Xarxes de Computadors II

Tema 1. Arquitectura y direccionamiento en Internet

Davide Careglio

Temario

- ~~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

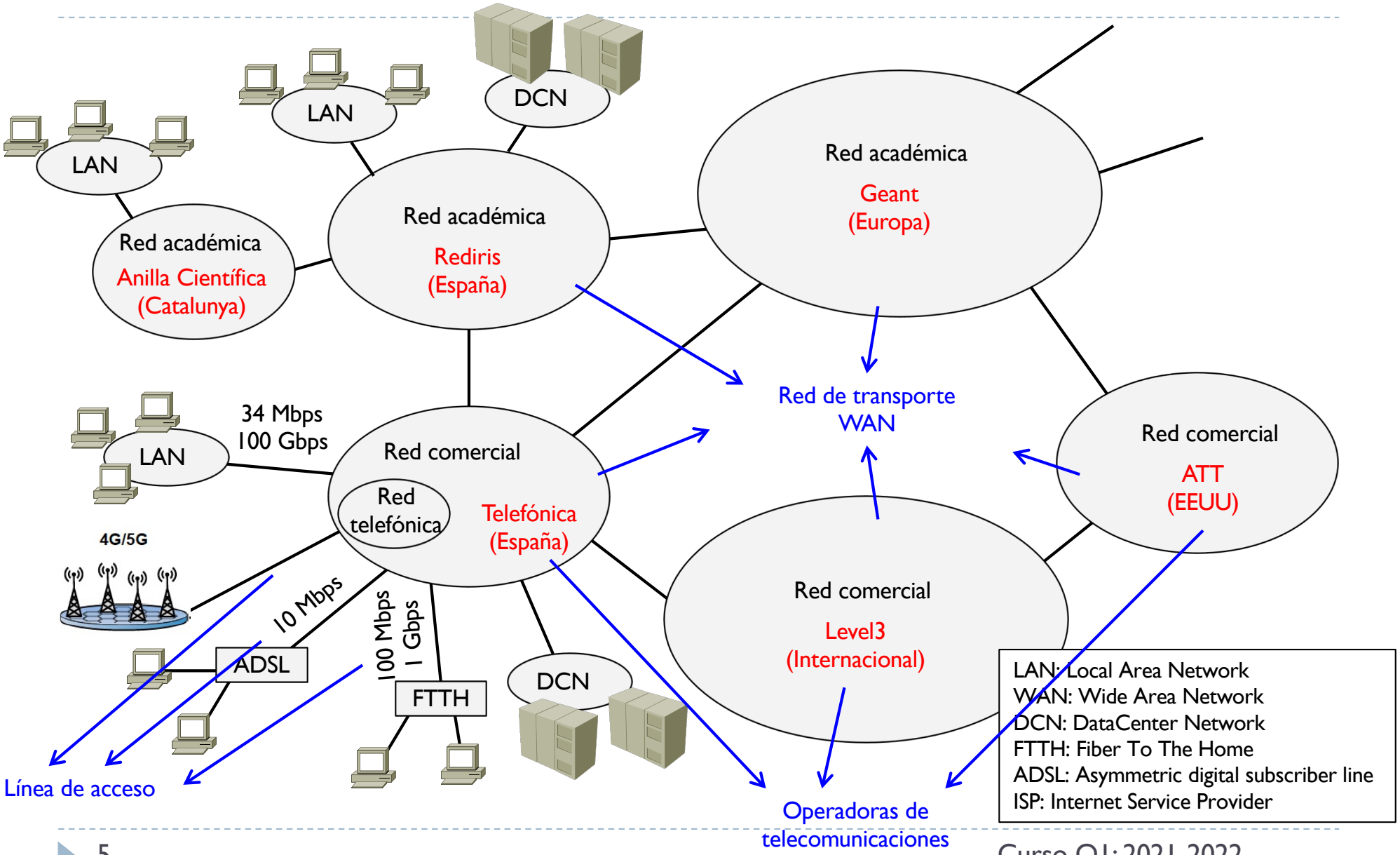
Tema 1. Arquitectura y direccionamiento

1. Arquitectura general de Internet
2. Actores principales de Internet
   1. ISP, redes corporativas, usuarios
   2. Clasificación de los ISP
   3. AS
   4. Relación entre ASes/ISP
   5. IXP
   6. DFZ
3. Organizaciones principales de Internet
4. Direccionamiento en Internet

Tema 1. Arquitectura y direccionamiento

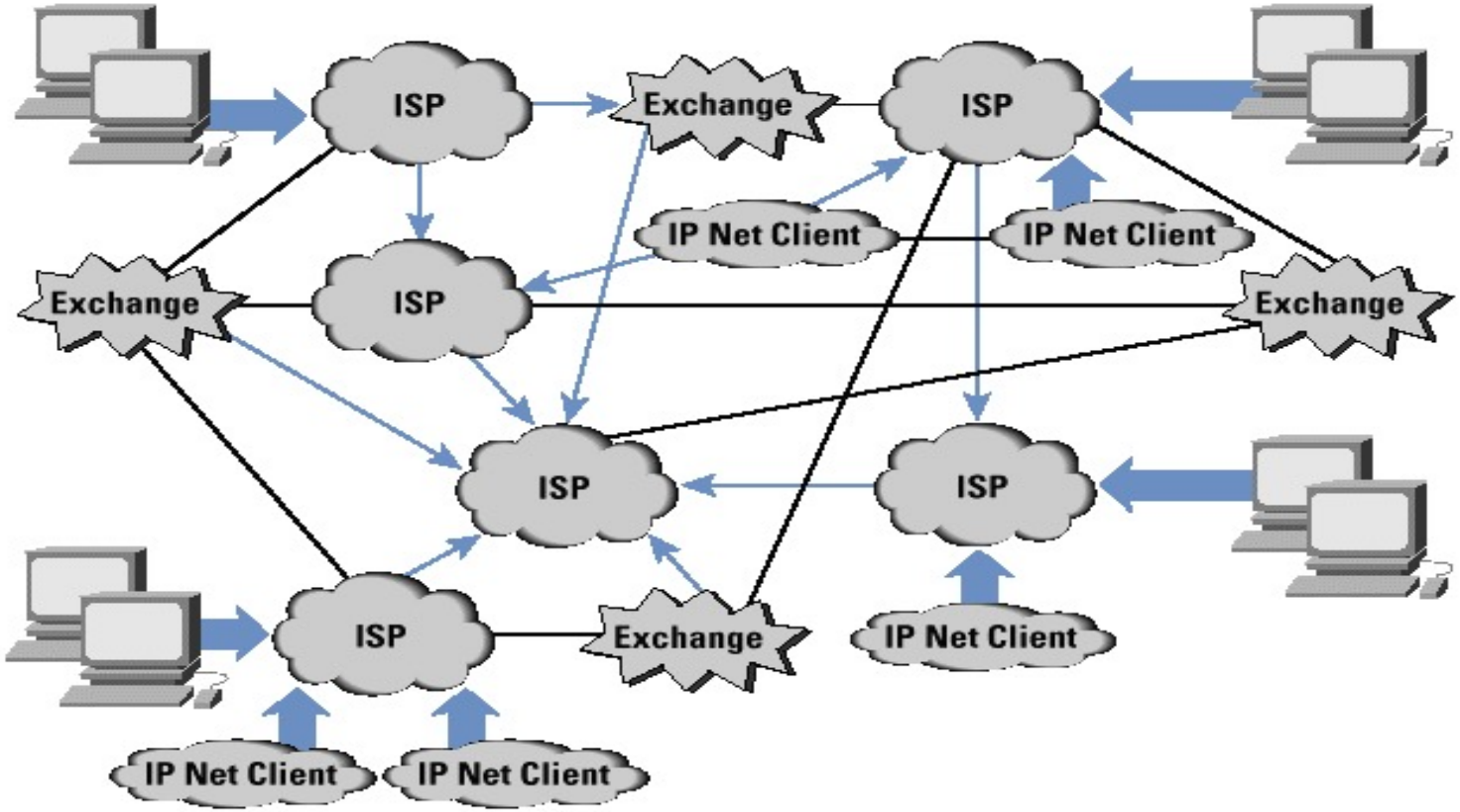
1. Arquitectura general de Internet
2. Actores principales de Internet
   1. ISP, redes corporativas, usuarios
   2. Clasificación de los ISP
   3. AS
   4. Relación entre ASes/ISP
   5. IXP
   6. DFZ
3. Organizaciones principales de Internet
4. Direccionamiento en Internet

1.1 – Arquitectura general de Internet



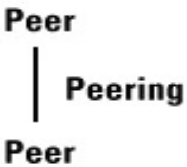
1.1 - Arquitectura general de Internet

Ejemplo simplificado



Retail service: servicio directo al cliente

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



1.1 - Arquitectura general de Internet

Elementos principales

- Redes de acceso del usuario final
  - End-user (dial-client)
  - Contrata una línea de acceso (p.e. ADSL) a un ISP
- Redes corporativas
  - LAN o grupo de LANs (IP net client)
  - Contrata una (o mas) línea conmutada 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

- Otros ejemplos disponibles en Internet
  - http://navigators.com/internet_architecture.html

Tema 1. Arquitectura y direccionamiento

1. Arquitectura general de Internet
2. Actores principales de Internet
   1. ISP, redes corporativas, usuarios
   2. Clasificación de los ISP
   3. AS
   4. Relación entre ASes/ISP
   5. IXP
   6. DFZ
3. Organizaciones principales de Internet
4. Direccionamiento en Internet

1.2 - Actores principales de Internet

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

1.2.1 – Internet Service Provider (ISP)

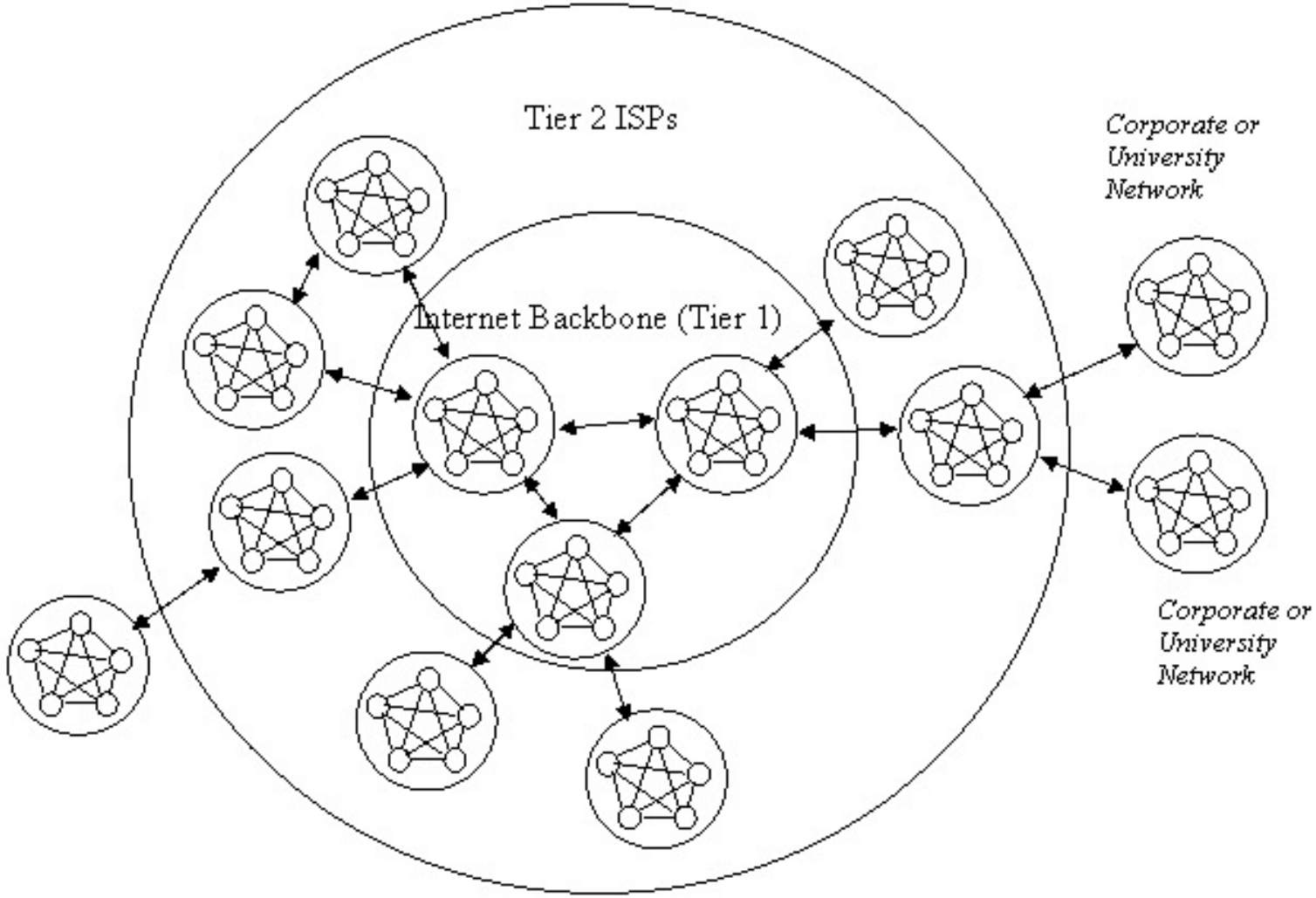
- Organización que ofrece acceso a Internet y otros servicios
  - Acceso a Internet con línea dedicada
    - T1/E1 lines (1.5, 2 Mbps), T3/E3 (45, 34 Mbps), OC3 (155 Mbps), OC12 (622 Mbps), OC48 (2.5 Gbps), etc
  - Acceso a Internet con línea conmutada
    - FR (Frame Relay) or ATM
  - Acceso con bucle de abonados
    - Modems, ADSL, RDSI (BRI, PRI), 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
    - http://wwwnui.akamai.com/gnet/globe/index.html

1.2.2 – Clasificación de los ISP

- Tres niveles de ISP
  - Tier 1
    - Nivel mas alto, sus redes tienen una cobertura internacional
    - También llamados Network Service Provider (NSP)
  - Tier 2
    - Redes nacionales
  - Tier 3
    - Redes regionales

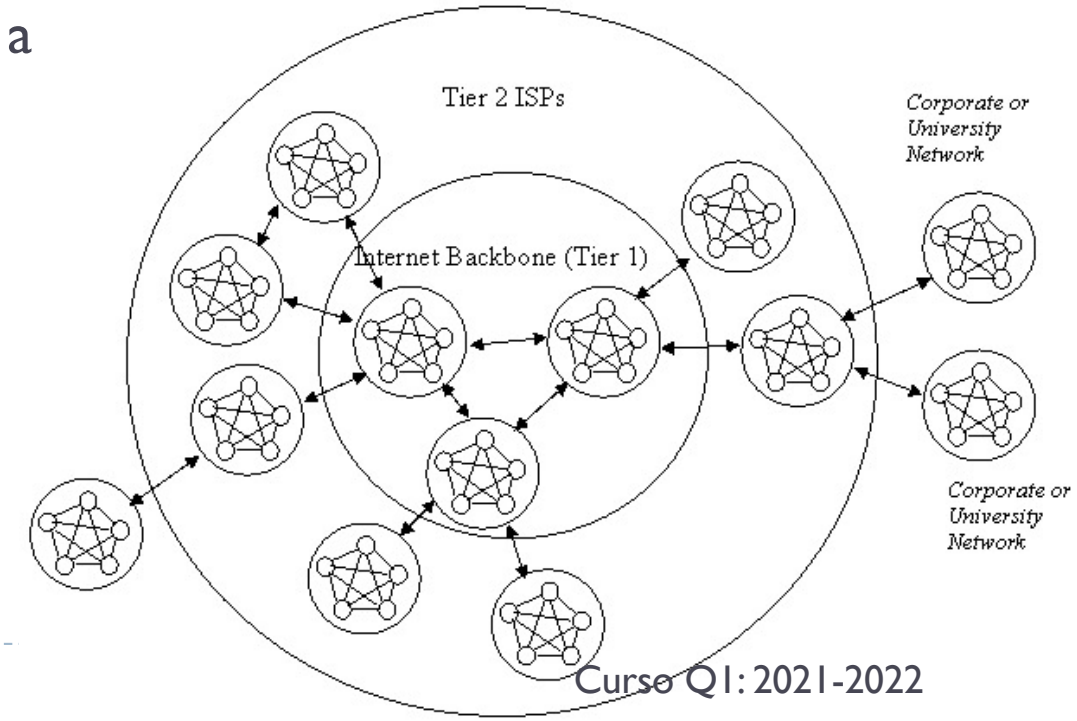
1.2.2 – Clasificación de los ISP

Estructura jerárquica

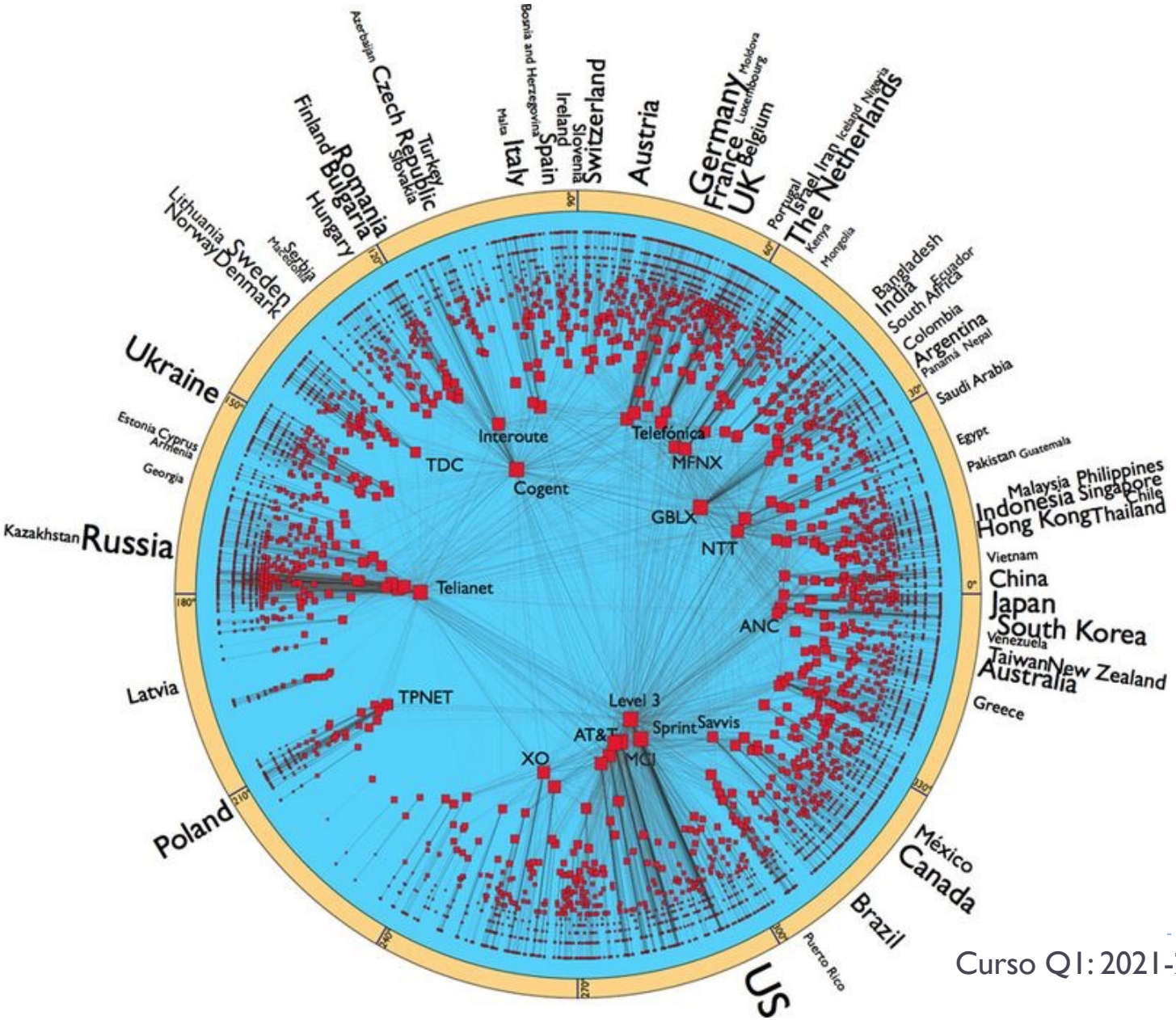


1.2.2 – Clasificación de los ISP

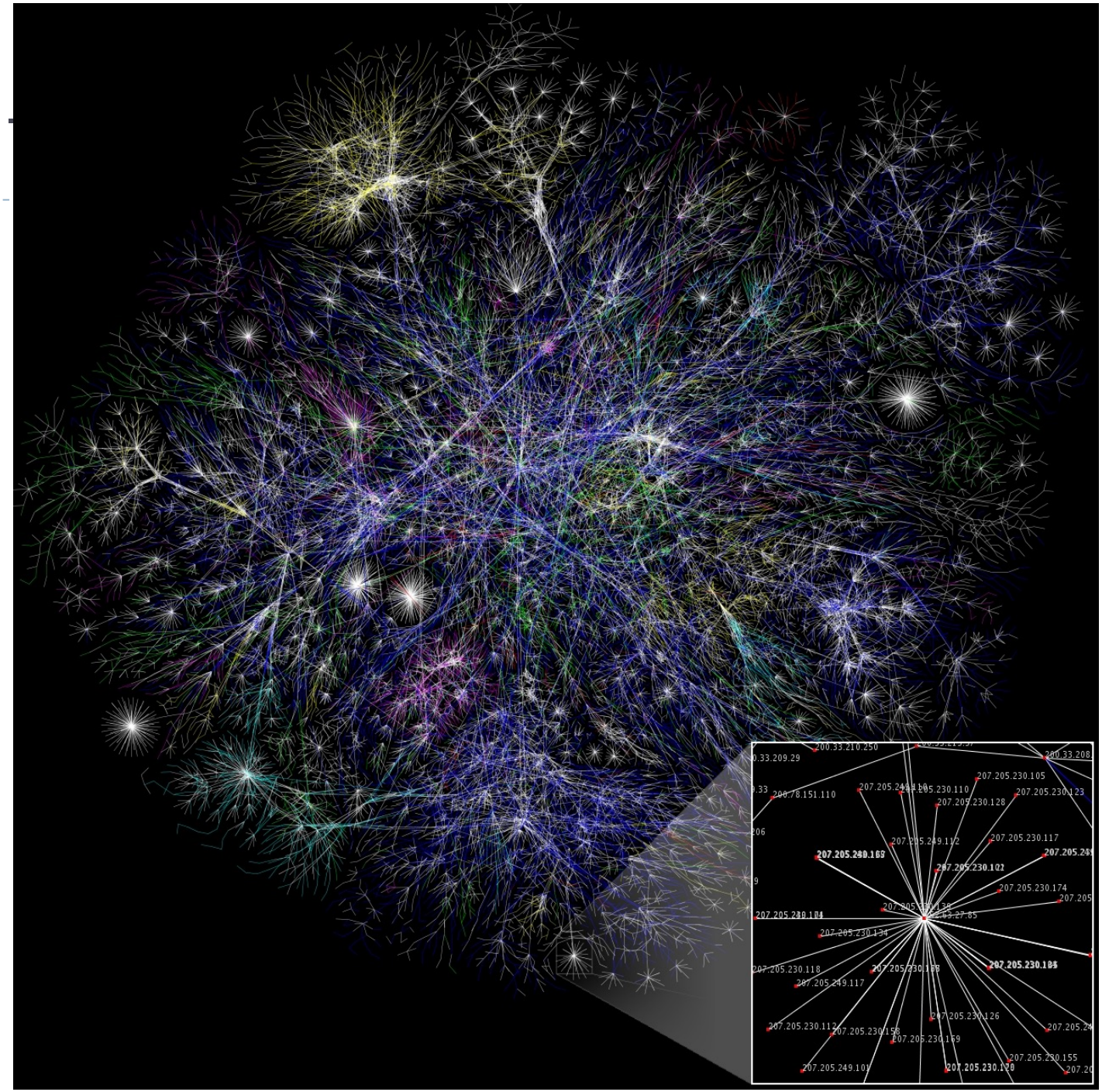
- Tier 1
  - Son aquellos ISP que solo tienen ISP como usuarios (Tier 2)
  - Alrededor de 20 Tier 1 (p.e., AOL, AT&T, Level3, NTT, Sprint)
  - Todos conectados entre si y componen el core de Internet
  - http://asrank.caida.org/
- Tier 2
  - Conectado como usuario a uno o mas Tier 1
  - Conectado a otros Tier 2
- Tier 3
  - Conectadas a Tier 1 o 2 (no entre ellas)
  - Redes corporativas



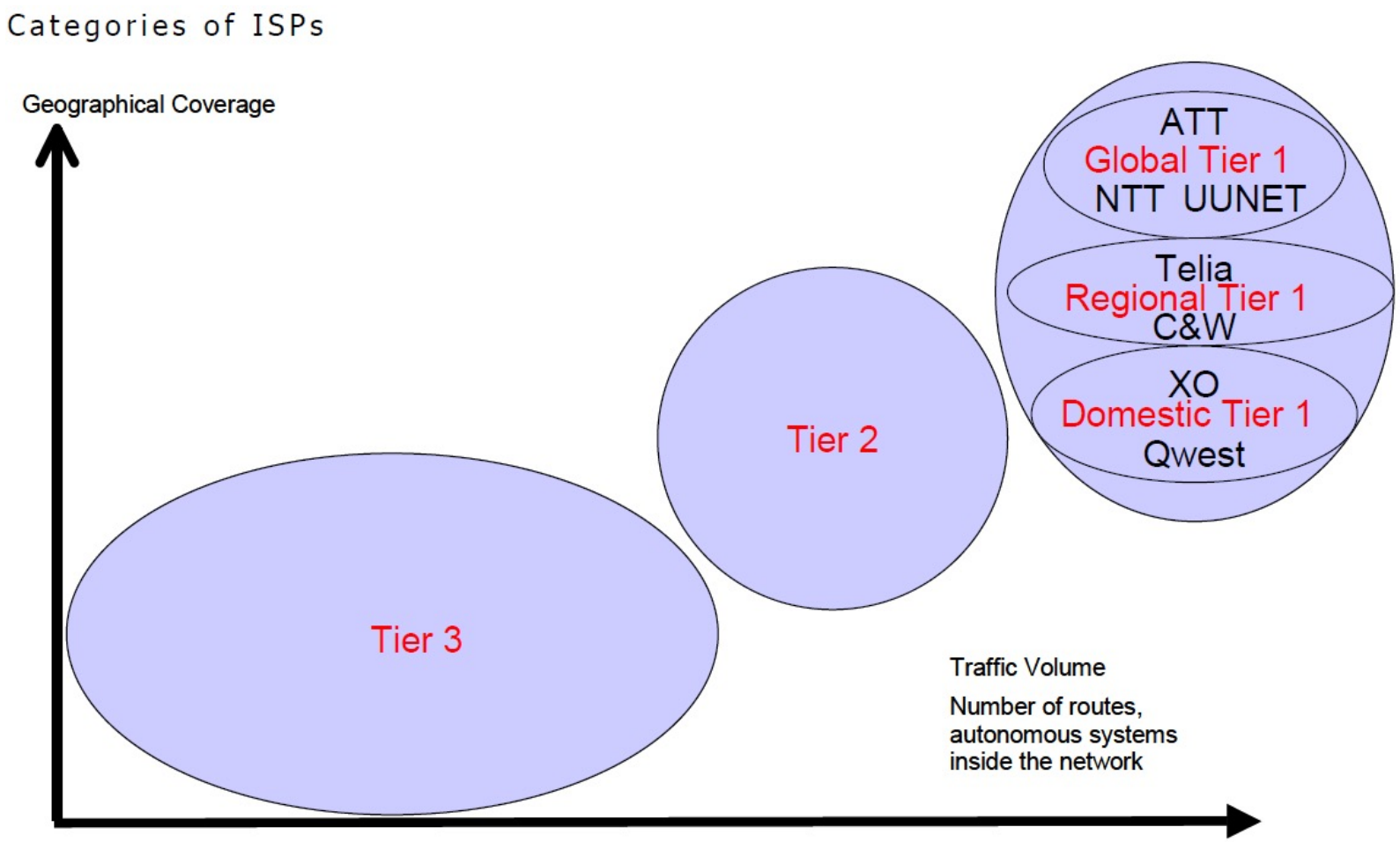
1.2.2 – Clasificación de los ISP



1.2.2 -

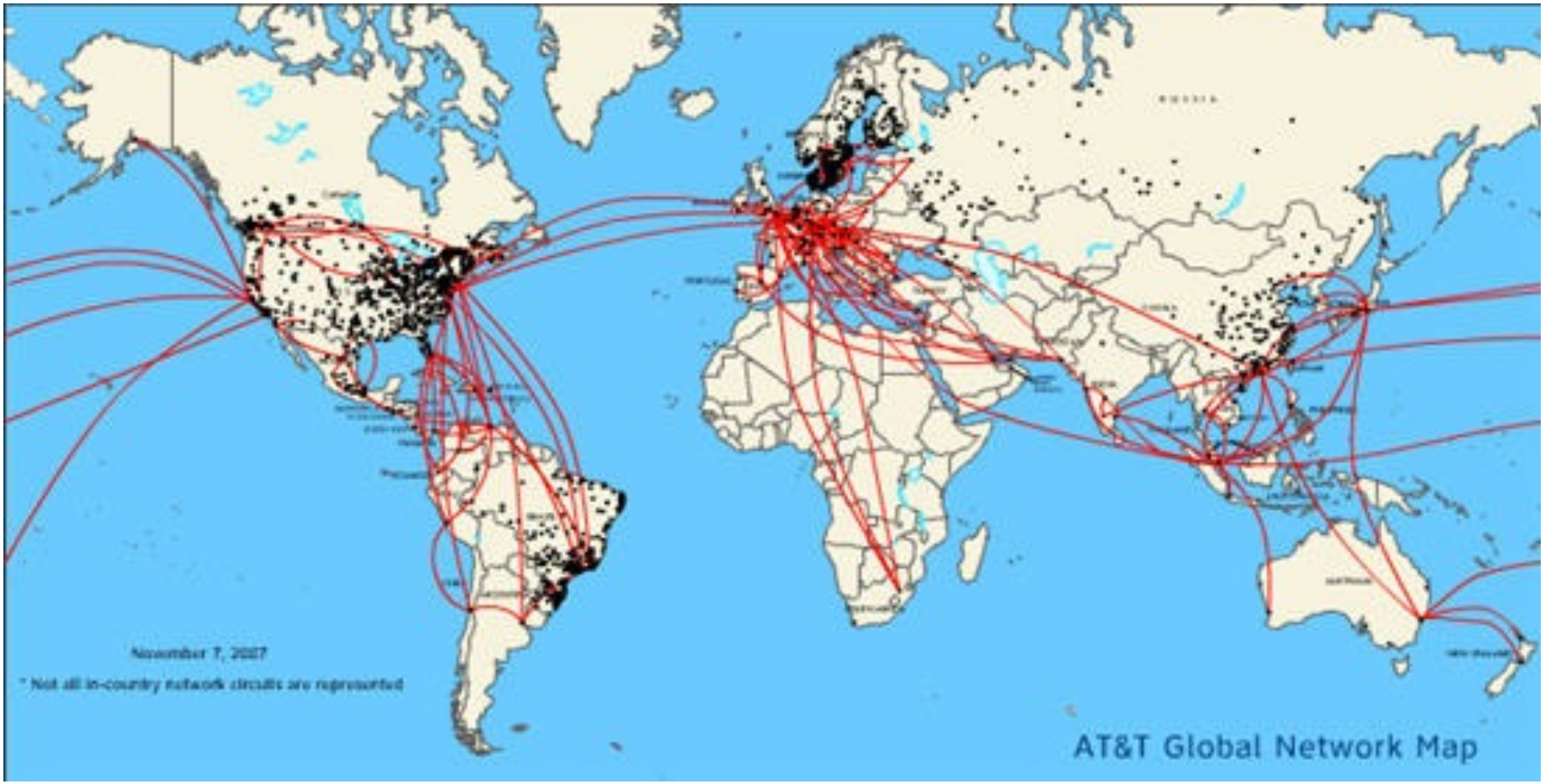

200.33.210.250
207.205.230.105
208.78.151.110
207.205.230.110
207.205.230.123
207.205.230.128
207.205.230.117
207.205.230.174
207.205.230.118
207.205.249.117
207.205.230.126
207.205.230.158
207.205.230.169
207.205.230.155
207.205.249.101

1.2.2 – Clasificación de los ISP



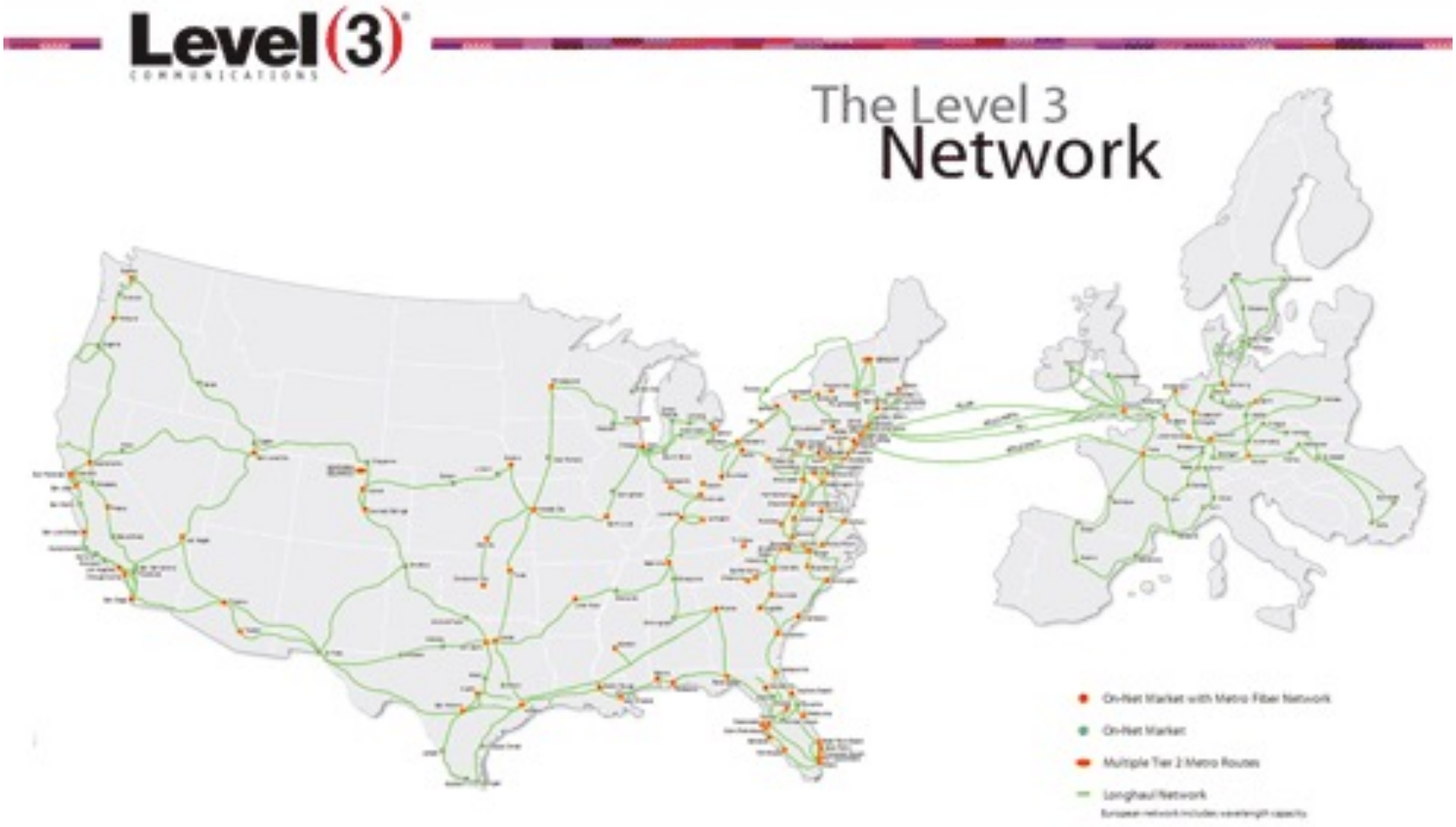
1.2.2 – Clasificación de los ISP

Ejemplos de Tier 1



1.2.2 – Clasificación de los ISP

Ejemplos de Tier 1



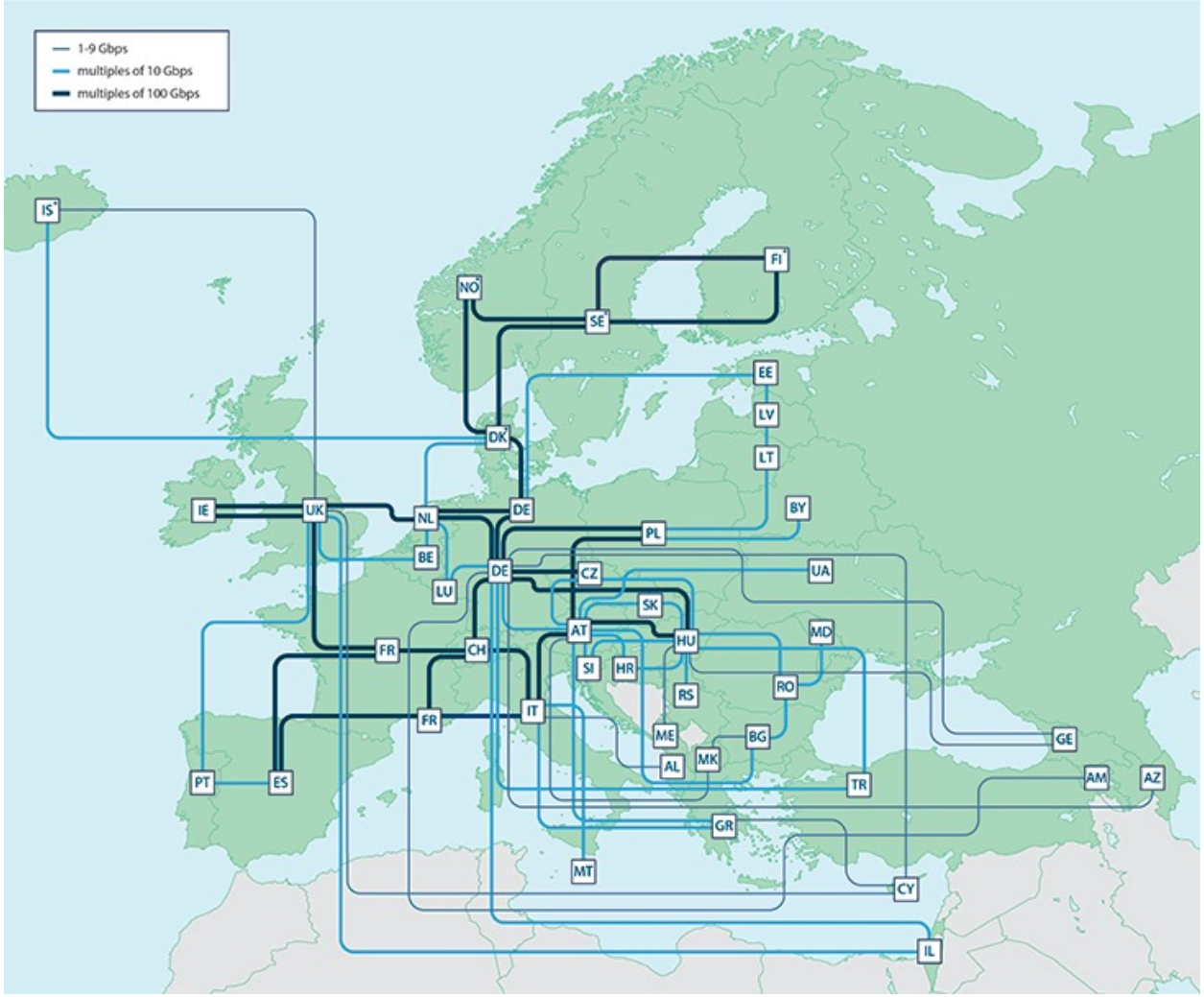
1.2.2 – Clasificación de los ISP

Ejemplos de Tier 1

GEANT

- Red académica europea
- Última versión 12/2018

- https://www.geant.org/Resources/#maps

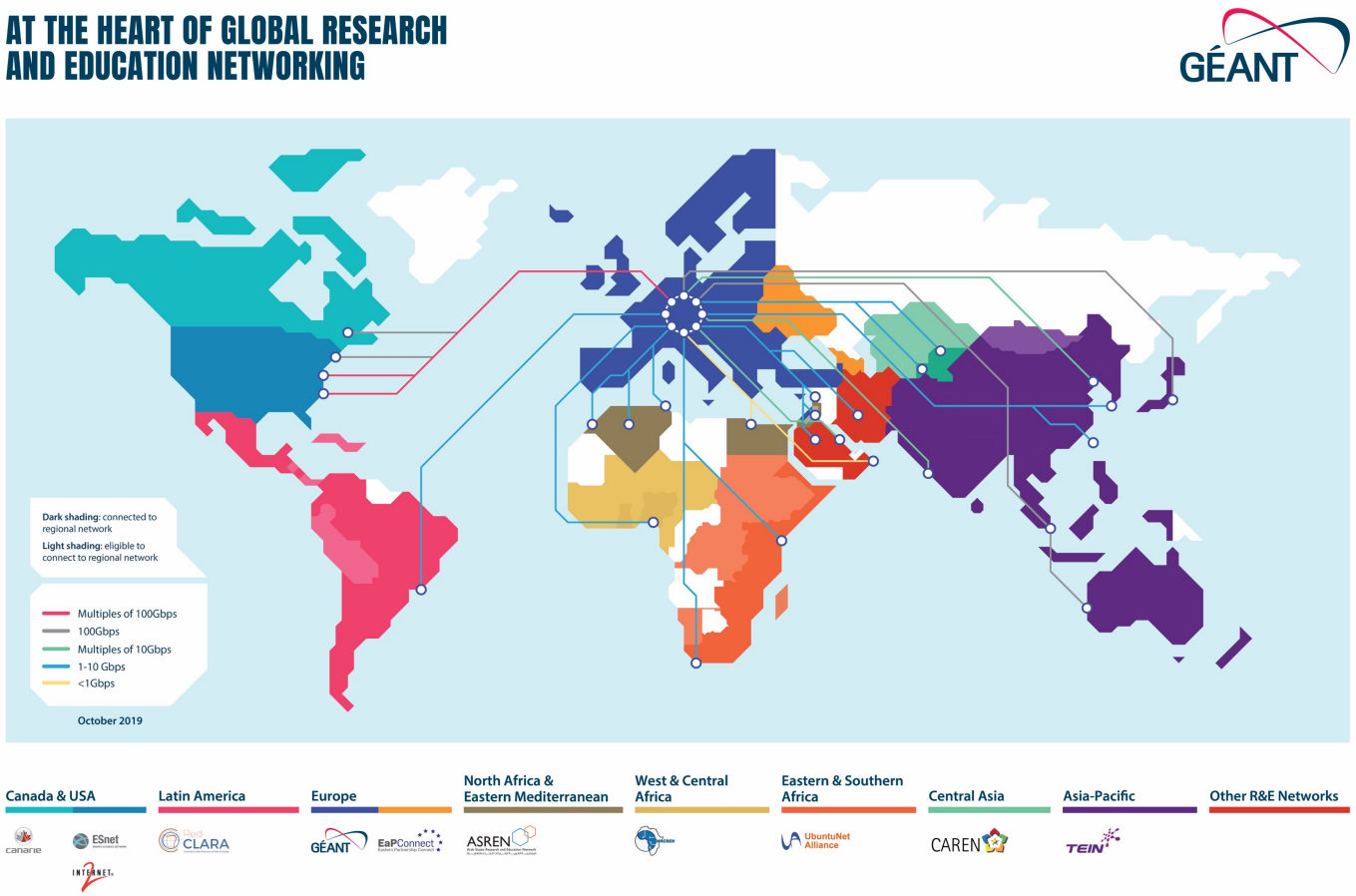


1.2.2 – Clasificación de los ISP

Ejemplos de Tier 1

GEANT

- Red académica europea, última versión 8/2019
- https://www.geant.org/Resources/#maps

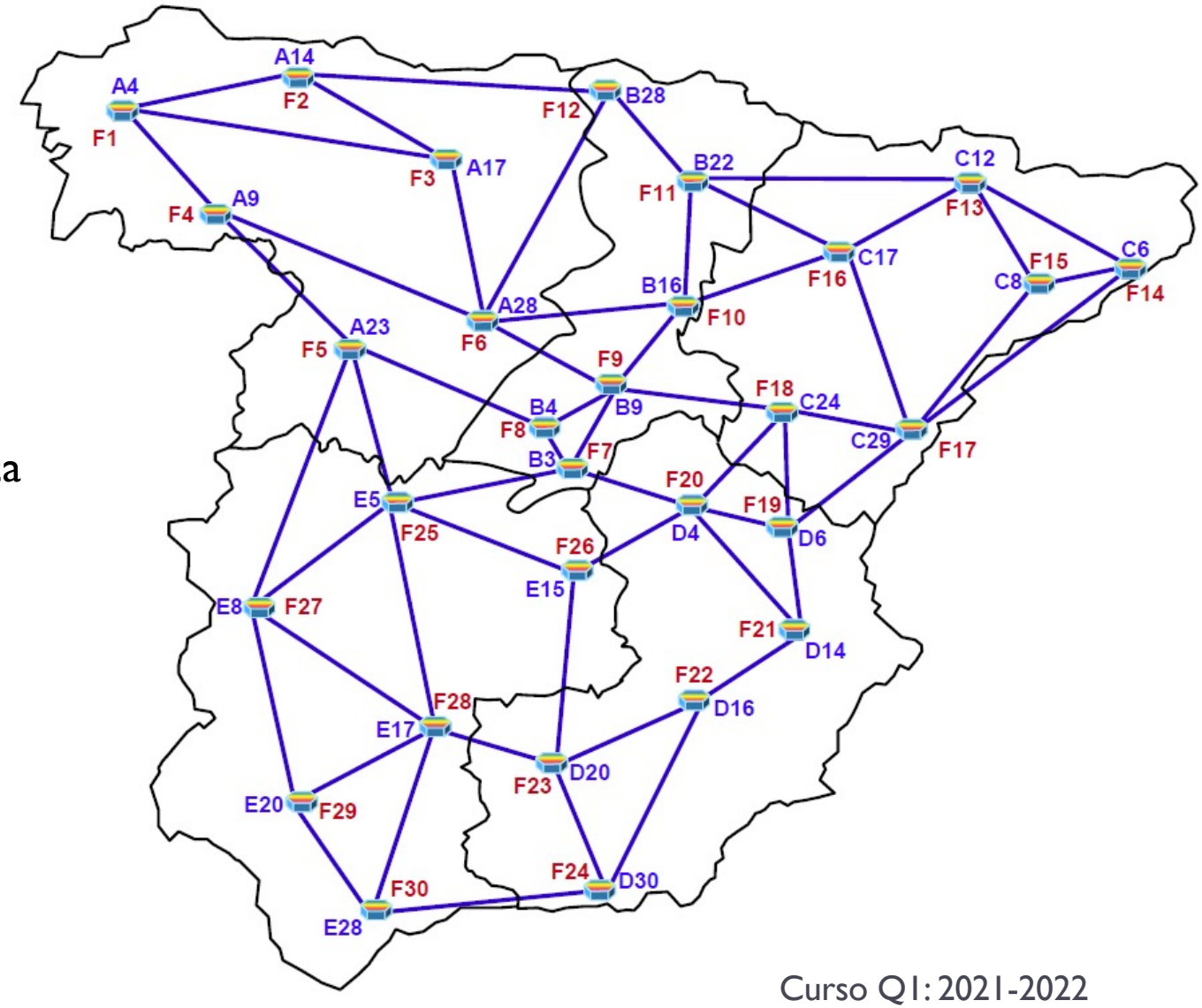


1.2.2 – Clasificación de los ISP

Ejemplos de Tier 2

Telefónica

- Red comercial
- Infraestructura óptica

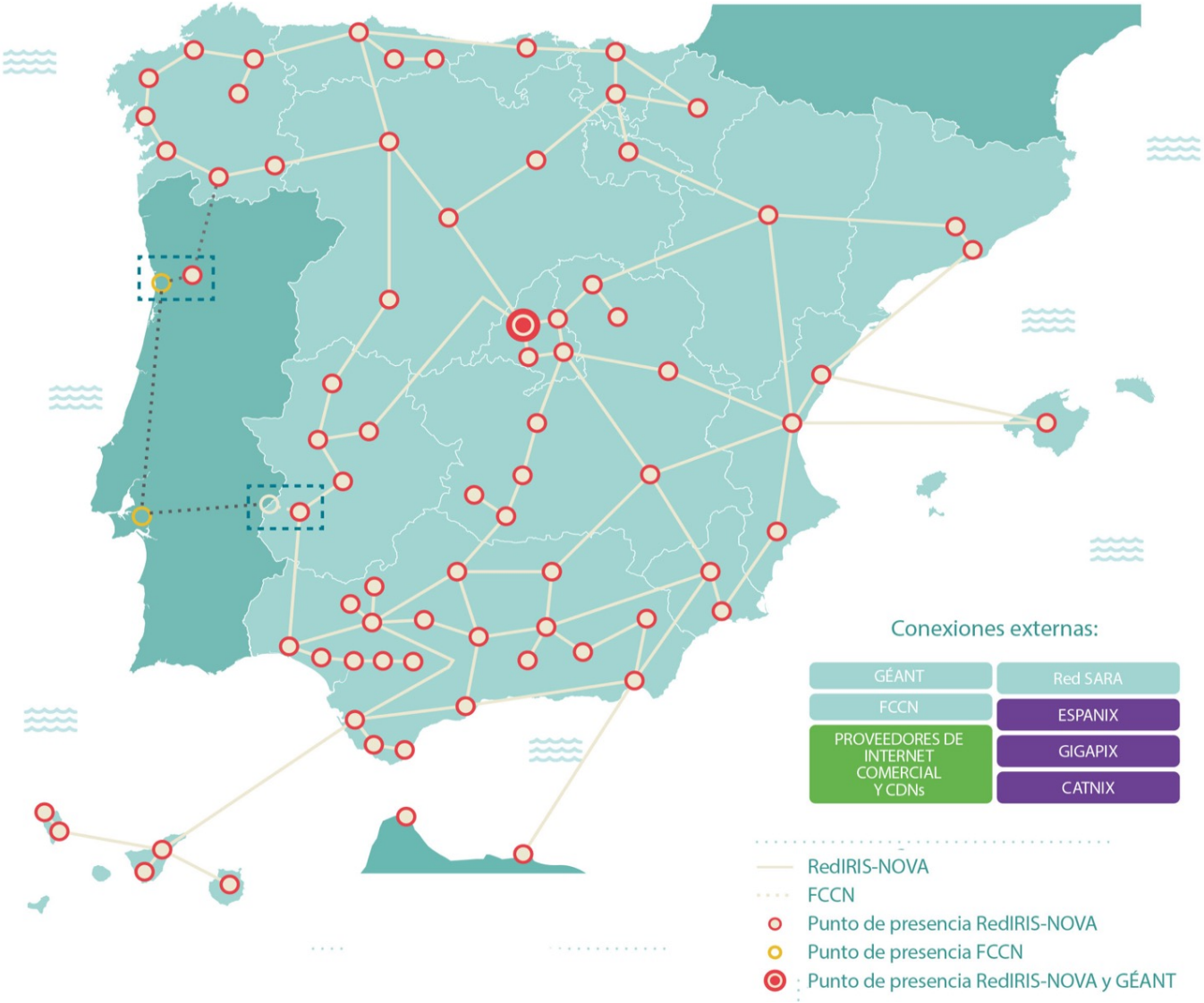


1.2.2 – Clasificación de los ISP

Ejemplos de Tier 2

RedIRIS

- Red académica
- Actualizado 12/2018

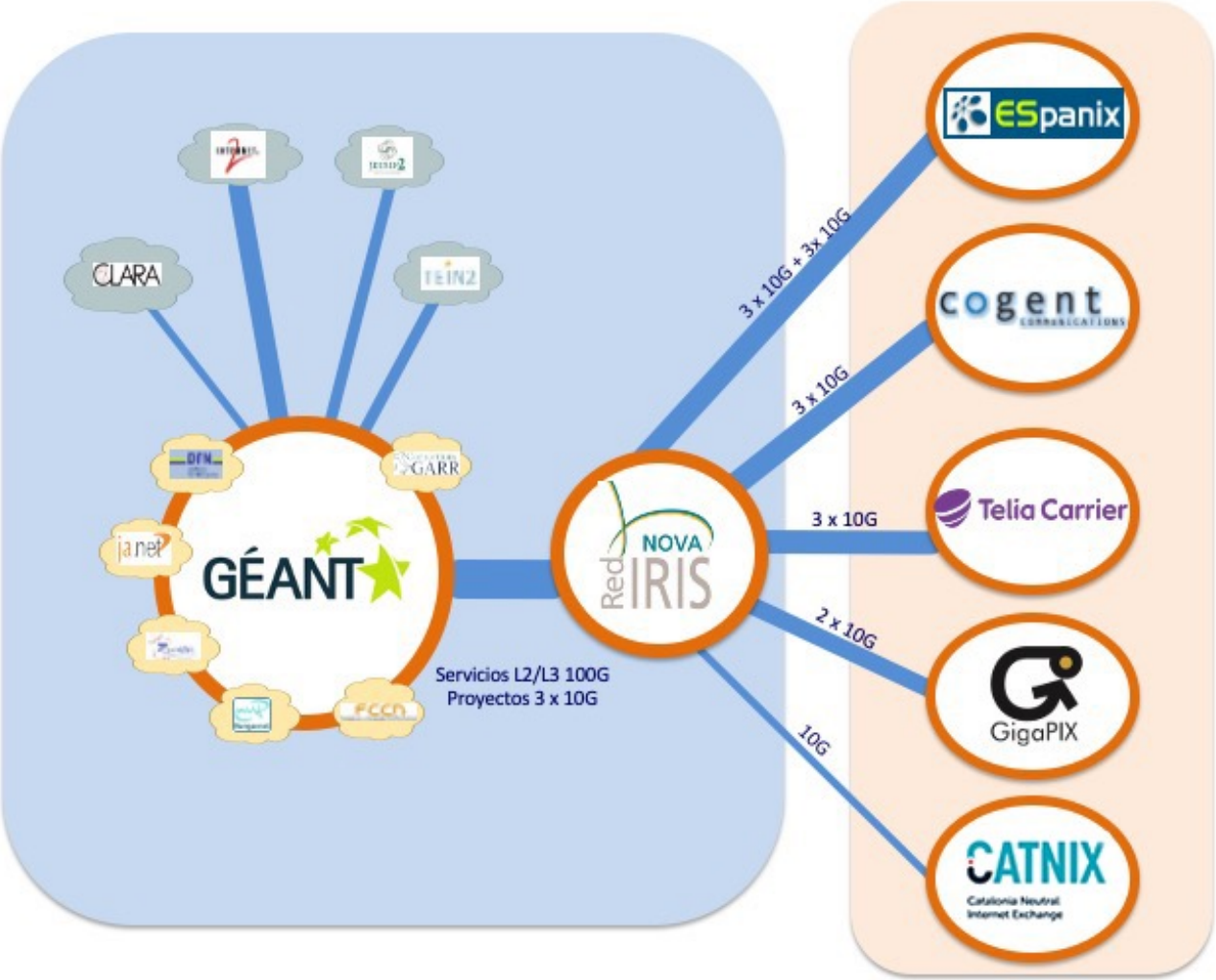


1.2.2 – Clasificación de los ISP

Ejemplos de Tier 2

RedIRIS

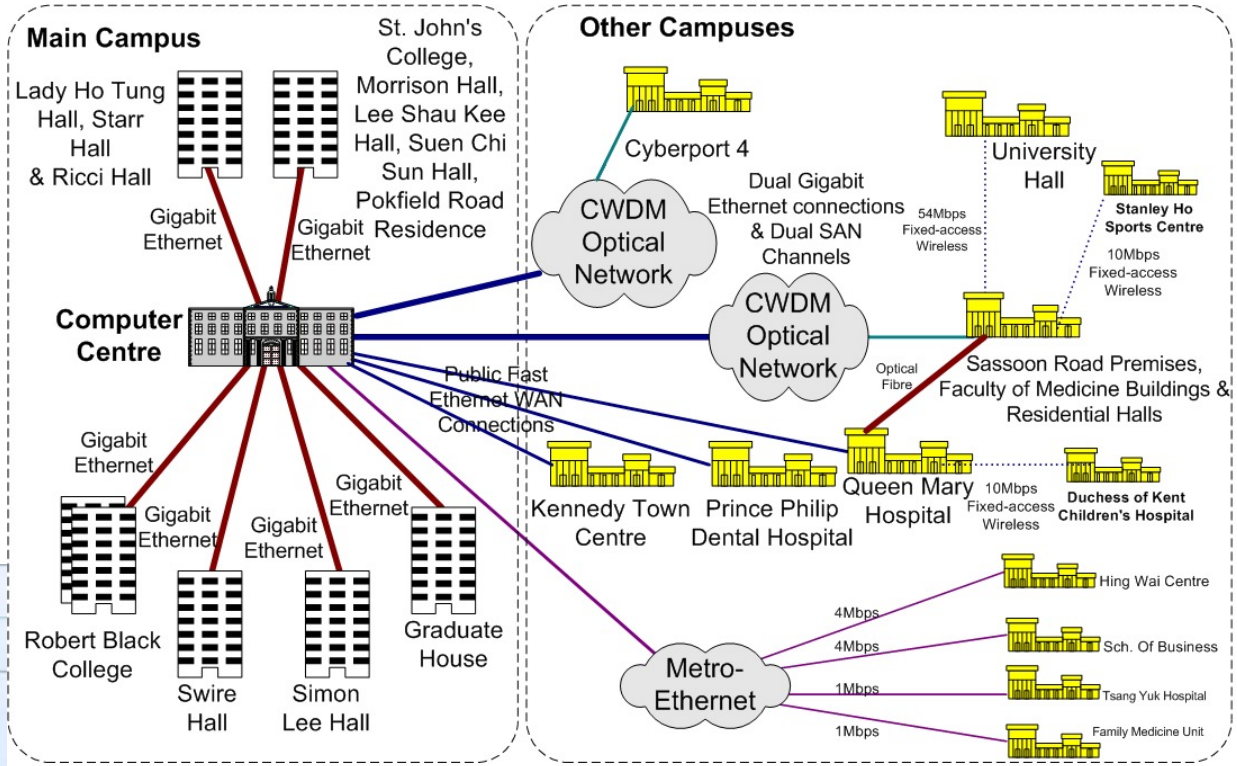
- Red académica
- Actualizado 12/2018



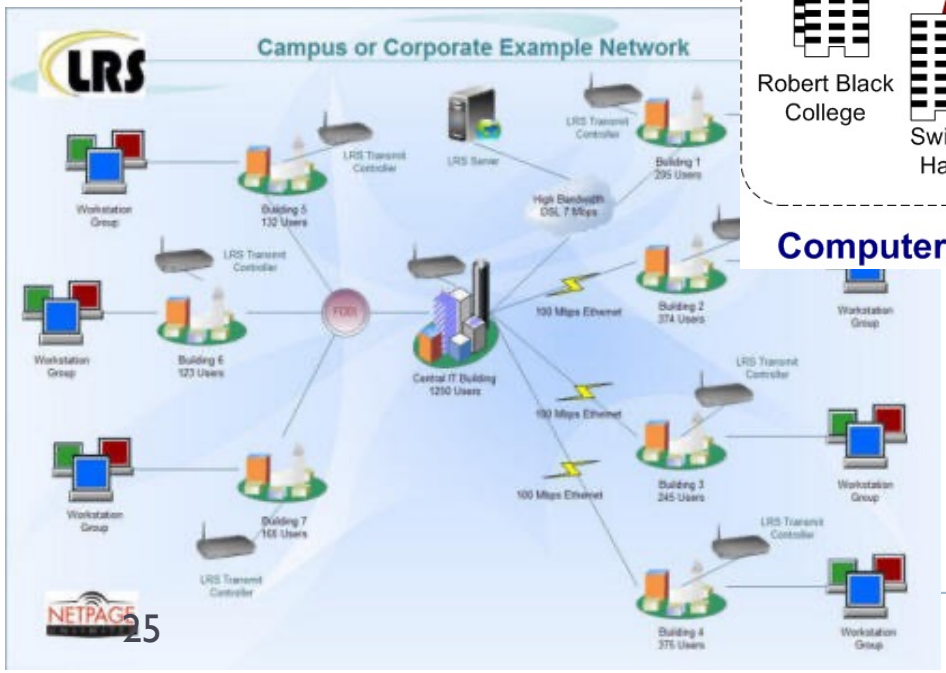
1.2.2 – Clasificación de los ISP

Ejemplos de Tier 3

Campus Networks



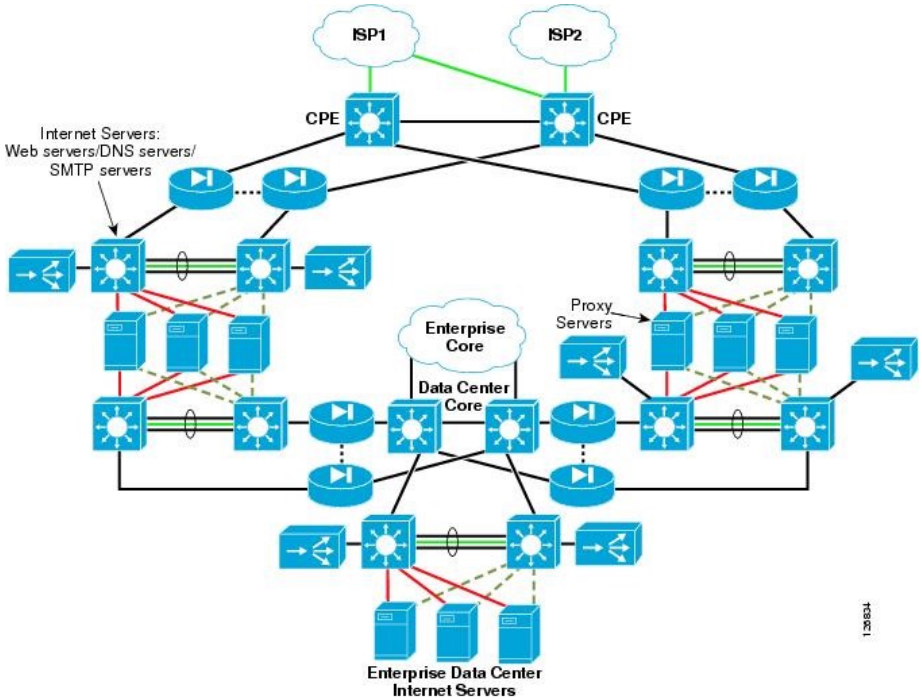
Computer Network of HKU Remote Campuses and Residential Halls

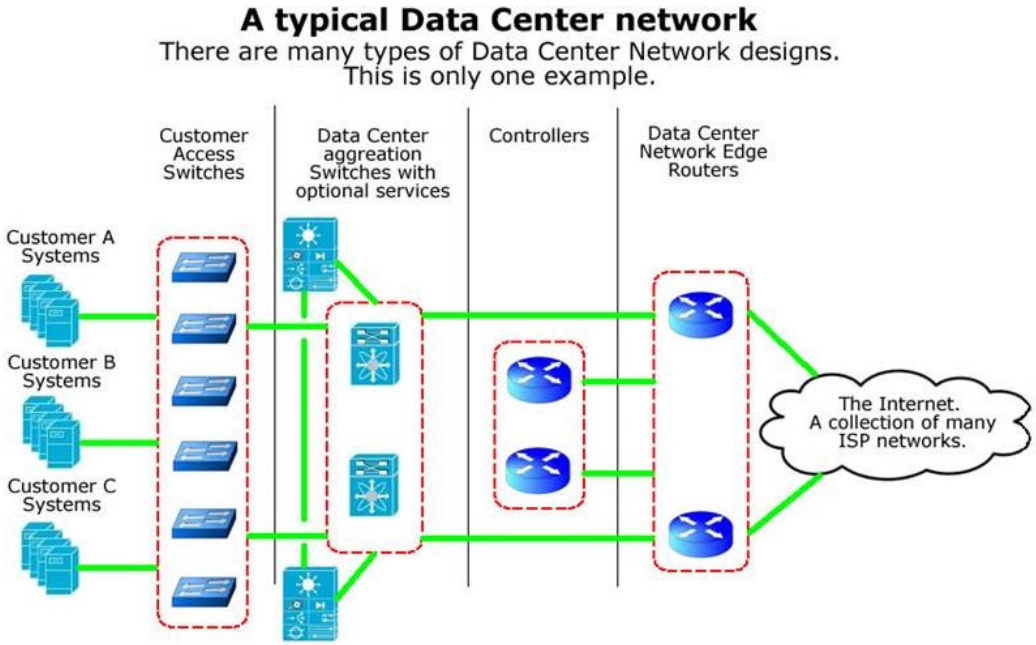


1.2.2 – Clasificación de los ISP

Ejemplos de Tier 3

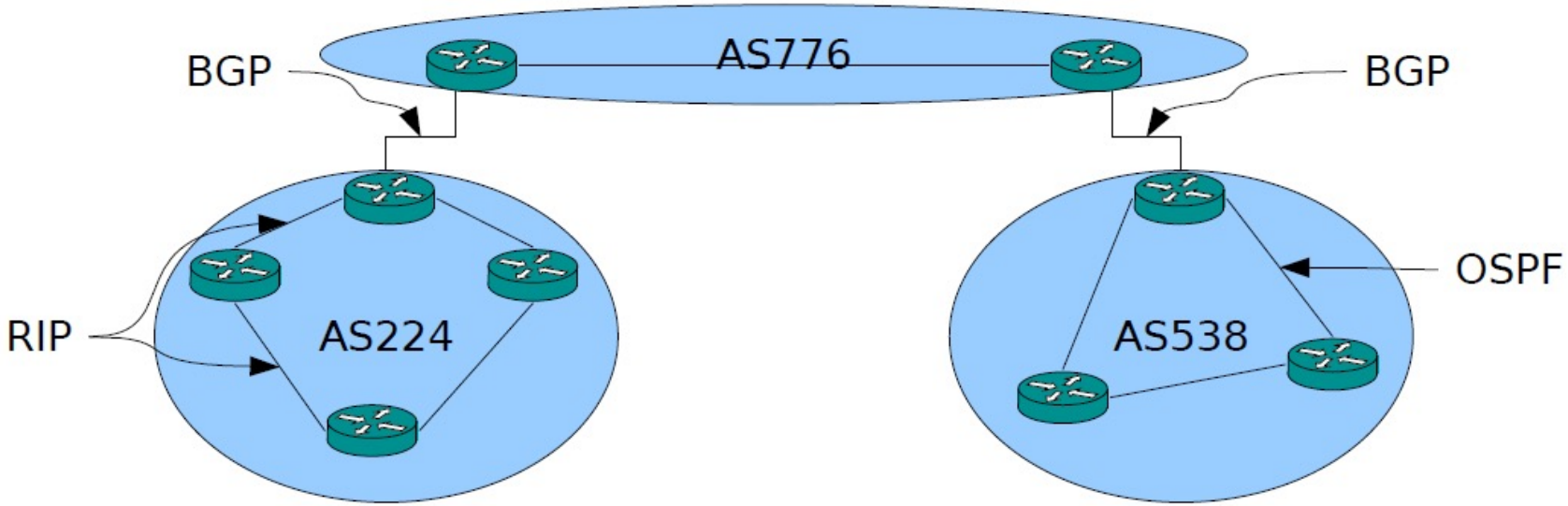
DataCenter Networks





1.2.3 - Autonomous System (AS)

- AS o Routing Domain
  - Grupo de redes IP administrado por uno o mas operador de red que usa una única y bien definida política de encaminamiento
  - 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)



1.2.3 - Autonomous System (AS)

Identificación

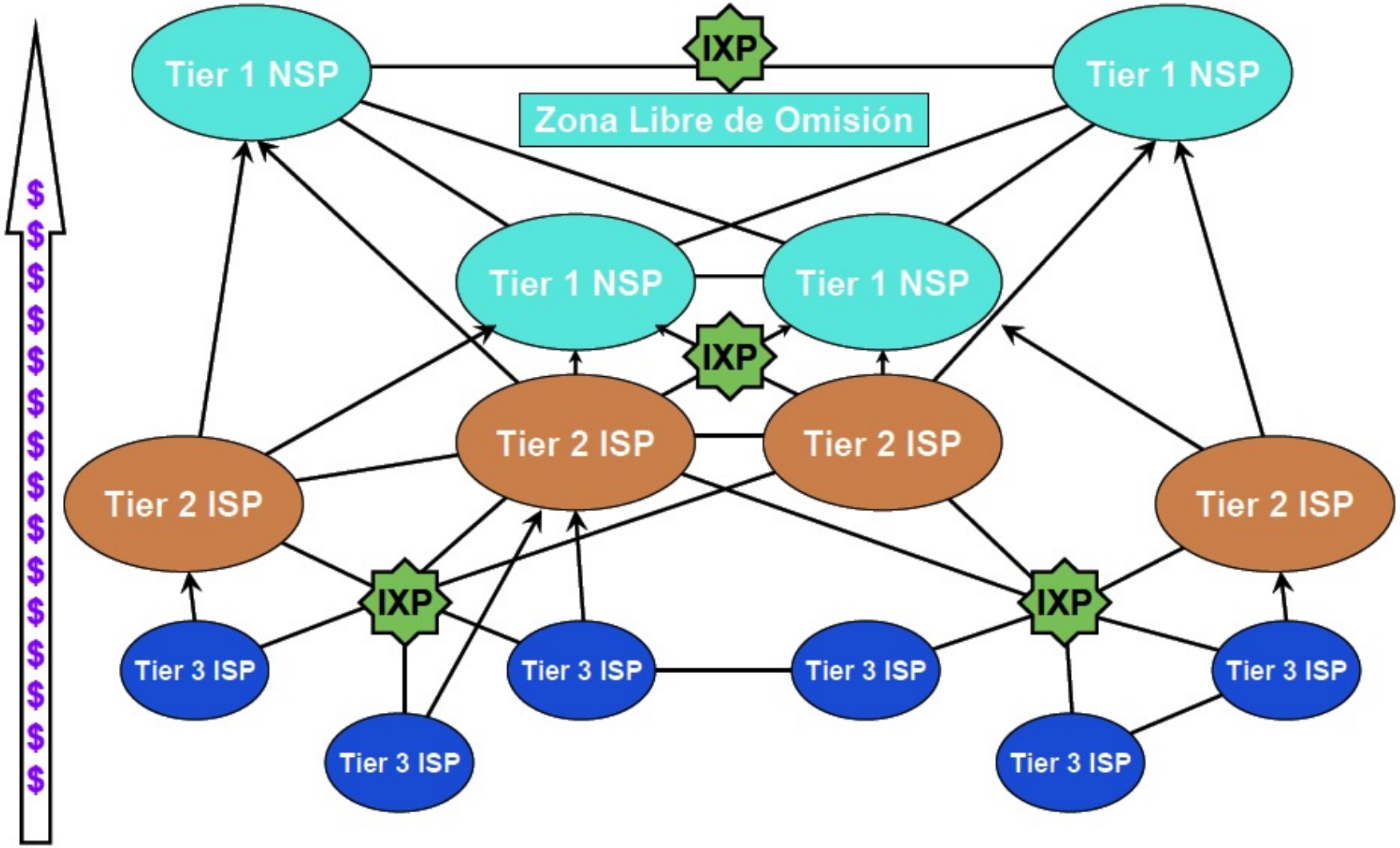
- Cada AS está identificado por un número único denominado ASN (Autonomous System Number)
- Los ASN están delegados por IANA (Internet Asigned Number Authority) a los RIR (Regional Internet Registries) por bloques.
- Cada RIR asigna un ASN a cada organización.
- Hasta 2007 los ASN eran un número de 16 bits. Ahora se ofrecen de 32 bits, aunque no todos los sistemas son compatibles con la nueva numeración.
- Los ASN del 64512 al 65535 están reservados para uso privado y no pueden anunciarse en Internet.

1.2.3 - Autonomous System (AS)

ISP vs. AS

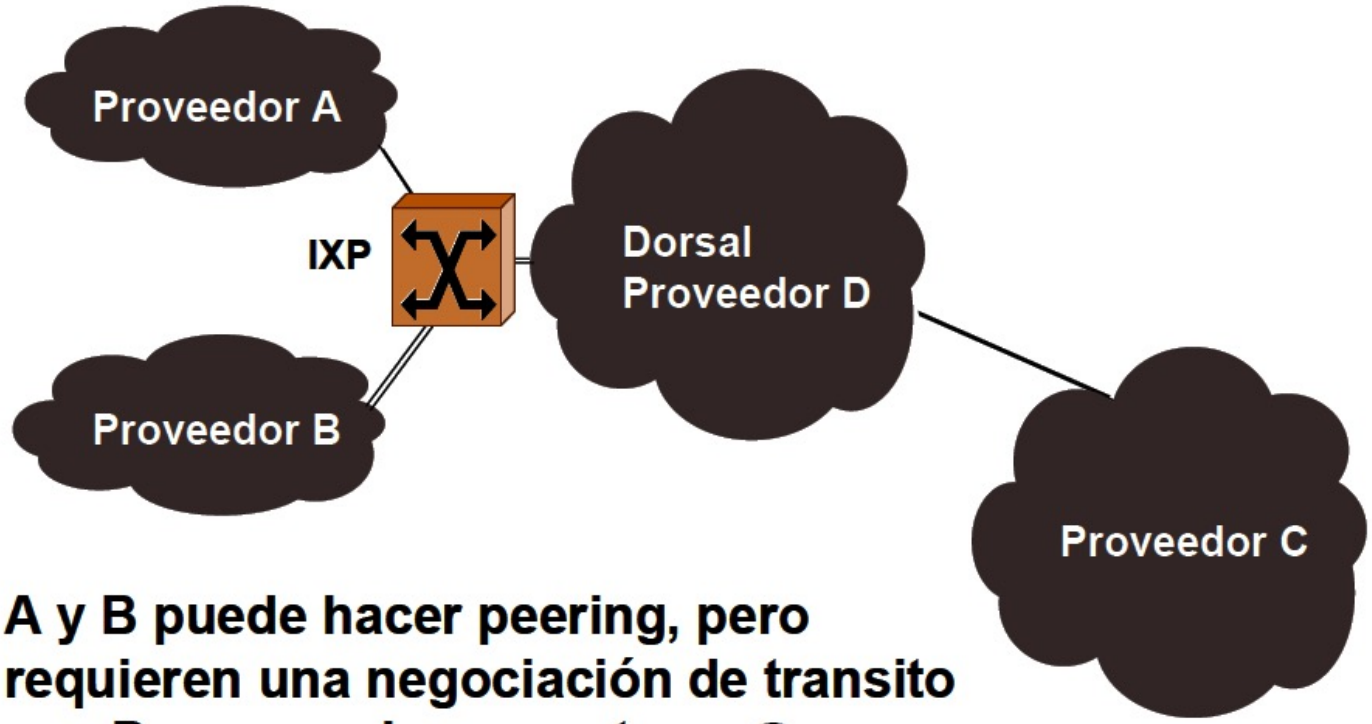
- Un ISP es una entidad administrativa que puede tener uno o mas ASN asignados dependiendo de su arquitectura y distribución geográfica
- En general, un ASN se puede asignar a un ISP pero también a una red corporativa
- Por lo tanto no todos los AS son ISP, pero todos los ISP deben tener uno o mas ASN asignados

1.2.4 – Relación entre ASes/ISPs



1.2.4 – Relación entre ASes/ISPs
Dos posibilidades

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

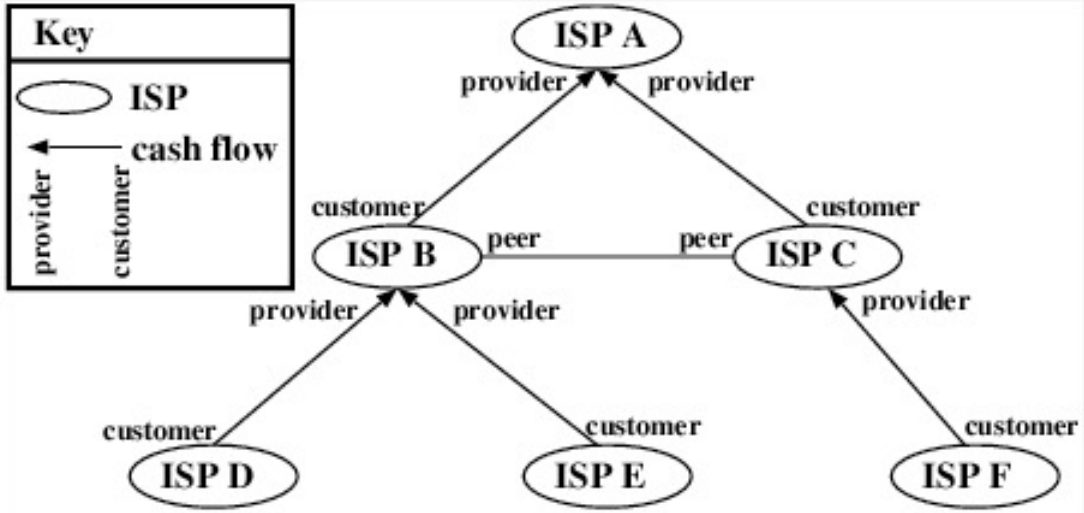


A y B puede hacer peering, pero requieren una negociación de transito con D para enviar paquetes a C

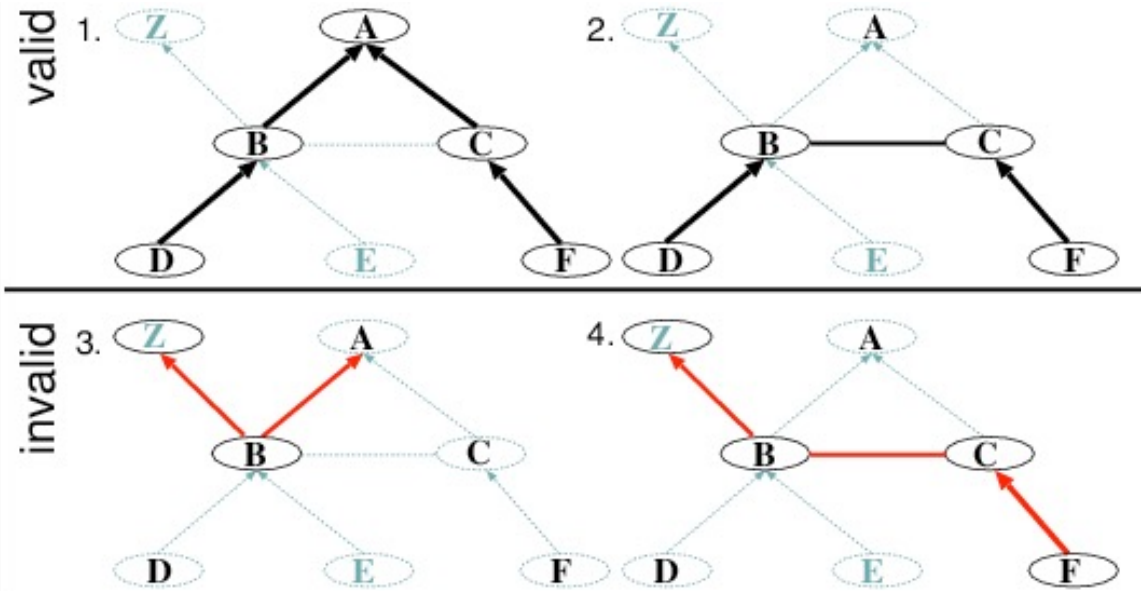
1.2.4 – Relación entre ASes/ISPs

Transito

- 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
  y tampoco para C y Z
  ya que nadie paga B



1.2.4 – Relación entre ASes/ISPs

Peering

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

1.2.4 – Relación entre ASes/ISPs

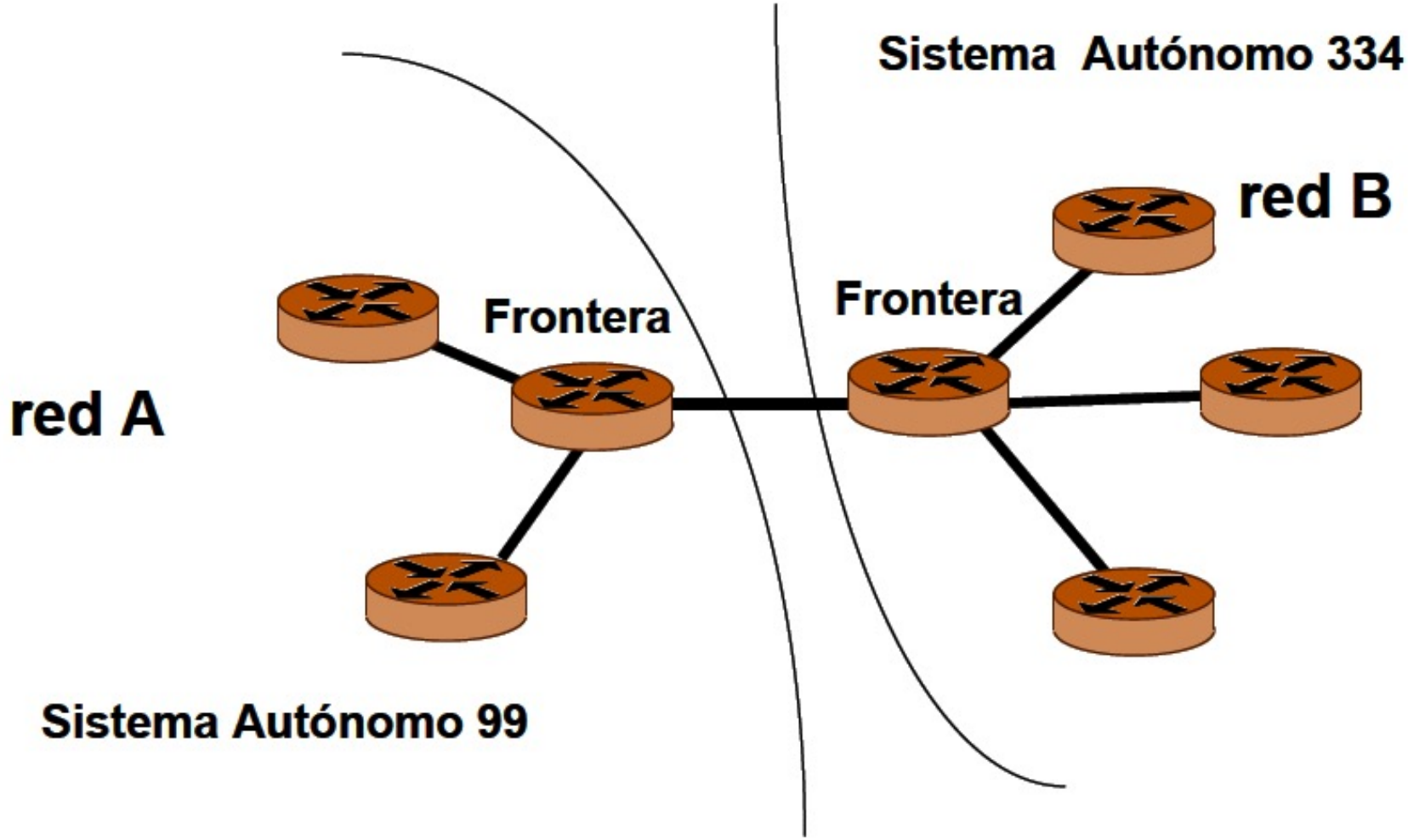
Peering privado

- Conexión punto a punto entre dos AS para transportar trafico y rutas de encaminamiento
  - Aumenta la fiabilidad del enlace y ofrece gran ancho de banda pero a un coste superior a un peering publico
- Disminuye el trafico que pasa por los puntos IXP públicos
- Una conexión se negocia entre los dos ISP independientemente de los demás
- El encaminamiento y el coste son información confidenciales y conocidas solo por los dos AS

1.2.4 – Relación entre ASes/ISPs

Peering privado

- Privado



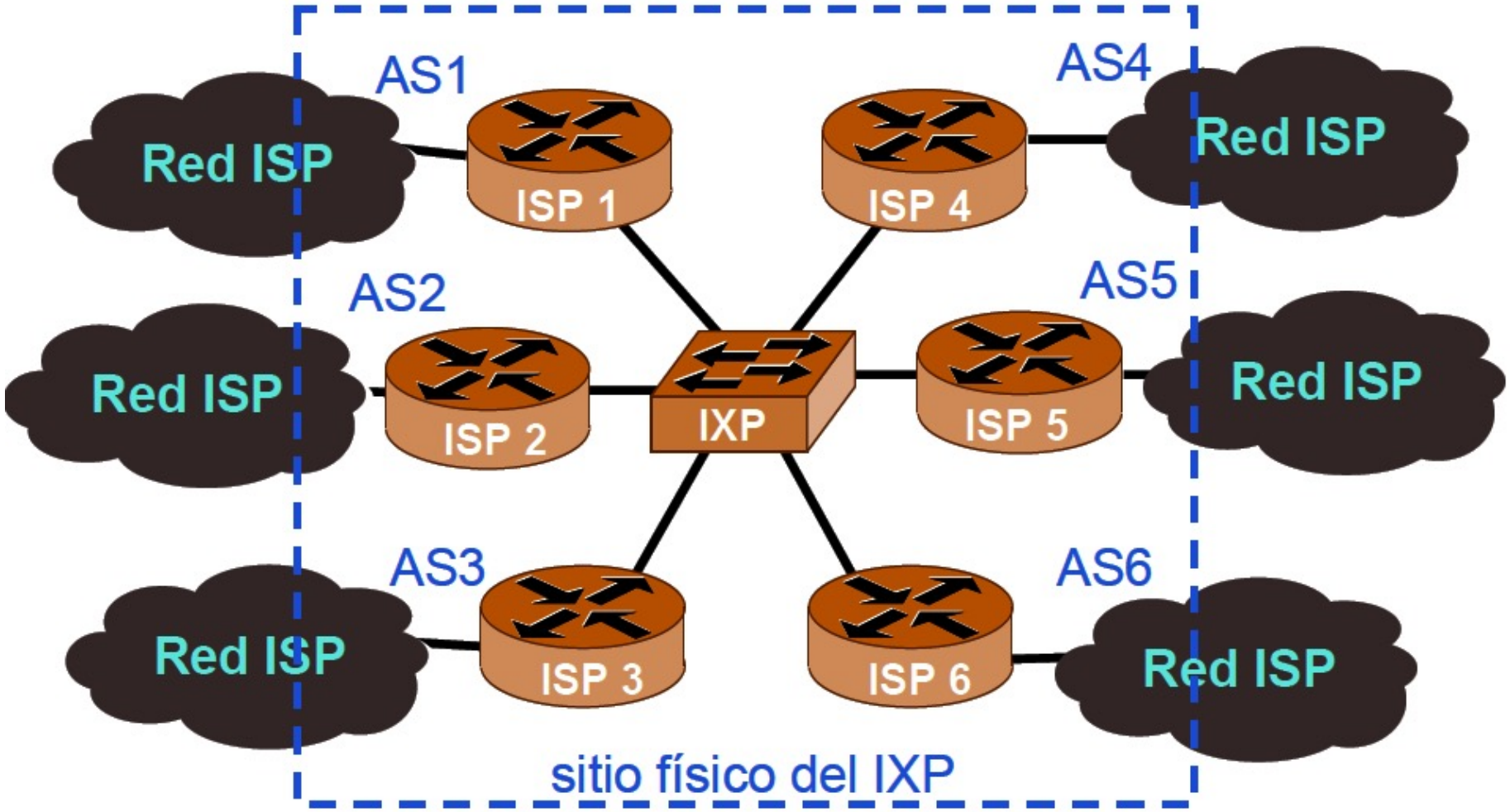
1.2.4 – Relación entre ASes/ISPs

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
- Objetivo
  - <u>ahorrar dinero</u>
  - reducir la latencia (menos ISP intermedios)
  - mejorar el servicio (protección a fallos o múltiples fallos, ancho de banda garantizado, etc.)

1.2.5 – Interconnection Point (IXP)

Estructura simplificada de un IXP



1.2.5 – Interconnection Point (IXP)

IXP internacional

- 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
- **EuroIX**
  - www.euro-ix.net
  - https://www.euro-ix.net/en/forixps/
    - video de ejemplo a partir del minuto 2:13
  - Con 72 European IXP

1.2.5 – Interconnection Point (IXP)

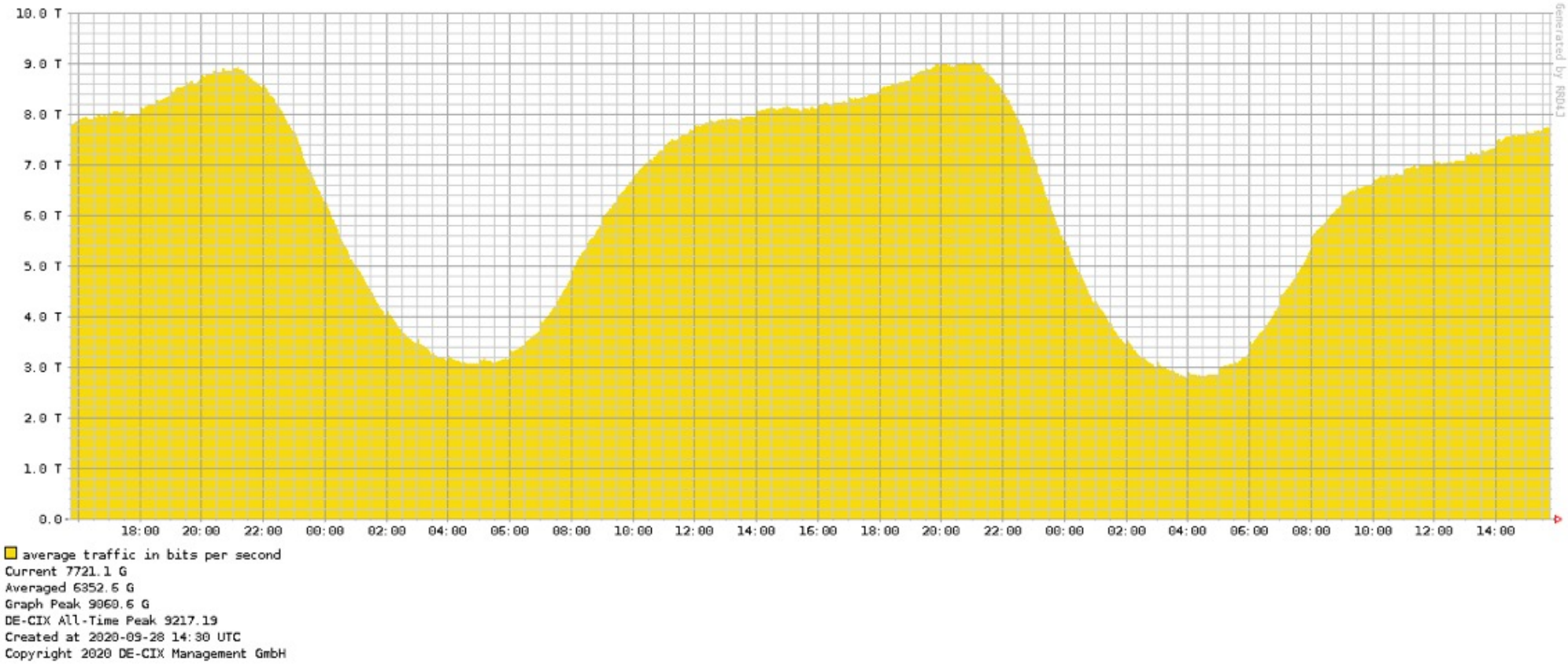
IXP internacional: clasificación

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 Iguacu, 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	1998	1800[41]	18,000[42]	9,900[42]	5 August 2020

1.2.5 – Interconnection Point (IXP)

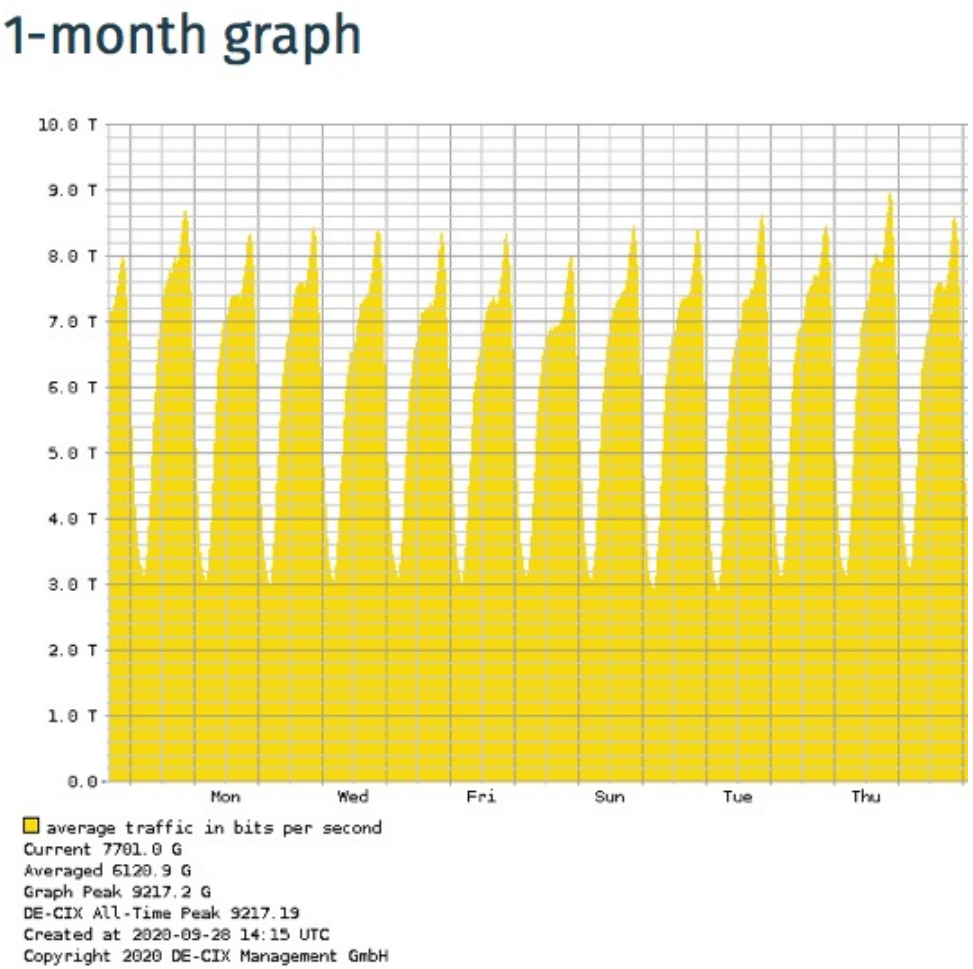
IXP internacional: ejemplo De-Cix

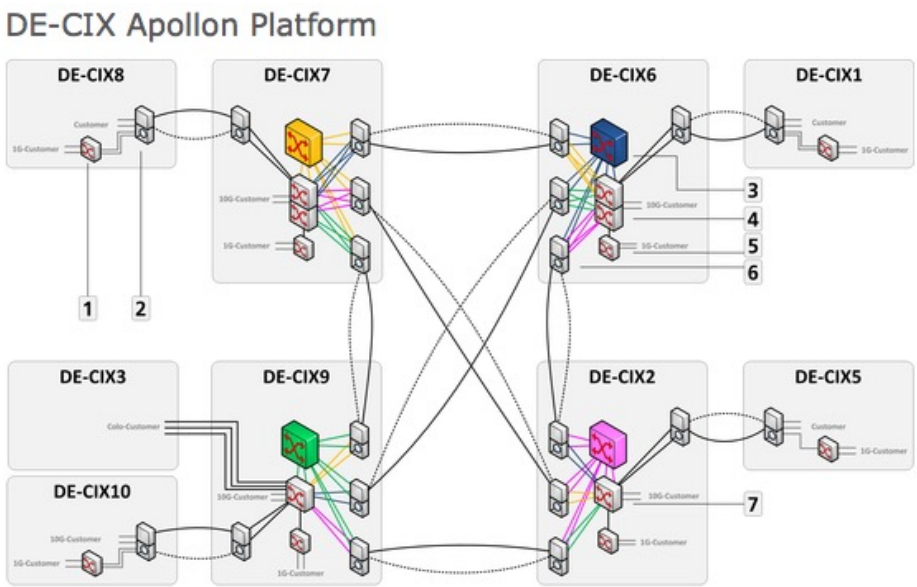
2-day graph



1.2.5 – Interconnection Point (IXP)

IXP internacional: ejemplo De-Cix





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

1.2.5 – Interconnection Point (IXP)

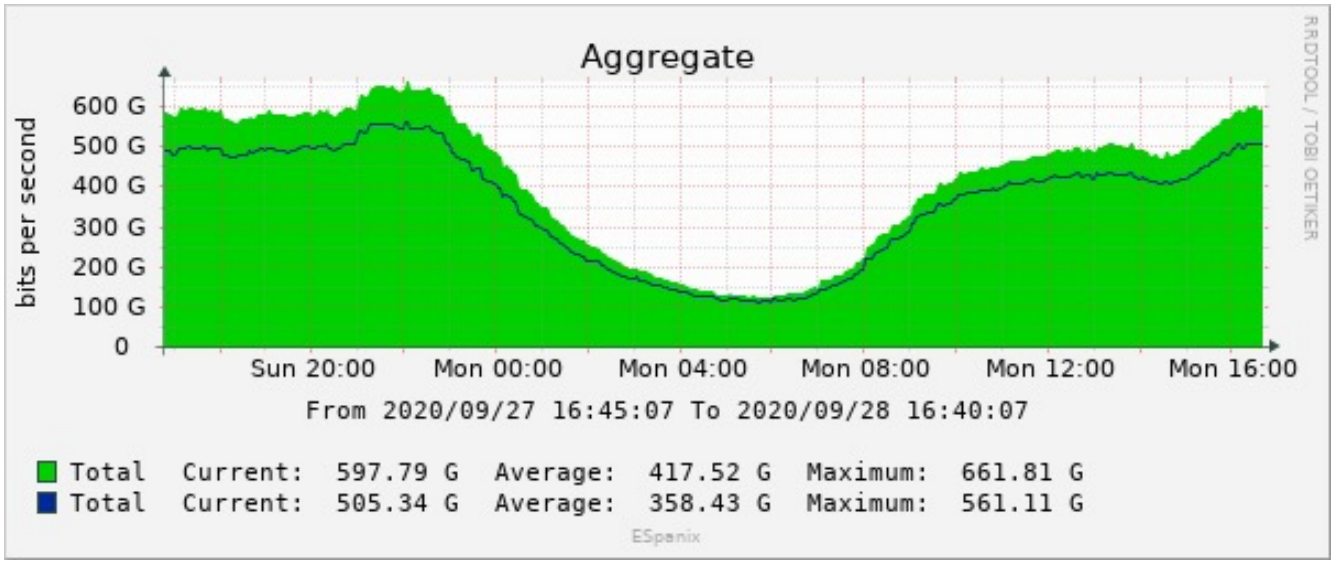
IXP nacional

- Interconecta ISP que pertenecen a una misma nación
- **Espanix**
  - www.espanix.net
  - ~100 partners y 500 Gb/s de tráfico de media
- **Catnix**
  - www.catnix.net
  - 43 partners y 11.5 Gb/s
- **EuskoNix**
  - 7 partners y 600 Mb/s (información no actualizada)

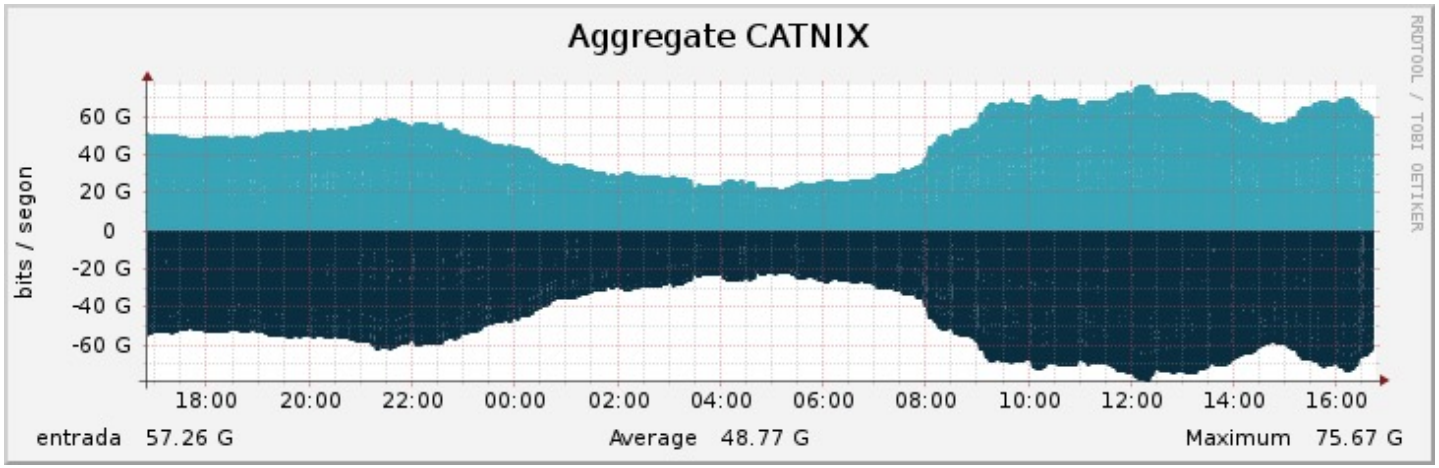
1.2.5 – Interconnection Point (IXP)

IXP nacional: ejemplo de tráfico

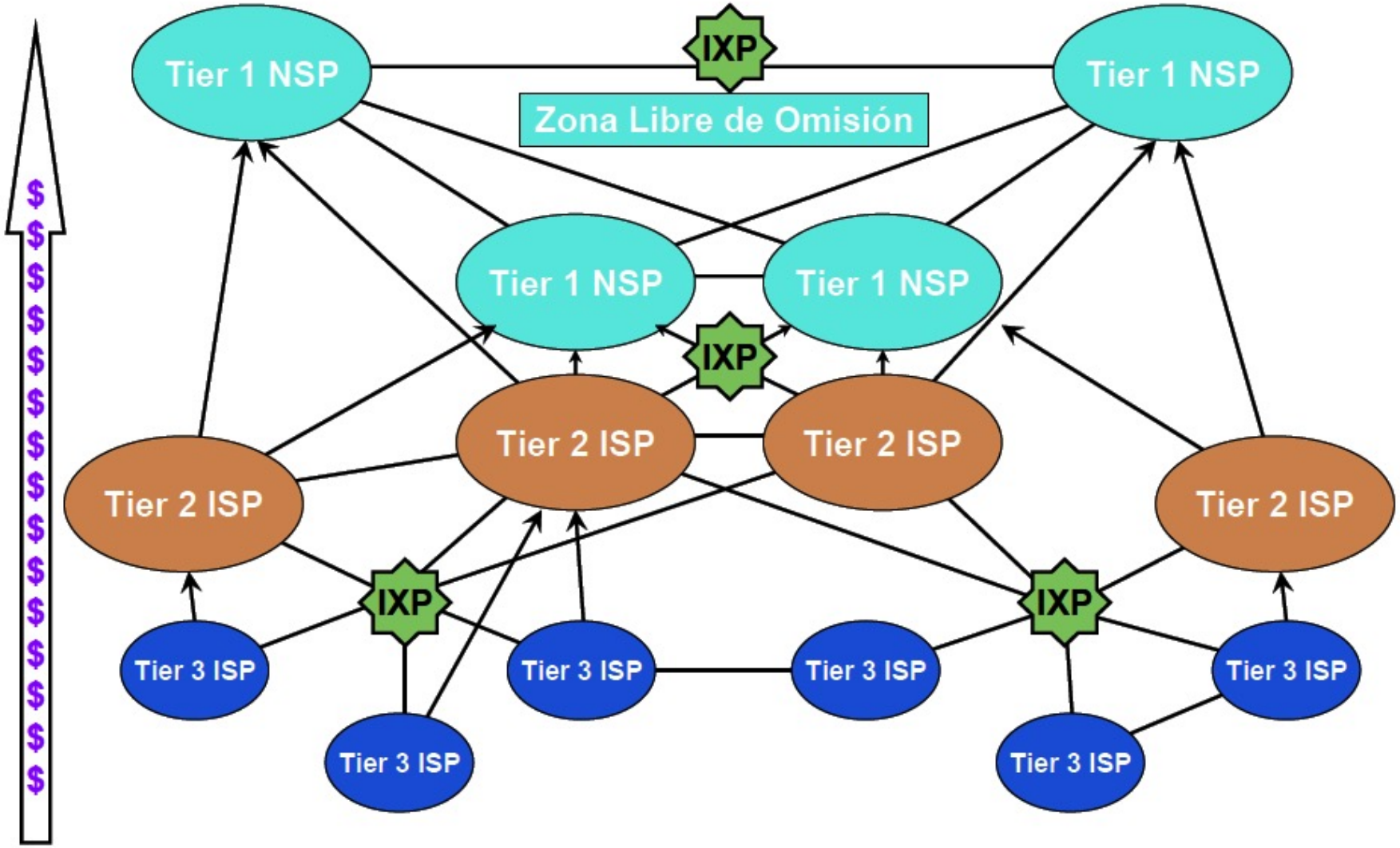
- Espanix



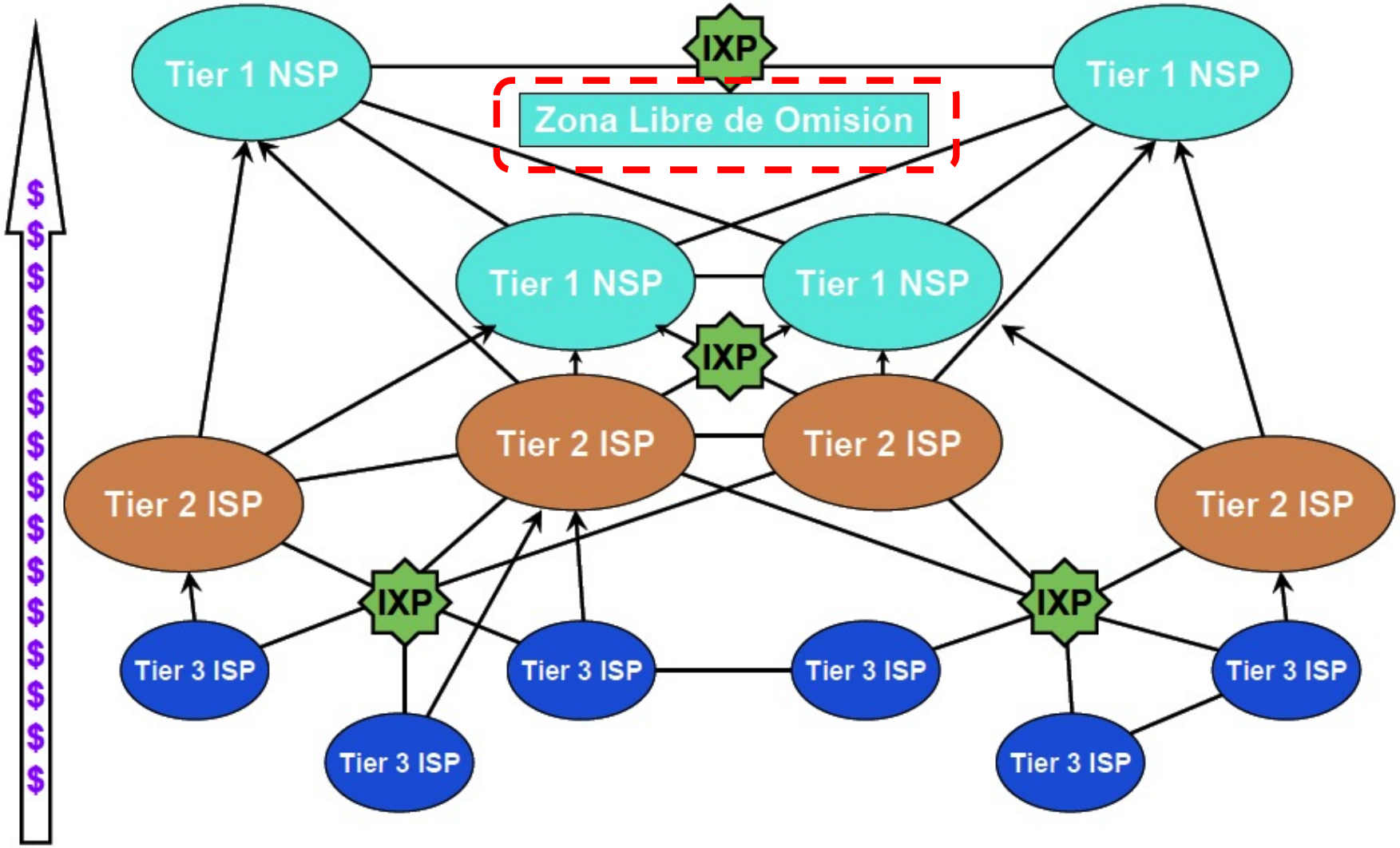
- Catnix



1.2.4 – Relación entre ASes/ISPs



1.2.4 – Relación entre ASes/ISPs



1.2.6 - Default-free Zone (DFZ)

- Zona de default (zona libre de omisión)
  - Pertenecen a la DFZ todos aquellos routers que tienen información de encaminamiento explicito 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 explicita 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 transito)
  - En Febrero 2021, hay 847,063 rutas IPv4 y 70,627 AS distintos (300 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

Tema 1. Arquitectura y direccionamiento

1. Arquitectura general de Internet
2. Actores principales de Internet
3. Organizaciones principales de Internet
   1. CAIDA
   2. Potaroo.net
   3. ICANN/IANA
   4. RIR
4. Direccionamiento en Internet

1.3.1 – 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

1.3.1 – CAIDA

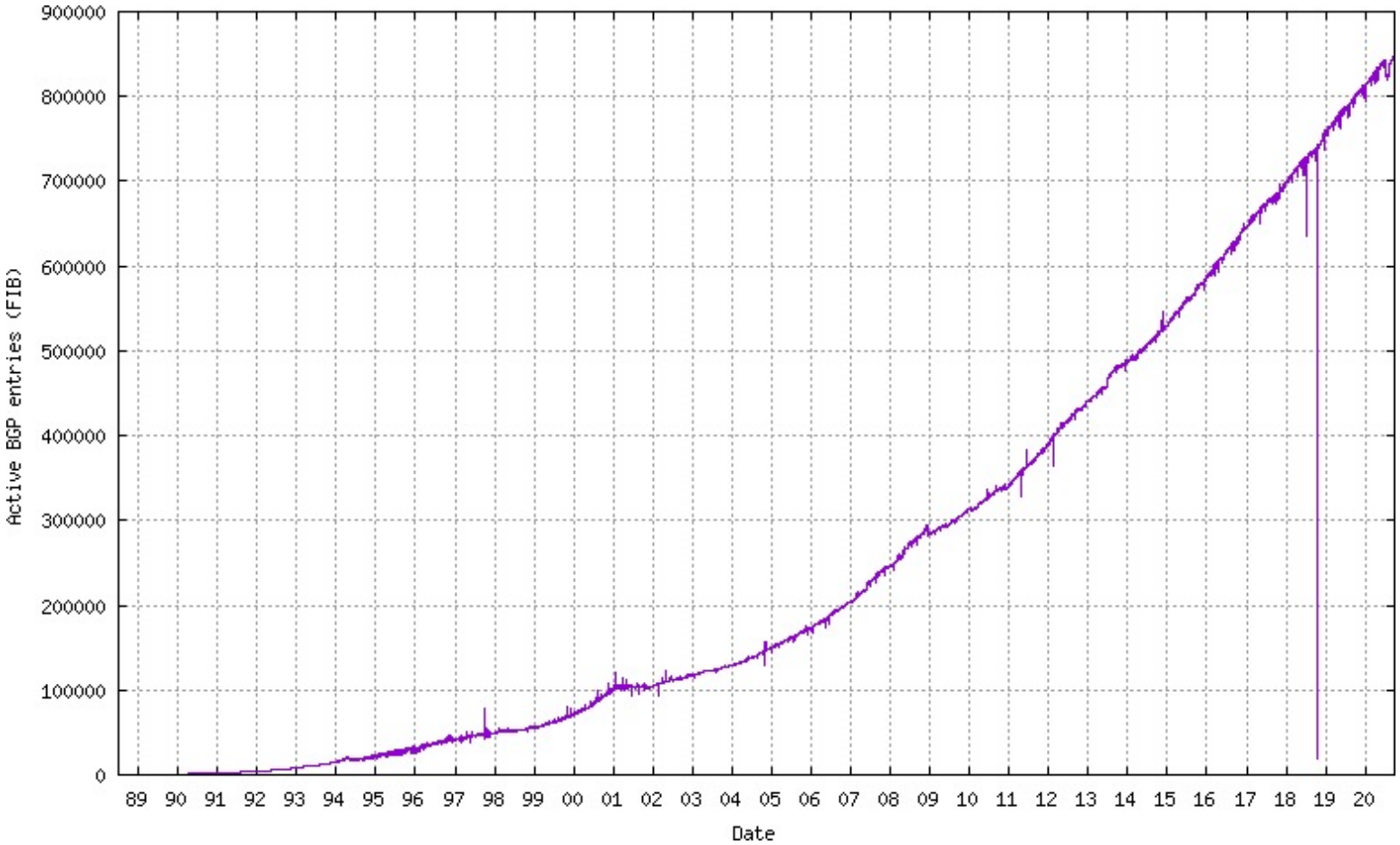
AS Rank ▲	AS Number ▽	Organization		cone size (ASes) ▽
1	3356	Level 3 Parent, LLC		46995
2	1299	Telia Company AB		36489
3	174	Cogent Communications		31695
4	3257	GTT Communications Inc.		21625
5	6762	Telecom Italia Sparkle S.p.A.		19933
6	2914	NTT America, Inc.		19432
7	6939	Hurricane Electric LLC		17954
8	6461	Zayo Bandwidth		15897
9	6453	TATA COMMUNICATIONS (AMERICA) INC		15777
10	3491	PCCW Global, Inc.		13767
11	1273	Vodafone Group PLC		8260
12	9002	RETN Limited		7891
13	4637	Telstra International Limited		5740
14	5511	Orange S.A.		5620
15	12956	TELEFONICA GLOBAL SOLUTIONS SL		4411

1.3.2 – Potaroo.net

- Página personal de Geoff Huston
  - Adjunct Research Fellow at the Centre for Advanced Internet Architectures (http://caia.swin.edu.au/)
- Proporciona información sobre Internet
  - Novedades, artículos, usos, etc.

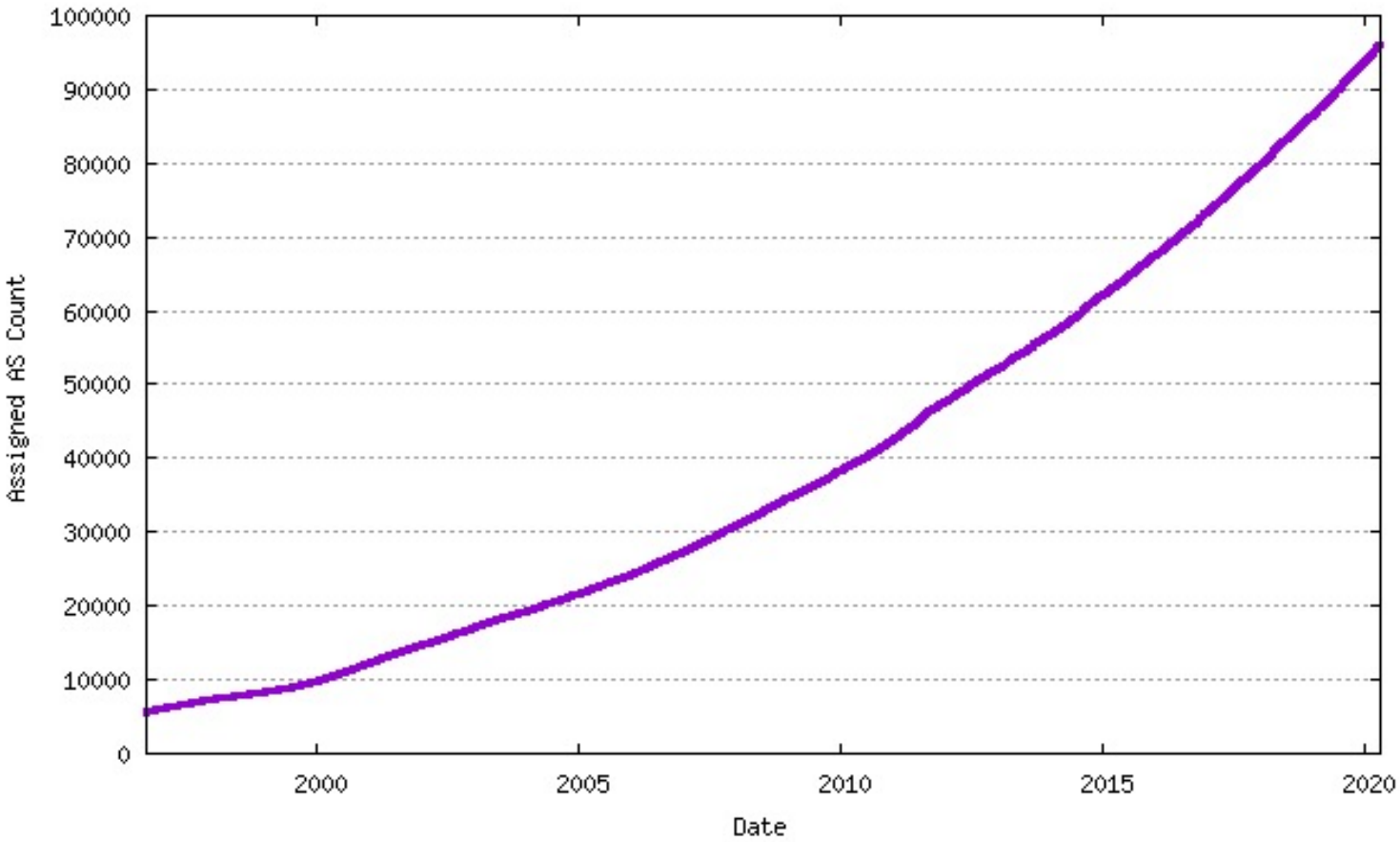
1.3.2 – Potaroo.net

Tablas de routing en Internet



1.3.2 – Potaroo.net

ASN asignados



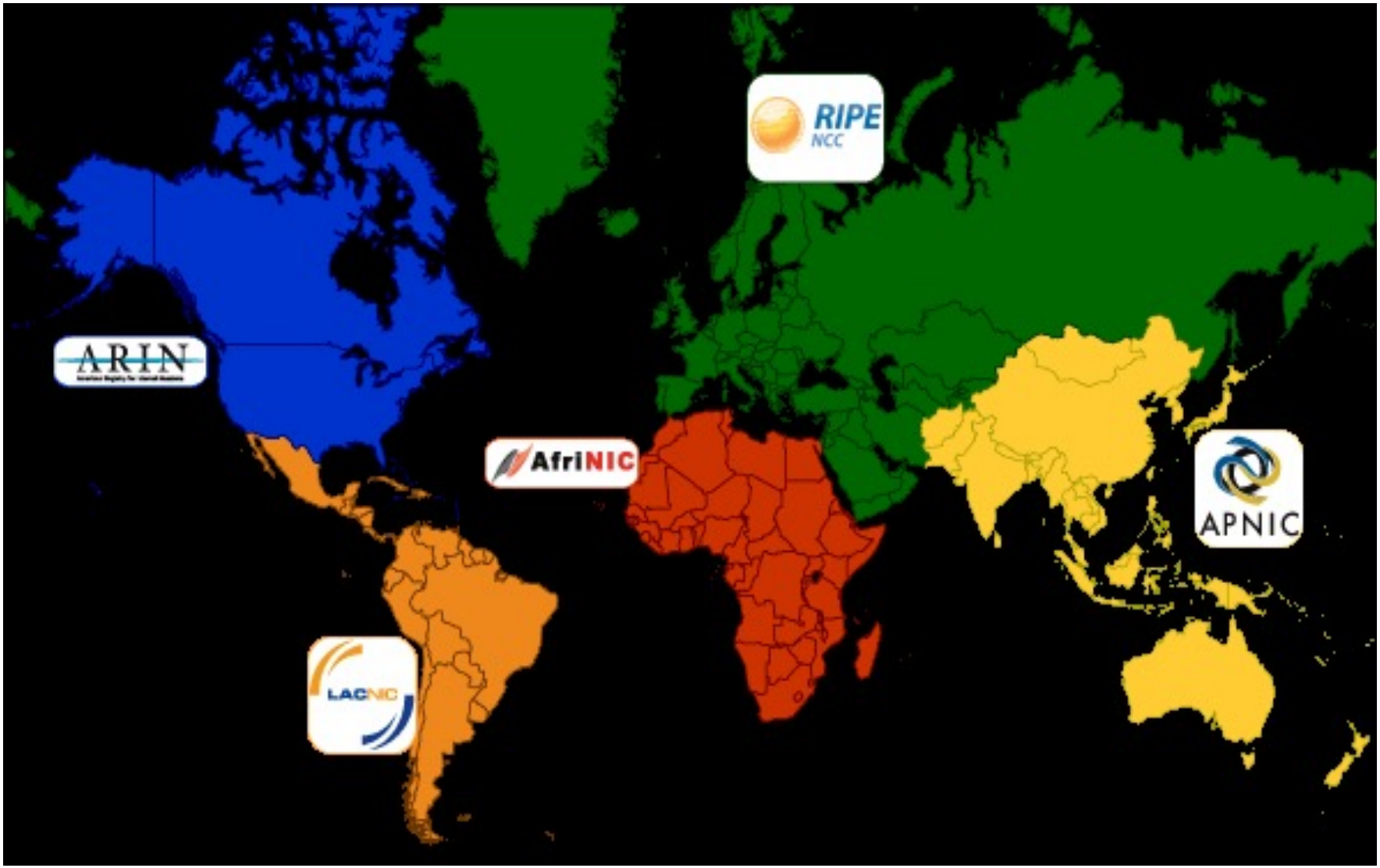
1.3.3 – ICANN/IANA

- 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 IPv6
  - Gestiona los ASN
  - Aprueba, crea o cambia los TLDs del DNS
  - Registro de los parámetros de los protocolos (puerto 80 → HTTP)
- IANA
  - Internet Assigned Number Authority
  - Un departamento de ICANN que se ocupa de las funciones anteriores

1.3.4 - Regional Internet Registries (RIRs)

- Organizaciones independientes que dan soporte a la coordinación de los recursos de Internet en determinadas zonas geográficas y desarrollan políticas comunes y promueven "best current practice" en Internet
- Cada RIR se ocupa
  - Asignar bloques de direcciones IPv4 y IPv6 y de ASN a sus miembros
  - No se ocupan de la gestión de los nombres de dominio (tarea de ICANN)
- Hay cinco RIRs en el mundo
  - AfriNIC: Africa
  - APNIC: Asia y Pacífico
  - ARIN: Norte América
  - LACNIC: Latino América y Caribe
  - RIPE NCC: Europa, Oriente Medio y Asia Central

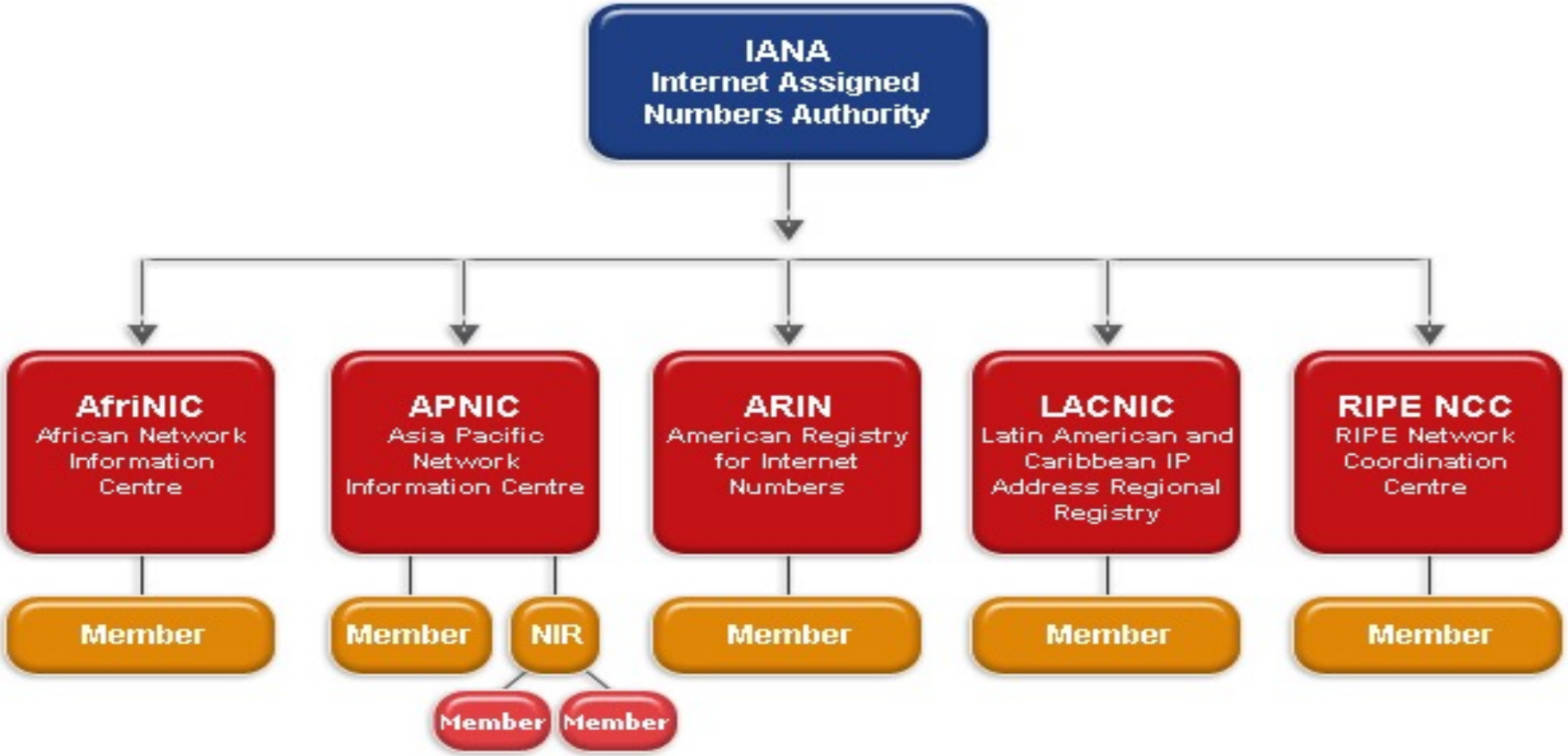
1.3.4 - Regional Internet Registries (RIRs)



1.3.4 - Regional Internet Registries (RIRs)

- Creada y gestionada por las operadoras de red
- Primera RIR fue RIPE NCC creada en mayo 1992
  - Ámsterdam, Holanda
  - 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
  - 34 países, lacnic.org
- AfriNIC (Mauritius), 2004
  - 18 países, >1,000 miembros, www.afrinic.net

1.3.4 - Regional Internet Registries (RIRs)



1.3.4 - Regional Internet Registries (RIRs)

- 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 end-users reciben @IP de los LIR

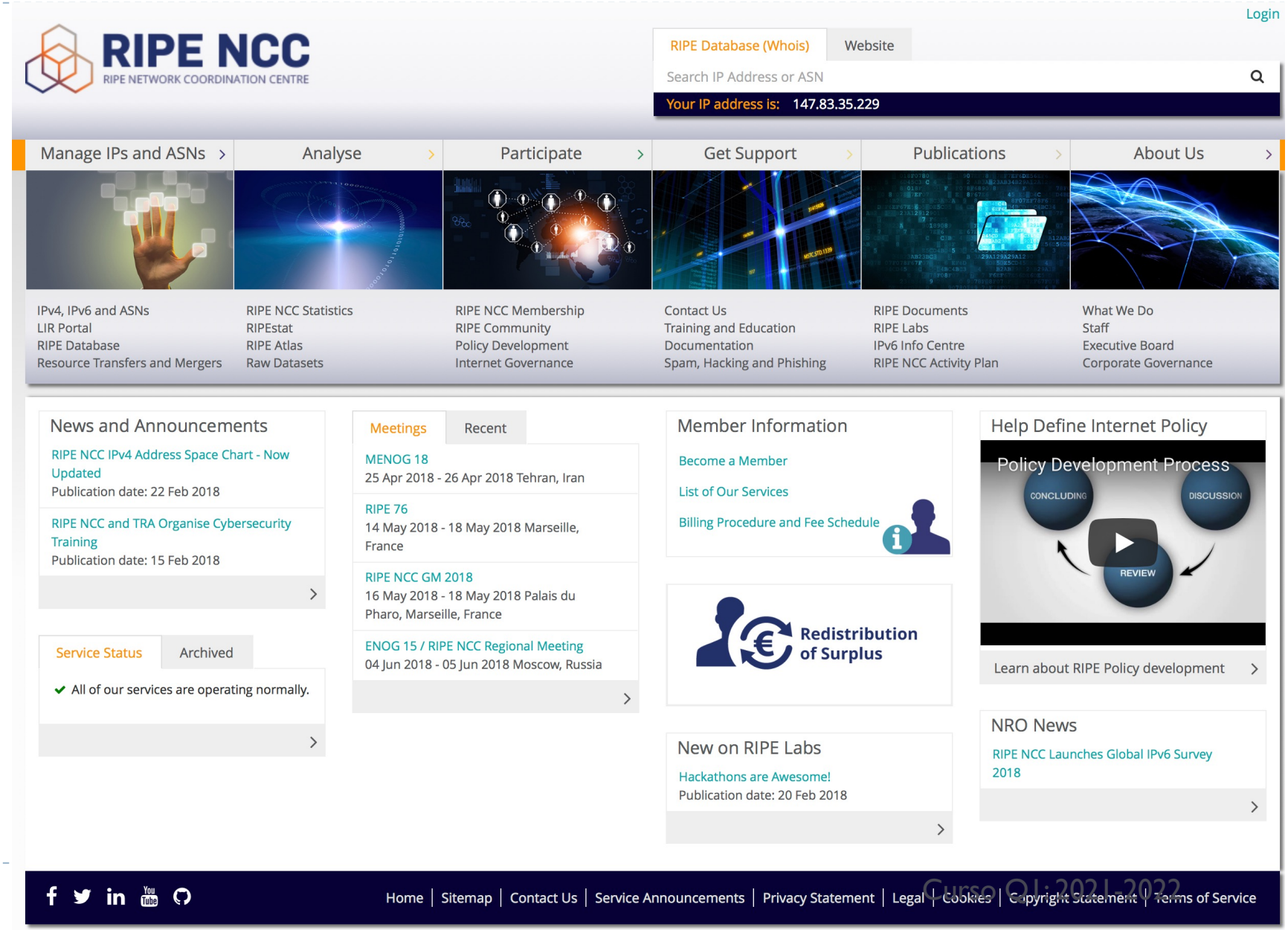
1.3.4 - Regional Internet Registries (RIRs)

RIPE NCC

- Réseaux IP Européens Network Coordination Centre
- http://www.ripe.net/
- Data & Tools: provides databases and monitoring tools that support stable, reliable and secure Internet operations.
  - RIPE Database support: contains registration details of IP addresses and AS Numbers originally allocated by the RIPE NCC
  - Operates 1 of the 13 root Name Servers
  - Provides high-quality measurements and analysis that can be used for a variety of operational, media, governmental and law enforcement activities.

1.3.4 - Regional Internet Registries (RIRs)

RIPE NCC



Curso QL 2021-2022

1.3.4 - Regional Internet Registries (RIRs)

RIPE NCC

- En http://www.ripe.net/membership/maps/ se pueden ver los diferentes LIR de Europa por nación

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>
- GHOSTnet GmbH <Registry Based in Germany>
- IP Exchange GmbH <Registry Based in Germany>
- iQom Business Services GmbH <Registry Based in Germany>
- ISP-Solution Unternehmergesellschaft (haftungsbeschrankt) <Registry Based in Germany>
- netdirect <Registry Based in Germany>
- Star-Hosting e.K. <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

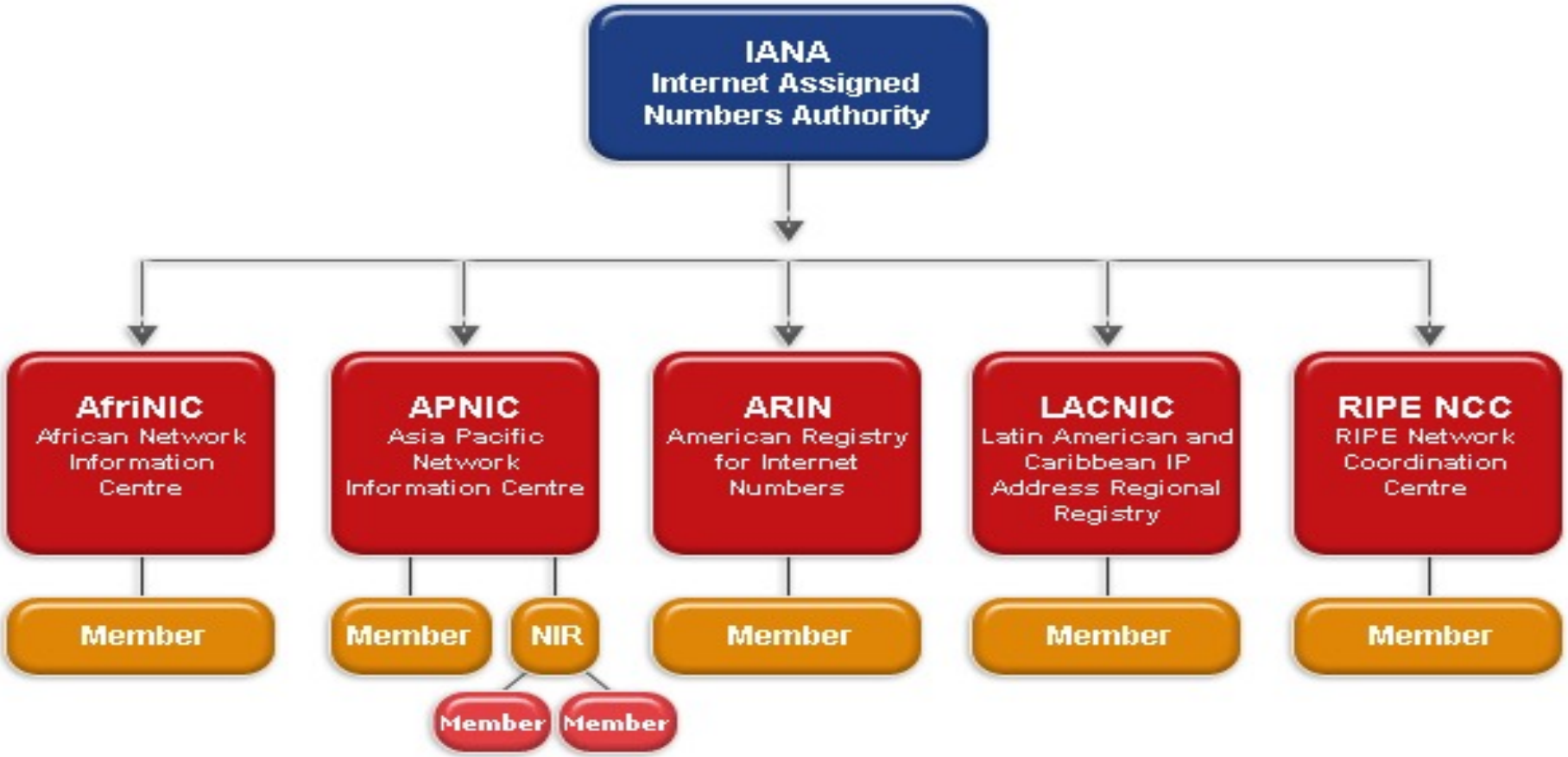
- SPEEDNIC S.R.L. <Registry Based in Austria>
- Digital Knowledge <Registry Based in Belgium>
- Global Telephone & Telecommunication S.A. (GT&T) <Registry Based in Belgium>
- RealDolmen NV <Registry Based in Belgium>
- Voxbone <Registry Based in Belgium>
- D21 SA <Registry Based in Switzerland>
- MEDIA 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

Tema 1. Arquitectura y direccionamiento

1. Arquitectura general de Internet
2. Actores principales de Internet
3. Organizaciones principales de Internet
4. Direccionamiento en Internet
   1. Como se asignan las @IP
   2. Situación IPv4
   3. Situación ASN

1.4.1 – Como se asignan las @IP

Regional Internet Registries (RIRs)



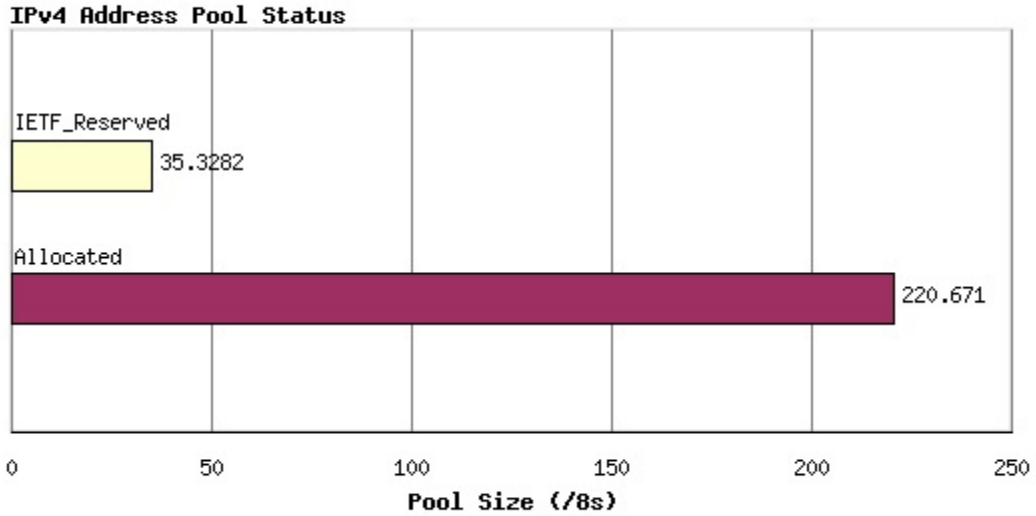
1.4.1 – Como se asignan las @IP

De IANA a los end users

- 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 miliones 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

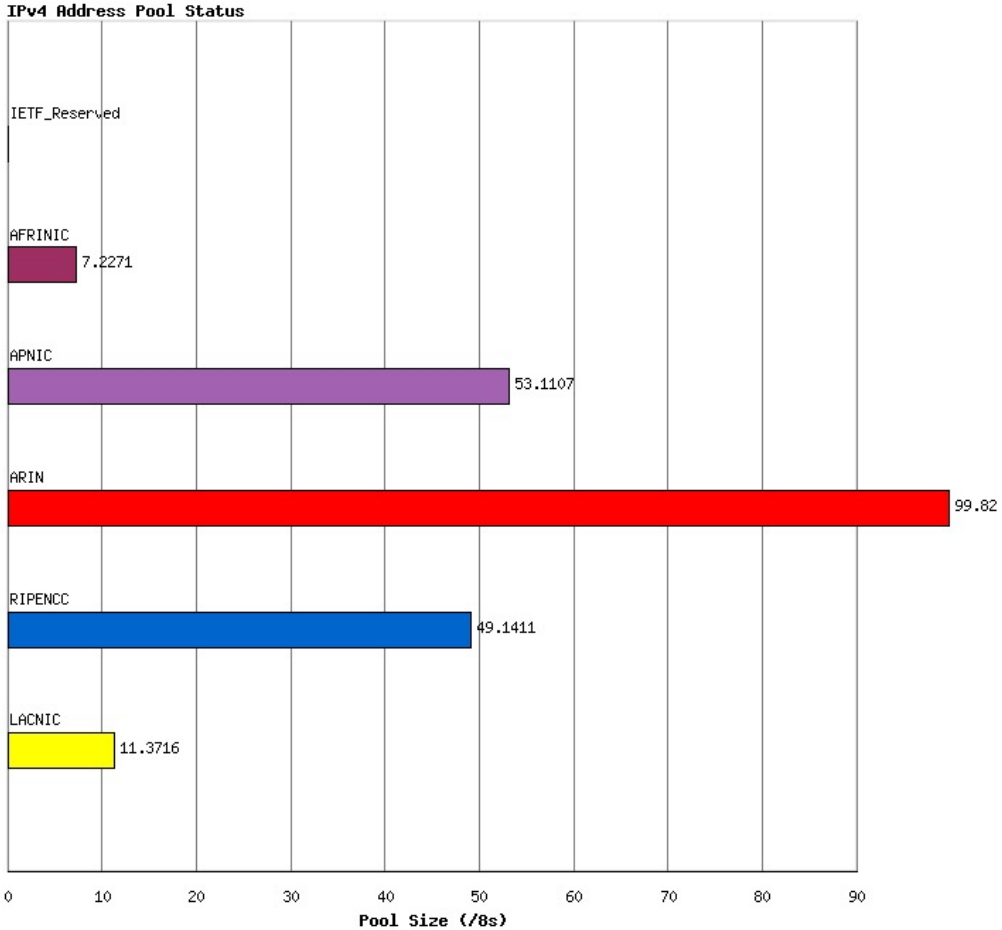
1.4.2 - Situación IPv4

- IANA pone a disposición solo
  - 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/ 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)



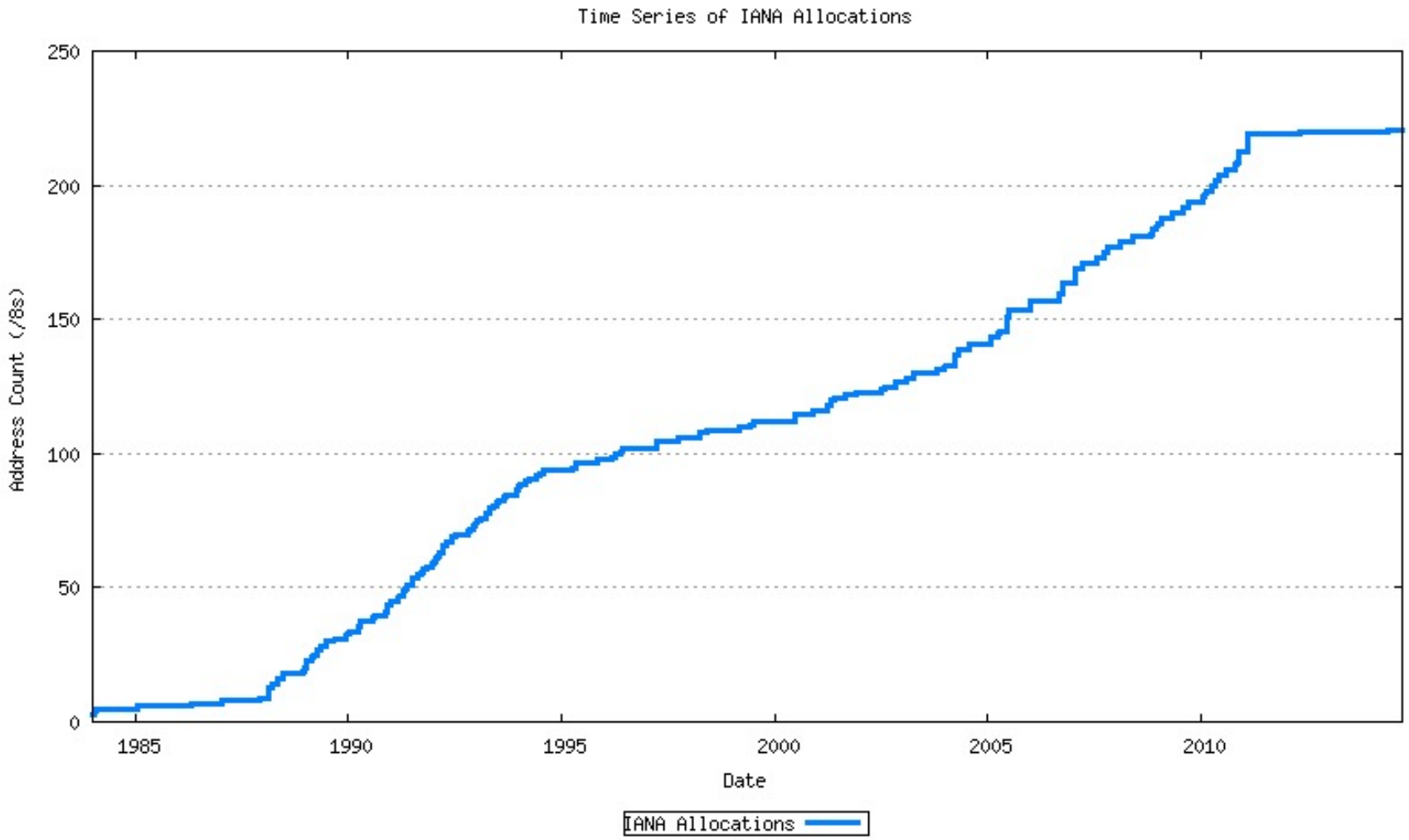
1.4.2 - Situación IPv4

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



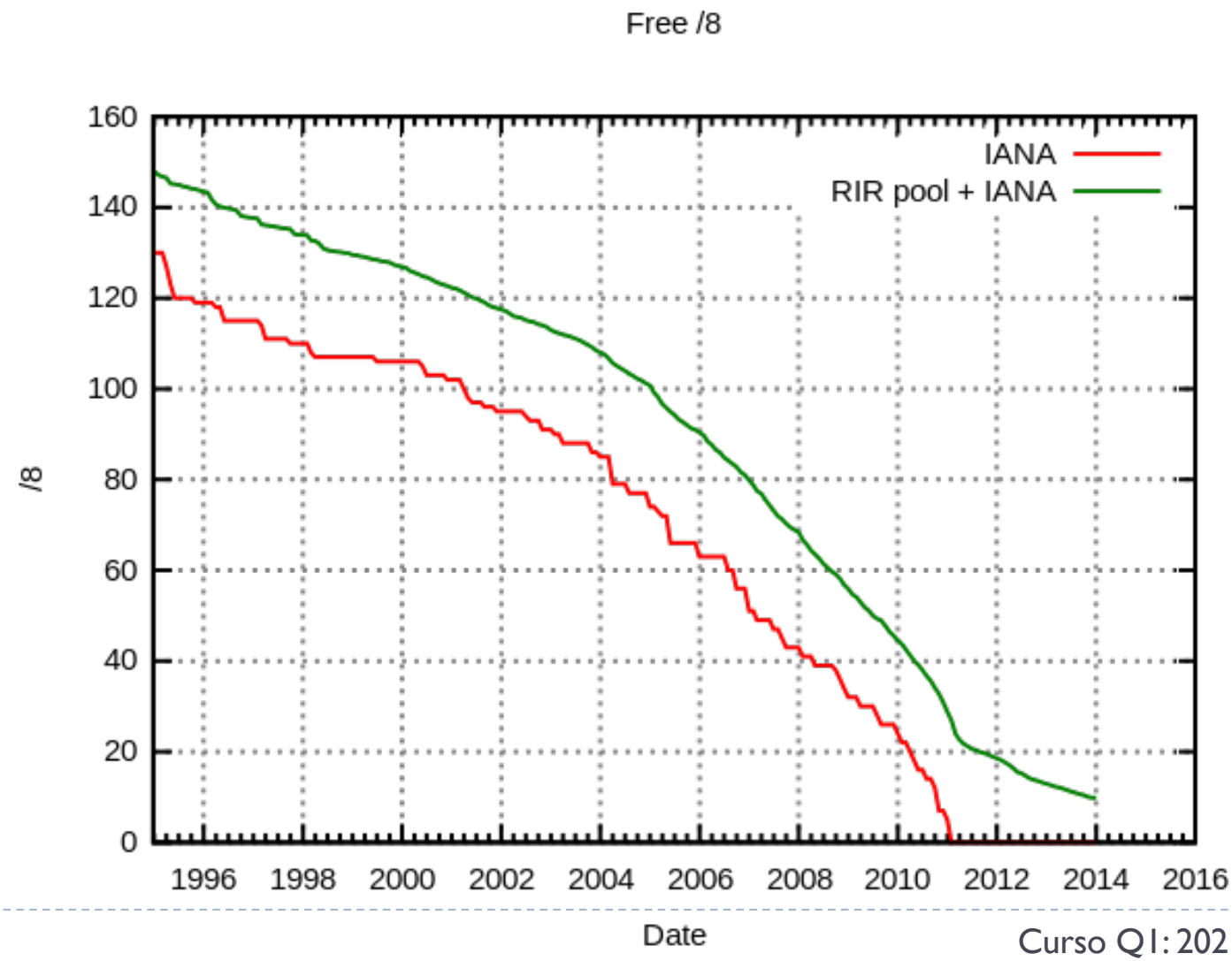
1.4.2 - Situación IPv4

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



1.4.2 - Situación IPv4

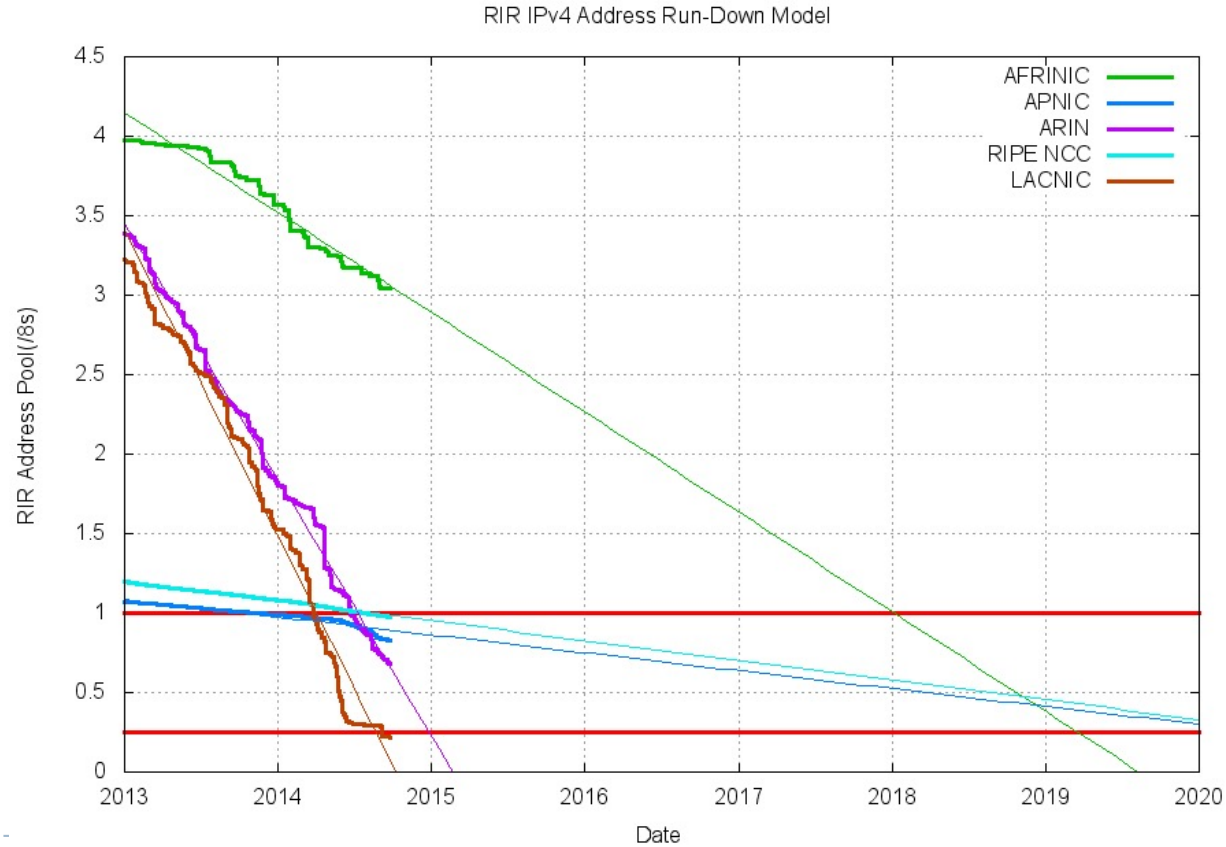
- Los RIRs siguen teniendo algo de disponibilidad



1.4.2 - Situación IPv4 (Sep. 2014)

Previsión de agotamiento bloques /8

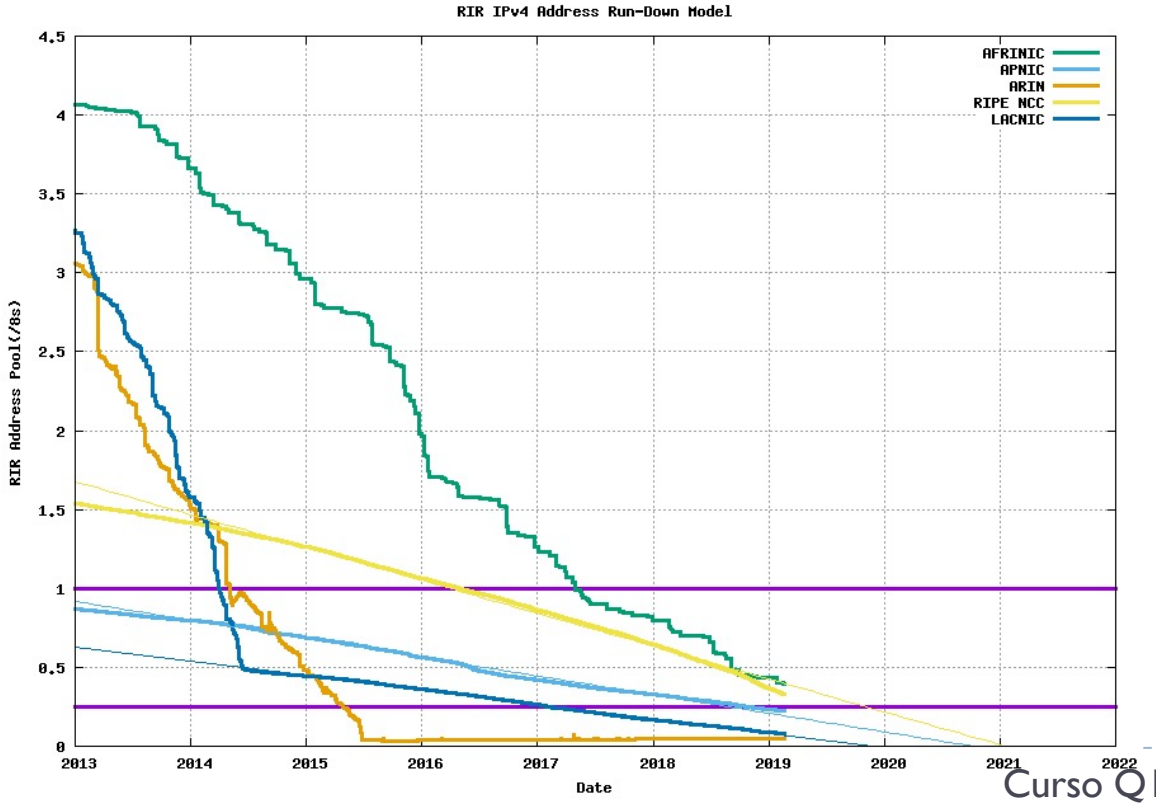
- Previsión de agotamiento de bloques /8
  - APNIC 19-Apr-2011 (quedan 0,83, unas 13 millones de @IPv4)
  - RIPE-NCC 14-Sep-2012 (quedan 0,98, unas 15 millones de @IPv4)
  - LACNIC 10-Jun-2014 (quedan 0,22, unas 3,7 millones de @IPv4)
  - ARIN 8-Mar-2015
  - AfriNIC 23-Jun-2019



1.4.2 - Situación IPv4 (Feb. 2019)

Previsión de agotamiento bloques /8

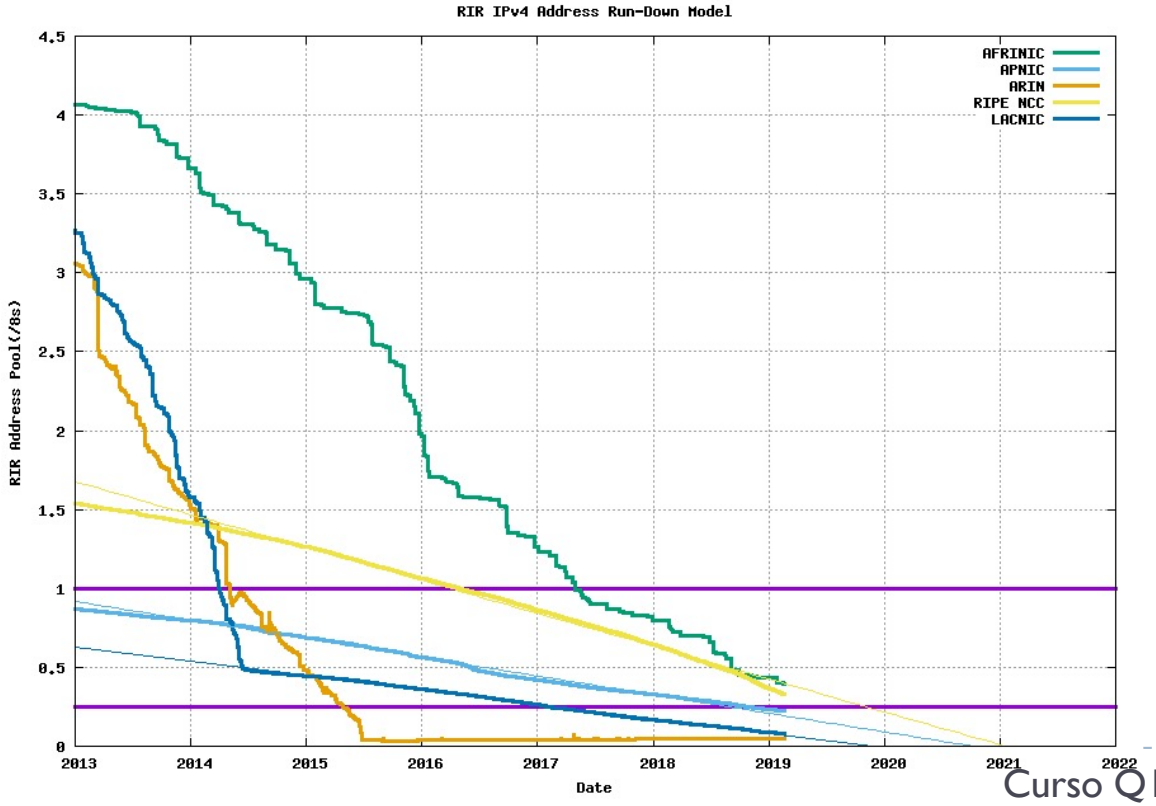
- APNIC 19-Apr-2011 (quedan 0,223, unas ??? millones de @IPv4)
- RIPE-NCC 14-Sep-2012 (quedan 0,328, unas ??? millones de @IPv4)
- LACNIC 10-Jun-2014 (quedan 0,0796, unas ??? millones de @IPv4)
- ARIN 24-Sep-2015 (quedan 0,398, unas ??? millones de @IPv4)
- AfriNIC 27-Sep-2019 ?



1.4.2 - Situación IPv4 (Feb. 2019)

Previsión de agotamiento bloques /8

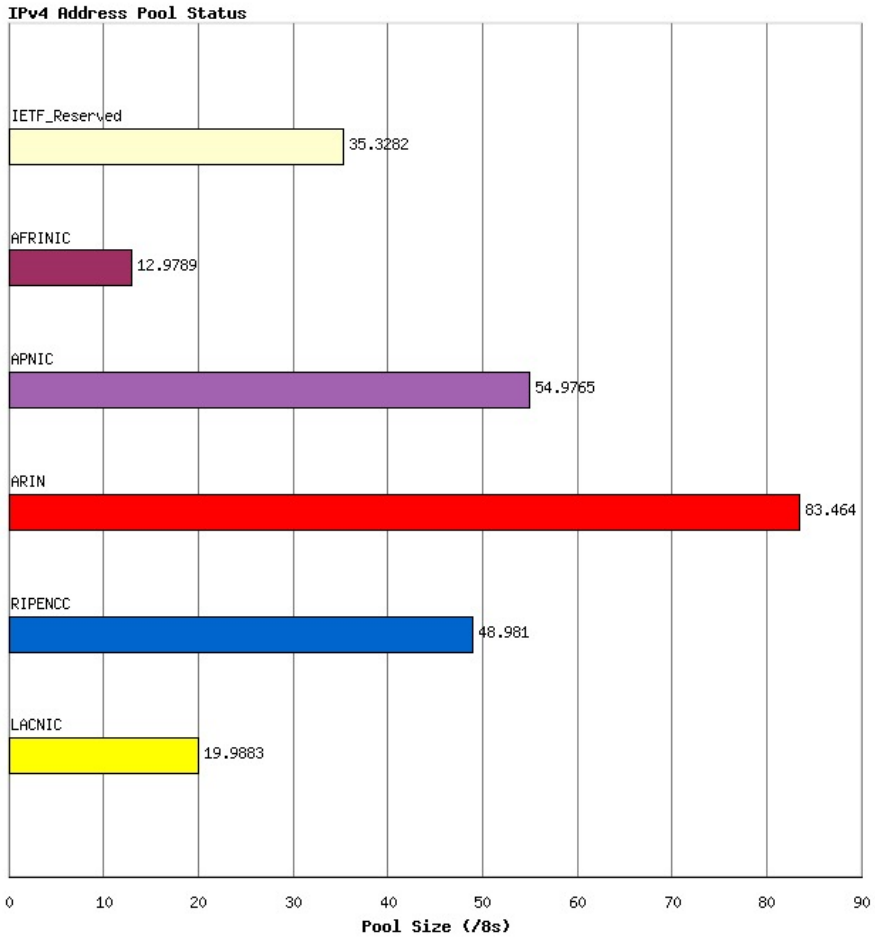
- APNIC 19-Apr-2011 (quedan 0,223, unas 3,7 millones de @IPv4)
- RIPE-NCC 14-Sep-2012 (quedan 0,328, unas 5,5 millones de @IPv4)
- LACNIC 10-Jun-2014 (quedan 0,0796, unas 1,3 millones de @IPv4)
- ARIN 24-Sep-2015 (quedan 0,398, unas 6,68 millones de @IPv4)
- AfriNIC 27-Sep-2019 ?

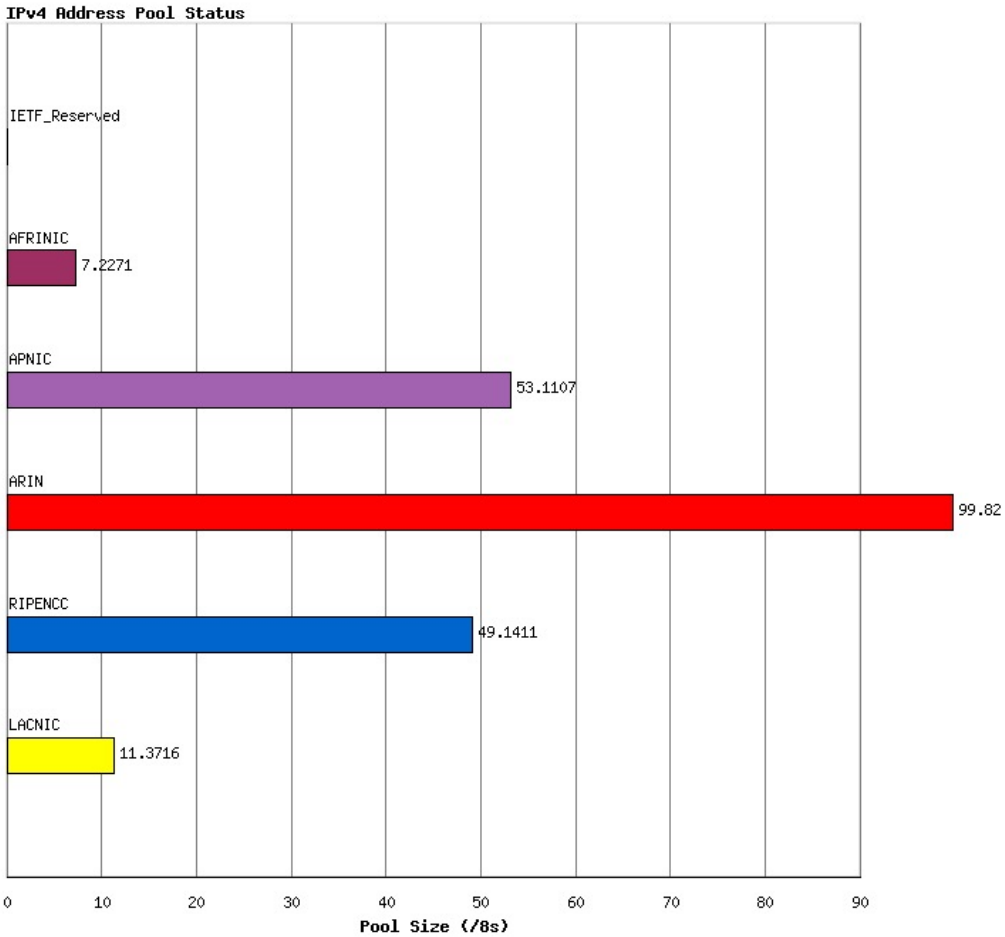


1.4.2 - Situación IPv4

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

- Septiembre 2014 vs. Febrero 2021

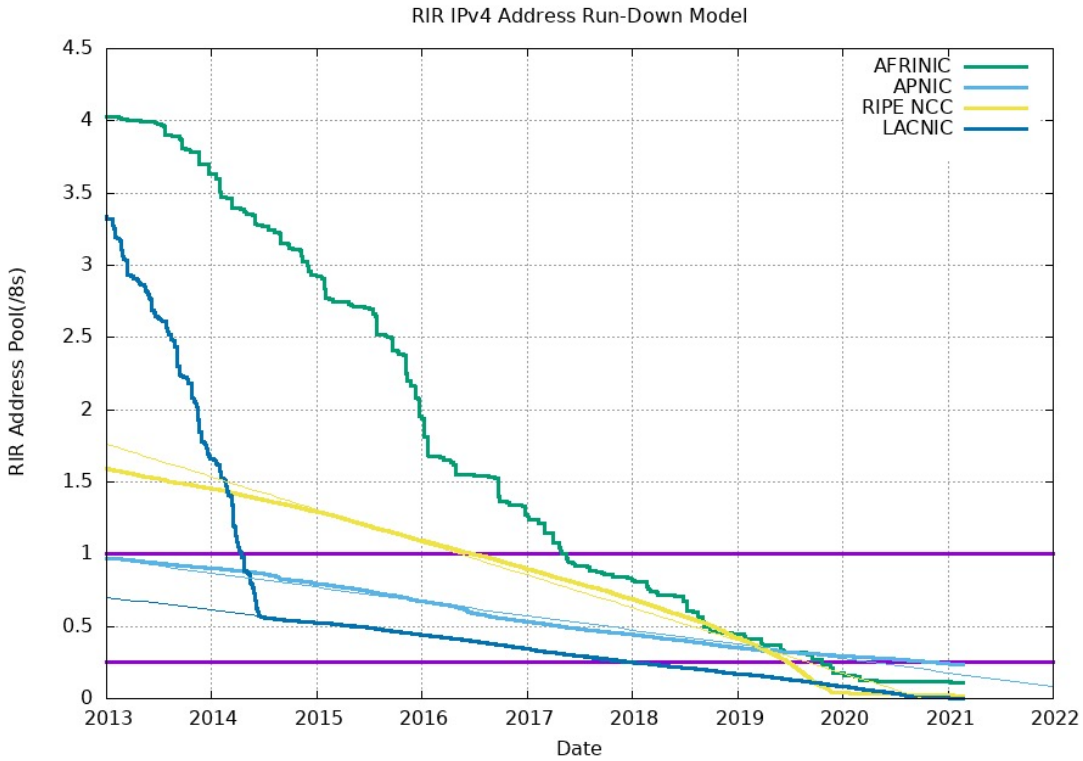




1.4.2 - Situación IPv4 (Feb. 2021)

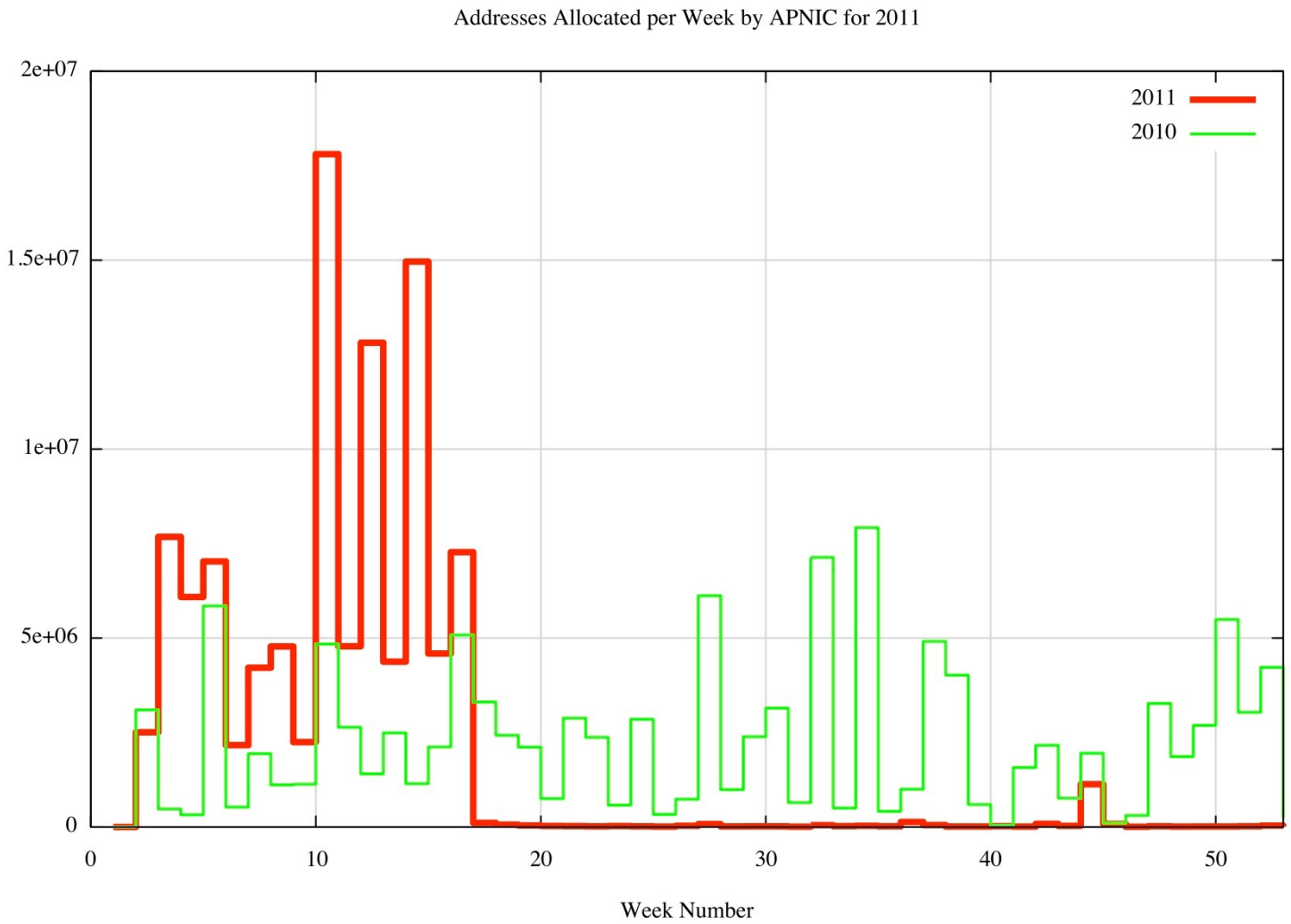
Previsión de agotamiento bloques /8

- APNIC 19-Apr-2011 (quedan 0,2336, unas 2,85 millones de @IPv4)
- RIPE-NCC 14-Sep-2012 (quedan 0,0195, unas 0,164 millones de @IPv4)
- LACNIC 10-Jun-2014 (quedan 0,0001, unas 0,116 millones de @IPv4)
- ARIN 24-Sep-2015 (quedan 0,0003, unas 3.355 @IPv4)
- AfriNIC -



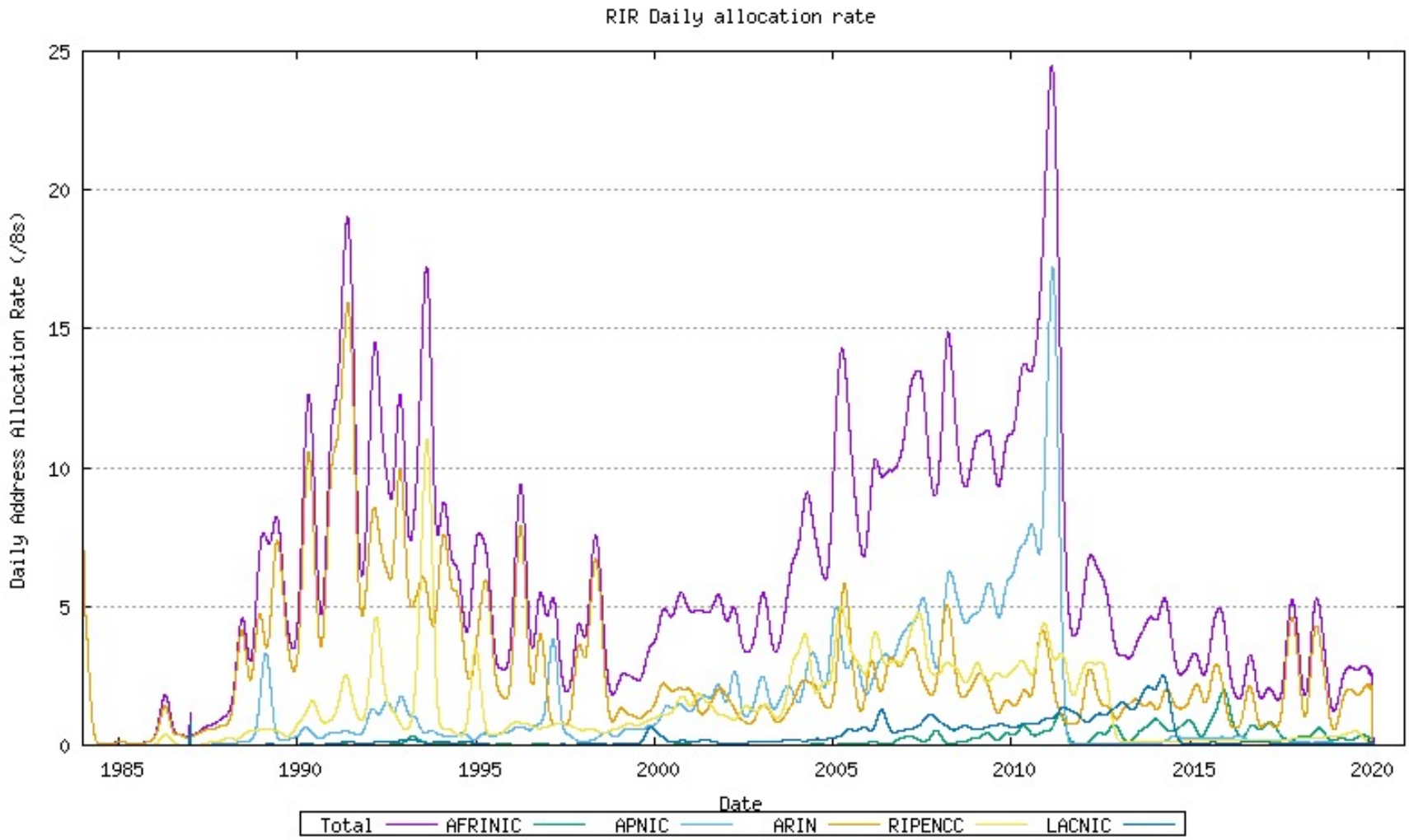
1.4.2 - Situación IPv4

Pánico en Asia



1.4.2 – Situación IPv4

Asignación diaria por parte de los RIR



1.4.2 - Situación 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%

1.4.2 - Situación IPv4

Por empresa

Rank	Economy	Organization	Addresses (M)
1	Japan	NTT Communications Corporation	8.39
2	China	China Mobile Communications Corporation	8.39
3	Brazil	Comite Gestor da Internet no Brasil (Brasil NIR)	6.29
4	Indonesia	PT Telekomunikasi Selular Indonesia	6.29
5	Japan	KDDI Corporation	4.19
6	United States	AT&T Mobility LLC	4.19
7	United States	AT&T Internet Services	4.19
8	France	Bouygues Telecom	4.19
9	Germany	Telekom Deutschland Mobile	2.10
10	China	CHINANET Zhejiang Province Network	2.10
11	China	China TieTong Telecommunications Corporation	2.10
12	Pakistan	Pakistan Telecommuication	2.10
13	China	China Unicom Shandong province network	2.10
14	Morocco	Maroc Telecom	2.10
15	India	Bharti Airtel Limited	2.10
16	Vietnam	Viettel Corporation	2.10
17	Mexico	Uninet S.A. de C.V., Mexico	2.10
18	Egypt	TE Data, Egypt	2.10
		Total	67.11

Table 4 - IPv4 Allocated Addresses - Top 18 allocations for 2011

1.4.3 - Situación ASN

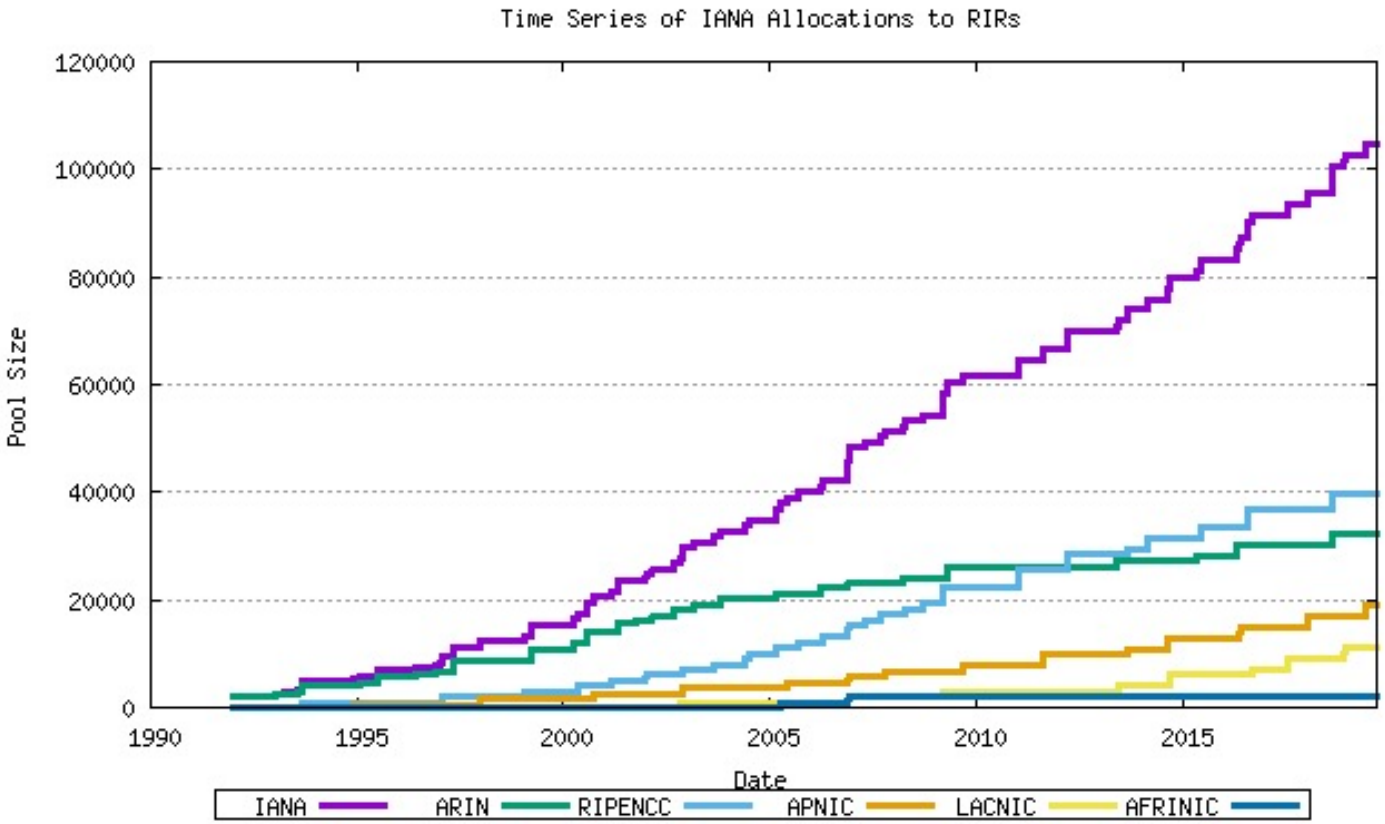
IANA to RIR (Feb. vs Sep. 2019)

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		95033874	1042	95032832
IANA Unallocated Pool		4199828976	0	4199828976
Allocated		104446	64494	39952
	RIR Data			
	AFRINIC	2302	1278	1024
	APNIC	19093	8539	10554
	ARIN	31567	25522	6045
	RIPE NCC	39453	25729	13724
	LACNIC	12031	3426	8605

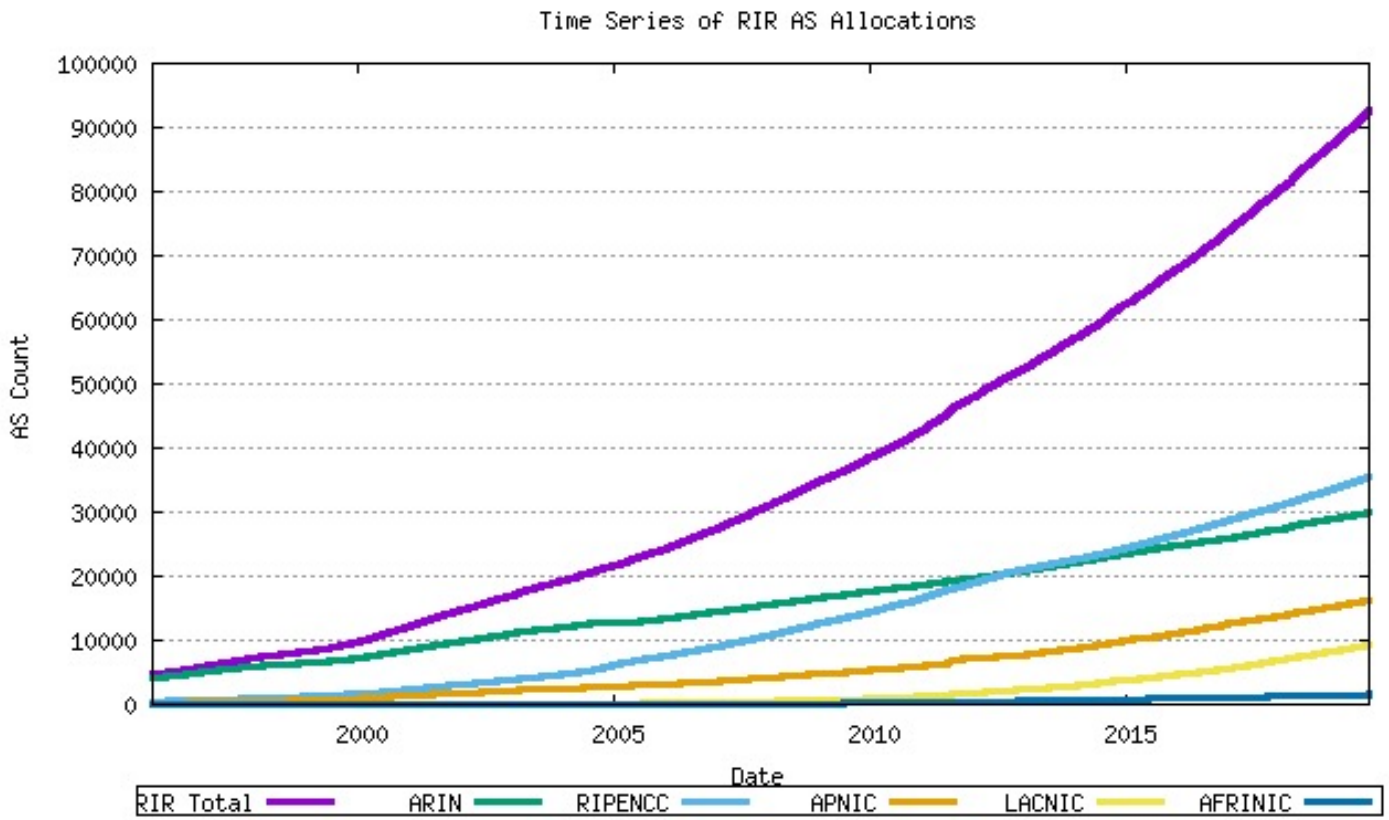
1.4.3 - Situación ASN

IANA to RIR (Sep. 2019)



1.4.3 - Situación ASN

RIR to LIR (Sep. 2019)



Xarxes de Computadors II

Tema 1. Arquitectura y direccionamiento en Internet

Davide Careglio