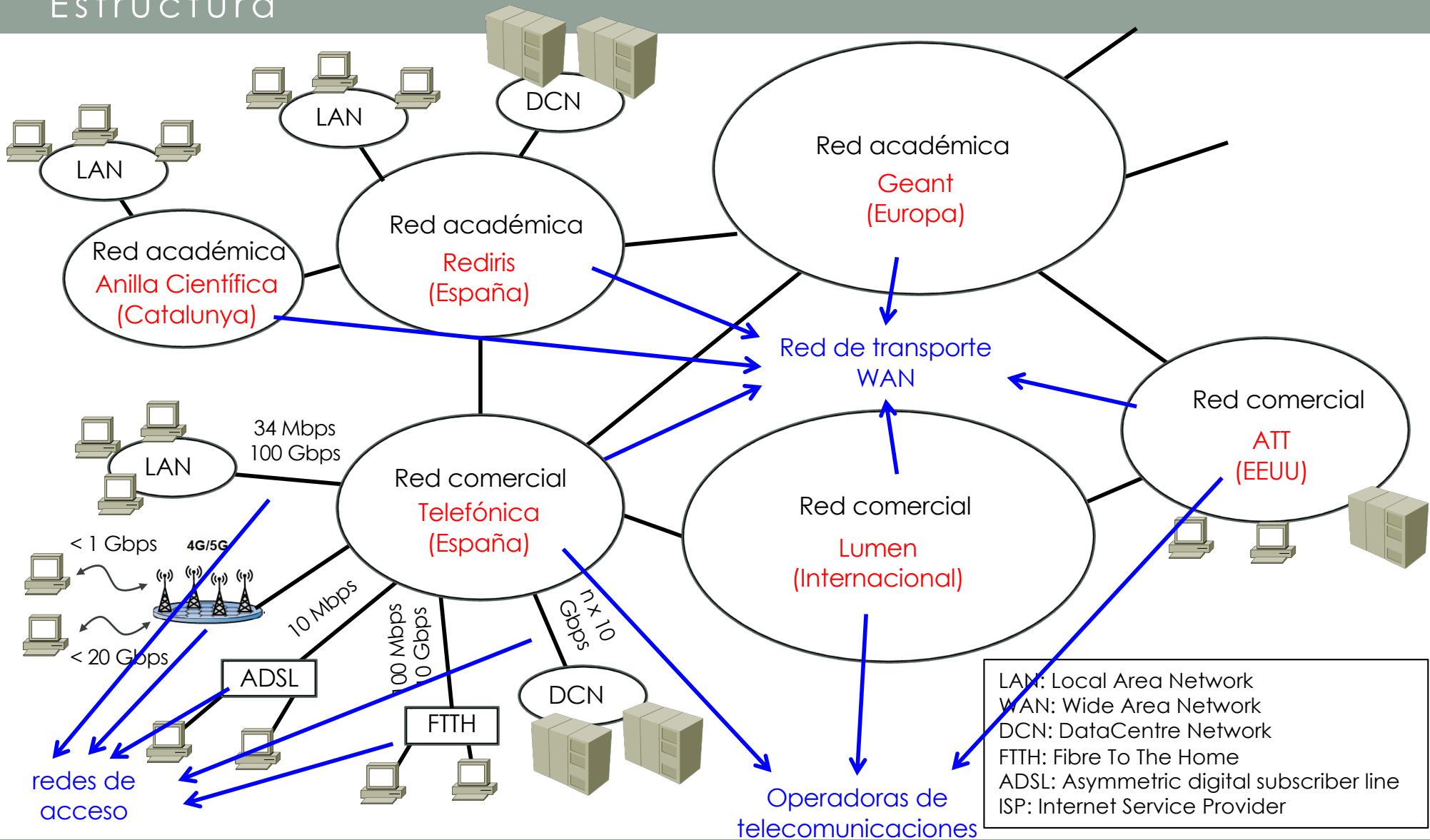
- Tema 0. Repaso
- Tema 1. Arquitectura y direccionamiento en Internet
- Tema 2. Direccionamiento IPv6
- Tema 3. Encaminamiento intra-dominio
- Tema 4. Multiprotocol Label Switching
- Tema 5. Encaminamiento inter-dominio
- Tema 6. Conceptos avanzados de red

Índice

- Arquitectura general de Internet
- Actores principales de Internet
 - ISP, redes corporativas, usuarios
 - Clasificación de los ISP
 - AS
 - Relación entre ASes/ISP
 - IXP
 - DFZ
- Organizaciones principales de Internet
- Direccionamiento en Internet

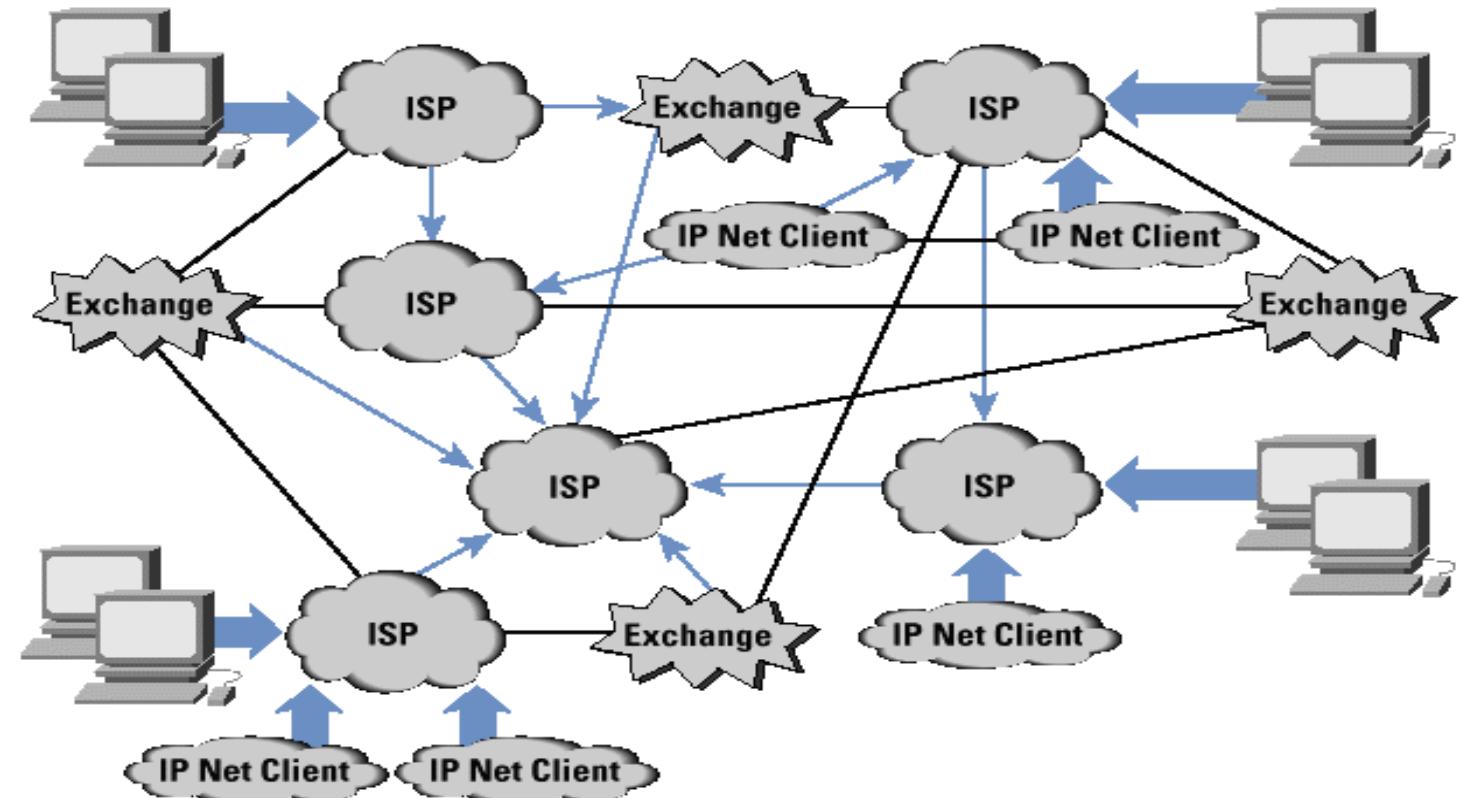
1.1 - Arquitectura general de Internet

Estructura



1.1 - Arquitectura general de Internet

Estructura



Retail service: servicio directo al cliente

Wholesale service: gran cantidad de servicios que luego se puede revender fraccionado



Dial Clients



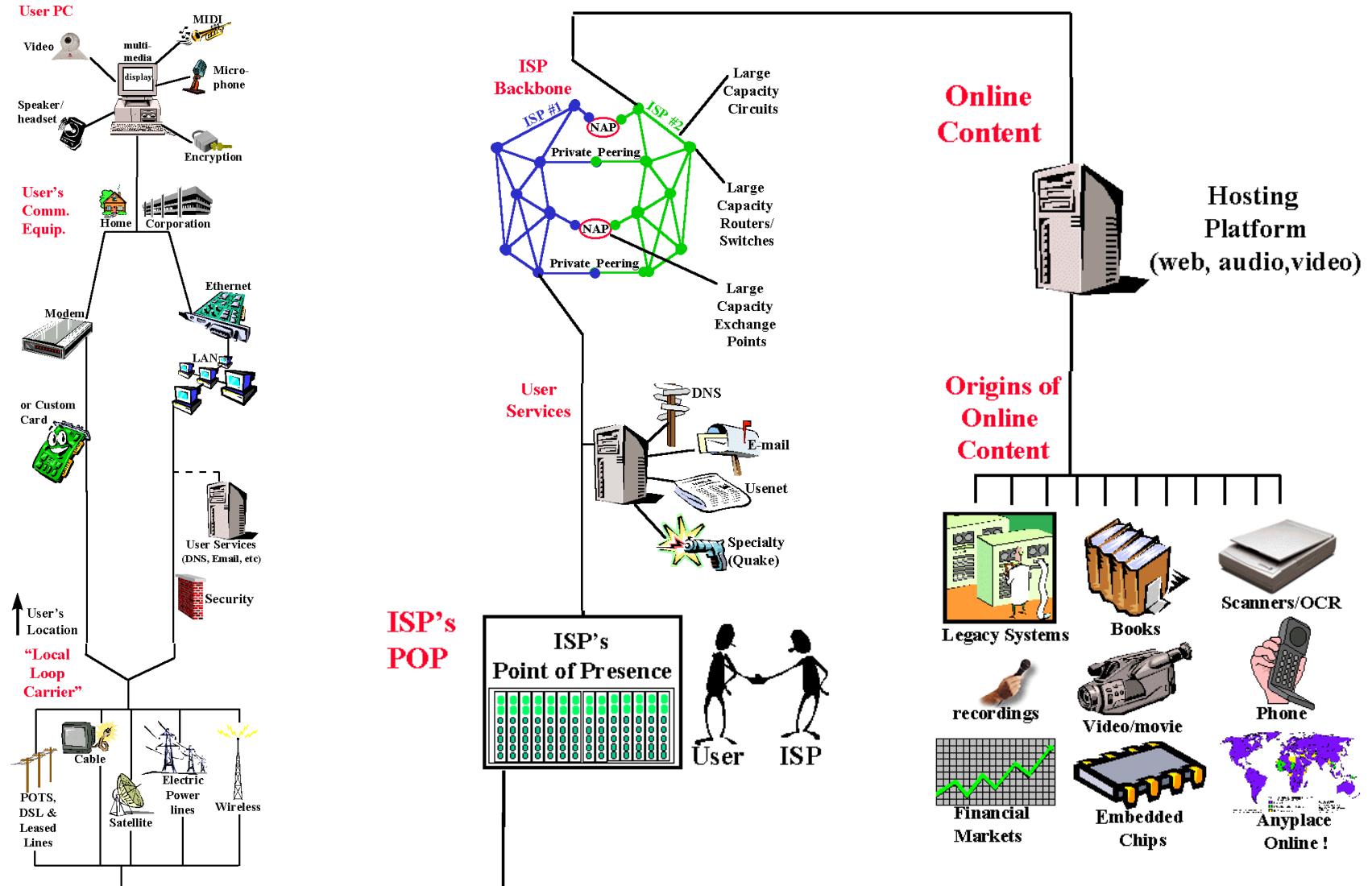
1.1 - Arquitectura general de Internet

Elementos principales

- Redes de acceso del usuario final
 - End-users (Dial Clients en la imagen anterior)
 - Contrata una línea de acceso (p.e., FTTH o red móvil) a un ISP
- Redes corporativas
 - LAN o grupo de LANs (IP net client)
 - Contrata una (o mas) línea commutada o dedicada a un ISP
- Internet Service Provider (ISP)
 - Proporciona conectividad a Internet a usuario, redes corporativas y a otros ISPs
- Interconexión entre ISP
 - Puntos de intercambio (Exchange Point, IXP) proporcionan conectividad entre ISP
 - Líneas dedicadas

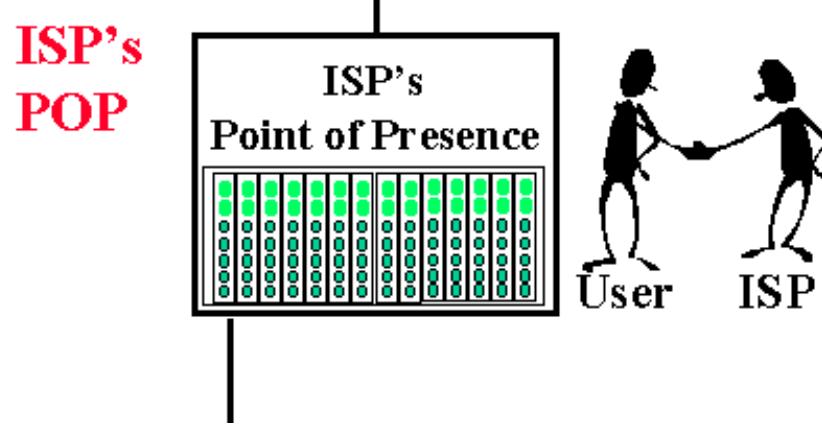
1.1 - Arquitectura general de Internet

Elementos entre los extremos



1.1 - Arquitectura general de Internet

Point of Presence



- Lugar donde el ISP instala sus equipos en la calle (generalmente)
- Aquí van todos los cables que salen de los edificios (domésticos, comerciales, industriales)



1.2 - Actores principales de Internet



Índice

- Internet Service Providers (ISPs)
- Corporate networks
- End users
- Interconnection points (IXP)
- Default Free Zone (DFZ)
- Autonomous Systems (ASes)

1.2 - Actores principales de Internet



Internet Service Providers

- Organización que ofrece acceso a Internet y otros servicios
 - Acceso a Internet con línea dedicada
 - T1/E1 lines (1.5, 2 Mbps), T3/E3 (45, 34 Mbps), OC3 (155 Mbps), OC12 (622 Mbps), OC48 (2.5 Gbps), etc
 - Acceso a Internet con línea conmutada
 - FR (Frame Relay) or ATM
 - Acceso con bucle de abonados
 - Modems, RDSI (BRI, PRI), ADSL, FTTH, etc
 - Servicio de Hosting/housing
 - Racks, servers (e.g., Web), maquinas virtuales, etc
 - Servicios a usuarios finales
 - VPNs, e-mail, news, Web, IP multicast, etc
 - Proveedor de servicios de contenido
 - Content Distribution Networks como Akamai
 - <https://www.akamai.com/solutions/content-delivery-network>

1.2 - Actores principales de Internet



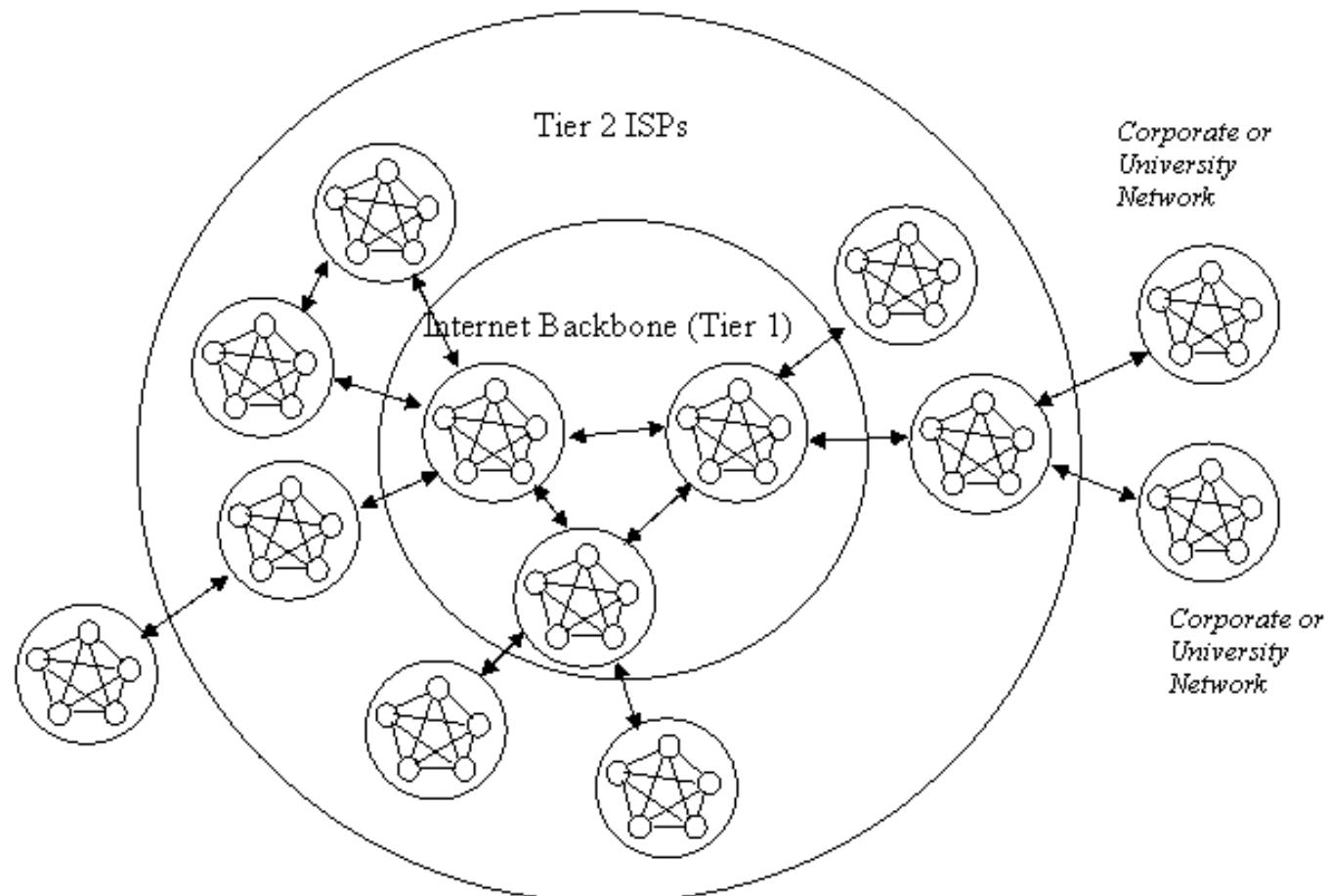
Clasificación de los Internet Service Providers

- Tier 1
 - Nivel más alto, sus redes tienen una cobertura internacional
- Tier 2
 - Redes nacionales
- Tier 3
 - Redes regionales

1.2 - Actores principales de Internet

Clasificación de los Internet Service Providers

- Estructura jerárquica



Fuente imagen: <http://www.cs.rpi.edu/courses/fall06/netprog/c01.html>

1.2 - Actores principales de Internet

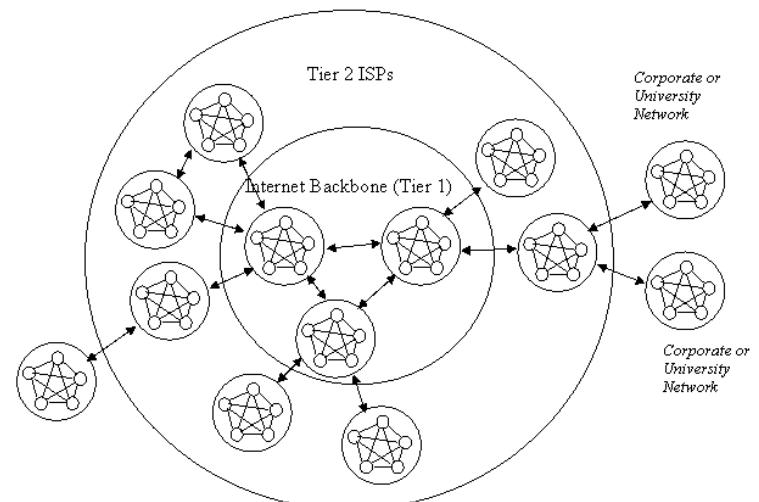
Clasificación de los Internet Service Providers

- Tier 1
 - Son aquellos ISP que solo tienen otros ISP como clientes
 - No tienen usuarios finales
 - **Estrictamente**, solo se definen como Tier 1, aquellos **ISP internacionales que pueden llegar a cualquier otro ISP sin pagar**
 - Están todos conectados entre ellos
 - Ofrecen transito gratuito entre ellos (transit-free)
 - Tienen otros ISP como clientes que pagan
 - Definición relajada
 - Todos los Network Service Provider (NSP)
 - Aquello ISP que tienen alcance internacional

1.2 - Actores principales de Internet

Clasificación de los Internet Service Providers

- Tier 1
 - Alrededor de 15/20 Tier 1 (p.e., AT&T, Lumen, NTT, Cogent)
 - Componen el core de Internet
 - Están conectados entre ellos
 - Clasificación por tamaño: <https://asrank.caida.org>
- Tier 2
 - Conectado como cliente a uno o más Tier 1
 - Conectado a otros Tier 2
- Tier 3
 - Conectados a Tier 1 o 2 (no entre ellos)
 - Redes corporativas grandes



1.2 - Actores principales de Internet

Tier 1 por definición estricta

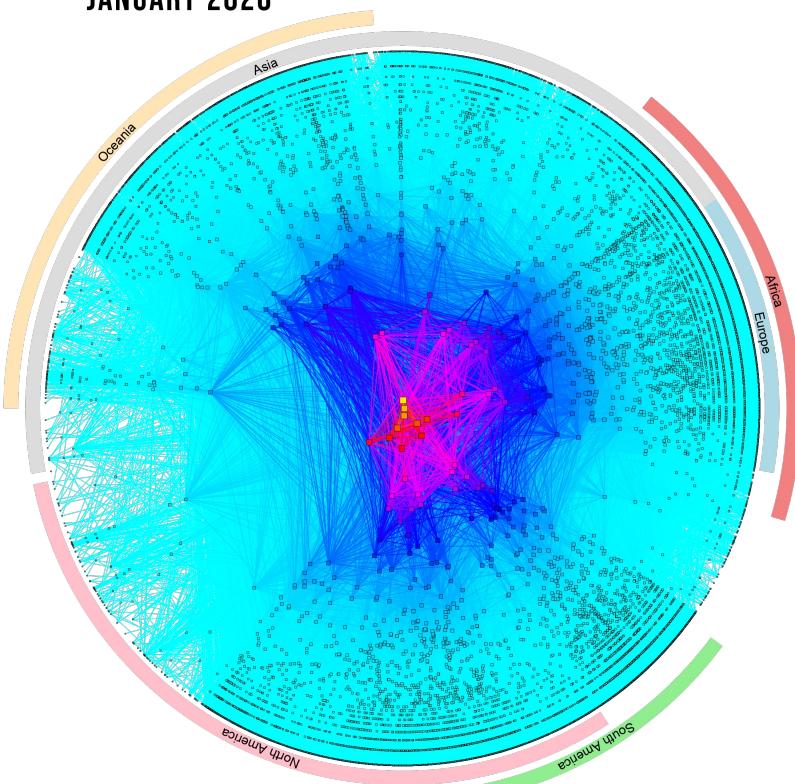
Name	Headquarters	AS number	CAIDA AS rank ^[10]	Fiber route (km)	Peering policy
AT&T ^[11]	United States	7018	26	660,000 ^[12]	AT&T Peering policy ↗
Deutsche Telekom Global Carrier ^[13]	Germany	3320	19	250,000 ^[14]	DTAG Peering Details ↗
GTT Communications	United States	3257	7	232,934 ^[15] [16]	GTT Peering Policy ↗
Liberty Global ^{[17][18]}	Netherlands ^[19]	6830	21	800,000 ^[20]	Peering Principles ↗
Lumen Technologies (formerly CenturyLink, formerly Level 3) ^{[21][22][23]}	United States	3356	1	885,139 ^[24] [25]	Lumen Peering Policy ↗
NTT Communications (formerly Verio) ^[26]	Japan	2914	6	?	Global Peering Policy ↗
Orange ^[27]	France	5511	13	495,000 ^[28]	OTI peering policy ↗
PCCW Global	Hong Kong	3491	10	?	Peering policy ↗
Cogent (formerly Sprint) ^[29]	United States	1239	20	30,000 ^[30]	Peering policy ↗
Tata Communications (prev. VSNL prev. Teleglobe) ^[31]	India	6453	9	700,000 ^[32]	Peering Policy ↗
Telecom Italia Sparkle (Seabone) ^[33]	Italy	6762	5	560,000	Peering Policy ↗
Arelion (formerly Telia Carrier) ^[34]	Sweden	1299	2	70,000 ^[35]	Arelion's IP Network Peering Policy ↗
Telxius (Subsidiary of Telefónica) ^[36]	Spain	12956	15	65,000 ^[37]	Peering Policy ↗
Verizon Enterprise Solutions (formerly UUNET) ^[42]	United States	701	24	805,000 ^[43]	Verizon UUNET Peering policy 701, 702, 703 ↗
Zayo Group (formerly AboveNet) ^[44]	United States	6461	8	196,339 ^[45]	Zayo Peering Policy ↗

Fuente imagen: https://en.wikipedia.org/wiki/Tier_1_network

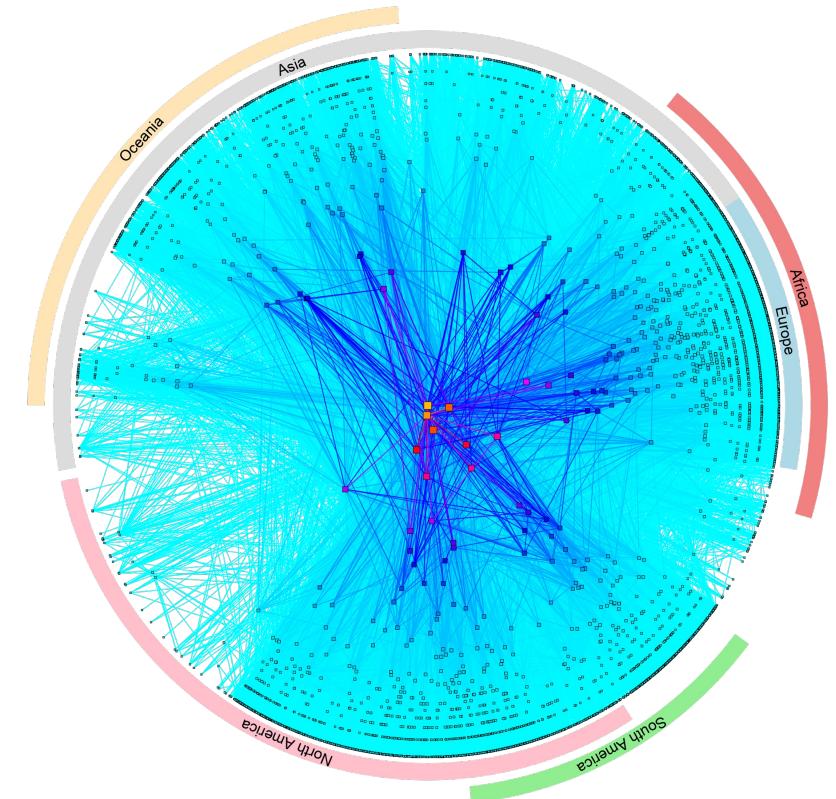
1.2 - Actores principales de Internet

Clasificación de los Internet Service Providers

CAIDA'S IPV4 AS CORE GRAPH
JANUARY 2020



CAIDA'S IPV6 AS CORE GRAPH
JANUARY 2020



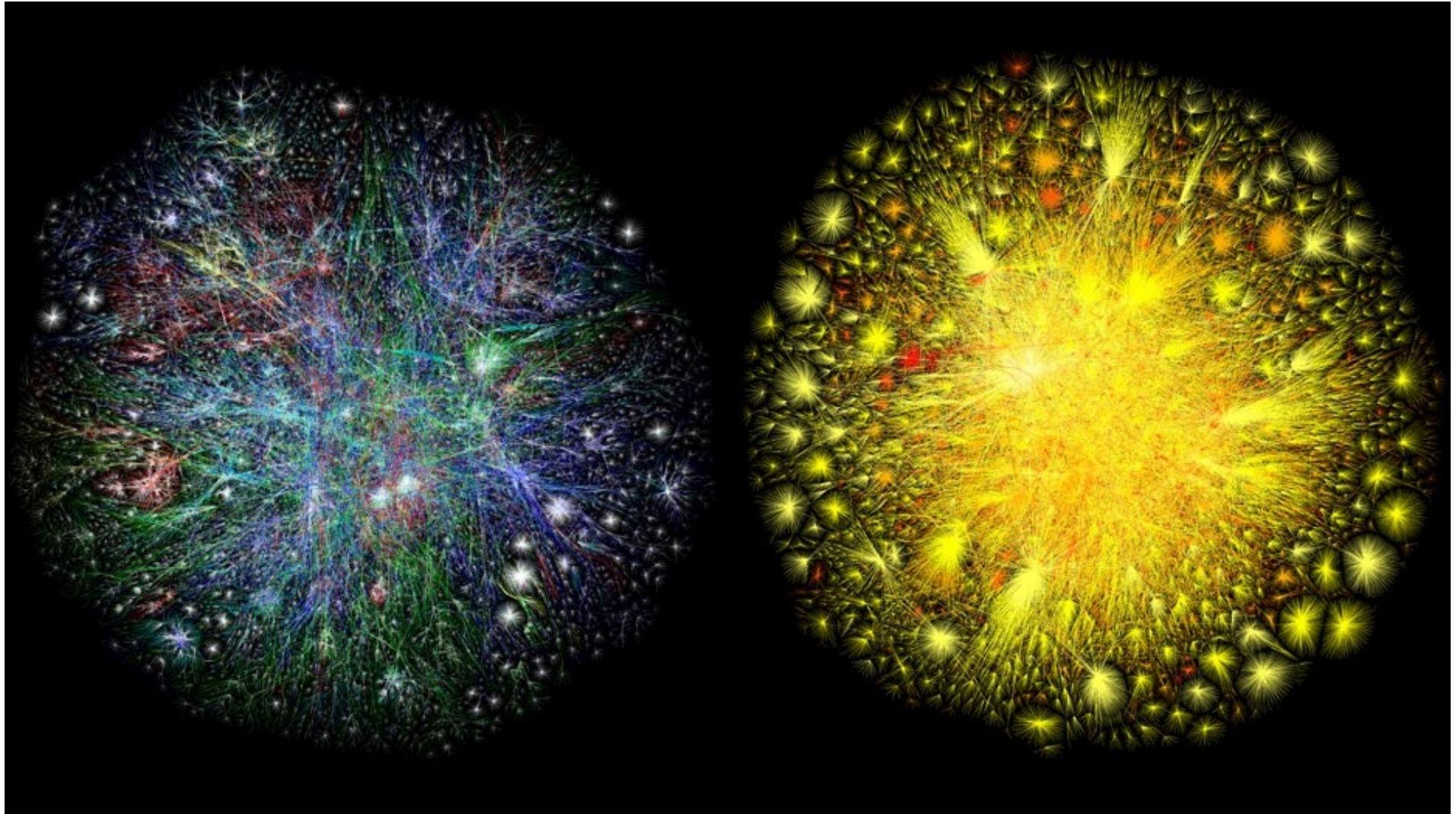
COPYRIGHT © 2020 UC REGENTS

COPYRIGHT © 2020 UC REGENTS

Fuente imagen: CAIDA

1.2 - Actores principales de Internet

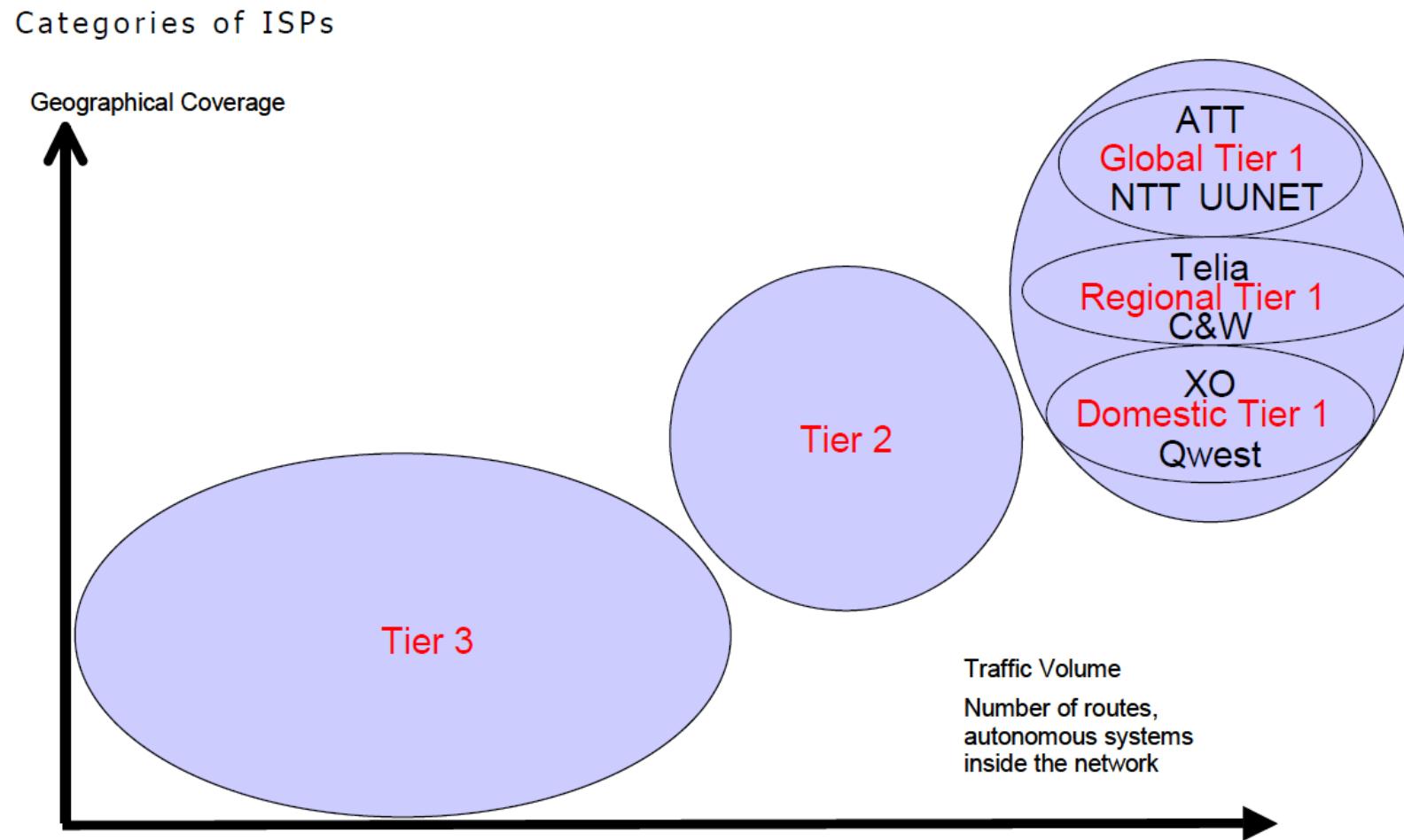
Clasificación de los Internet Service Providers



Fuente imagen: The Opte project

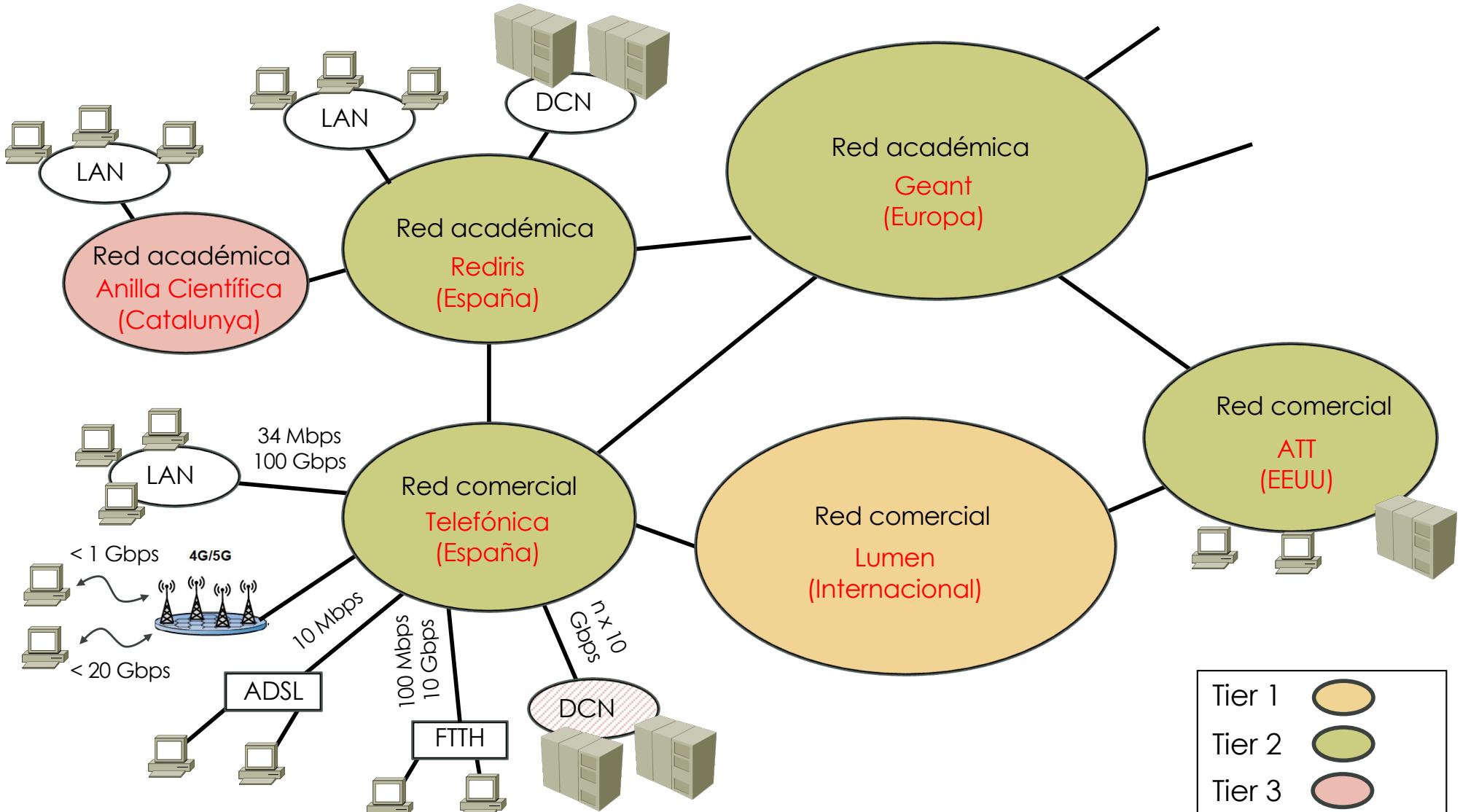
1.2 - Actores principales de Internet

Clasificación de los Internet Service Providers



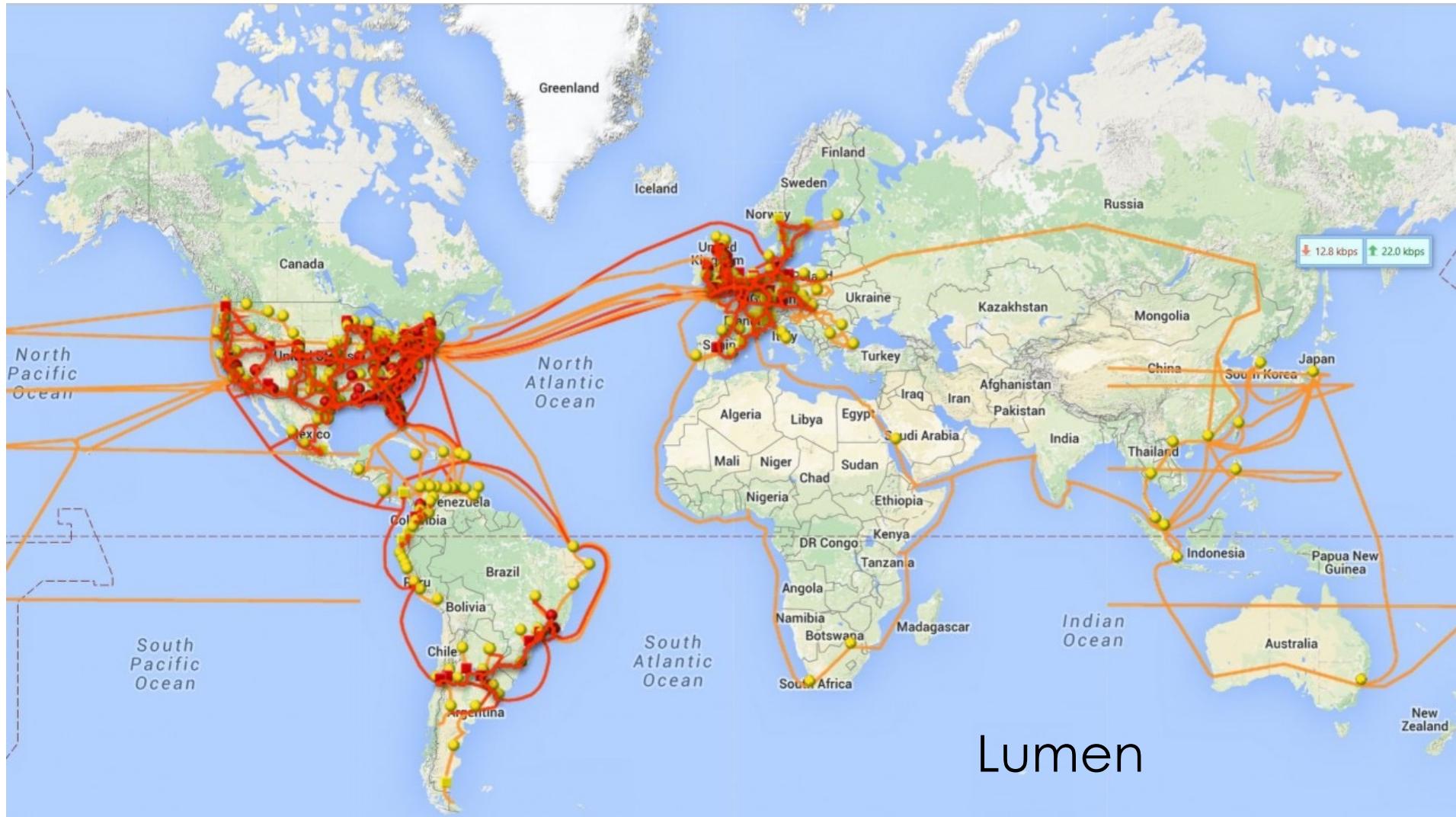
1.2 - Actores principales de Internet

Clasificación (estricta) de los ISPs



1.2 - Actores principales de Internet

Ejemplos de Tier 1

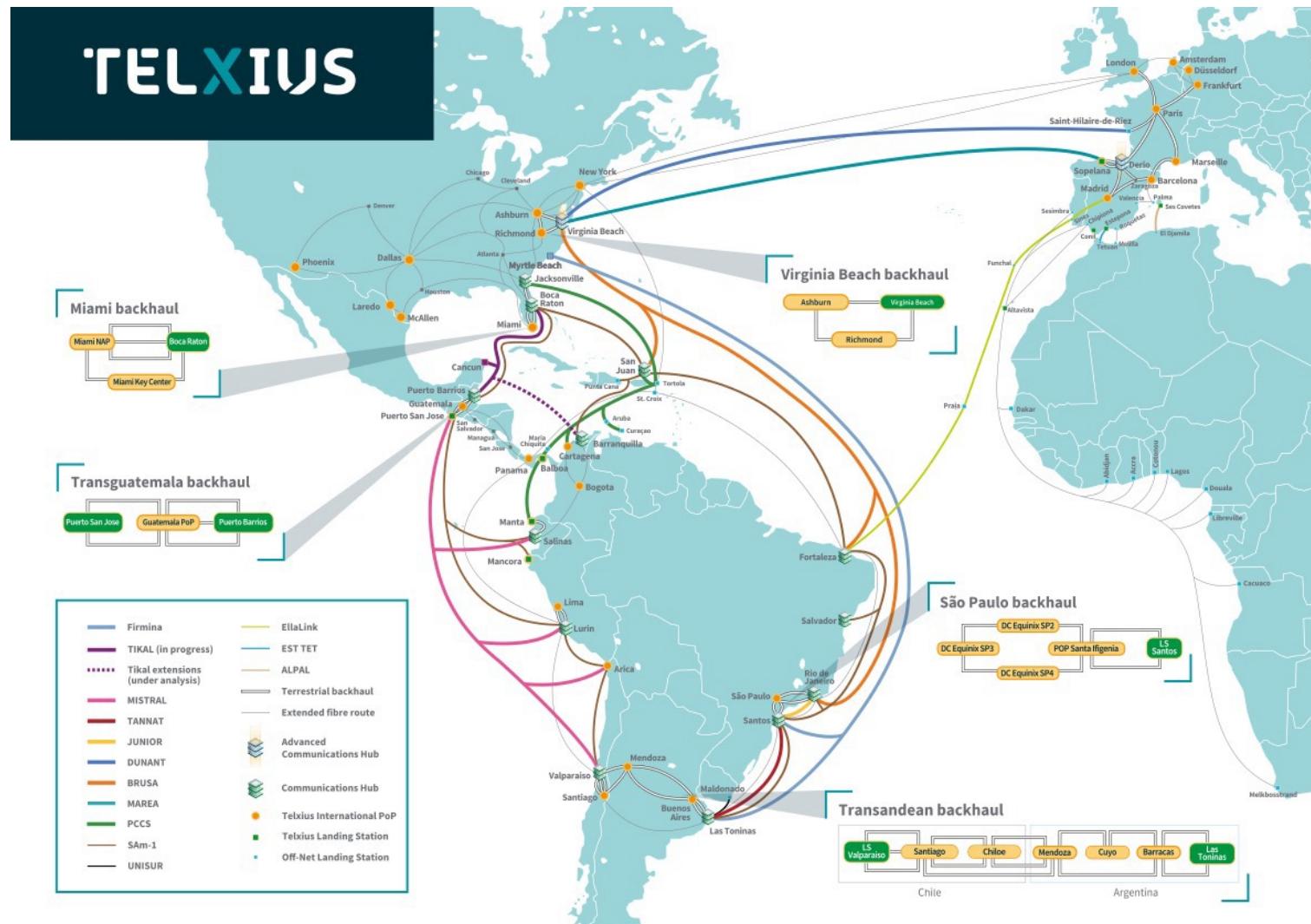


Fuente imagen: https://superbloov.life/product_details/56074065.html

1.2 - Actores principales de Internet

FIB

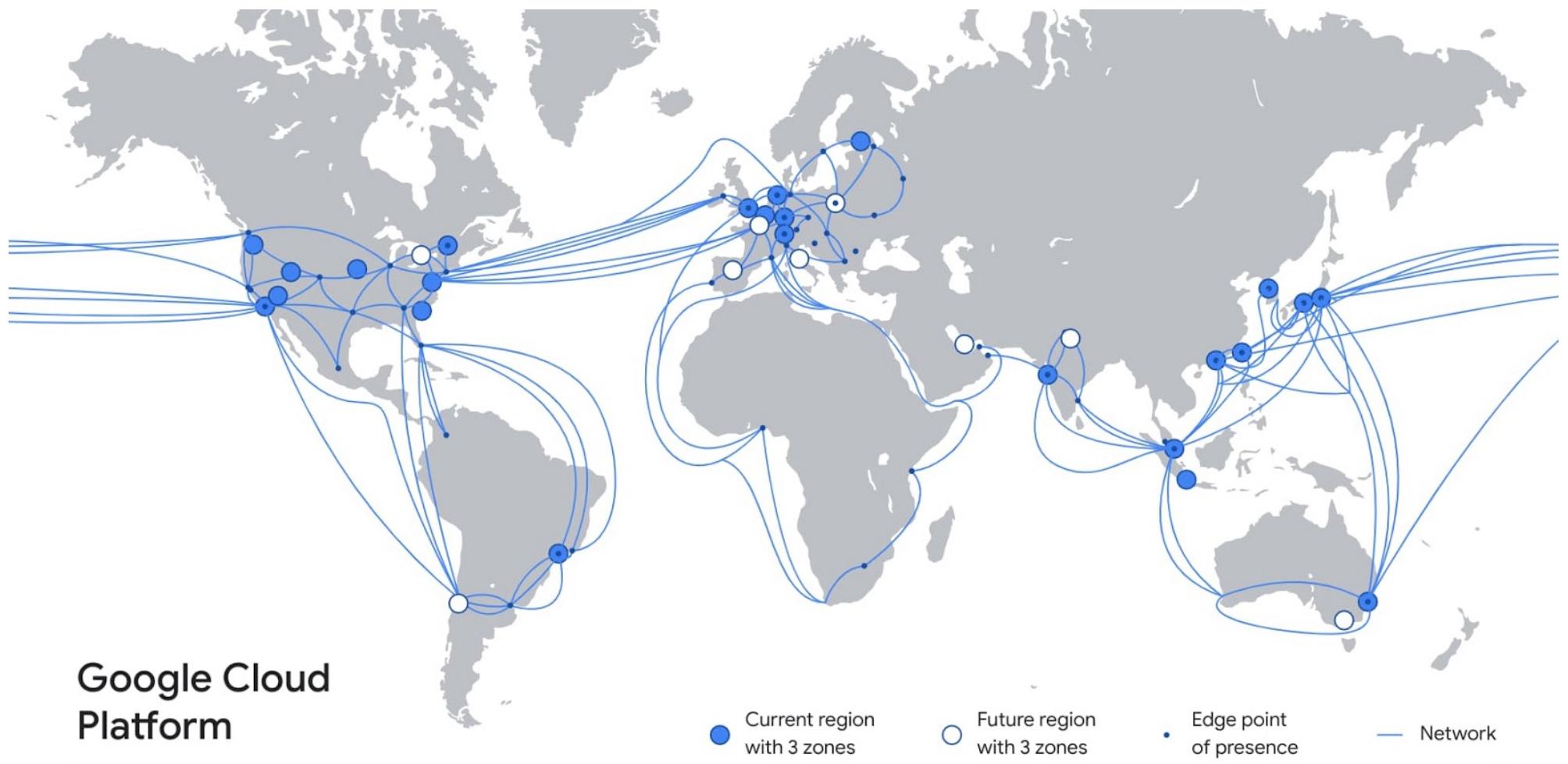
Ejemplos de Tier 1



Fuente imagen: https://telxius.com/network/telxius_map.pdf

1.2 - Actores principales de Internet

Ejemplos de ISP internacional pero no Tier 1

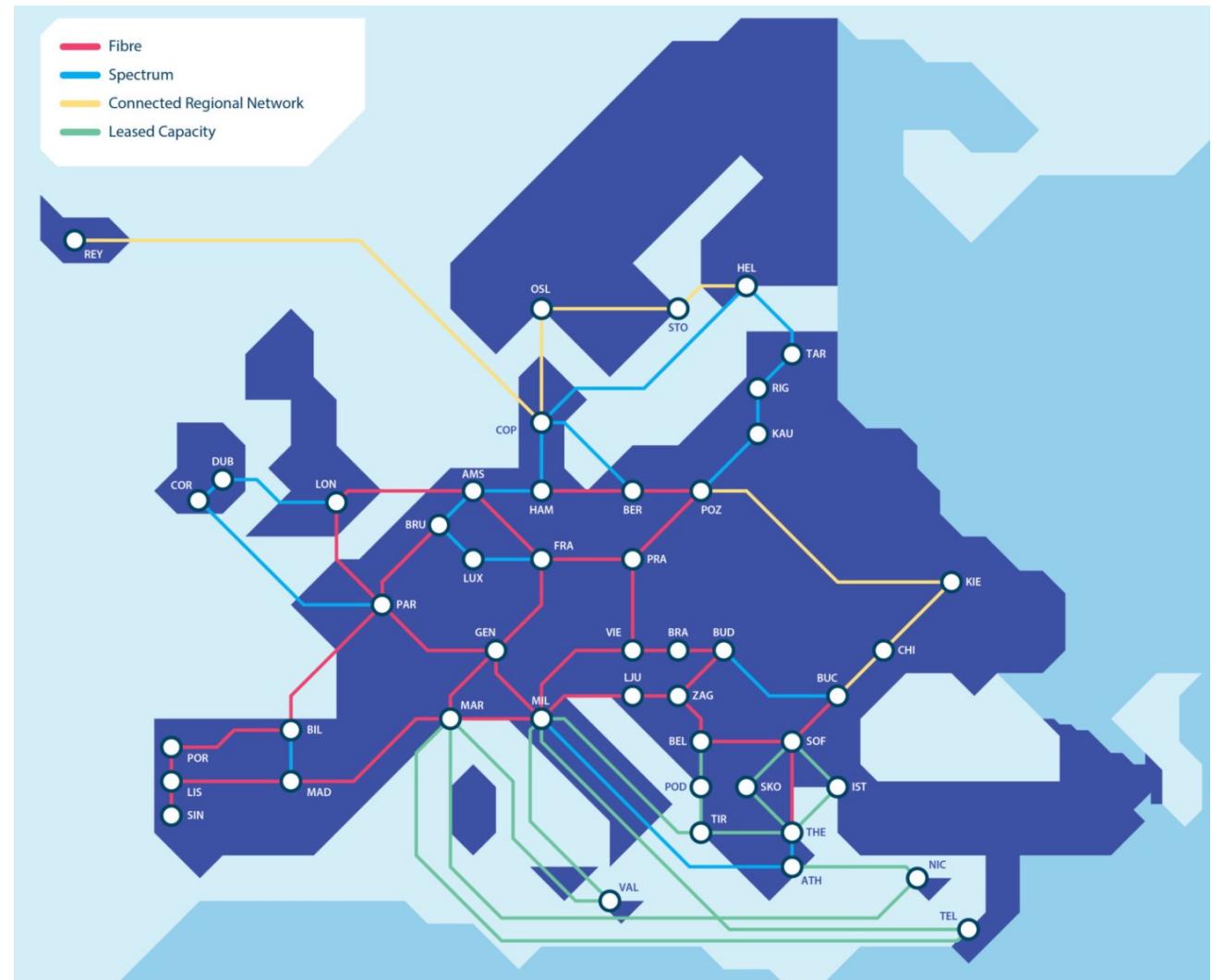


Fuente imagen: <https://cloud.google.com/blog/products/infrastructure/next20-onair-infrastructure-news>

1.2 - Actores principales de Internet

Ejemplos de Tier 2

- GEANT
 - Red académica europea
 - Versión 1/2023



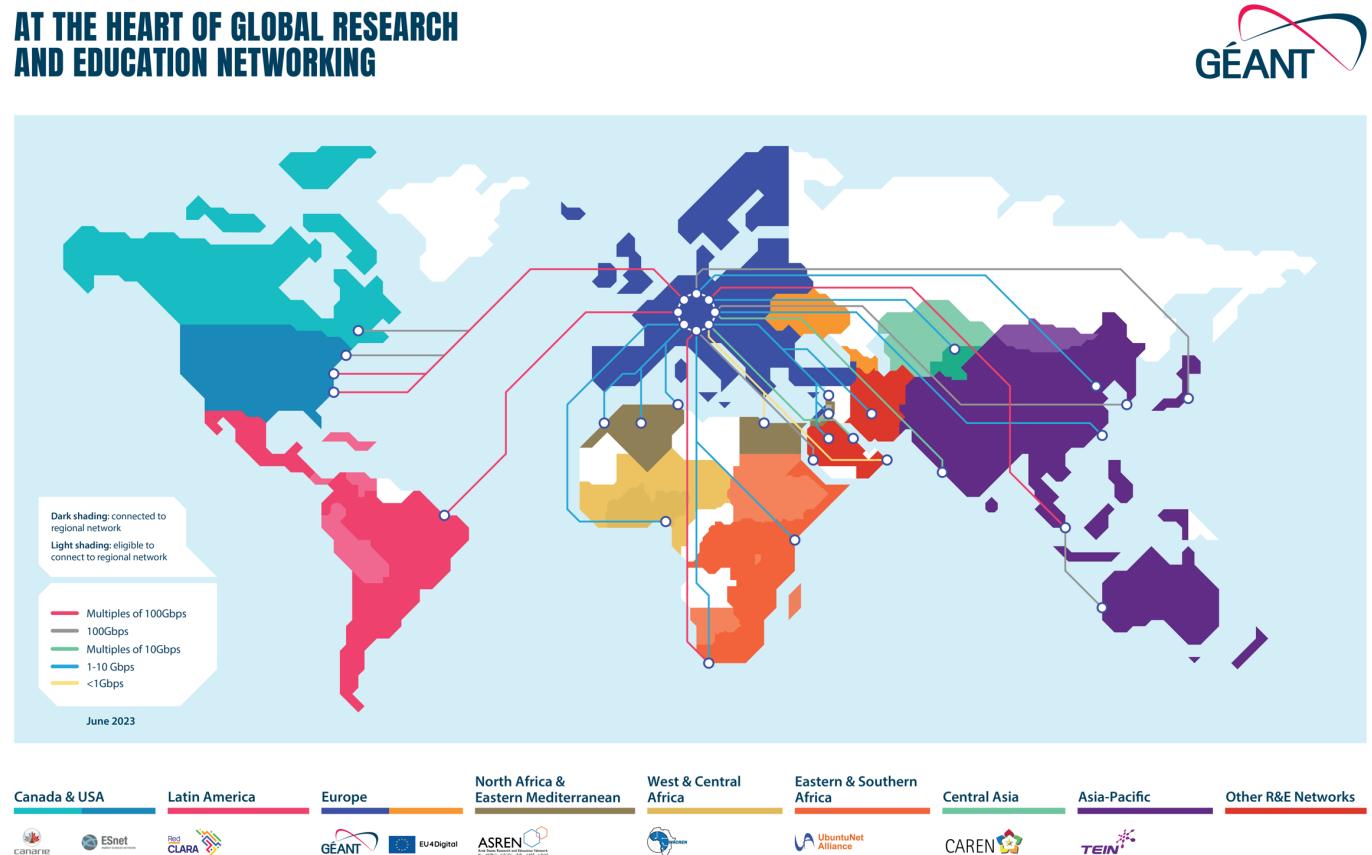
Fuente imagen: <https://resources.geant.org/maps/>

1.2 - Actores principales de Internet

FIB

Ejemplos de Tier 2

- GEANT
 - Red académica europea, versión 1/2023



Fuente imagen: <https://resources.geant.org/maps/>

1.2 - Actores principales de Internet

Ejemplos de Tier 2

- RedIRIS
 - Red académica
 - Versión 12/2018

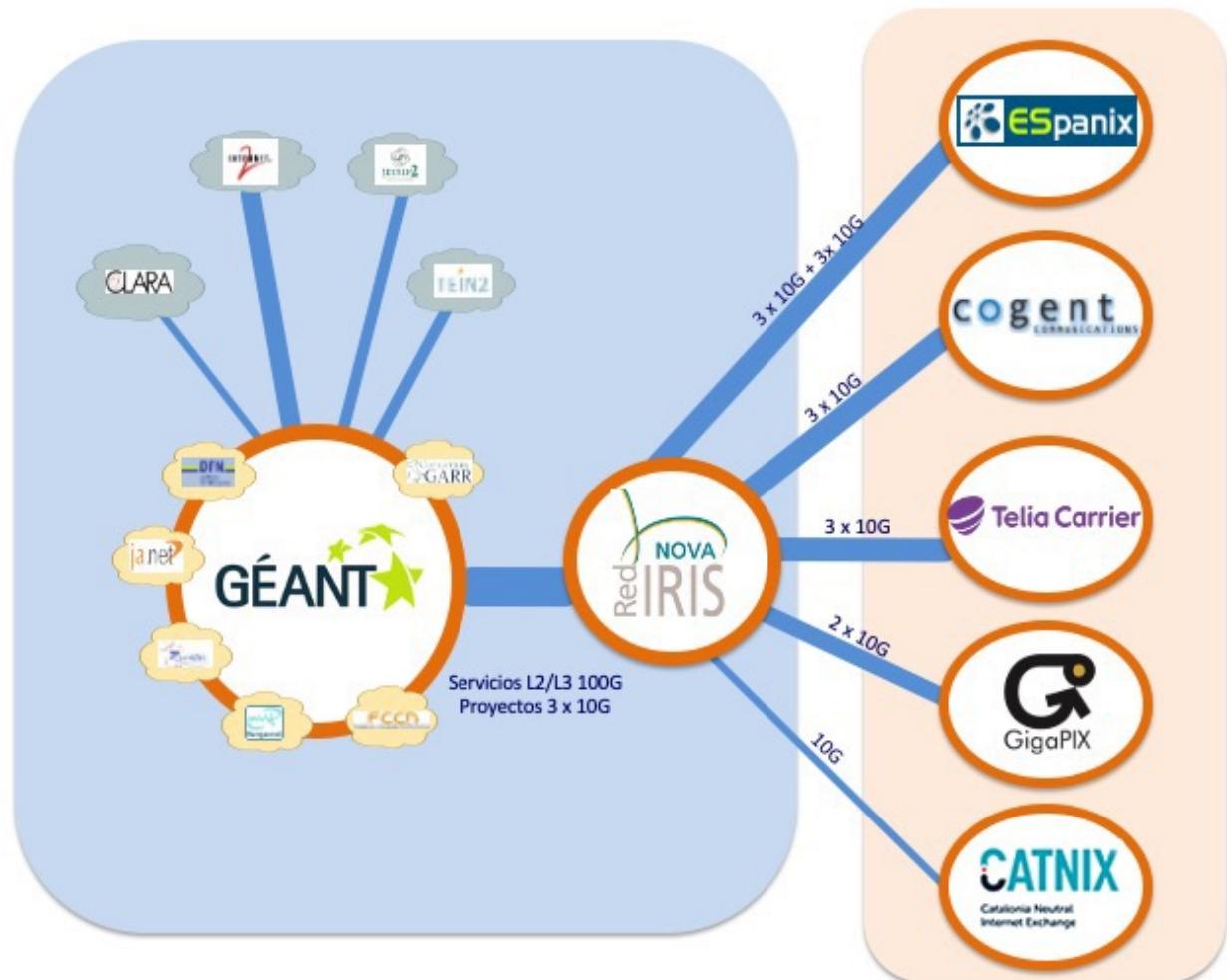


Fuente imagen: REDIRIS

1.2 - Actores principales de Internet

Ejemplos de Tier 2

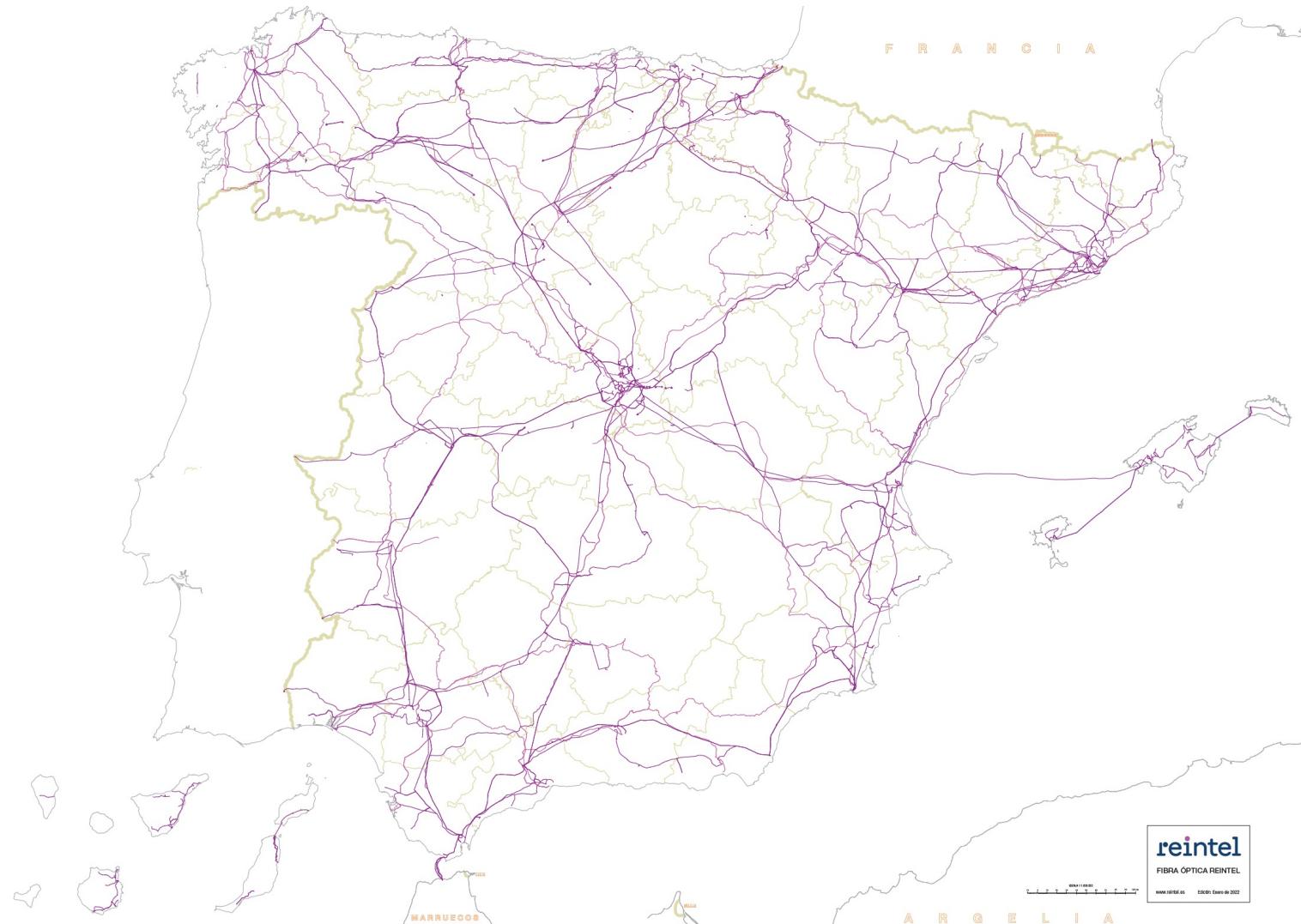
- RedIRIS
 - Red académica
 - Versión 12/2018



Fuente imagen: REDIRIS

1.2 - Actores principales de Internet

Ejemplos de Tier 2

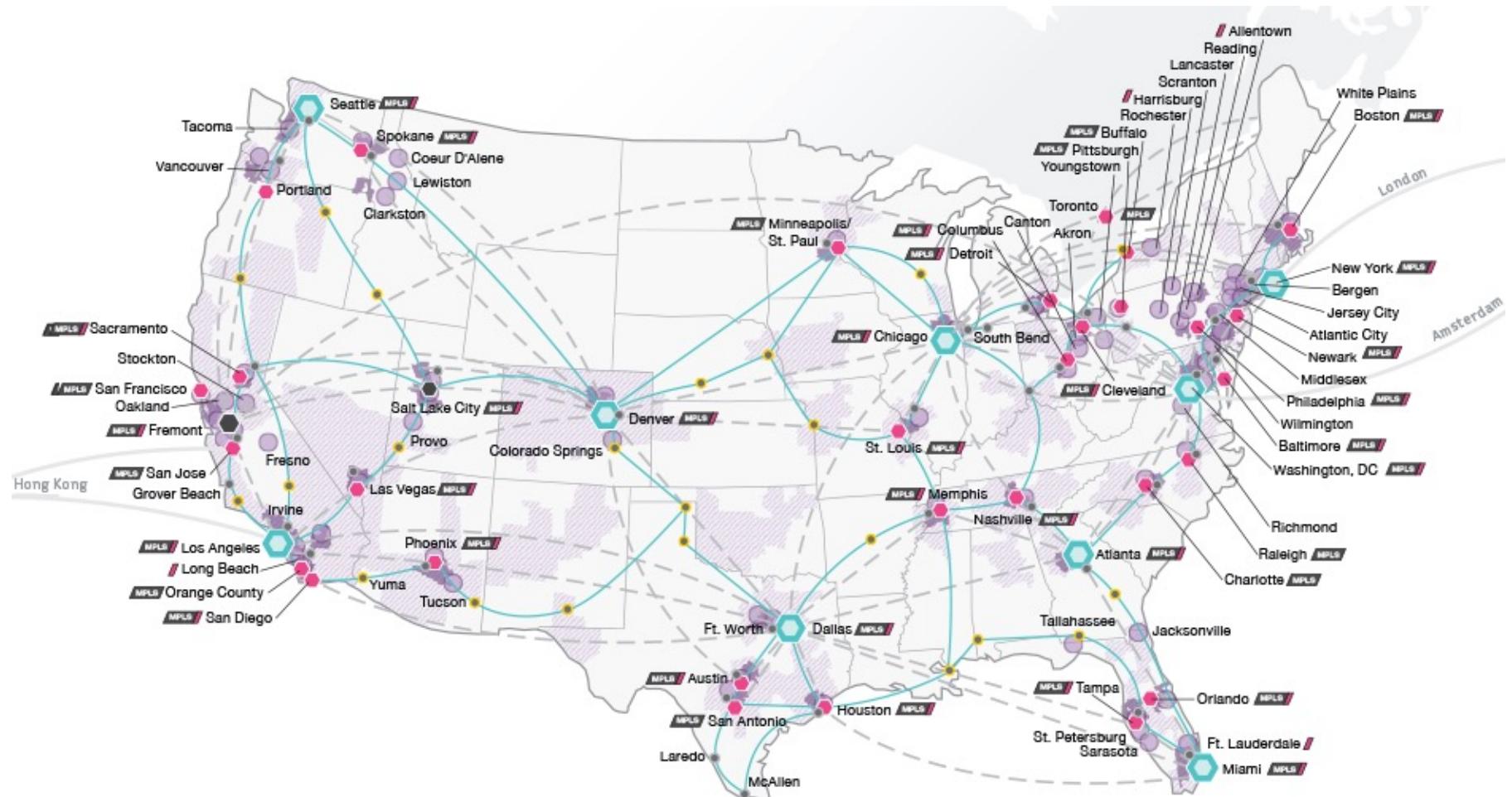


Fuente imagen: <https://www.reintel.es/en/infrastructures/network-map>

1.2 - Actores principales de Internet

FIB

Ejemplos de Tier 2



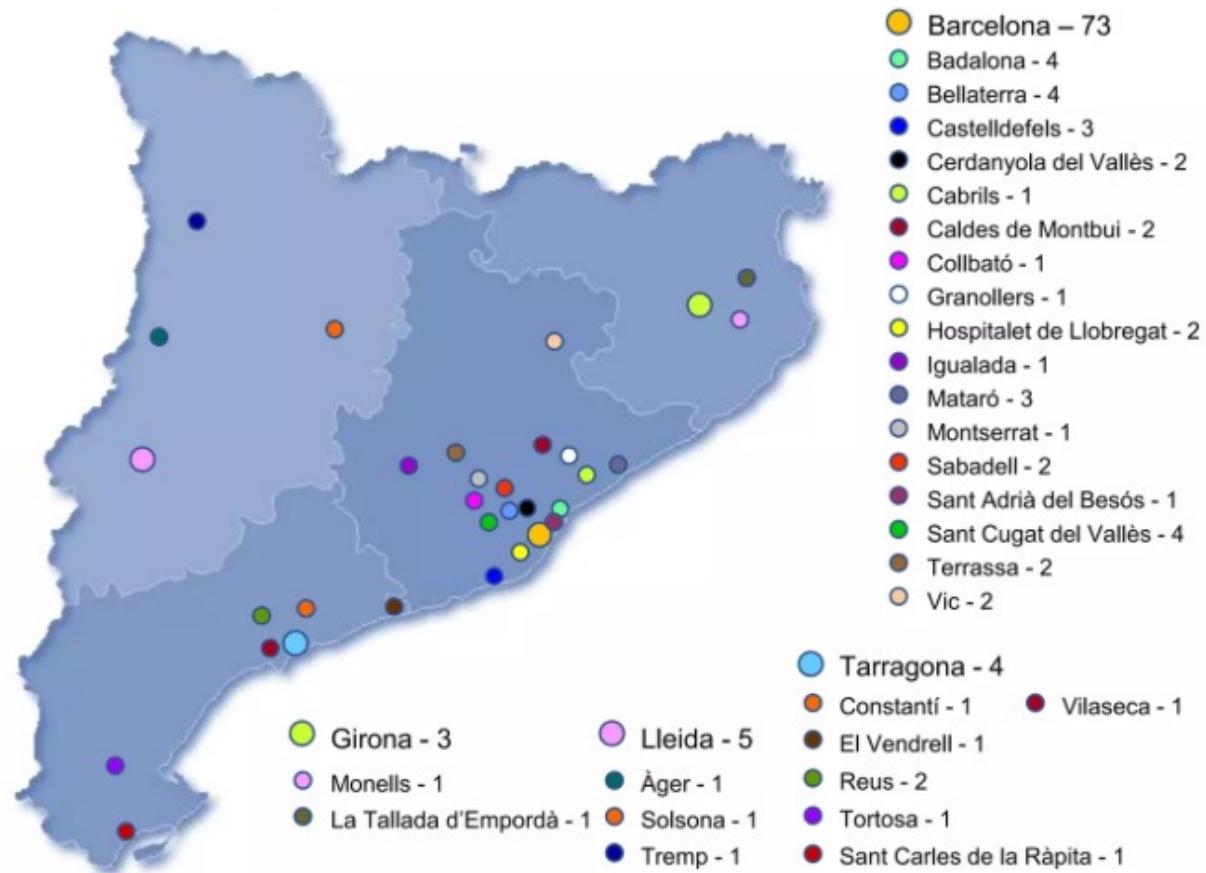
Fuente imagen: <https://www.telecomramblings.com/files/2016/02/xo-network-map.png>

1.2 - Actores principales de Internet

FIB

Ejemplos de Tier 3

- Anella Científica

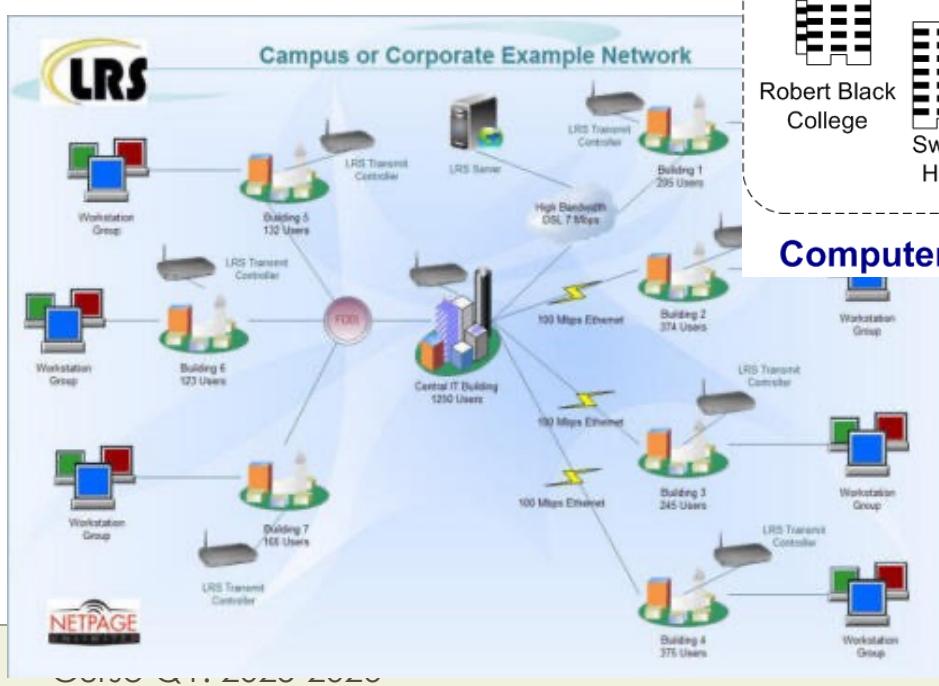
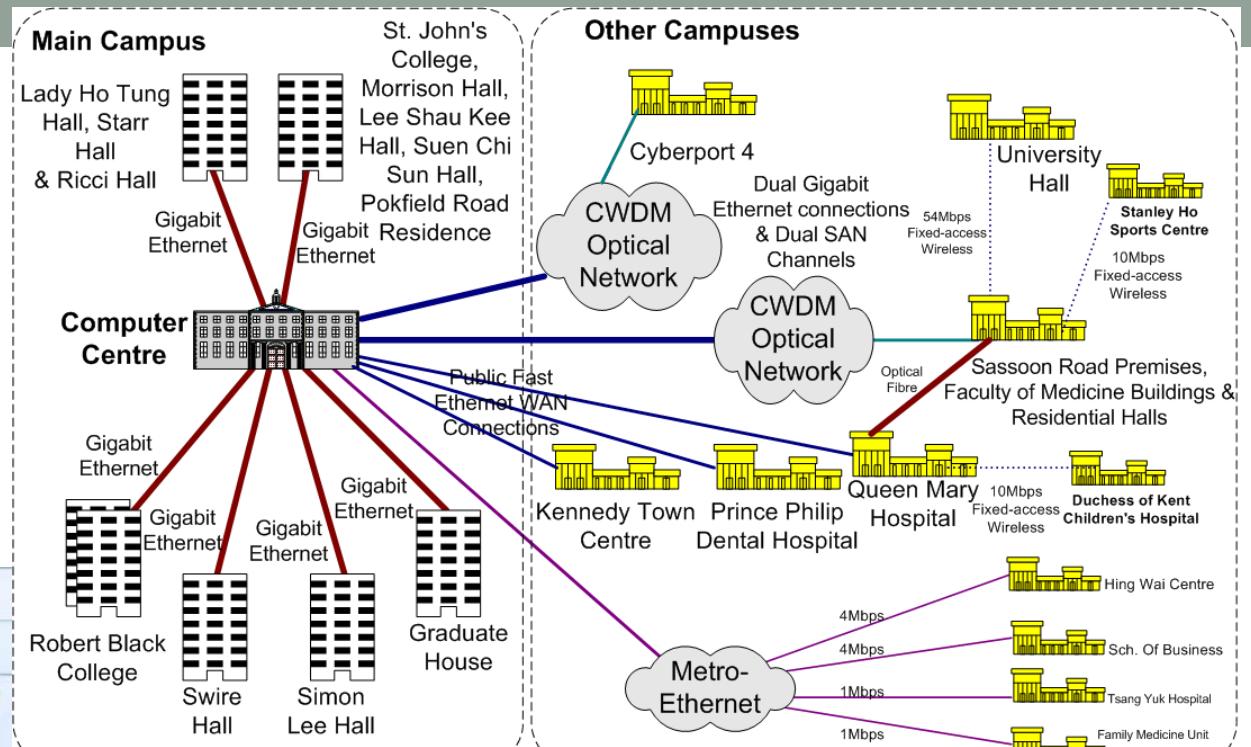


GOVERN
DIGITAL
2019

1.2 - Actores principales de Internet

Ejemplos de Tier 3

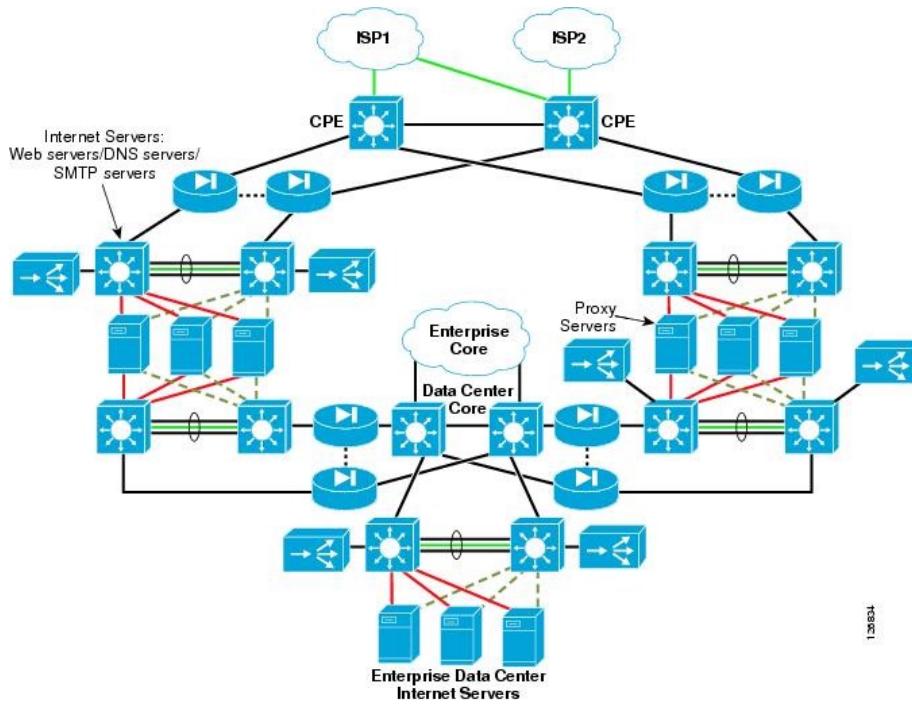
- Campus networks



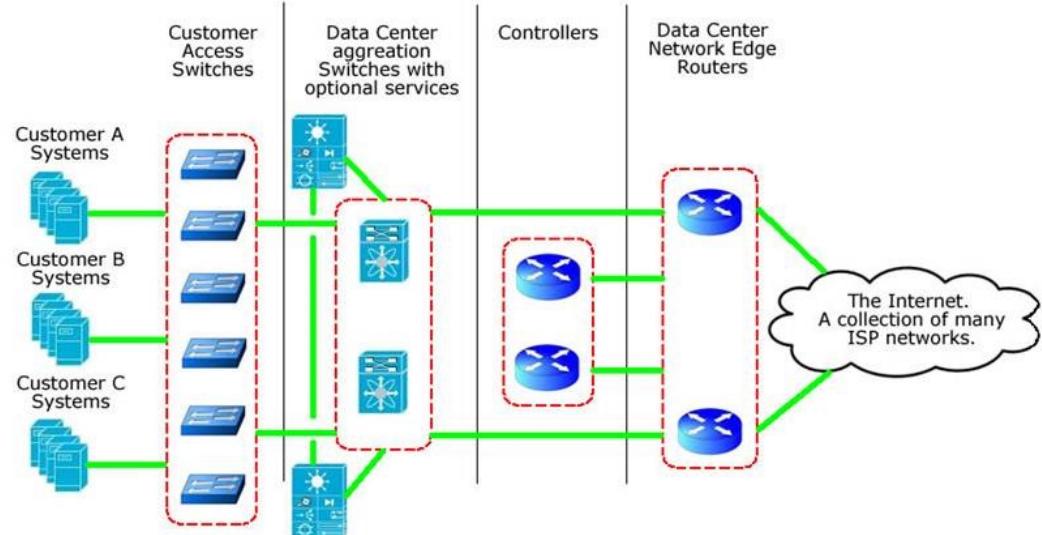
1.2 - Actores principales de Internet

Ejemplos de Tier 3

- DataCenter networks



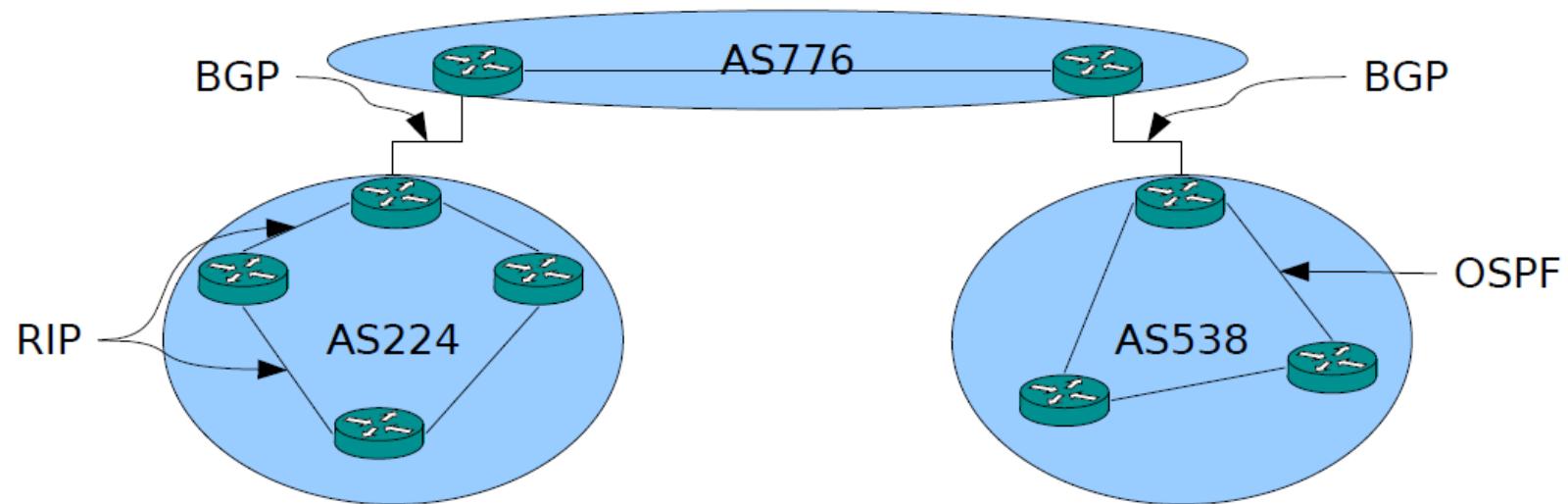
A typical Data Center network
There are many types of Data Center Network designs.
This is only one example.



1.2 - Actores principales de Internet

Autonomous System (AS)

- AS o Routing Domain
- Es una red o conjunto de redes IP bajo el control de una sola entidad administrativa (por ejemplo, una empresa, universidad o proveedor).
- Utiliza un protocolo de encaminamiento interior (IGP, Internal Gateway Protocol). Cada AS puede usar un protocolo distinto.
- Se comunica con otros AS mediante un protocolo de encaminamiento exterior (EGP, Exterior Gateway Protocol)



1.2 - Actores principales de Internet

Autonomous System Number (ASN)

- Cada AS está identificado por un número único denominado ASN (Autonomous System Number)
- Los ASN están delegados por IANA (Internet Assigned Number Authority) a los RIR (Regional Internet Registries) por bloques
- Cada RIR asigna un ASN a cada organización
- Hasta 2007 los ASN eran un número de 16 bits. Ahora se ofrecen de 32 bits, aunque no todos los sistemas son compatibles con la nueva numeración
- Hay una serie de ASN reservados para uso privado
 - Los ASN de 16 bits del 64512 al 65534
 - Los ASN de 32 bits del 4200000000 al 4294967294

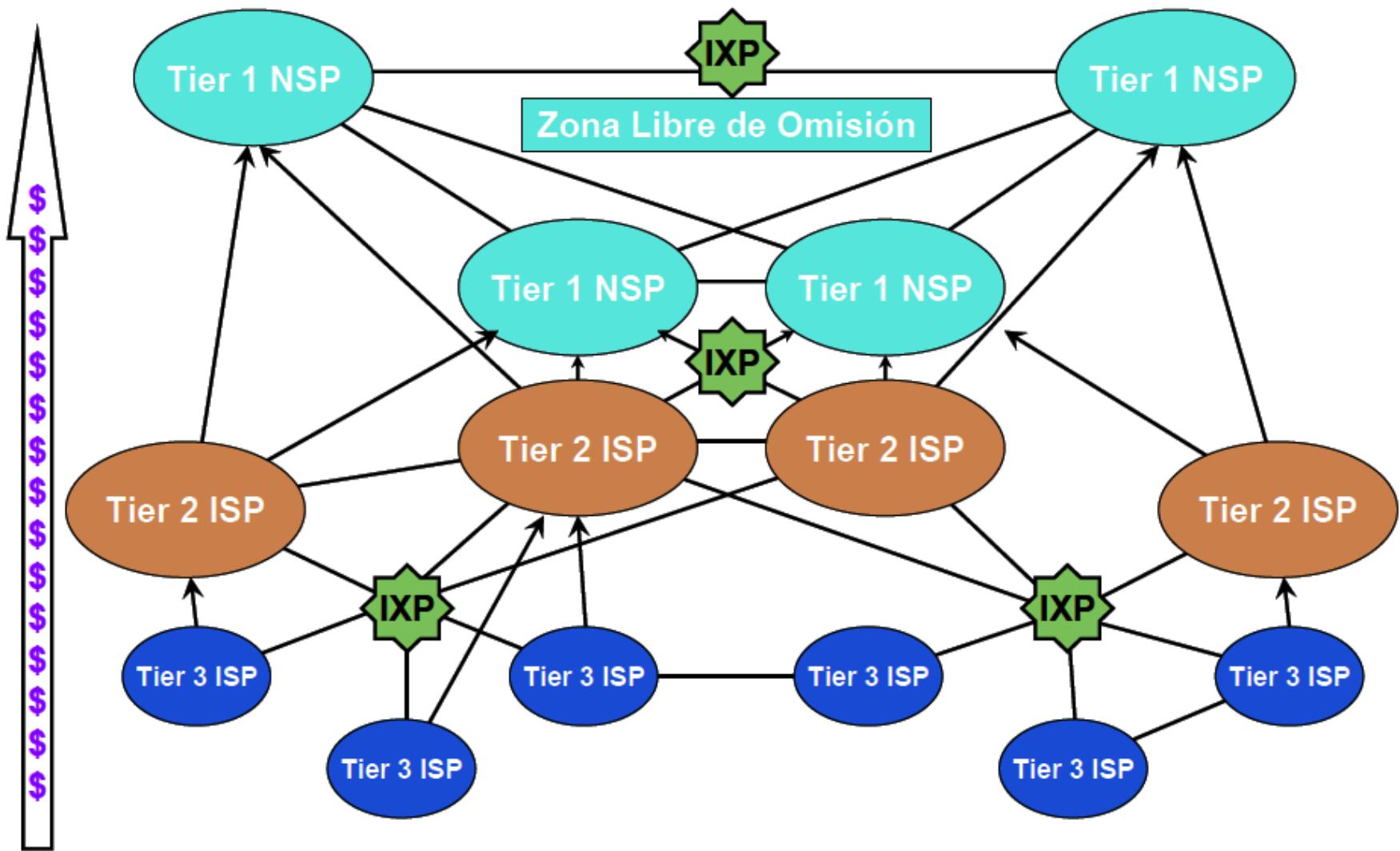
1.2 - Actores principales de Internet

ISP vs AS

- Un ISP es una empresa que provee acceso a Internet a usuarios, empresas o incluso a otros ISPs.
- Un ISP puede tener uno o varios AS para gestionar su red, cada uno con su propio ASN asignado dependiendo de su arquitectura y distribución geográfica
- En general
 - Un AS es un concepto técnico (un dominio de enrutamiento identificado con un ASN).
 - Un ISP es un actor comercial que provee servicios de conectividad.
- Por lo tanto
 - No todos los AS son ISPs (ej: una universidad con su propio ASN).
 - Pero todo ISP sí necesita uno o más AS para participar en Internet a nivel global.

1.2 – Actores principales de Internet

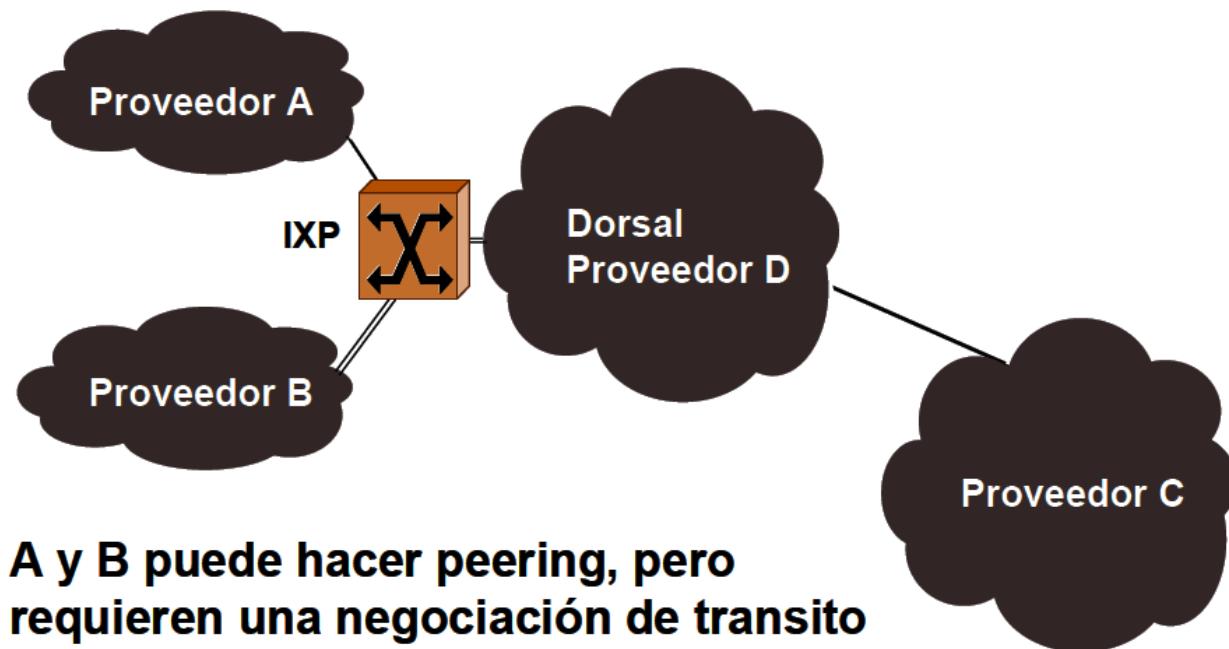
Relación entre ASes



1.2 - Actores principales de Internet

Relación entre ASes

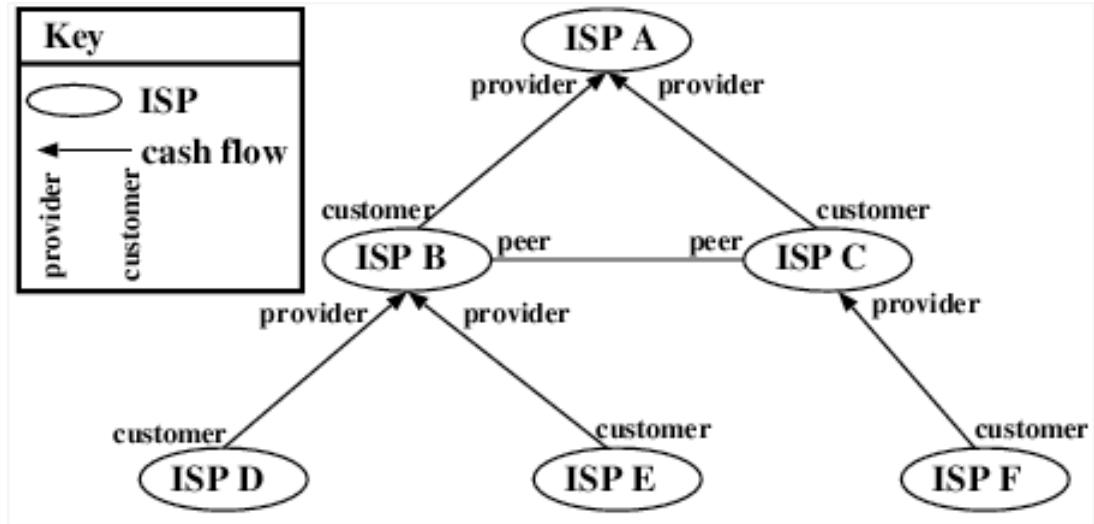
- Transito
 - Llevar el tráfico a través de una red, generalmente por una tarifa
- Peering
 - Intercambio de tráfico entre iguales sin coste



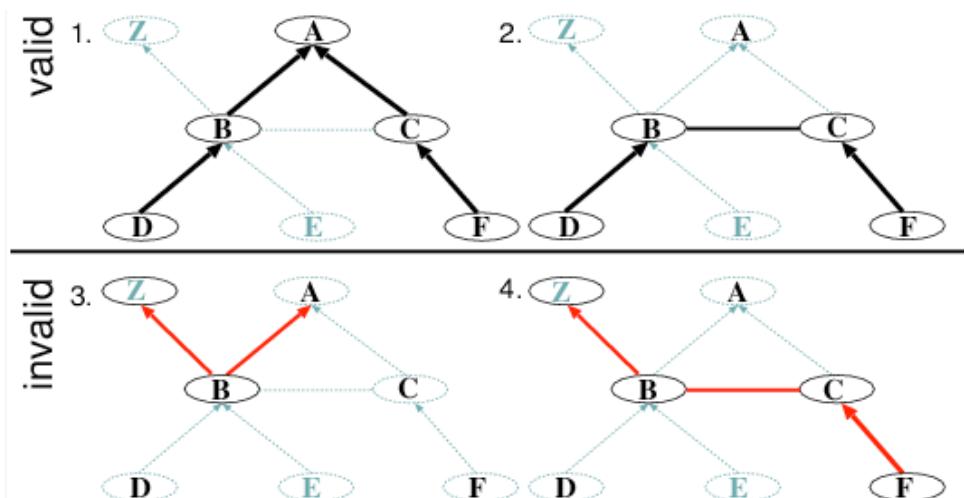
1.2 - Actores principales de Internet

Relación entre ASes

- ISP B es de transito para ISP D e ISP E y es un peer con ISP C
- ISP B es usuario de ISP A



- B no puede ser de transito para Z y A
Tampoco para C y Z ya que nadie paga B



1.2 - Actores principales de Internet

Peering

- Es una relación de negocio – contrato
- Dos ISP intercambian tráfico entre sí sin coste
- Está basado en un acuerdo mutuo y puede ser
 - Privado
 - Público a través de un IXP
- Información que se intercambian los peers
 - Redes específicas
 - Redes internas del AS del peer
 - Todas las redes del AS, sus clientes locales, regionales o globales

1.2 - Actores principales de Internet

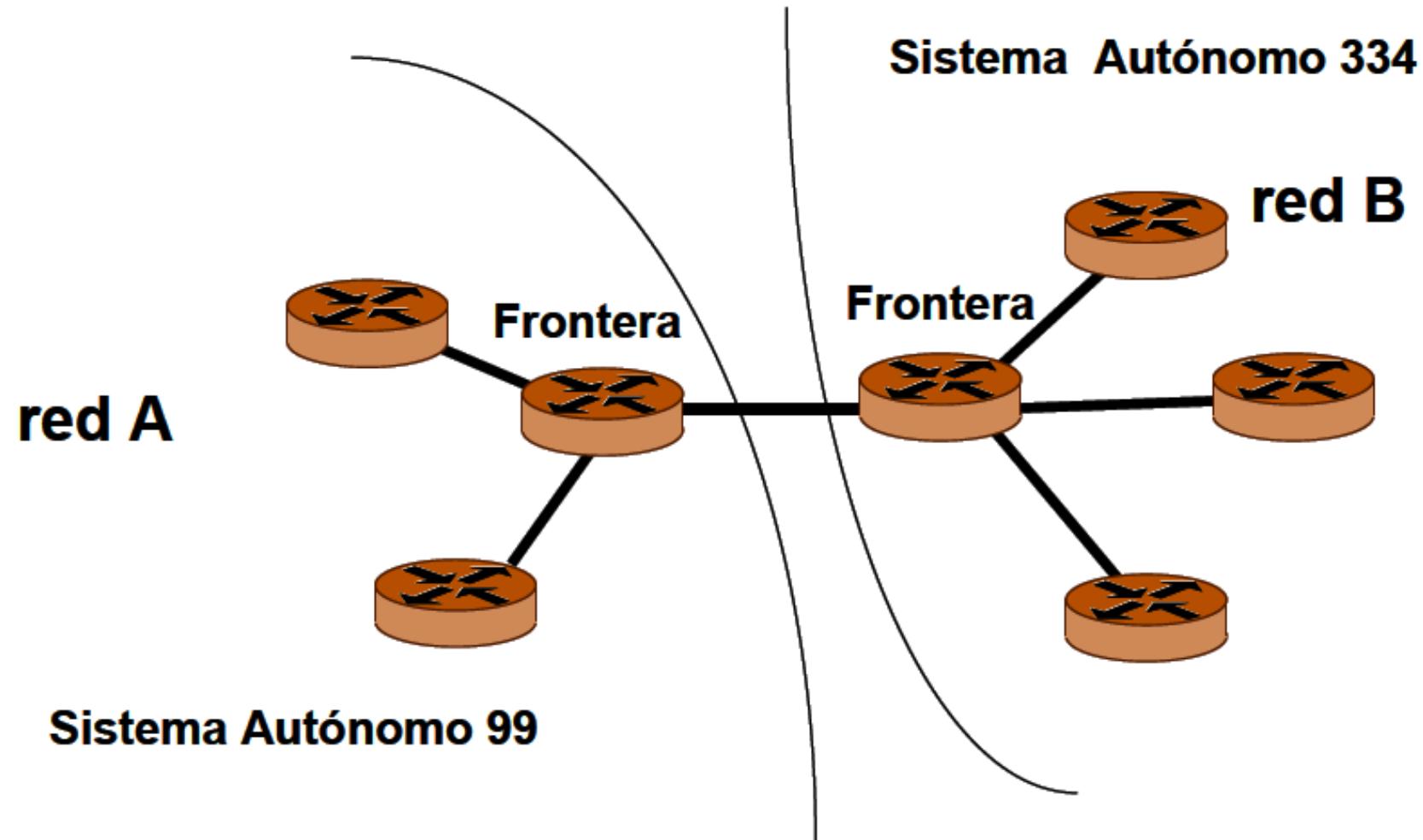


Peering privado

- Conexión punto a punto entre dos AS para transportar tráfico y rutas de encaminamiento
 - Aumenta la fiabilidad del enlace y ofrece gran ancho de banda pero a un coste superior a un peering público
- Una conexión se negocia entre los dos ISP independientemente de los demás
- La infraestructura de interconexión la pagan a medias
- El encaminamiento y el coste son información confidenciales y conocidas solo por los dos AS

1.2 - Actores principales de Internet

Peering privado



1.2 - Actores principales de Internet

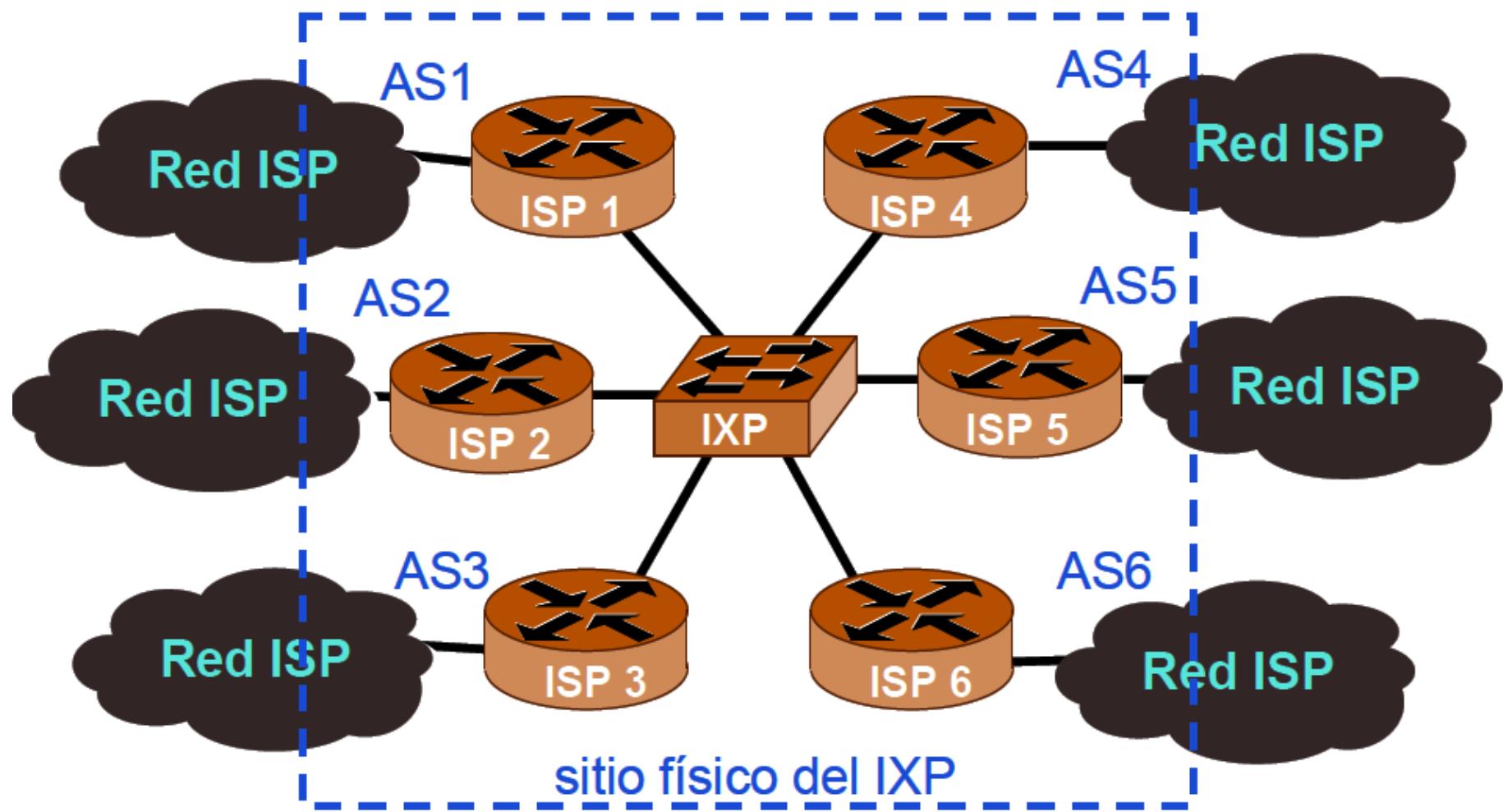


Peering público

- Lugar donde los varios ISP están presente y se interconectan entre ellos a través de un medio compartido
- Interconnection Point (IXP)
 - Punto neutro o punto de interconexión
- Los ISP pagan al IXP para tener la interconexión
- Los ISP establecen luego los peerings que quieren entre ellos
- Objetivo
 - Ahorrar dinero
 - Reducir la latencia (menos ISP intermedios)
 - Mejorar el servicio (protección a fallos o múltiples fallos, ancho de banda garantizado, etc.)

1.2 - Actores principales de Internet

Peering público



1.2 - Actores principales de Internet

IXP internacionales

- Interconecta ISP nacionales e internacionales
 - http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Internet_exchange_points_by_size
- De-Cix
 - <http://www.de-cix.net>
 - El segundo más grande a nivel de tráfico
- Euro-IX
 - www.euro-ix.net
 - <https://www.euro-ix.net/en/forixps/>
 - video de ejemplo a partir del minuto 2:13
 - Con 72 European IXP

1.2 - Actores principales de Internet

IXP internacionales

Short name	Name	City	Country	Established	Members	Maximum throughput (Gbit/s)	Average throughput (Gbit/s)	Values updated
IX.br	Brazil Internet Exchange ^[1]	Aracaju, Belém, Belo Horizonte, Brasília, Cascavel, Campina Grande, Campinas, Campo Grande, Caxias do Sul, Cuiabá, Curitiba, Florianópolis, Fortaleza, Foz do Iguaçu, Goiânia, João Pessoa, Lajeado, Londrina, Maceio, Manaus, Maringá, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, Santa Maria, São José dos Campos, São José do Rio Preto, São Luis, São Paulo, Teresina, Vitória	Brazil	2004	2,725 ^[2]	12,710 ^[3]	7,270 ^[3]	9 July 2020
DE-CIX	Deutscher Commercial Internet Exchange ^[4]	Frankfurt, Hamburg, Munich, Düsseldorf, New York City, Dubai (as UAE-IX), Palermo, Marseille, Istanbul, Dallas, Madrid, Lisbon, Mumbai (as Mumbai IX)	Germany, USA, UAE, Italy, France, Turkey, Spain, Portugal, India	1995	934 ^[5]	9,168 ^[6]	6,613 ^[6]	11 April 2020
AMS-IX	Amsterdam Internet Exchange ^[7]	Amsterdam, ^[8] Haarlem, ^[8] Schiphol-Rijk, ^[8] Willemstad, ^[9] Hong Kong, ^[10] New York City, ^[11] Chicago, ^[12] San Francisco Bay Area, ^[13] Mumbai ^[9]	Netherlands, Curaçao, Hong Kong, USA, India	1997 ^[14]	876 ^[15]	8,148 ^[16]	6,029 ^[16]	31 March 2020
LINX	London Internet Exchange ^[17]	London, Manchester, Edinburgh, Cardiff, Northern Virginia ^[18]	United Kingdom, USA	1994	905 ^[19]	5,260 ^[20]	3,760 ^[20]	30 March 2020
MSK-IX	MSK-IX ^[21]	Moscow, Saint-Petersburg, Novosibirsk, Rostov-on-Don, Stavropol, Samara, Kazan, Ekaterinburg, Vladivostok, Riga	Russia, Latvia	1995	556 ^[22]	4,370 ^[23]	1,920 ^[23]	4 April 2020
DATAIX	DATA-IX ^[24]	Moscow, Saint-Petersburg, Samara, Ufa, Ekaterinburg, Chelyabinsk	Russia, Ukraine, Kazakhstan, Finland, Sweden, Netherlands, Germany	2009	587 ^[25]	3,432 ^[26]	2,320	11 April 2020
France-IX	France-IX ^[27]	Paris, Marseille	France	2010	427 ^[28]	1,530 ^[29]	1,059 ^[29]	31 March 2020
Netnod	Netnod Internet Exchange in Sweden ^[30]	Stockholm, Copenhagen, Sundsvall, Gothenburg, Luleå	Sweden, Denmark	1997	269 ^{[31][32]}	2,277 ^{[32][33]}	1,712 ^[32]	31 March 2020
NL-ix	Neutral Internet Exchange ^[34]	Various cities ^[35]	Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, France, Germany, Italy, Luxembourg, Netherlands, Poland, Sweden, Switzerland, United Kingdom ^[36]	2002 ^[37]	582 ^[38]	3,620 ^[39]	2,410 ^[39]	25 March 2020
Equinix	Equinix Exchange ^[40]	Paris, Zürich, New York (Secaucus, NJ and New York City), Washington, DC (Ashburn, VA), Washington, DC (Vienna, VA), Chicago, Dallas, Los Angeles, Silicon Valley (Palo Alto, CA), Silicon Valley (San Jose, CA), Tokyo, Hong Kong, Singapore, Sydney, Rio de Janeiro, São Paulo, Bogota, Madrid, Barcelona, Lisbon, Geneva, Stockholm, Helsinki	USA, Europe, Japan, Singapore, Hong Kong, Australia, Brazil, Switzerland, Finland, Sweden, Spain, Poland, Colombia, United Kingdom	1998	1800 ^[41]	18,000 ^[42]	9,900 ^[42]	5 August 2020

Fuente imagen: [Wikipedia](#)

1.2 - Actores principales de Internet

IXP

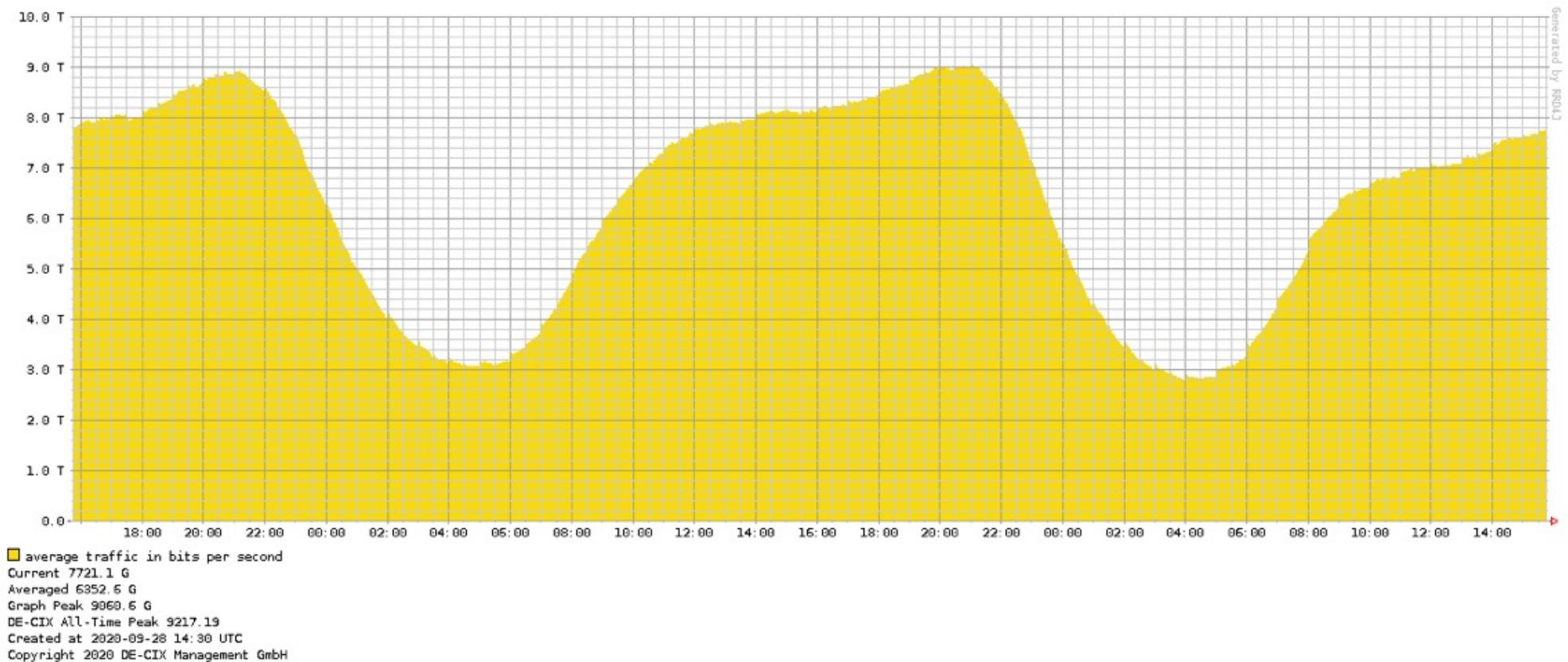


Fuente imagen: <https://www.internetexchangemap.com>

1.2 - Actores principales de Internet

IXP internacionales: De-Cix

2-day graph

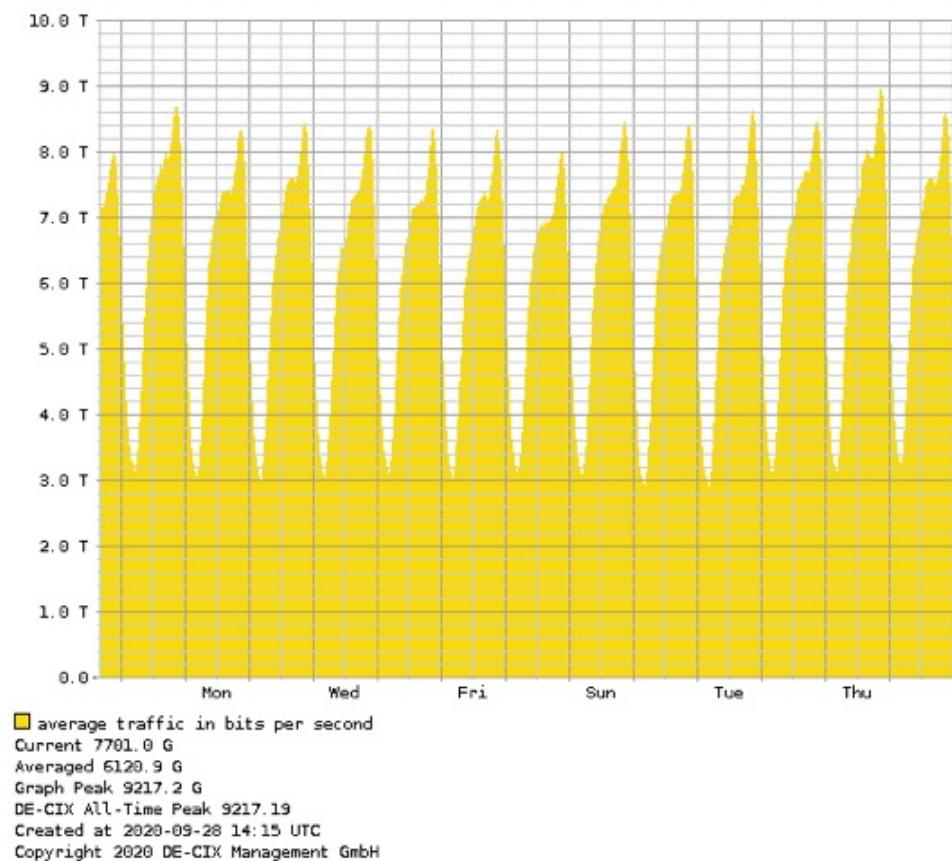


Fuente imagen: <http://www.de-cix.net>

1.2 - Actores principales de Internet

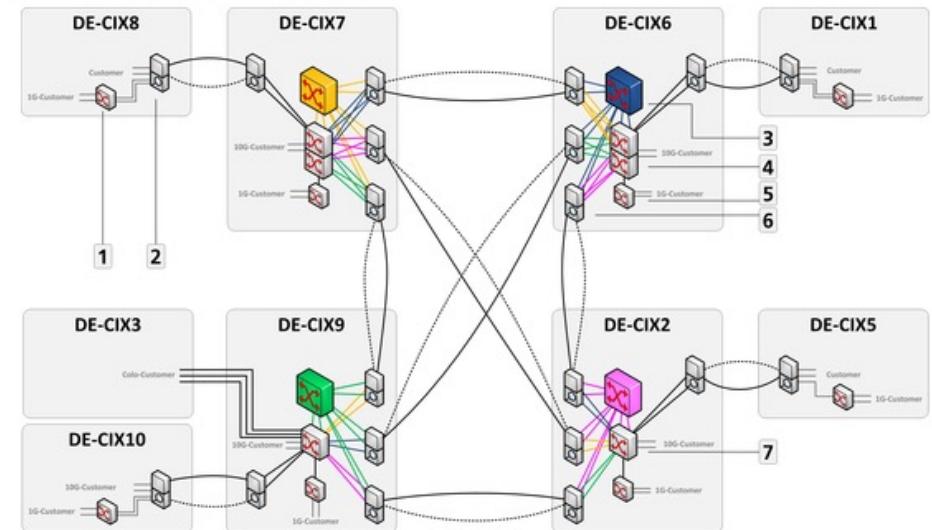
IXP internacionales: De-Cix

2-week graph



Fuente imagen: <http://www.de-cix.net>

DE-CIX Apollon Platform



- 1 Alcatel-Lucent 7210 SAS-M
- 2 ADVA FSP3000R7 for Remote-Locations
- 3 Alcatel-Lucent 7950XRS20 Core-Node
- 4 Alcatel-Lucent 7950XRS40 Edge-Node
- 5 Alcatel-Lucent 7210 SAS-M
- 6 ADVA FSP3000R7 for Interconnect-Connections
- 7 Alcatel-Lucent 7950XRS20 Edge-Node

Capacidad máxima: 1440 x 100 Gbps
(2013)

1.2 - Actores principales de Internet



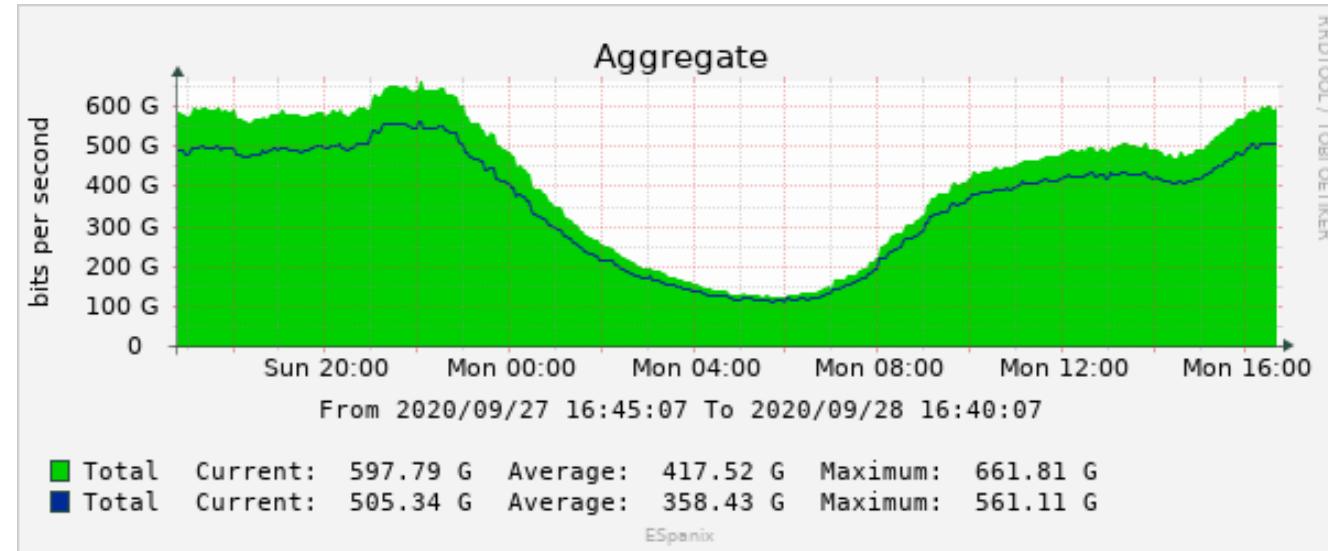
IXP nacionales

- Interconecta ISP que pertenecen a una misma nación
- EspaNix
 - www.espanix.net
 - ~170 clientes y 2 Tb/s de tráfico de media
- CatNix
 - www.catnix.net
 - ~50 partners y 100 Gb/s de tráfico de media

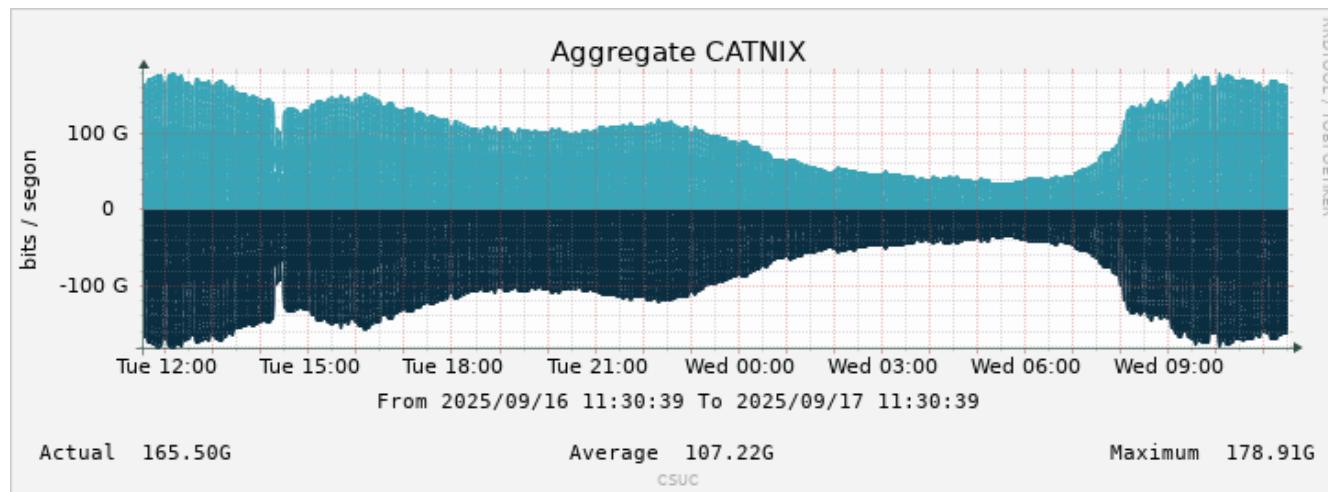
1.2 - Actores principales de Internet

IXP nacionales

- EspaNix

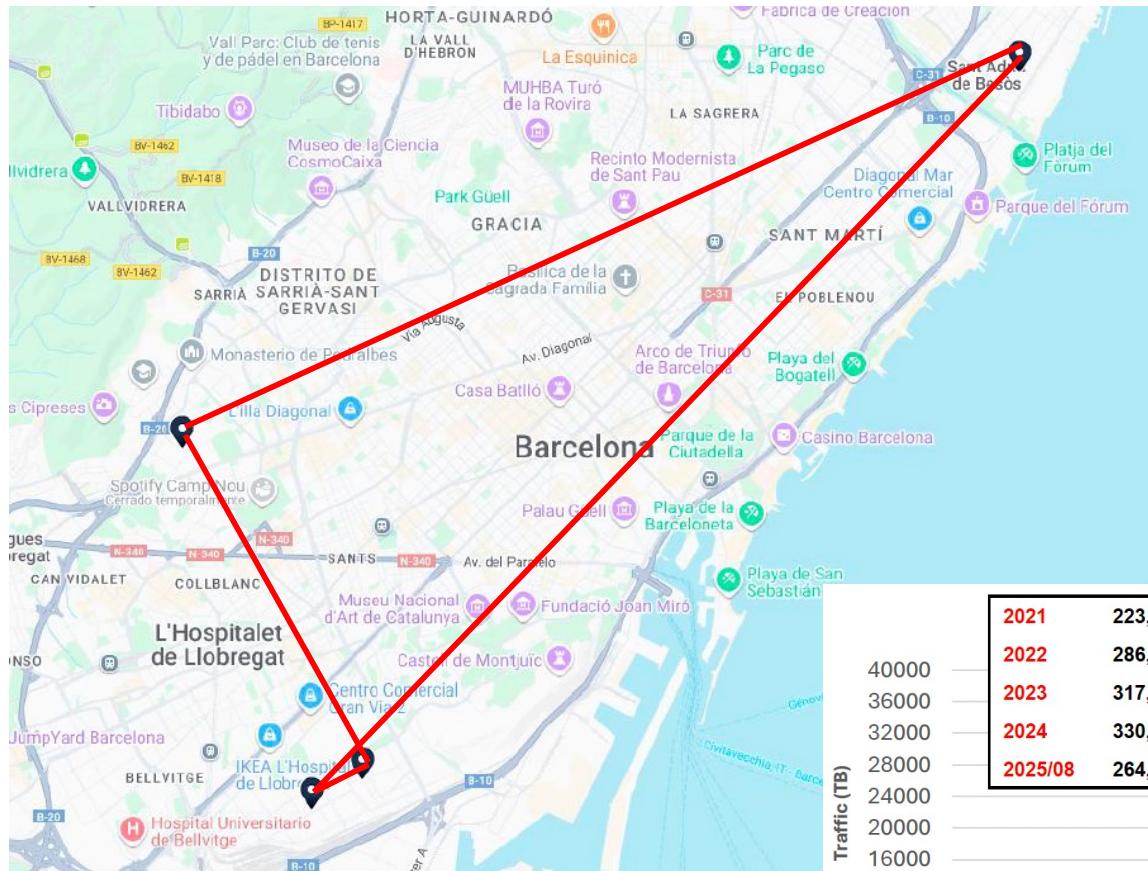


- CatNix

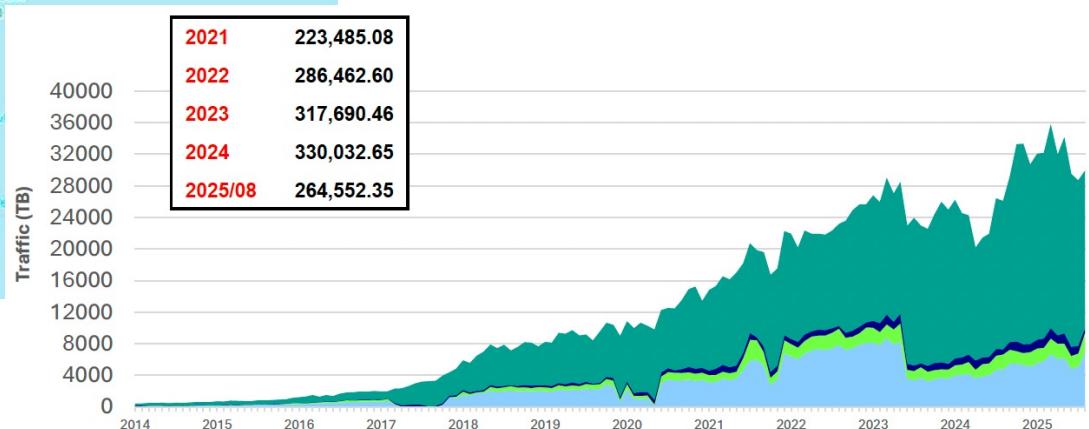


1.2 - Actores principales de Internet

CATNIX

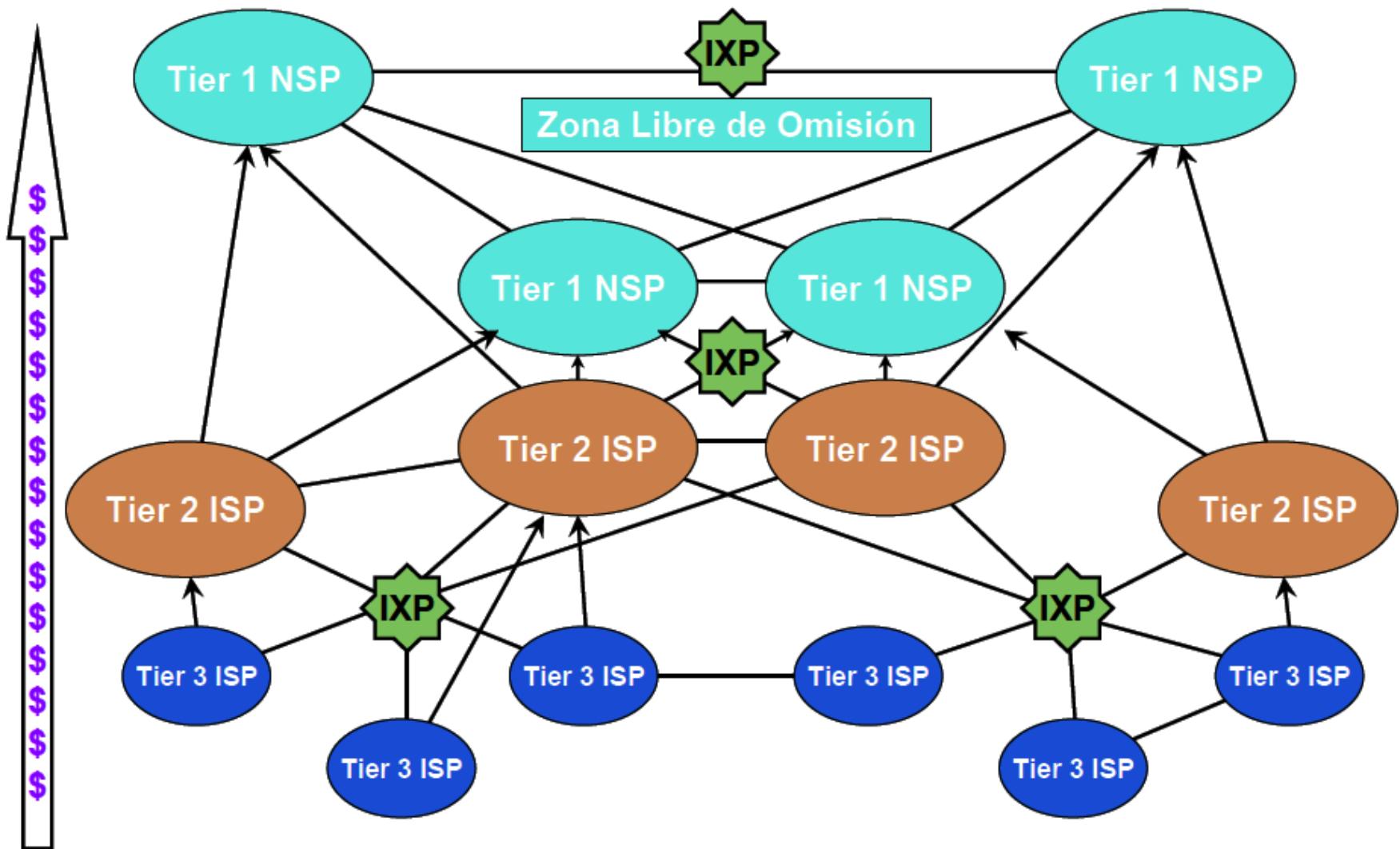


Un anillo con 4 puntos
por redundancia



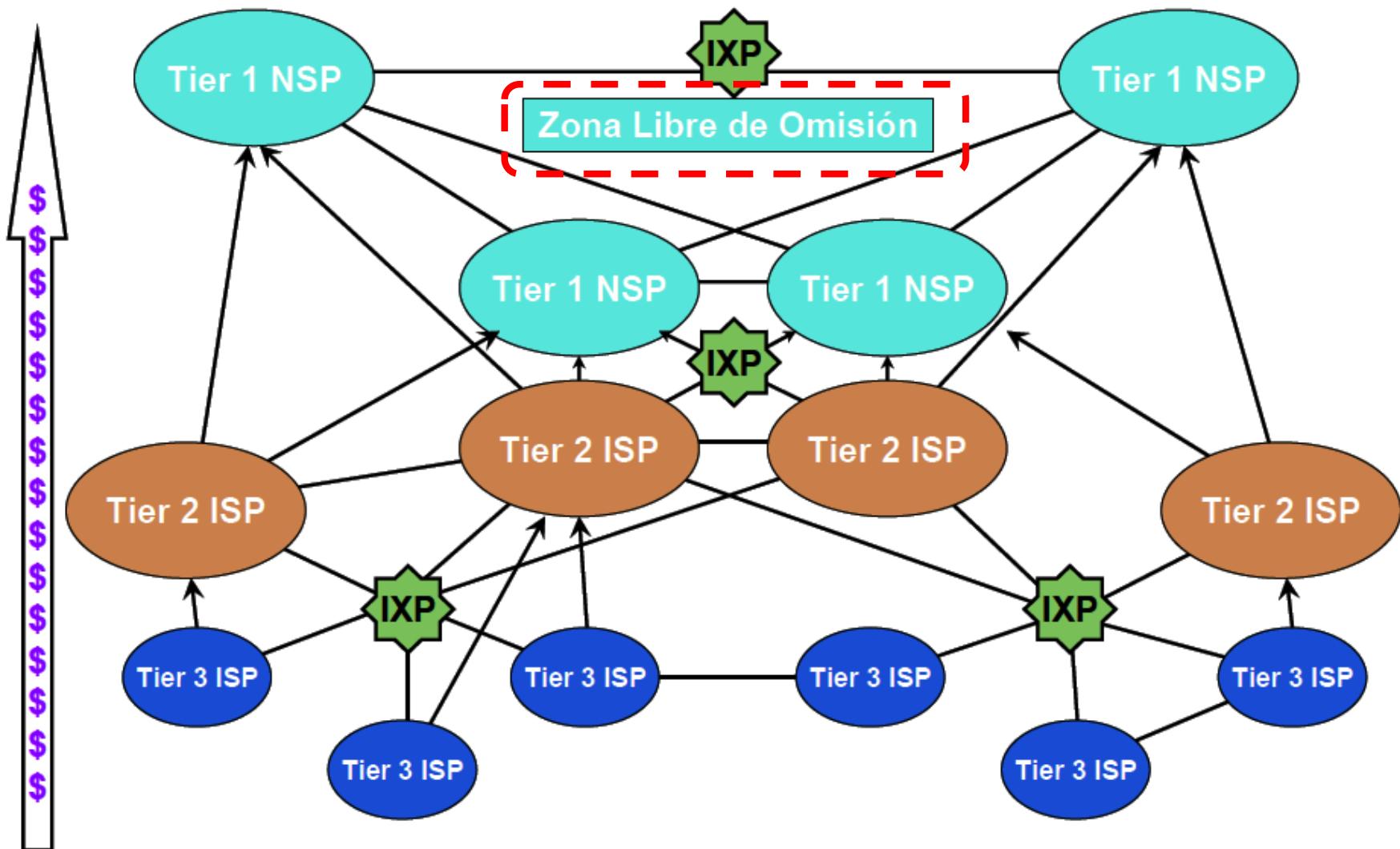
1.2 - Actores principales de Internet

Relación entre ASes



1.2 - Actores principales de Internet

Default-Free Zone



1.2 - Actores principales de Internet



Default-Free Zone

- Zona de default (zona libre de omisión)
 - Pertenecen a la DFZ todos aquellos routers que tienen información de encaminamiento explícito sobre todo el resto de Internet y por lo tanto no necesitan una ruta por defecto
 - Los routers DFZ tienen un conocimiento completo de Internet
 - Es la zona donde se envía el tráfico cuando no existe una entrada explícita en la tabla de encaminamiento
 - Hoy en día, debido a los cambios frecuentes en Internet, no existe ningún router que tiene un conocimiento perfecto de todas las rutas
- Por ejemplo, Router APNIC en Tokyo
 - El mayo 2014, había 494.105 rutas IPv4 y 46.795 AS distintos (172 exclusivamente de tránsito)
 - En septiembre 2025, hay 1.001.915 rutas IPv4 y 77.328 AS distintos (528 exclusivamente de tránsito), fuente: <http://thyme.apnic.net/current/>
- Por ejemplo, IXP grandes son otro posible lugar donde hay un conocimiento casi completo del encaminamiento en Internet

Índice

- Arquitectura general de Internet
- Actores principales de Internet
- Organizaciones principales de Internet
 - CAIDA
 - Potaroo.net
 - ICANN/IANA
 - RIR
- Direccionamiento en Internet

1.3 – Organizaciones principales



CAIDA

- Cooperative Association for Internet Data Analysis
- <http://www.caida.org/home/>
- Proporciona estadísticas sobre los AS
 - Organización, tamaño, números, peering, etc.
- Por ejemplo
 - Orden de AS según el número de AS alcanzables
 - <https://asrank.caida.org>

1.3 – Organizaciones principales

CAIDA

	AS Rank ▲	AS Number ▽	Organization		cone size (ASes) ▽
•	1	3356	Level 3 Parent, LLC	🇺🇸	54316
•	2	1299	Arelion Sweden AB	🇸🇪	41489
•	3	174	Cogent Communications	🇺🇸	39030
•	4	3257	GTT Communications Inc.	🇺🇸	36317
•	5	2914	NTT America, Inc.	🇺🇸	24755
•	6	6453	TATA COMMUNICATIONS (AMERICA) INC	🇺🇸	23429
•	7	6939	Hurricane Electric LLC	🇺🇸	21517
•	8	6762	Telecom Italia Sparkle S.p.A.	🇮🇹	19124
•	9	6461	Zayo Bandwidth	🇺🇸	19056
•	10	3491	PCCW Global, Inc.	🇺🇸	11898
•	11	9002	RETN Limited	🇬🇧	11567
•	12	5511	Orange S.A.	🇫🇷	8047
•	13	12956	TELEFONICA GLOBAL SOLUTIONS SL	🇪🇸	6922
•	14	1273	Vodafone Group PLC	🇪🇺	6694
•	15	7473	Singapore Telecommunications (SINGTEL I...)	🇸🇬	5586
•	16	4637	Telstra International Limited	🇭🇰	4920
•	17	3320	Deutsche Telekom AG	🇩🇪	4304
•	18	12389	PJSC Rostelecom	🇷🇺	4274
•	19	7195	EDGEUNO S.A.S	🇨🇴	3951
•	20	13786	Seabras 1 USA, LLC	🇺🇸	3921

1.3 – Organizaciones principales



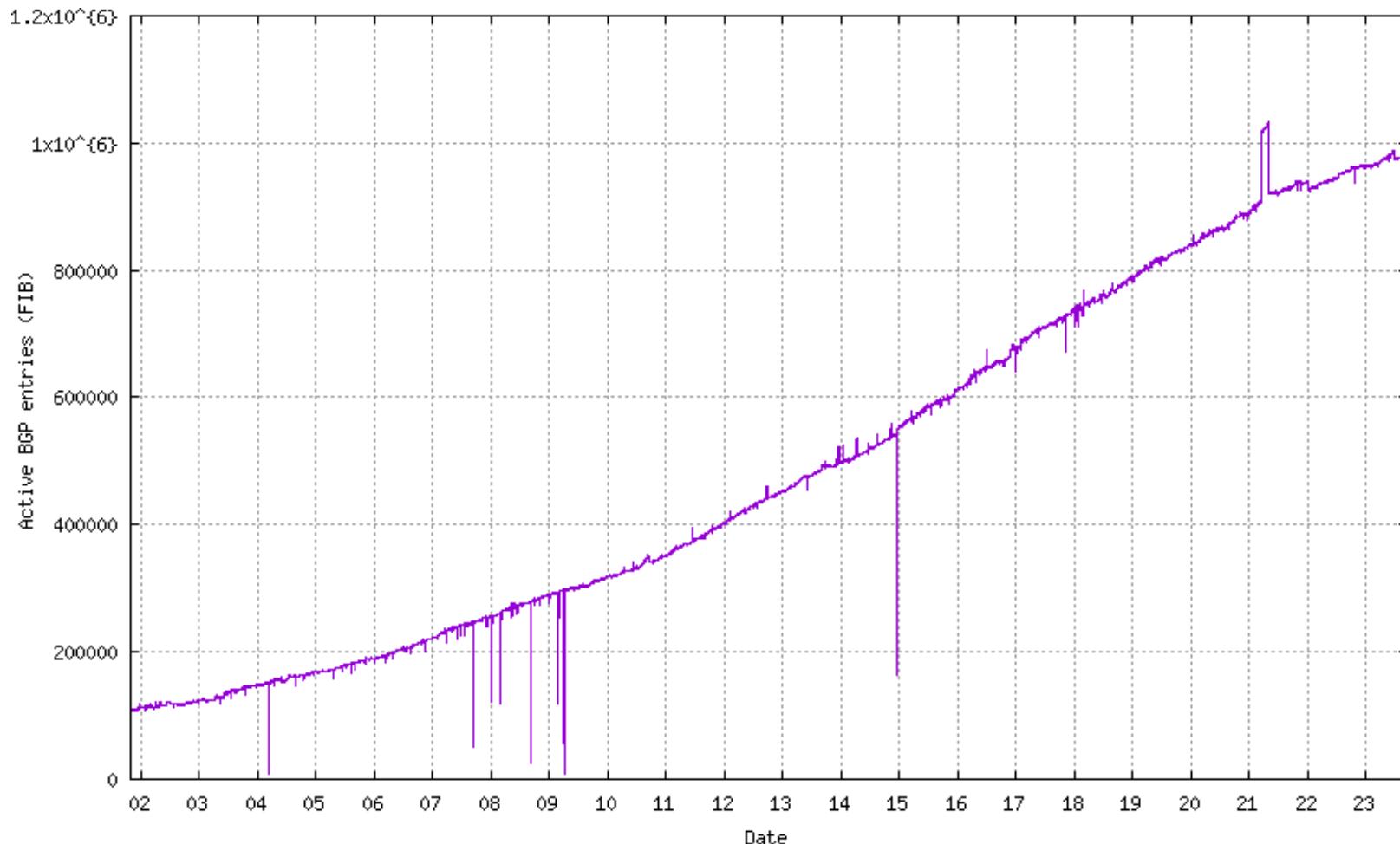
Potaroo.net

- Nace como página personal del Prof. Geoff Huston
 - Adjunct Research Fellow at the Centre for Advanced Internet Architectures (<http://caia.swin.edu.au/>)
- Usa dos puntos de medida en routers públicos en Internet
- Proporciona datos y estadísticas sobre Internet
 - Novedades, artículos, usos, etc.
 - Situación de @IP
 - Situación de ASN
 - Situación de las tablas de encaminamiento en Internet
 - Etc.

1.3 – Organizaciones principales

Potaroo.net

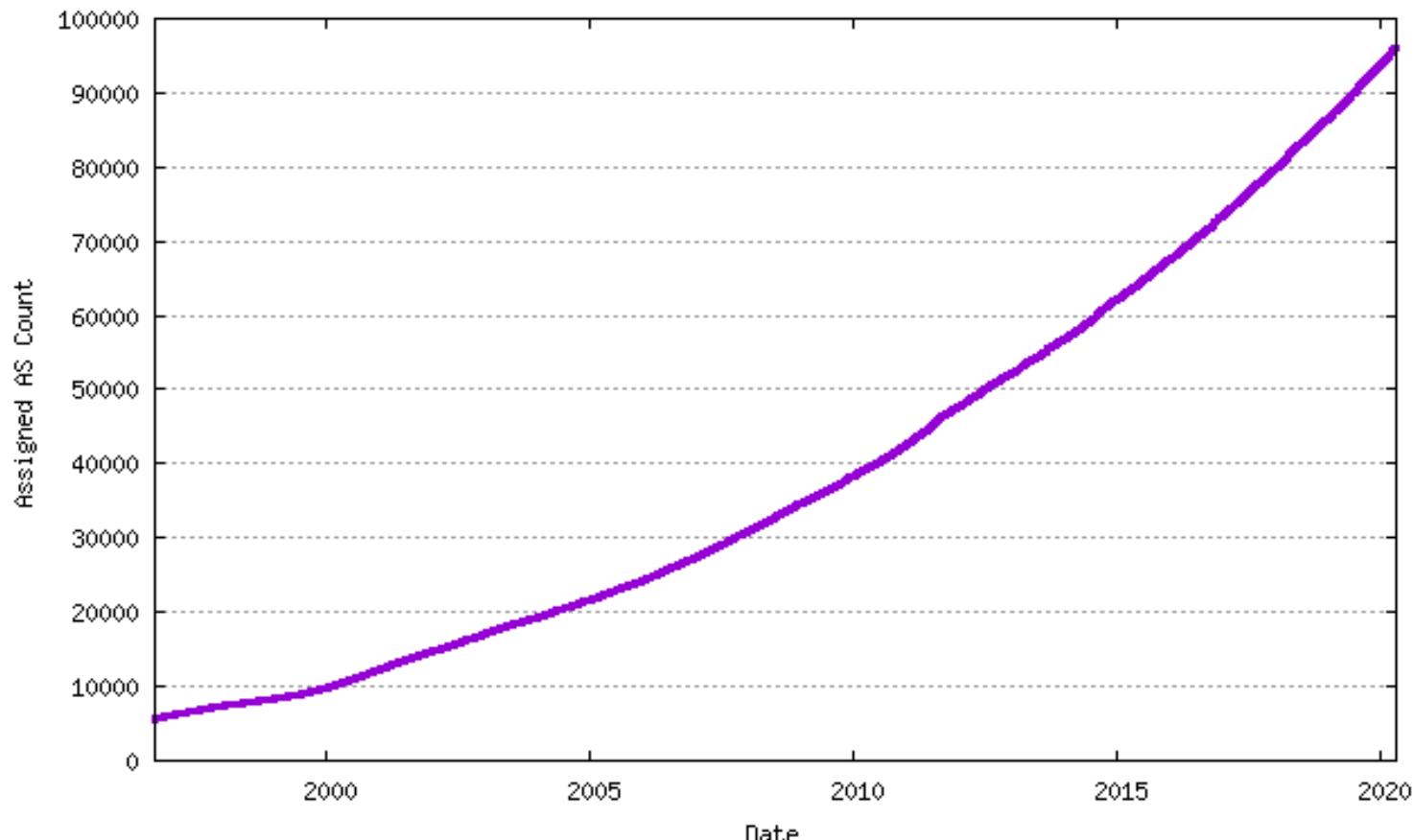
- Tabla de encaminamiento en Internet



1.3 – Organizaciones principales

Potaroo.net

- ASN asignados



1.3 – Organizaciones principales

ICANN/IANA

- Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
- Organización non-profit creada en el 1998
- Se ocupa de mantener la estabilidad y seguridad operacional de Internet
- Funciones
 - Gestiona las direcciones IPv4 e IPv5
 - Gestiona los ASN
 - Aprueba, crea o cambia los TLDs del DNS
 - Registro de los parámetros de los protocolos (puerto 80 → TCP)
- IANA
 - Internet Assigned Number Authority
 - Un departamento de ICANN que se ocupa de las funciones anteriores

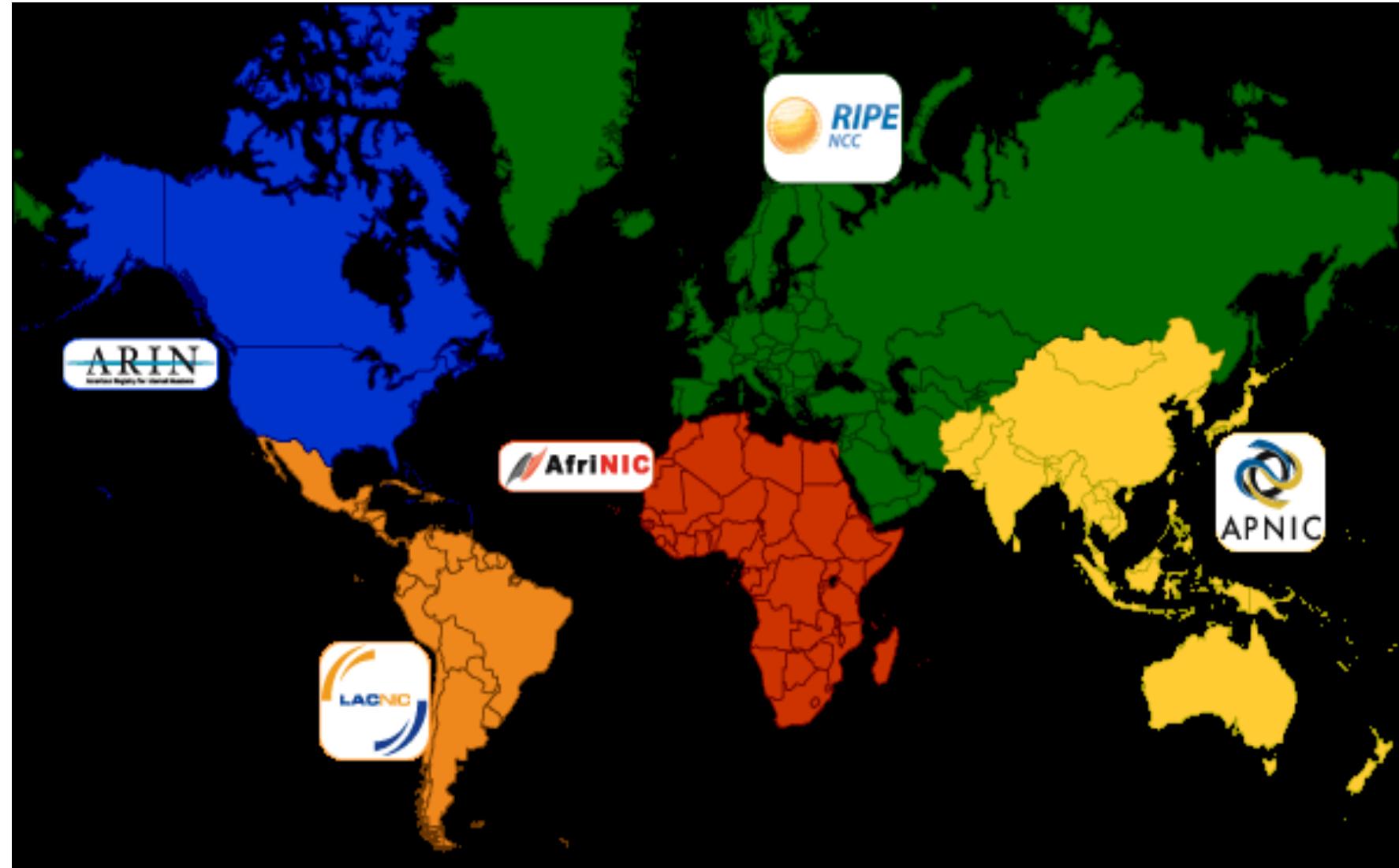
1.3 – Organizaciones principales

Regional Internet Registry

- Organizaciones independientes que dan soporte a la coordinación de los recursos de Internet
- Desarrollan políticas comunes y promueven “best current practice” en Internet
 - Asignar bloques de direcciones IPv4 e IPv6 y de ASN a sus miembros
 - No se ocupan de la gestión de los nombres de dominio (tarea de ICANN)
- Se han creado 5 RIR
 - AfriNIC: África
 - APNIC: Asia y Pacífico
 - ARIN: Norte América
 - LACNIC: Latino América y Caribe
 - RIPE NCC: Europa, Oriente Medio y Asia Central

1.3 – Organizaciones principales

Regional Internet Registry



1.3 – Organizaciones principales



Regional Internet Registry

- Creado y gestionado por las operadoras de red
- Primer RIR fue RIPE NCC creado en mayo 1992
 - Ámsterdam, País Bajo
 - 109 países, > 18.000 miembros, www.ripe.net
- APNIC (Tokyo), 1993
 - 39 países, > 6.000 miembros, www.apnic.net
- ARIN (Chantilly, Virginia), 1997
 - 70 países, > 10.000 miembros, www.arin.net
- LACNIC (Montevideo, Uruguay), 2002
 - 33 países, > 12.000 miembros, www.lacnic.org
- AfriNIC (Mauritius), 2004
 - 18 países, > 1.000 miembros, www.afrinic.net

1.3 – Organizaciones principales

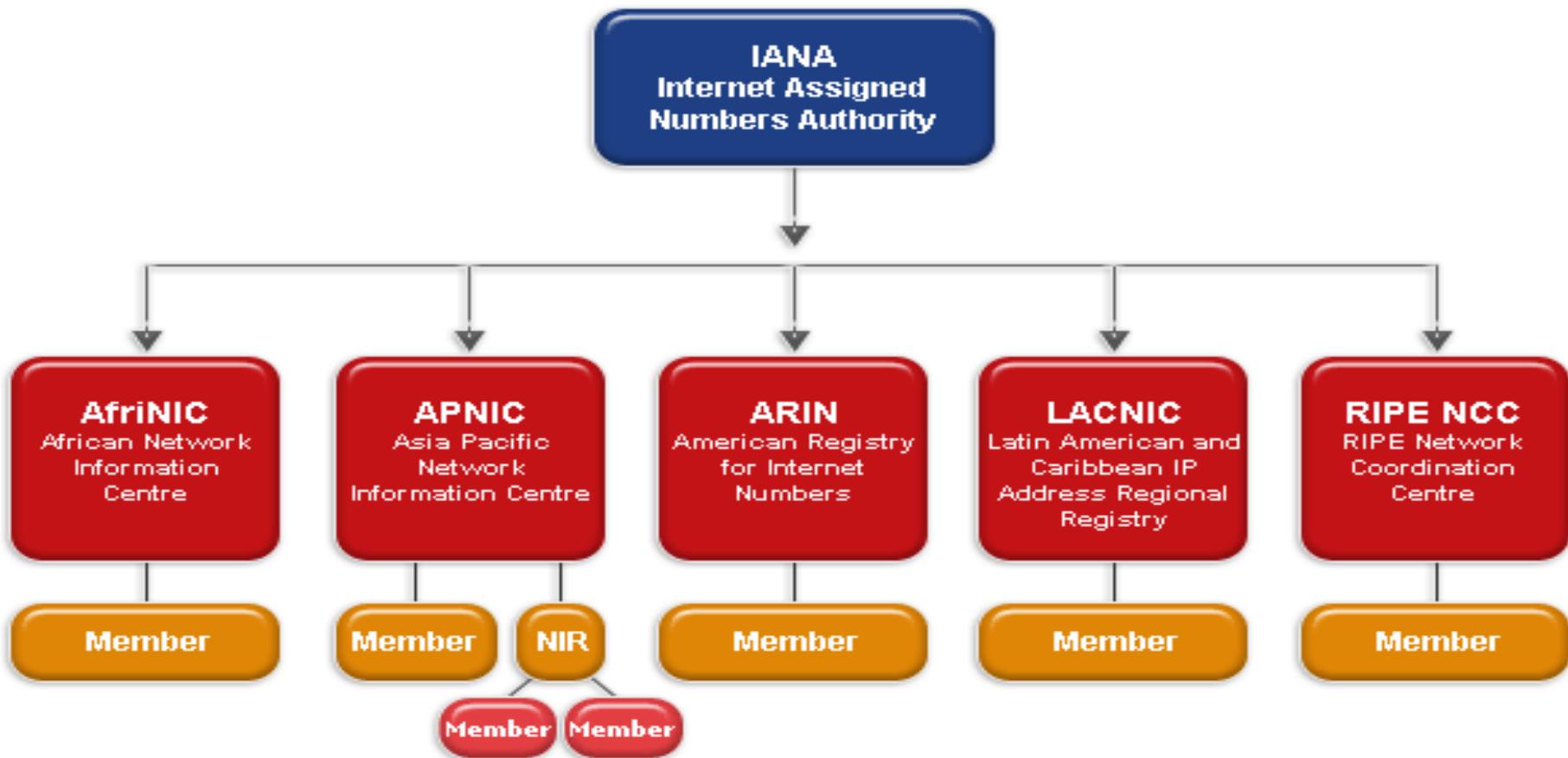


Regional Internet Registry

- IANA asigna bloques de @IP y ASN a los RIR
- Los RIR a su vez asignan bloques a sus miembros
 - Los miembros de los RIR se llaman Local Internet Registries (LIR)
- Los LIR suelen ser ISP, redes corporativas, redes académicas
- Los usuarios finales reciben @IP de los LIR

1.3 – Organizaciones principales

Regional Internet Registry



1.3 – Organizaciones principales



RIPE NCC

- Réseaux IP Européens Network Coordination Centre
- <http://www.ripe.net/>
- Datos & Herramientas
 - Proporciona bases de datos y herramientas de monitorización para mantener la estabilidad y la seguridad de las operaciones en Internet
 - Proporciona mediciones y análisis que se pueden utilizar para una variedad de actividades operativas, gubernamentales y de aplicación de la ley
 - Datos sobre los registros de las @IP y ASN asignados por RIPE NCC
 - Opera 1 de los 13 root Name Servers

1.3 – Organizaciones principales



RIPE NCC

The screenshot shows the RIPE NCC website's main navigation bar with links for 'IPs & ASNs', 'Analyse', 'Participate', 'Community', 'Support', 'Publications', and 'About'. A search icon and user profile icons are also present.

IPs & ASNs

We distribute Internet number resources to our members and provide tools to help them manage their allocations and assignments.

[Visit page →](#)

IPv4

- Request /24 Allocation
- IPv4 Run-out
- How Does The IPv4 Waiting List Work?
- IPv4 Transfer Request
- IPv4 Waiting List

IPv6

- Request IPv6
- IPv6 Info Centre

AS Numbers

- Reassigning Referenced AS Numbers

RIPE Database

- Whois Search
- Webupdates
- Database Support

LIR Portal

Resource Transfers and Mergers

- Inter-RIR Transfers
- Mergers and Acquisitions

Legacy Internet Resources

- Documentation

Documentation for Resource Management

- Resource Public Key Infrastructure (RPKI)
- Policy Implementation Status
- Assisted Registry Check

[Close X](#)

1.3 – Organizaciones principales



RIPE NCC

Local Internet Registries offering service in Spain

Extra large

- VODAFONE ESPANA, S.A.U.
- Jazz Telecom S.A.
- Cableuropa S.A.U.
- TELEFONICA DE ESPANA
- France Telecom Espana SA

Large

- NetArt Group s.r.o. <Registry Based in Czech Republic>
- VODAFONE ESPANA S.A.
- R cable y telecomunicaciones
- Euskaltel S.A.
- ServiHosting Networks S.L.
- Sociedad Promotora de las Telecomunicaciones en Asturias -Telecable
- France Telecom Espana S.A.
- Akamai Technologies <Registry Based in EU>
- Equant Inc. <Registry Based in EU>
- AT&T Global Network Services Nederland B.V. <Registry Based in EU>
- Ovh Systems <Registry Based in France>
- NXP Semiconductors Netherlands B.V. <Registry Based in Netherlands>
- Priority Telecom N.V. <Registry Based in Netherlands>
- Resilans AB <Registry Based in Sweden>
- COLT Technology Services Group Limited <Registry Based in United Kingdom>
- Interoute Communications Limited <Registry Based in United Kingdom>

Medium

- Init Seven AG <Registry Based in Switzerland>
- GHOSNet GmbH <Registry Based in Germany>
- IP Exchange GmbH <Registry Based in Germany>
- iQom Business Services GmbH <Registry Based in Germany>
- ISP-Solution Unternehmergeellschaft (haftungsbeschränkt) <Registry Based in Germany>
- netdirect <Registry Based in Germany>
- Star.Hosting o V <Registry Based in Germany>

- Adamo Telecom Iberia S.A. <Registry Based in Sweden>

- ClaraNET LTD <Registry Based in United Kingdom>
- Regus Management Limited <Registry Based in United Kingdom>
- XILO Communications Ltd. <Registry Based in United Kingdom>

Small

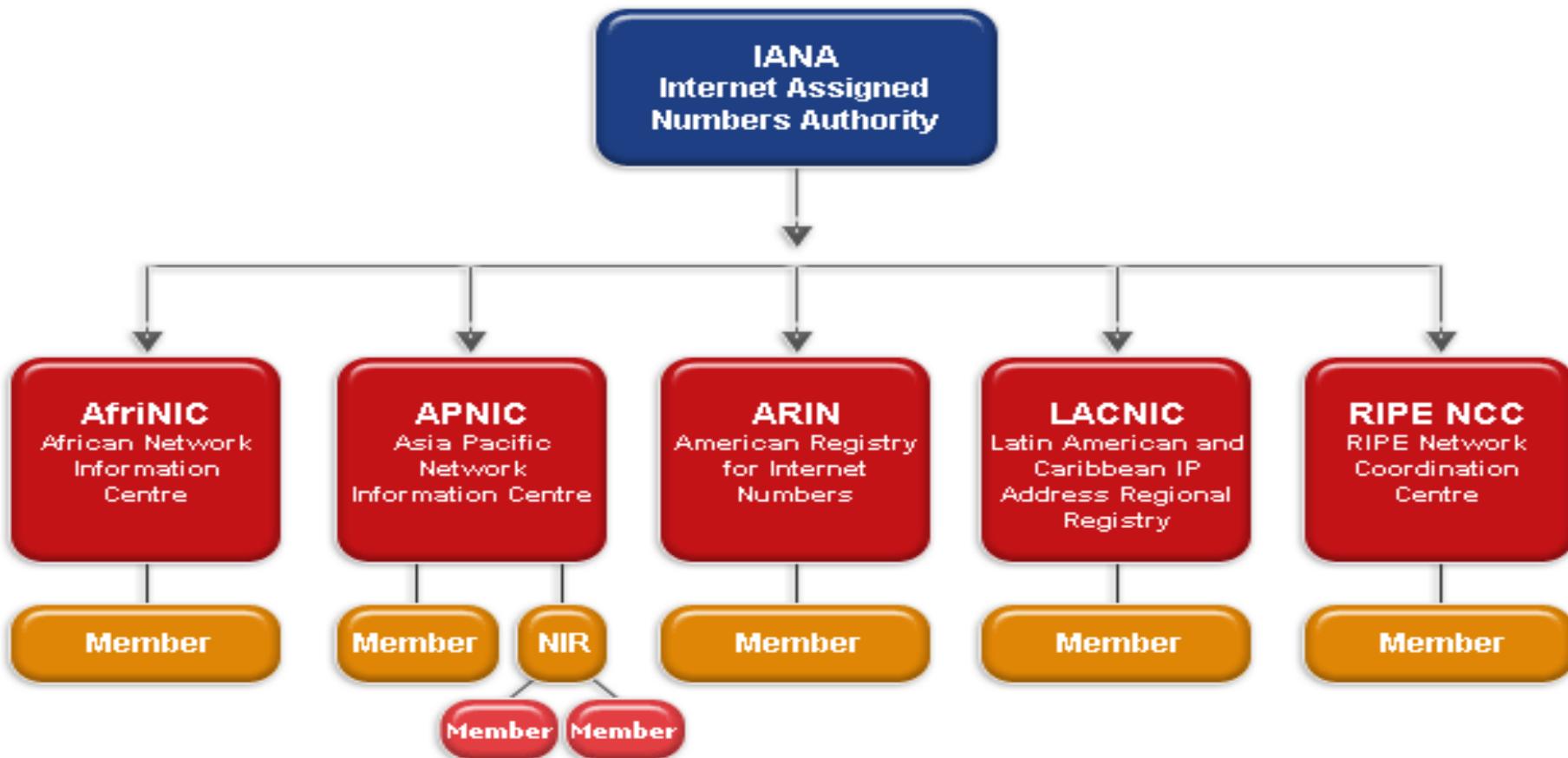
- SPEEDNIC S.R.L. <Registry Based in Austria>
- Digital Knowledge <Registry Based in Belgium>
- Global Telephone & Telecommunication S.A. (GT&T) <Registry Based in Belgium>
- RealDolmen NV <Registry Based in Belgium>
- Voxbone <Registry Based in Belgium>
- D21 SA <Registry Based in Switzerland>
- MEDIA LITE SA <Registry Based in Switzerland>
- Worldsoft SA <Registry Based in Switzerland>
- The MVS Group Ltd <Registry Based in Cyprus>
- Amadeus Data Processing GmbH <Registry Based in Germany>
- Bayer AG, Leverkusen <Registry Based in Germany>
- B. Braun Melsungen AG <Registry Based in Germany>
- Bechtle AG <Registry Based in Germany>
- CeTEL GmbH <Registry Based in Germany>
- Consultix GmbH <Registry Based in Germany>
- European Space Agency (ESA) <Registry Based in Germany>
- Computacenter AG & Co.oHG <Registry Based in Germany>
- MIVITEC GmbH <Registry Based in Germany>
- SAP-AG Walldorf <Registry Based in Germany>
- Winkhaus Data GmbH <Registry Based in Germany>
- XING AG <Registry Based in Germany>
- DANISCO <Registry Based in Denmark>
- Deepak Mehta FIE <Registry Based in Estonia>
- ACTIVIDADES DE CONSULTORIA Y TELECOMUNICACIONES, S.A.
- SERVICLEOP SL
- Banco Sabadell
- OGIC Informatica S.L. - ADAM Internet
- ADIF
- ADW Europe SL

Índice

- Arquitectura general de Internet
- Actores principales de Internet
- Organizaciones principales de Internet
- **Direccionamiento en Internet**
 - Asignación de @IP y ASN
 - Situación IPv4
 - Situación ASN

1.4 – Direccionamiento en Internet

Regional Internet Registry



1.4 – Direccionamiento en Internet



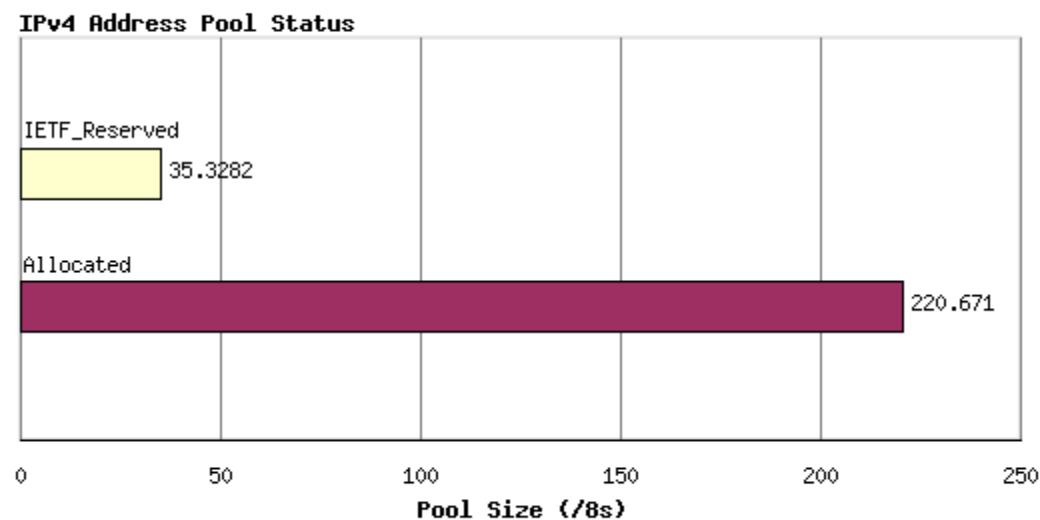
De IANA a los usuarios finales

- Los RIR gestionan las @IP y los números ASN
- Las @IP no se compran, se alquilan y se paga un mantenimiento anual
- IANA (Internet Assigned Numbers Authority) alquila a los RIR bloques de /8
 - netID de 8 bits
 - hostID de 24 bits -> 16.78 millones de @IP por bloque
- RIR subalquila bloques a partir de /8 a los Local Internet Registries (LIRs)
 - RIPE NCC (por ejemplo) alquila bloques entre /8 y /21
 - Si petición menor que /21, se pide a un LIR
- LIR puede pedir mas bloques si ha gastado 80% de lo que tiene
- Los LIRs luego asignan @IP a los end users
 - Entidades
 - Usuarios finales

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Bloques disponibles en IANA

- 220,667 bloques /8 (alrededor de 221 bloques /8)
- 35,3282 bloques /8 están reservados por IETF
 - Direcciones multicast (224.0.0.0 – 239.255.255.255)
 - Direcciones particulares como 0.0.0.0/8 y 127.0.0.0/8
 - Redes privadas (como por ejemplo 10.0.0.0/8)
 - Futuros usos (240.0.0.0 – 255.255.255.255)

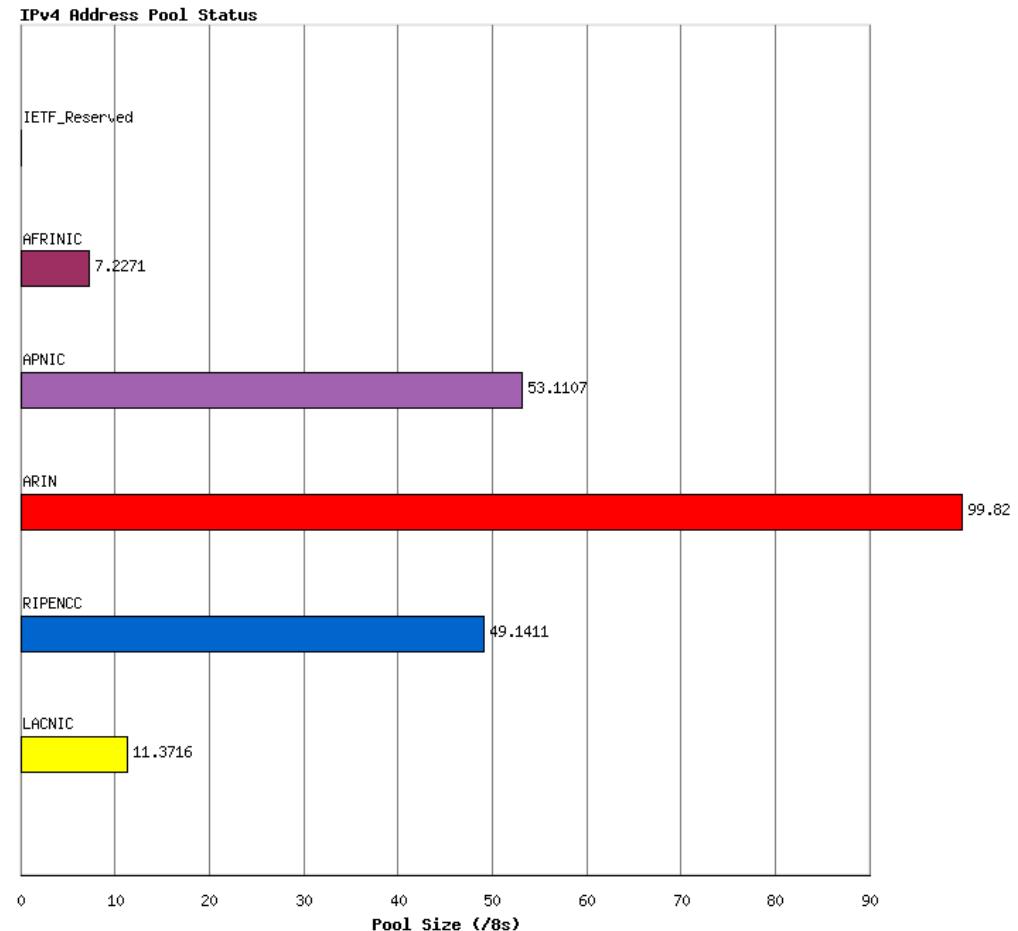


Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Repartición entre RIRs

- Estos (casi) 221 bloques /8, están repartidos de esta manera entre los RIRs
 - 7 AfriNIC
 - 52 APNIC
 - 100 ARIN
 - 49 RIPE-NCC
 - 11 LACNIC

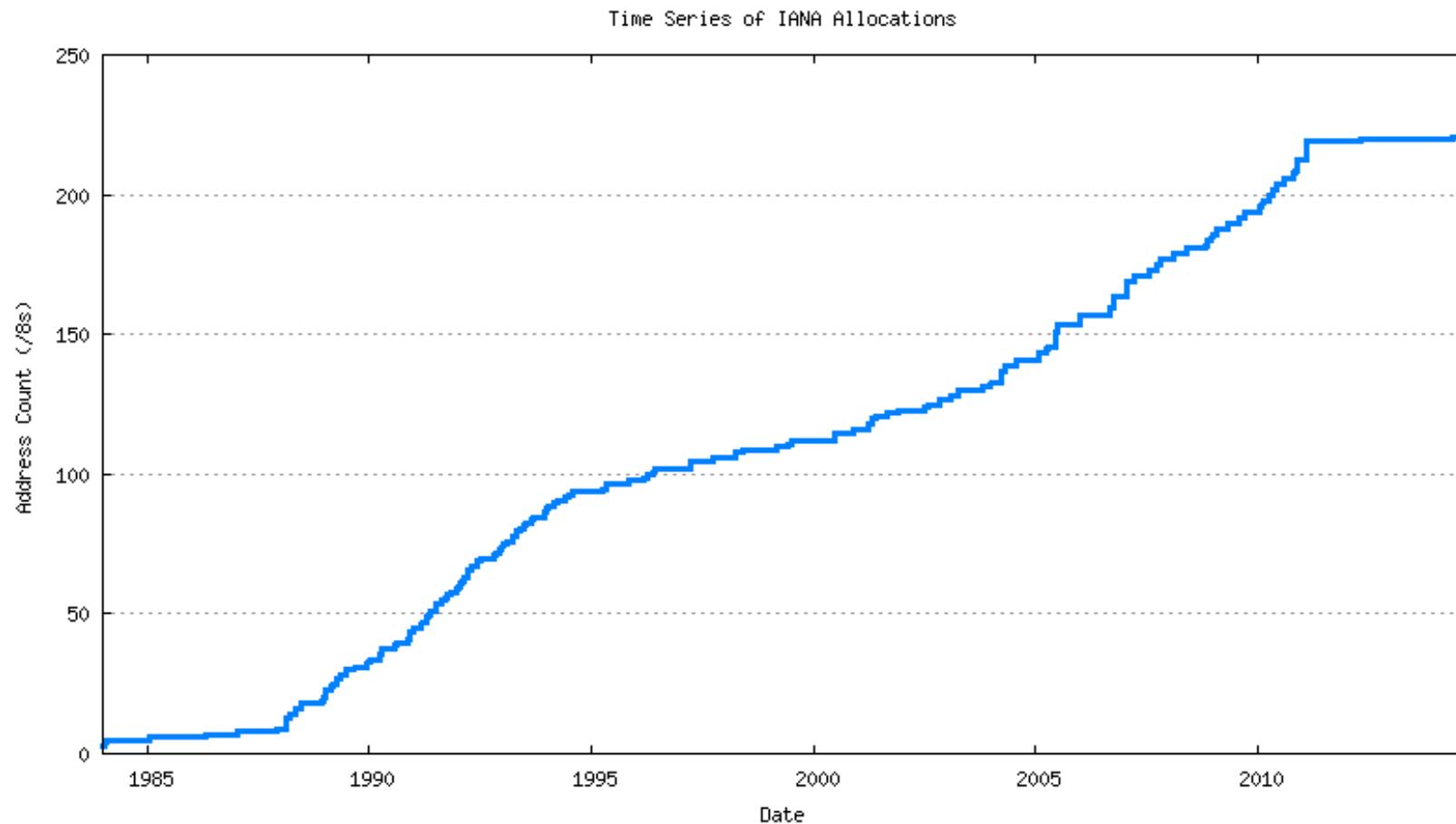


Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Situación IPv4

- Últimos bloques /8 asignado por IANA a las RIRs el 3 de Febrero 2011

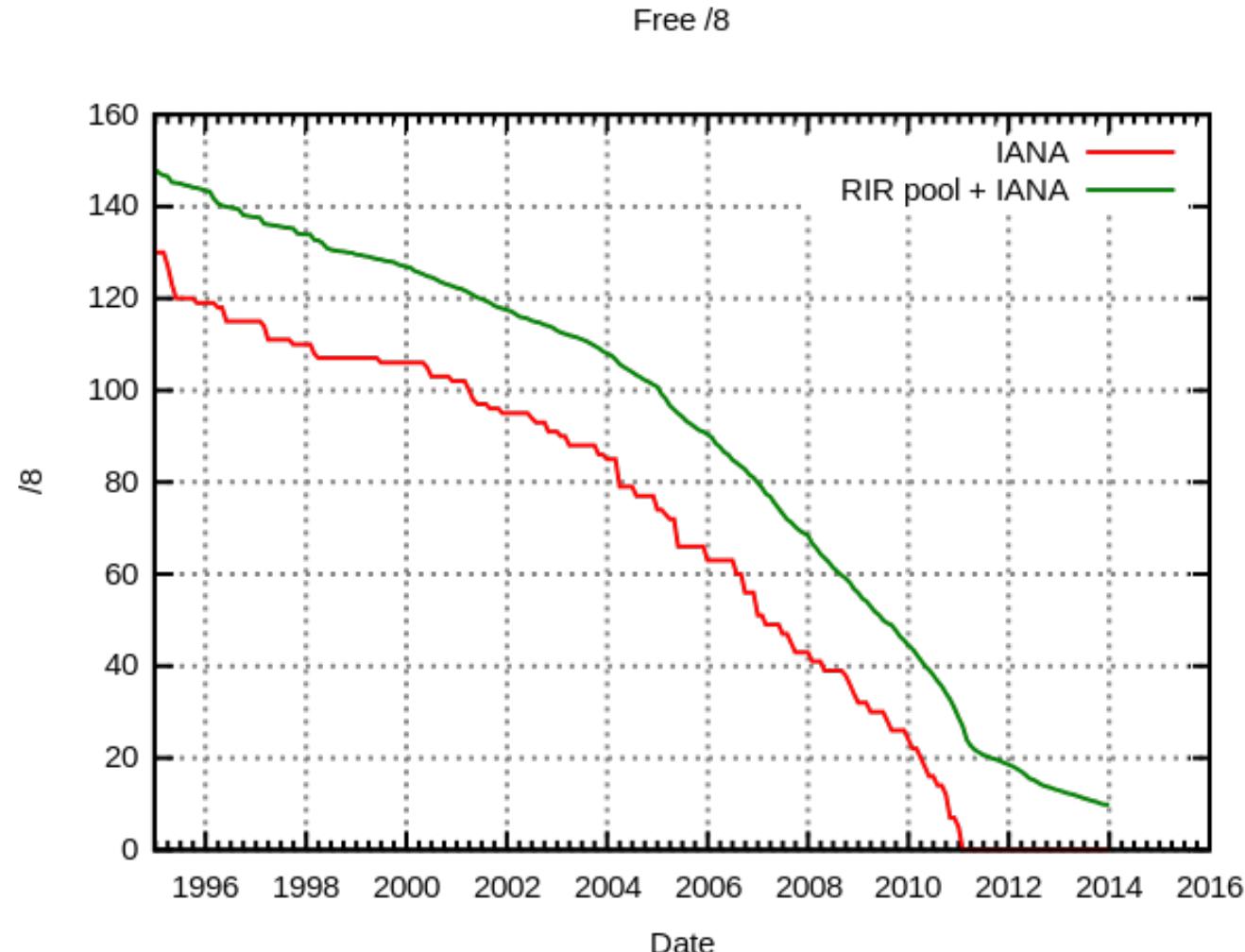


Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Situación IPv4 (Sept. 2014)

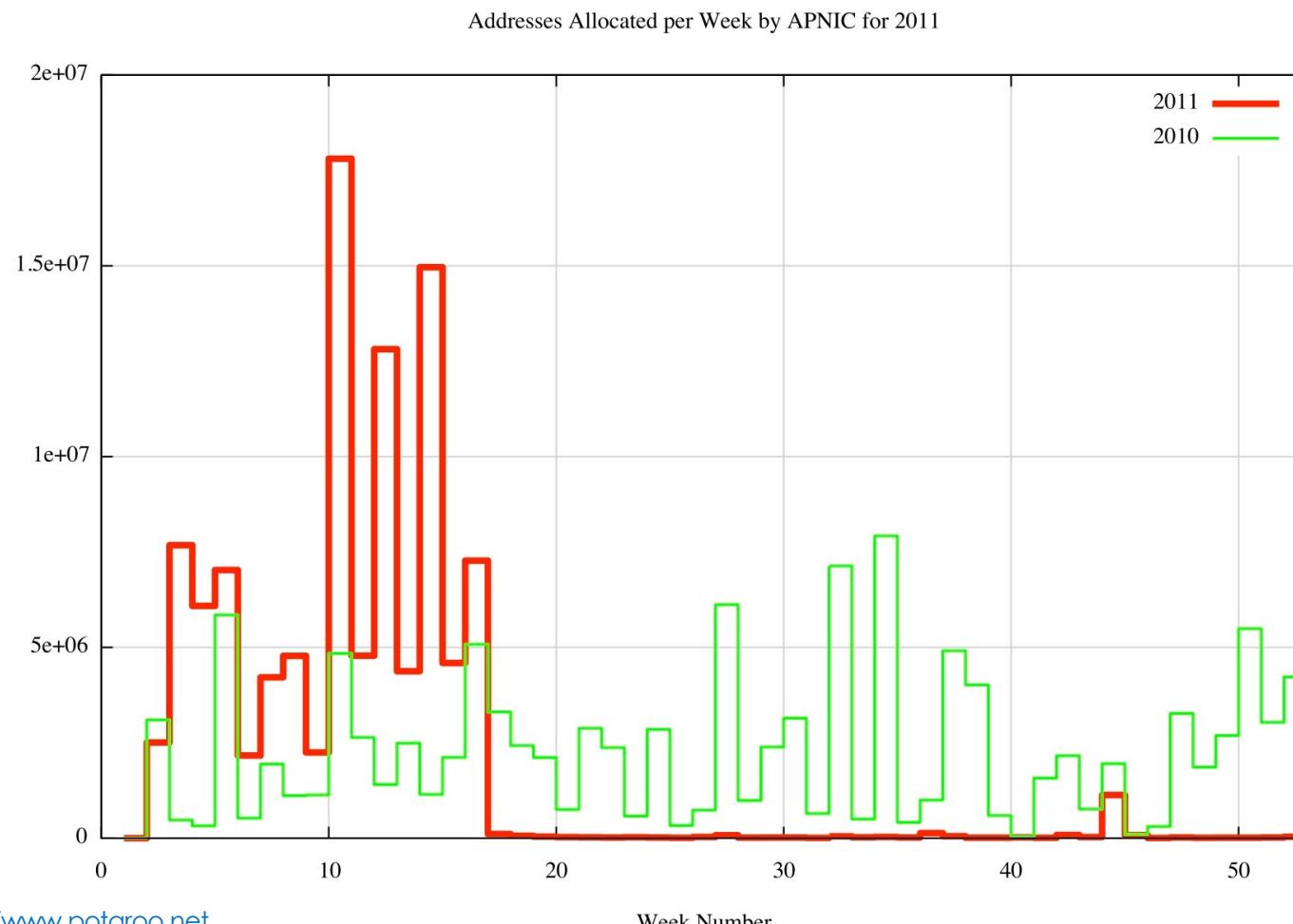
- Los RIR seguían teniendo disponibilidad



1.4 – Direcccionamiento en Internet

Pánico en Asia

- Asignación en APNIC en 2010 y 2011



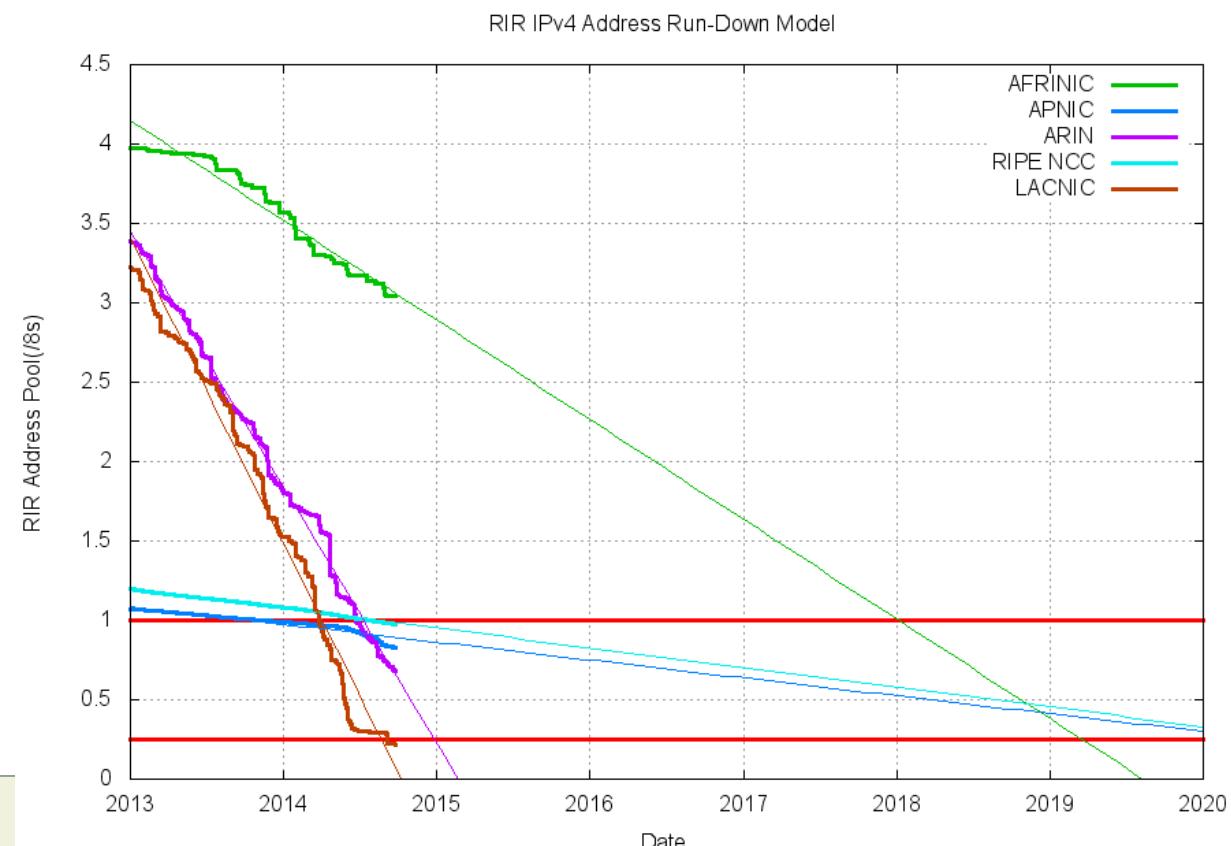
Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Situación IPv4 (Sept. 2014)

- Previsión de agotamiento de bloques /8

- | | | |
|------------|-------------|---------------------------------------------|
| • APNIC | 19-Apr-2011 | (quedaban 0,83, unas 13 millones de @IPv4) |
| • RIPE-NCC | 14-Sep-2012 | (quedaban 0,98, unas 15 millones de @IPv4) |
| • LACNIC | 10-Jun-2014 | (quedaban 0,22, unas 3,7 millones de @IPv4) |
| • ARIN | 8-Mar-2015 | |
| • AfriNIC | 23-Jun-2019 | |

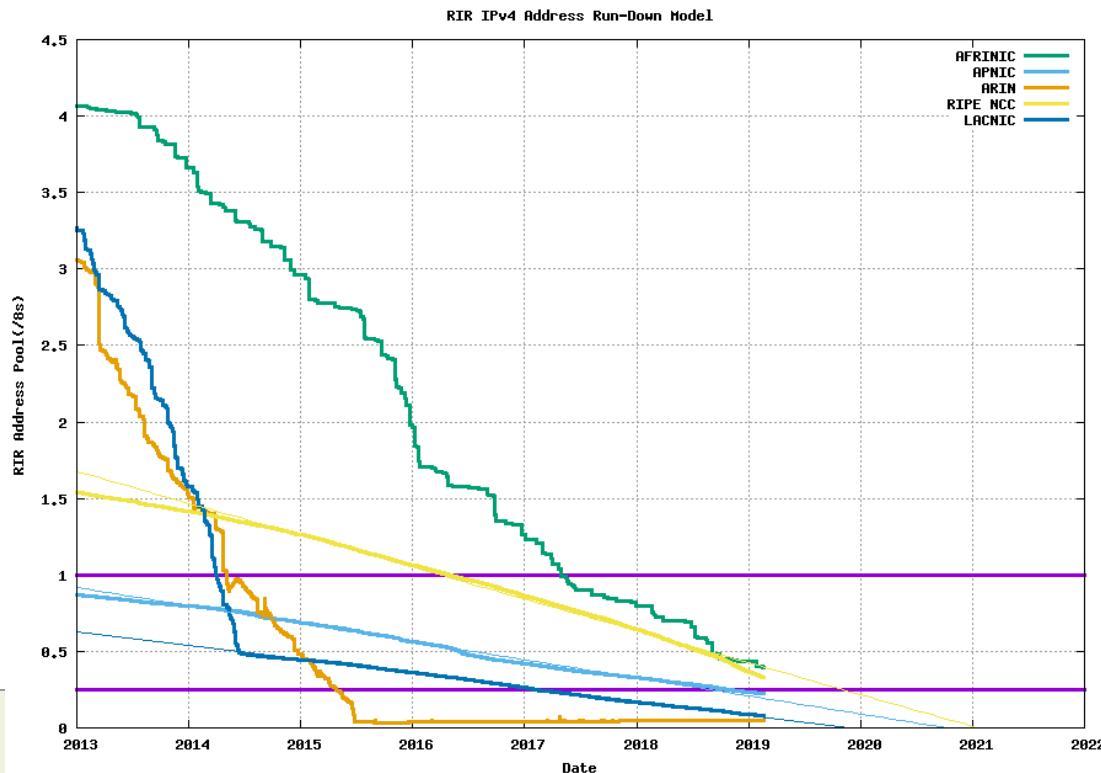


Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Situación IPv4 (Feb. 2019)

- Previsión de agotamiento de bloques /8
 - APNIC 19-Apr-2011 (quedaban 0,223, unas 3,7 millones de @IPv4)
 - RIPE-NCC 14-Sep-2012 (quedaban 0,328, unas 5,5 millones de @IPv4)
 - LACNIC 10-Jun-2014 (quedaban 0,0796, unas 1,3 millones de @IPv4)
 - ARIN 24-Sep-2015 (quedaban 0,398, unas 6,68 millones de @IPv4)
 - AfriNIC 27-Sep-2019

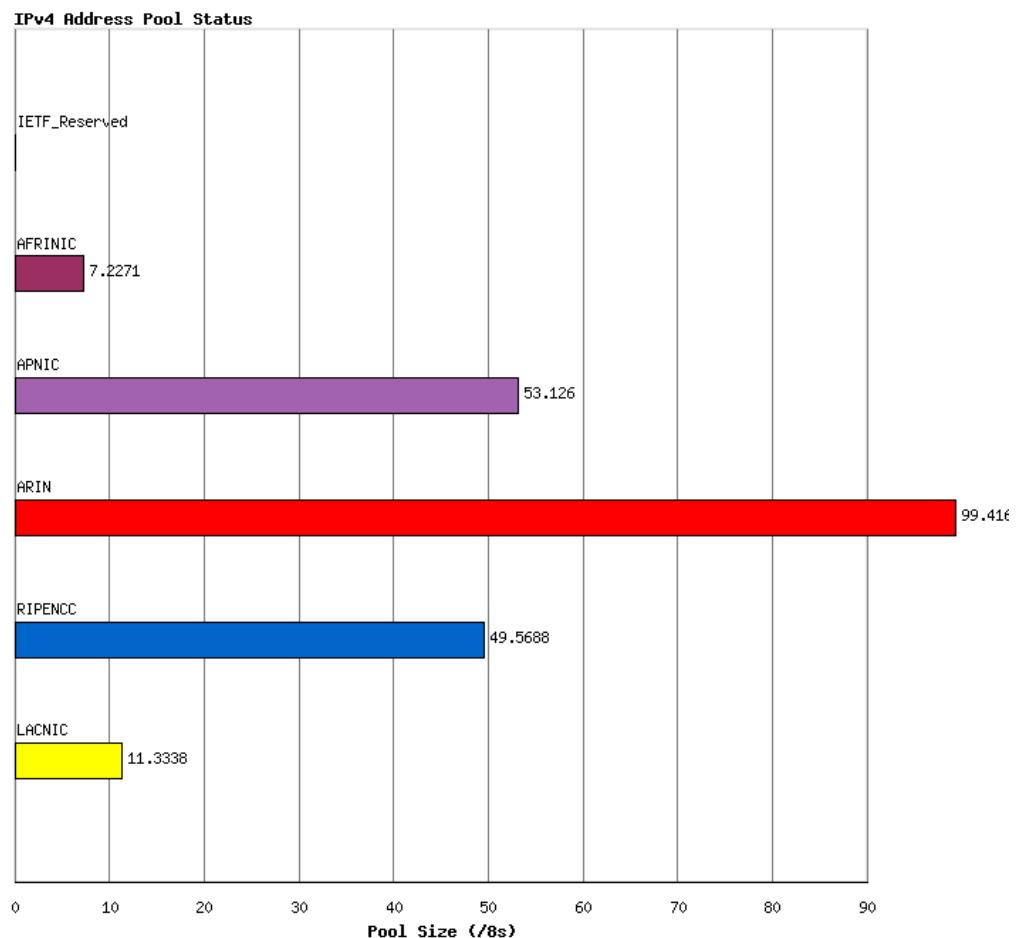
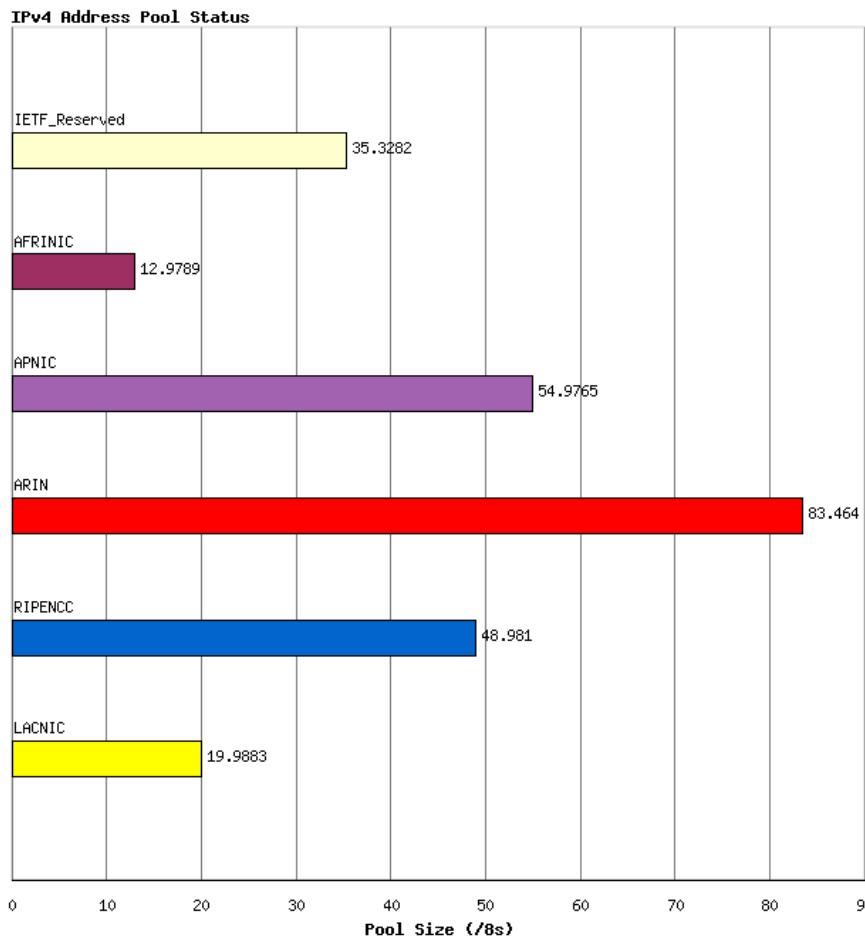


Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Re-asignación de bloques entre los RIRs (2015/2016)

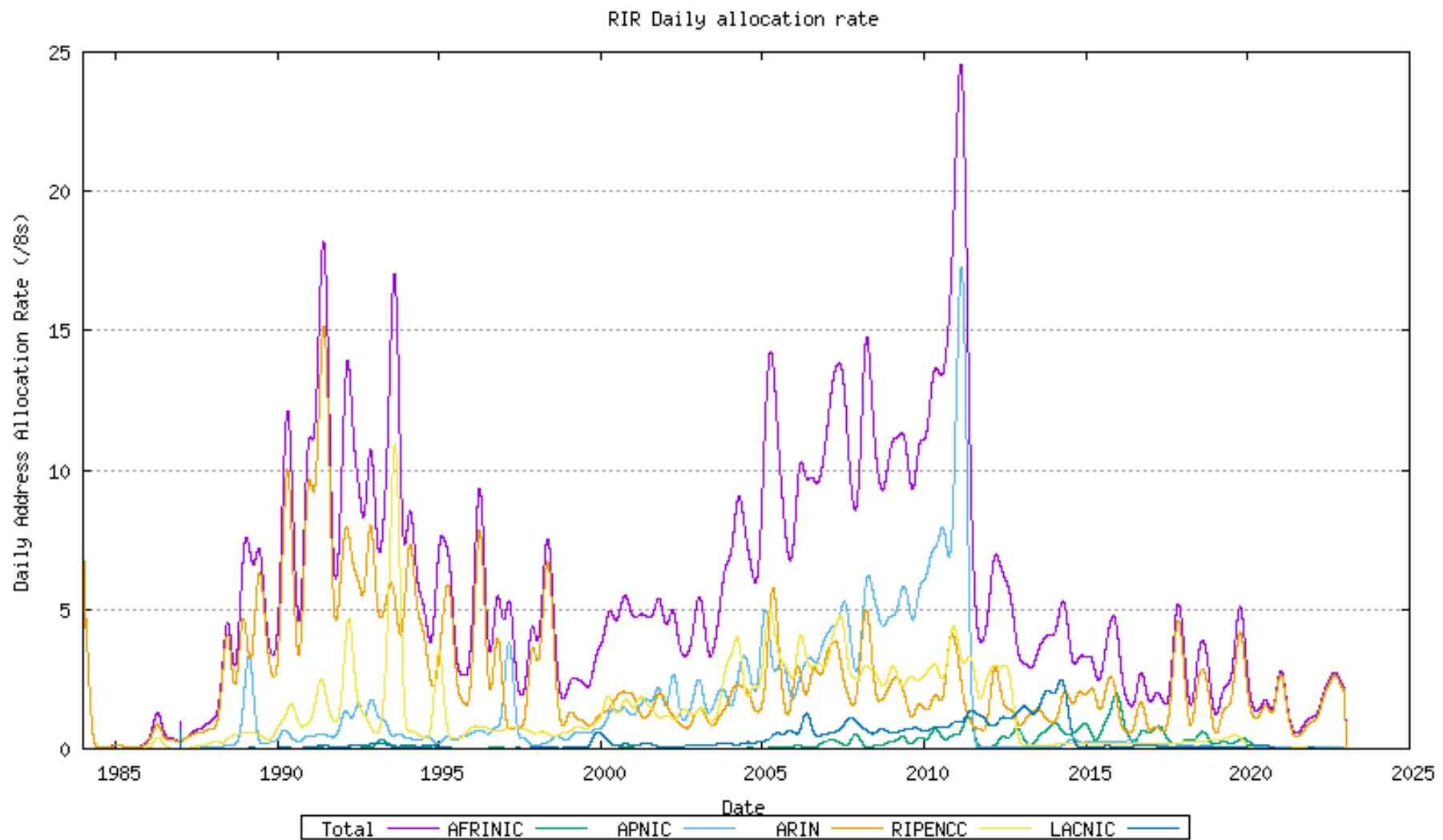
- Septiembre 2014 vs. Septiembre 2025



Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Asignación diaria por parte de los RIR



Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>

1.4 – Direcccionamiento en Internet



Situación IPv4 (Sep. 2025)

- Previsión de agotamiento de bloques /8
 - APNIC 19-Apr-2011 (quedaban 0,1917)
 - RIPE-NCC 14-Sep-2012 (quedaban 0,0001)
 - LACNIC 10-Jun-2014 (quedaban 0,0001)
 - ARIN 24-Sep-2015 (quedaban 0,0002)
 - AfriNIC - (quedaban 0,0511)

Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Asignación IPv4 por nación (Feb. 2020)

Index	ISO-3166 Code	Total /8s allocated	/32's allocated	% of IPv4 space	% of allocated space
1	US	96.029434	1611106560	37.511498%	43.76%
2	CN	20.280060	340242944	7.921898%	9.24%
3	JP	12.196335	204620544	4.764193%	5.56%
4	DE	7.415672	124414336	2.896747%	3.38%
5	GB	6.869646	115253528	2.683455%	3.13%
6	KR	6.704102	112476160	2.618790%	3.06%
7	BR	5.140915	86250240	2.008170%	2.34%
8	FR	4.961350	83237648	1.938028%	2.26%
9	CA	4.169998	69960960	1.628906%	1.90%
10	IT	3.286198	55133248	1.283671%	1.50%
11	NL	2.911589	48848360	1.137340%	1.33%
12	AU	2.896912	48602112	1.131606%	1.32%
13	RU	2.749252	46124800	1.073927%	1.25%
14	IN	2.447235	41057792	0.955951%	1.12%
15	TW	2.127914	35700480	0.831217%	0.97%
16	ES	1.895741	31805248	0.740524%	0.86%
17	SE	1.810385	30373224	0.707182%	0.83%
18	MX	1.727539	28983296	0.674820%	0.79%
19	ZA	1.713654	28750336	0.669396%	0.78%
20	BE	1.695381	28443776	0.662258%	0.77%

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Situación ASN

- De IANA a los RIR
- Febrero 2019 vs Septiembre 2025

Status	AS Pool	16-bit	32-bit
IETF Reserved	95033874	1042	95032832
IANA Unallocated Pool	4199838192	0	4199838192
Allocated	95230	64494	30736
RIR Data			
AFRINIC	2302	1278	1024
APNIC	17044	8538	8506
ARIN	29525	25528	3997
RIPE NCC	36376	25724	10652
LACNIC	9983	3426	6557

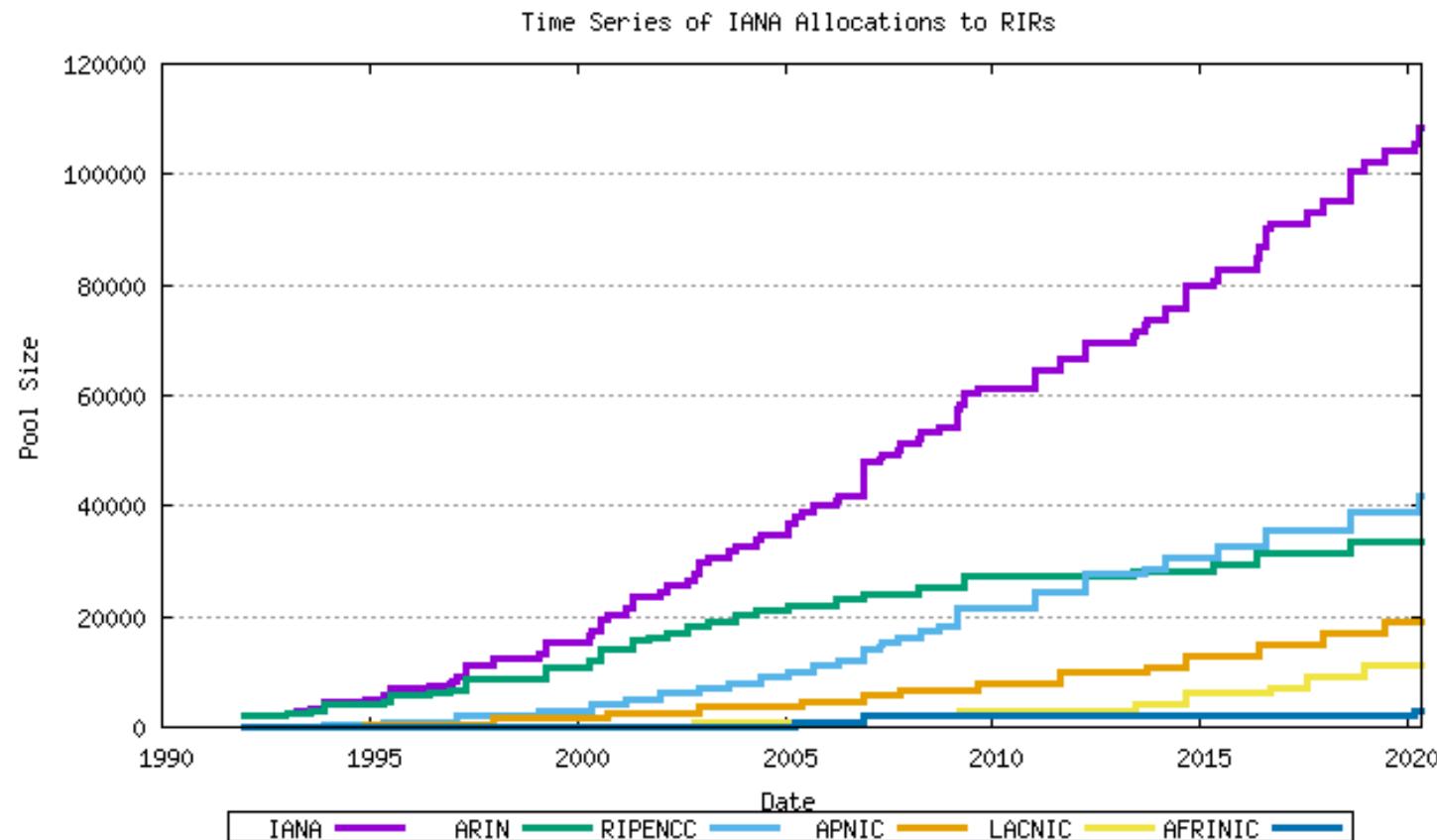
Status	AS Pool	16-bit	32-bit
IETF Reserved	0	0	0
IANA Unallocated Pool	4294834178	0	4294834178
Allocated	133118	0	133118
RIR Data			
AFRINIC	3326	0	3326
APNIC	33415	0	33415
ARIN	34640	0	34640
RIPE NCC	45610	0	45610
LACNIC	16127	0	16127

Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Situación ASN

- De IANA a los RIR
- Febrero 2020

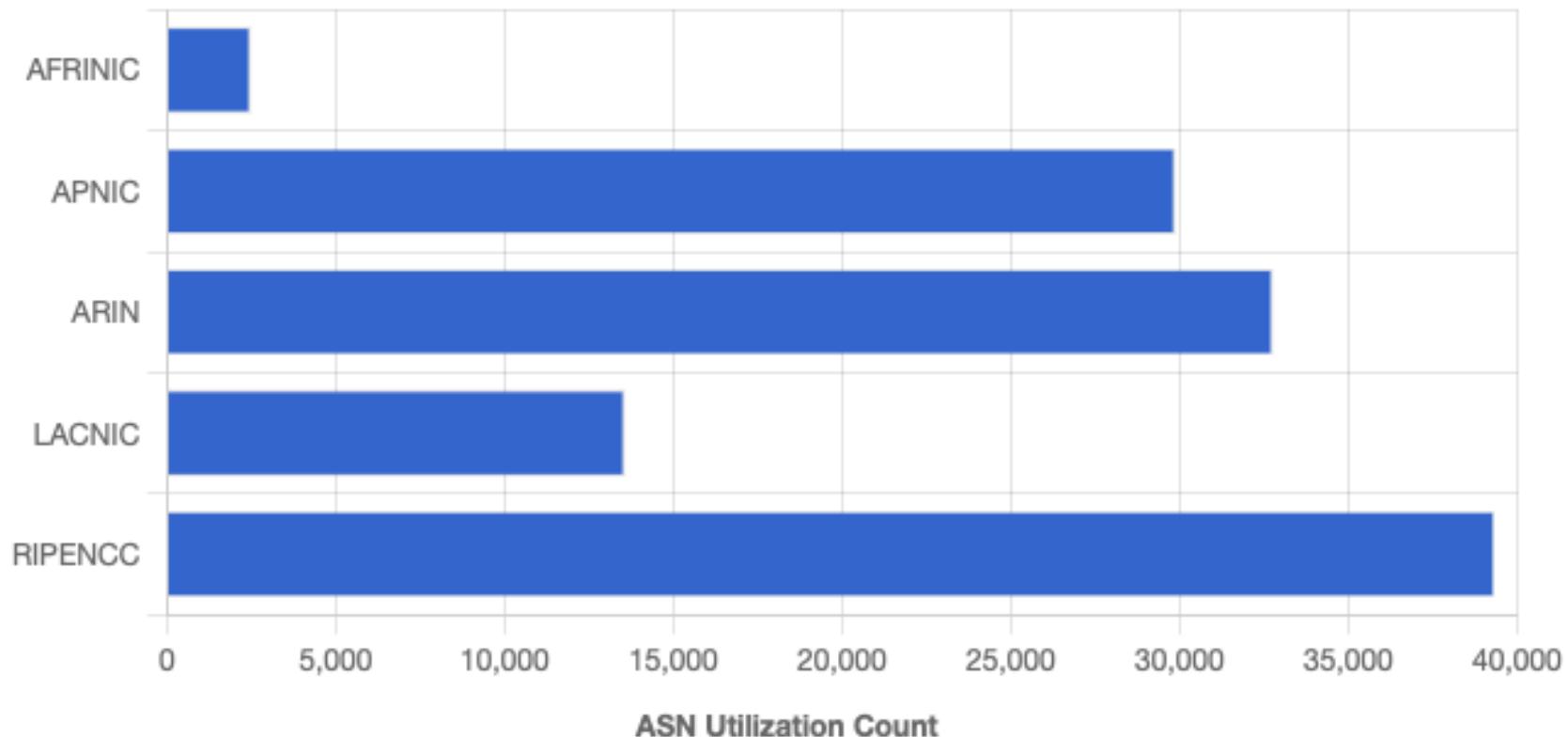


Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Situación ASN

- De IANA a los RIR
- Agosto 2024

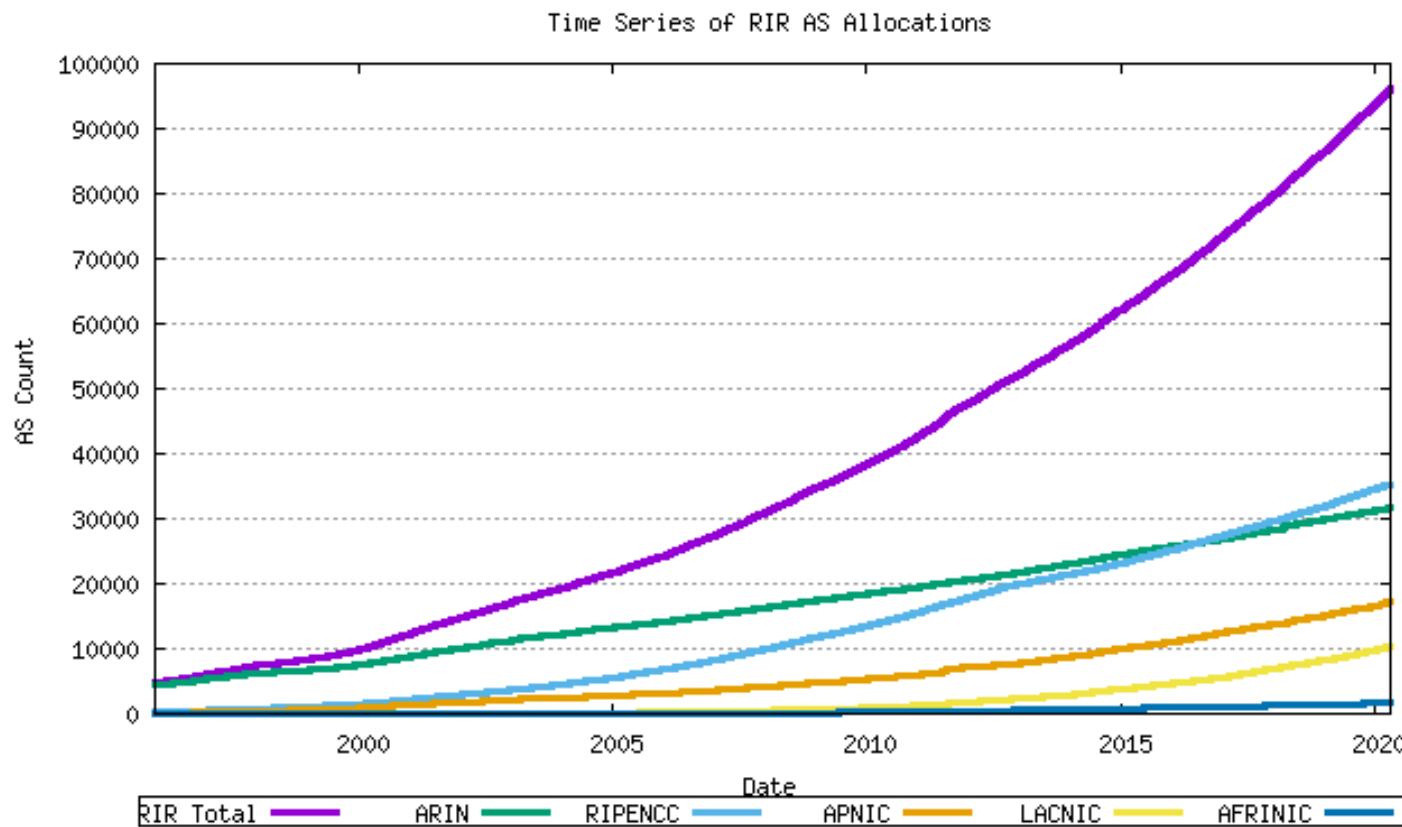


Fuente imagen: <https://www.iana.org/numbers/allocations/>

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Situación ASN

- De los RIR a los LIR
- Febrero 2020

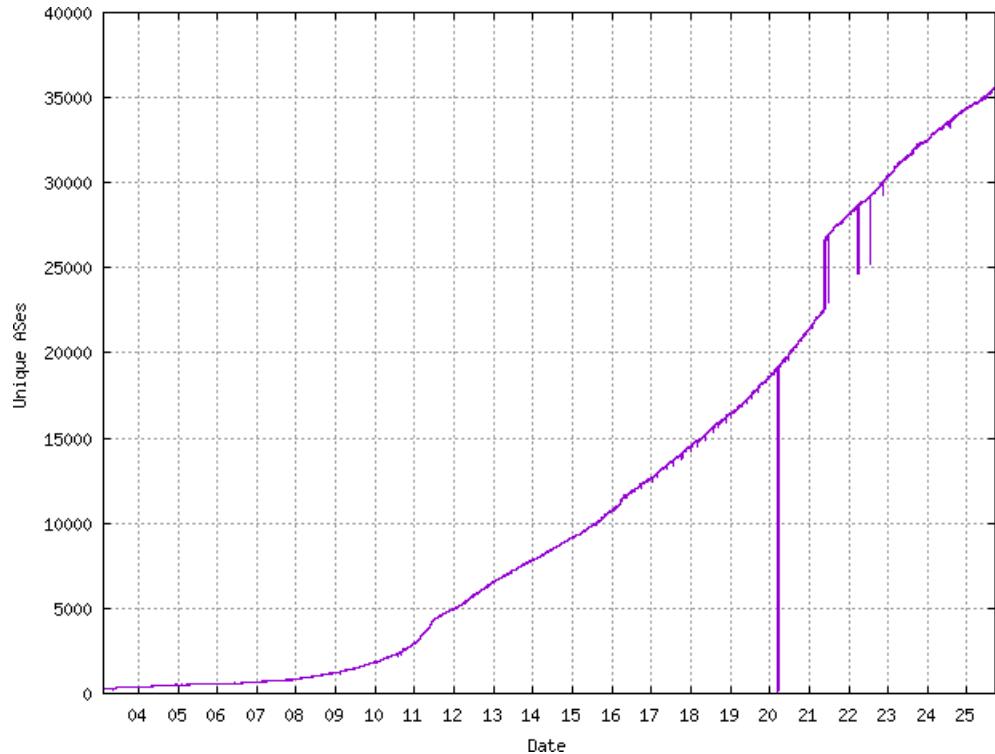
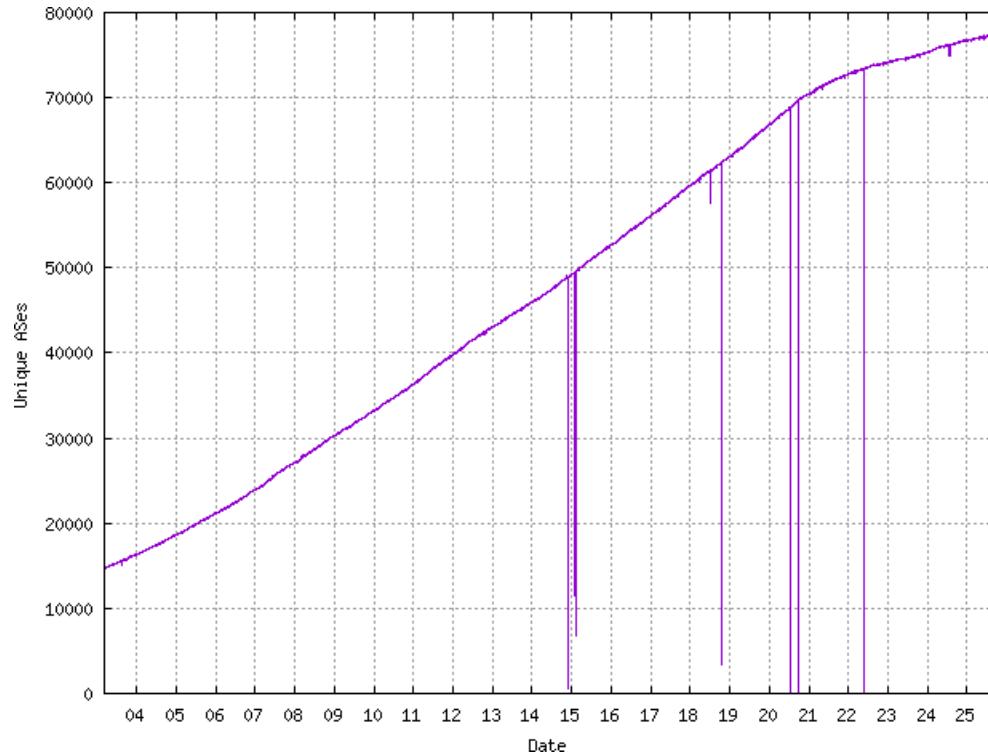


Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>

1.4 – Direcccionamiento en Internet

Situación ASN

- AS with IPv4 vs IPv6



Fuente imagen: <https://www.potaroo.net>



Xarxes de Computadors II

Tema 1. Arquitectura y direccionamiento en Internet

Davide Careglio