

Presentación

Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Máster en Ingeniería de Telecomunicación

Redes de Nueva Generación

- Última asignatura sobre redes en el título
- Ajustándome a las competencias del título, he hecho una selección de tecnologías relacionadas con las redes y que creo son del ámbito de los Ing.Telecomunicación

Redes de Nueva Generación

Diversos temas

- Pasado, presente y futuro de las redes
- Internet
- Servicios, que son el motivo para construir las redes y que nos van a condicionar su diseño
- Protocolos (¡más protocolos!)
- Pero también fundamentos, evolución, arquitectura...
- Cómo se pueden resolver problemas de escalado de servicios para la Internet actual
- Y llegaremos hasta “la nube”
- Respecto al grado cambiamos de escala



Escala

- Mega = 10^6
- Giga = 10^9
- Tera = 10^{12}
- Peta = 10^{15}
- Exa = 10^{18}
- Zetta = 10^{21}

Escala

- Mega = 10^6
- Giga = 10^9
- Tera = 10^{12}
- Peta = 10^{15}
- Exa = 10^{18}
- Zetta = 10^{21}
- Órbita geoestacionaria son 36 Mm de altitud
- Distancia de la tierra al sol son unos 150Gm
- Órbita de Neptuno a unos 4.5Tm del sol
- 1 año-luz son unos 9.5Pm
- 1Zm es aproximadamente el diámetro de la vía láctea

Tendencias y predicciones

Fuentes

- Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2016-2021, © 2018 Cisco and/or its affiliates
- Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017-2022, © 2018 Cisco and/or its affiliates
- Cisco Annual Internet Report (2018-2023) © 2020 Cisco and/or its affiliates

Crecimiento del tráfico

Cisco VNI (2018)

- “In 2017, the annual run rate for global IP traffic was 1.5 ZB per year (...). Annual run rate for global IP traffic will reach 4.8 ZB per year by 2022.”
- ¿Cuánto es un Zettabyte?
- 1h de vídeo a 1080p puede ocupar aproximadamente 2 GB
- $1 \text{ ZB} / 2 \text{ GB} = 10^{21} / 2 \times 10^9 = 5 \times 10^{11}$ horas de vídeo a 1080p
- O más de 57 millones de años de vídeo
- 1.5 ZB → 85 millones de años tardarías en ver todo ese vídeo
- Supongamos la población mundial de unos 8.000 millones de personas
- Más de 60 películas de 2h en streaming en HD por persona y año
- O más de 200 llamadas telefónicas de 3 minutos por persona al día

26% CAGR
2017-2022

Exabytes
per Month



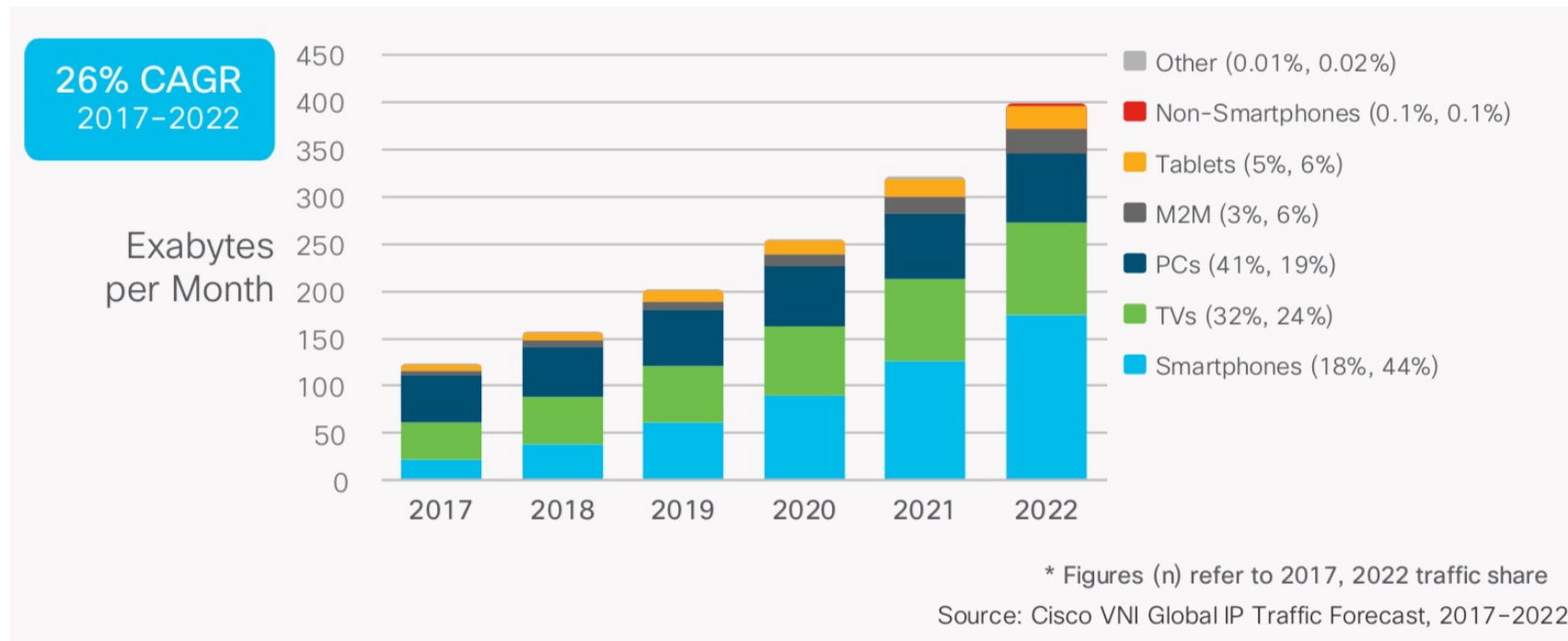
Zetta = 10^{21} Bytes
1 ZB = Mil millones de TB

Source: Cisco VNI Global IP Traffic Forecast, 2017-2022

Crecimiento del tráfico

Cisco VNI (2018)

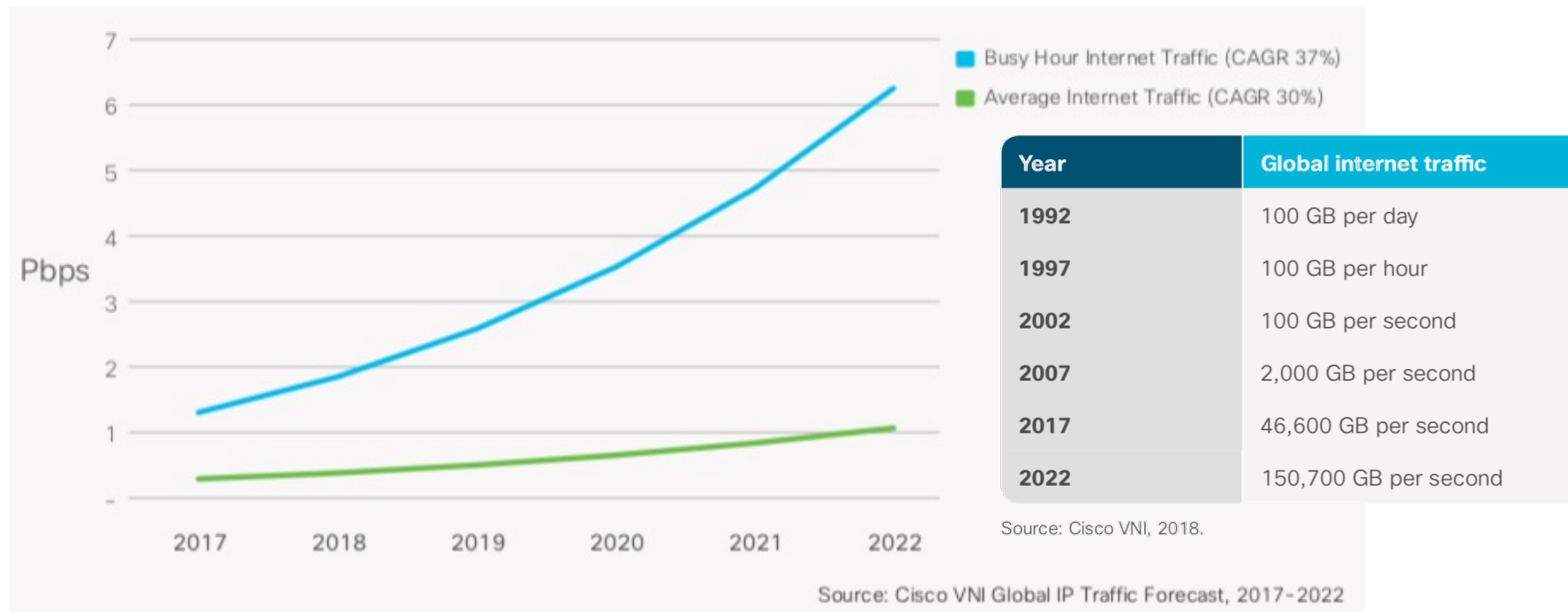
- “At the end of 2017, 59 percent of IP traffic and 51 percent of Internet traffic originated from non-PC devices. By 2022, 81 percent of IP traffic and Internet traffic will originate from non-PC devices (Figure 4).”



Crecimiento del tráfico

Cisco VNI (2018)

- “Busy-hour Internet traffic is growing more rapidly than average Internet traffic.”



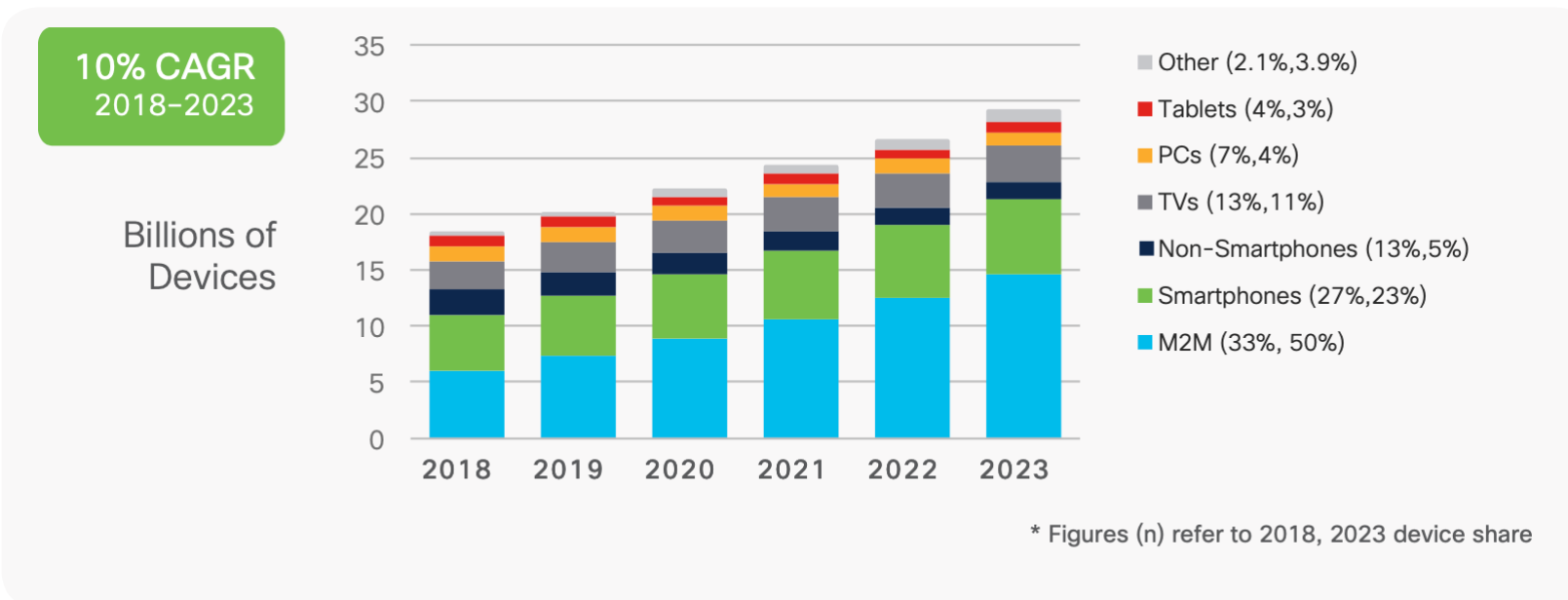
Dispositivos

Cisco VNI (2018)

- “The number of devices connected to IP networks will be more than three times the global population by 2022.”

Cisco AIR (2020)

- “Globally, devices and connections are growing faster (10 percent CAGR) than both the population (1.0 percent CAGR) and the Internet users (6 percent CAGR).”

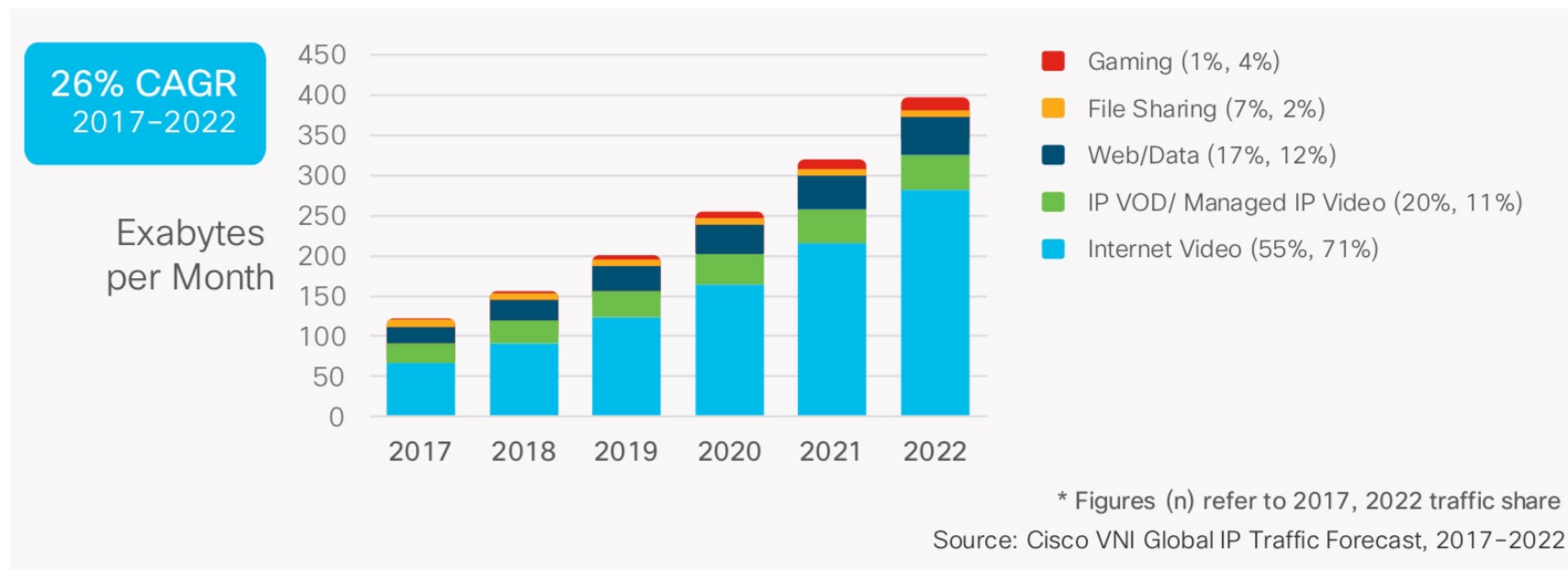


Source: Cisco Annual Internet Report, 2018-2023

Vídeo

Cisco VNI (2018)

- “Globally, IP video traffic will be 82 percent of all IP traffic (both business and consumer) by 2022, up from 75 percent in 2017.”
- “Live Internet video will account for 17 percent of Internet video traffic by 2022.”
- “Internet gaming traffic will grow ninefold from 2017 to 2022, a CAGR of 55 percent. Globally, Internet gaming traffic will be 4 percent of global IP traffic by 2022, up from 1 percent in 2017.”



Vídeo

Cisco AIR (2020)

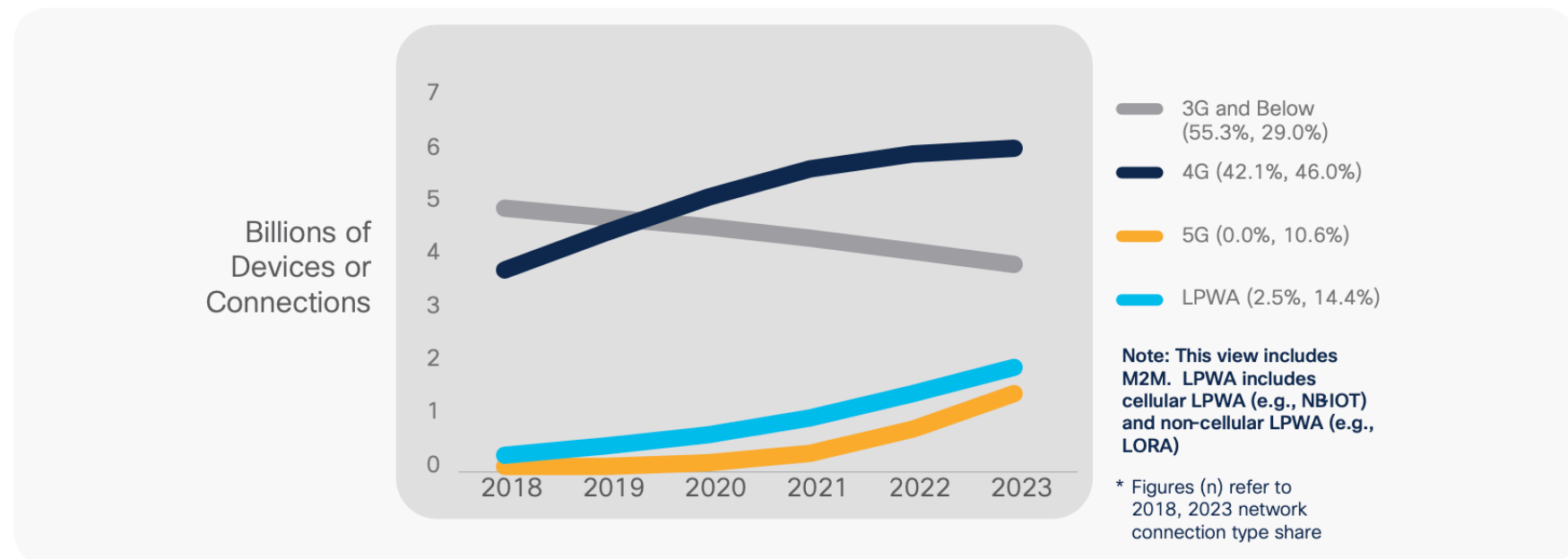
- “An Internet-enabled HD television that draws couple - three hours of content per day from the Internet would generate as much Internet traffic as an entire household today, on an average. “
- “the bit rate for 4K video at about 15 to 18 Mbps is more than double the HD video bit rate and nine times more than Standard-Definition (SD) video bit rate. “
- “We estimate that by 2023, two-thirds (66 percent) of the installed flat-panel TV sets will be UHD, up from 33 percent in 2018”

Móvil

Cisco AIR (2020)

- “By 2023, 4G connections will be 46% of total mobile connections, compared to 42% in 2018 (Figure 8).”

Figure 8. Global mobile device and connection growth



LPWA = Low-Power Wide-Area

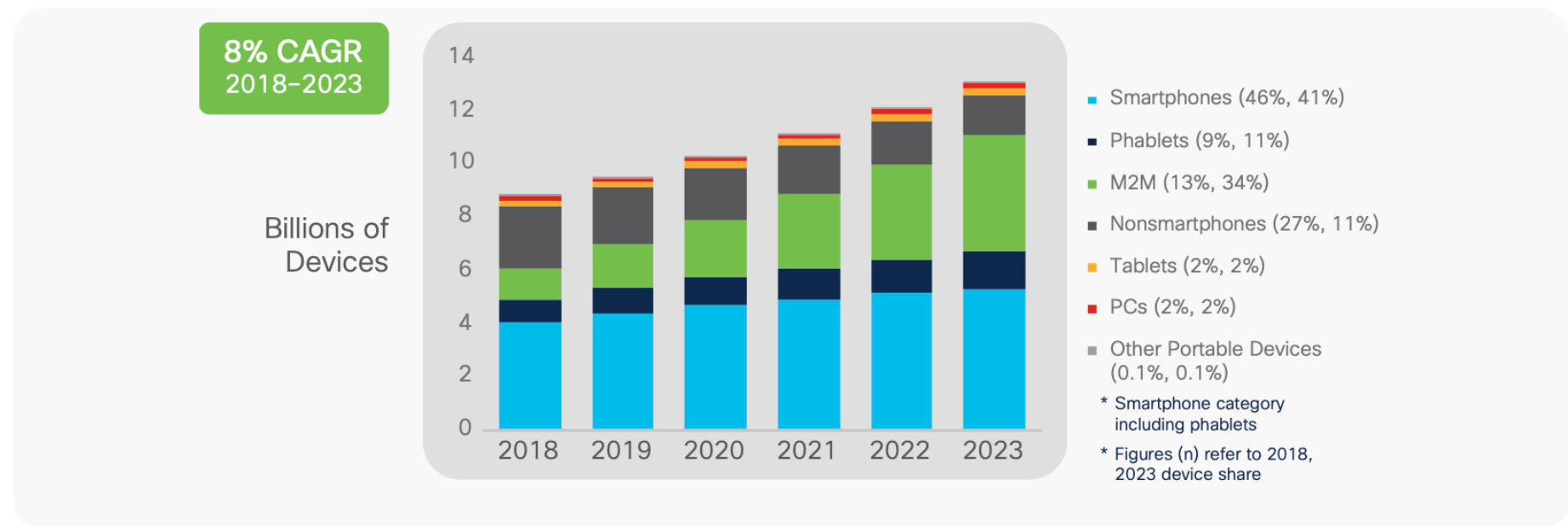
Source: Cisco Annual Internet Report, 2018–2023

Dispositivos móviles

Cisco AIR (2020)

- “A growing number of M2M applications, such as smart meters, video surveillance, healthcare monitoring, transportation, and package or asset tracking, are contributing in a major way to the growth of devices and connections. By 2023, M2M connections will be half or 50 percent of the total devices and connections.”
- “By 2023, there will be 8.7 billion handheld or personal mobile-ready devices and 4.4 billion M2M connections (e.g., GPS systems in cars, asset tracking systems in shipping and manufacturing sectors, or medical applications making patient records and health status more readily available, et al.). “

Figure 7. Global mobile device and connection growth

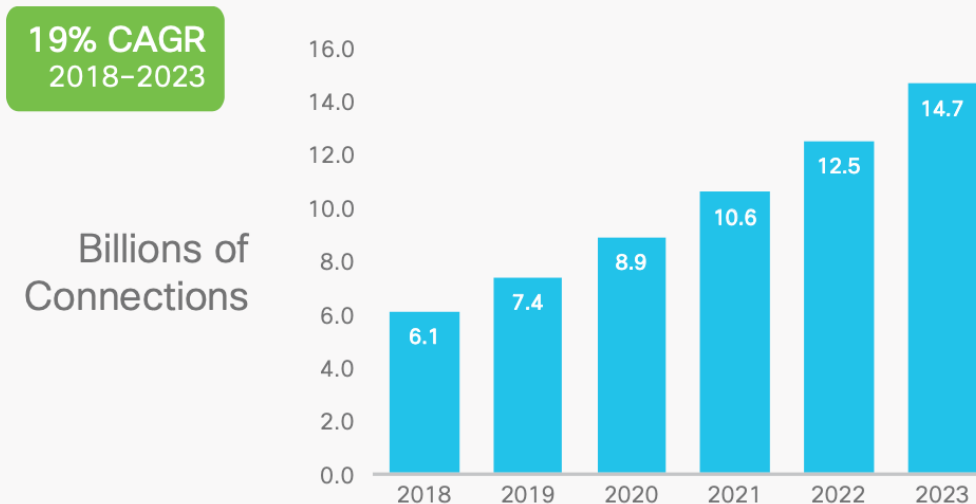


M2M

Cisco AIR (2020)

- “Globally, M2M connections will grow 2.4-fold, from 6.1 billion in 2018 to 14.7 billion by 2023 (Figure 4). There will be 1.8 M2M connections for each member of the global population by 2023.”
- “Connected home applications, such as home automation, home security and video surveillance, connected white goods, and tracking applications, will represent 48 percent, or nearly half, of the total M2M connections by 2023, showing the pervasiveness of M2M in our lives “

Figure 4. Global M2M connection growth



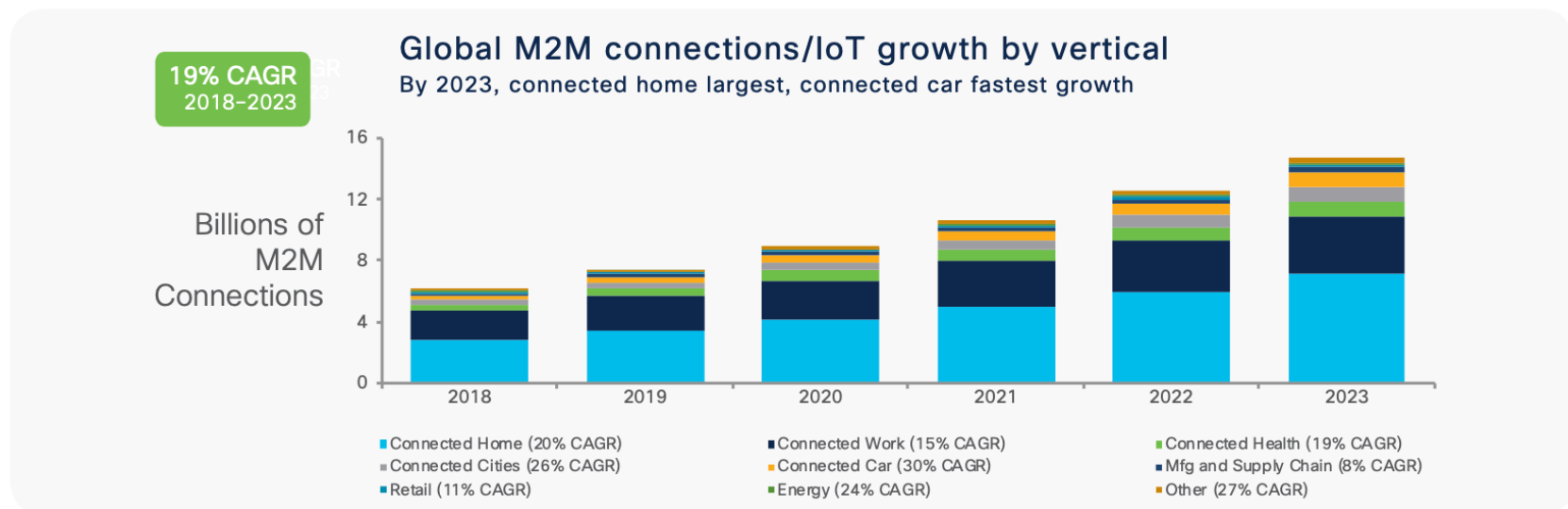
Source: Cisco Annual Internet Report, 2018–2023

M2M

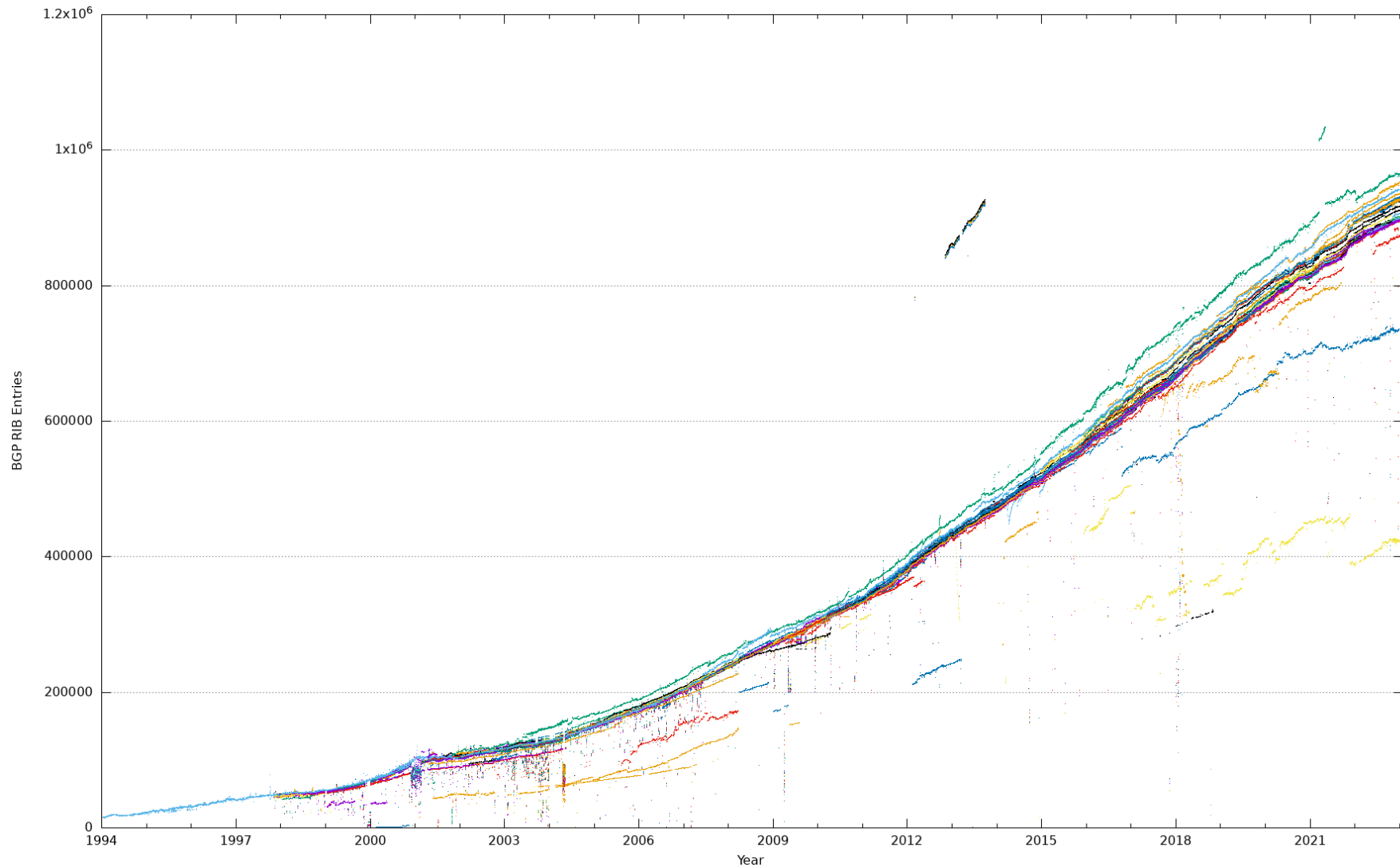
Cisco AIR (2020)

- “Connected car applications such as fleet management, in-vehicle entertainment systems, emergency calling, Internet, vehicle diagnostics and navigation etc. will be the fastest-growing category, at a 30 percent CAGR. Connected cities applications will have the second-fastest growth, at 26 percent CAGR.”
- “While traditionally the traffic from M2M connections has been less than that from the end user devices such as smartphones, TV sets and PCs, we estimate that the amount of traffic is growing faster than the number of connections because of the increase of deployment of video applications on M2M connections and the increased use of applications, such as telemedicine and smart car navigation systems, which require greater bandwidth and lower latency.”

Figure 5. Global M2M connection growth by industries



IPv4 : Tablas de rutas



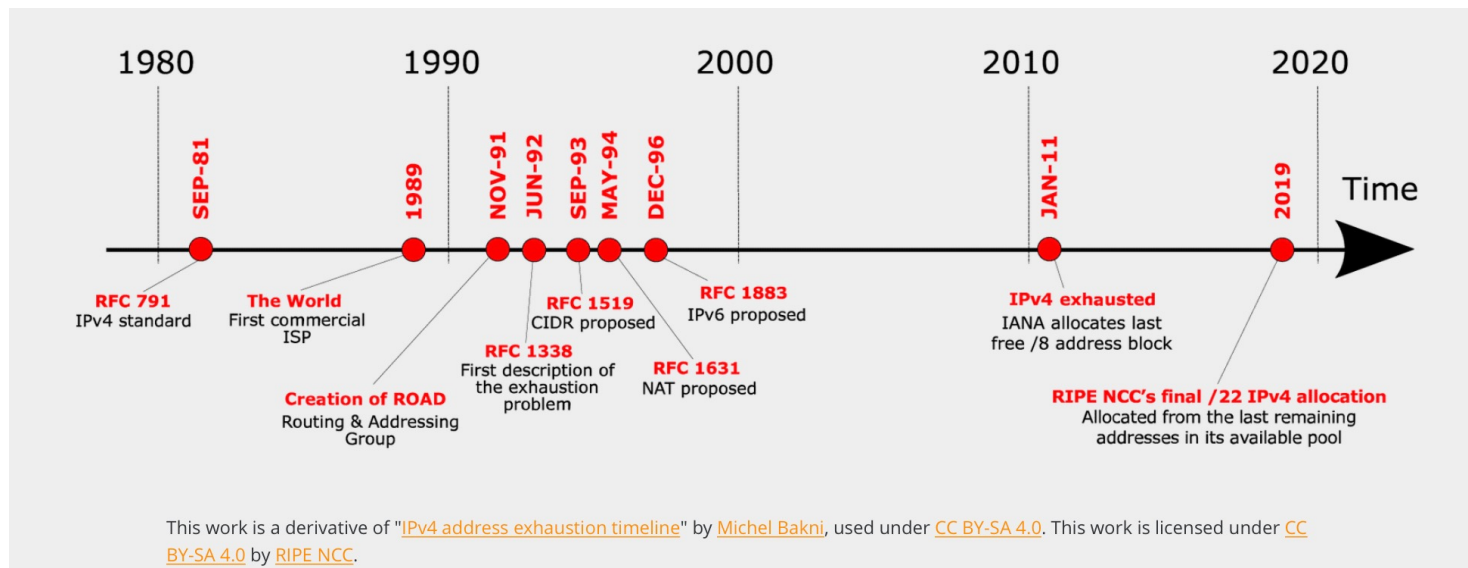
IPv4 address exhaustion

Table 3. IPv4 address exhaustion dates

Regional Internet Registries	Exhaustion Date
Asia Pacific Network Information Centre (APNIC)	April 15, 2011 (actual)
Réseaux IP Européens Network Coordination Centre (RIPE NCC)	September 14, 2012 (actual)
Latin America and Caribbean Network Information Centre (LACNIC)	June 10, 2014 (actual)
American Registry for Internet Numbers (ARIN)	September 24, 2015 (actual)
African Network Information Center (AFRINIC)	

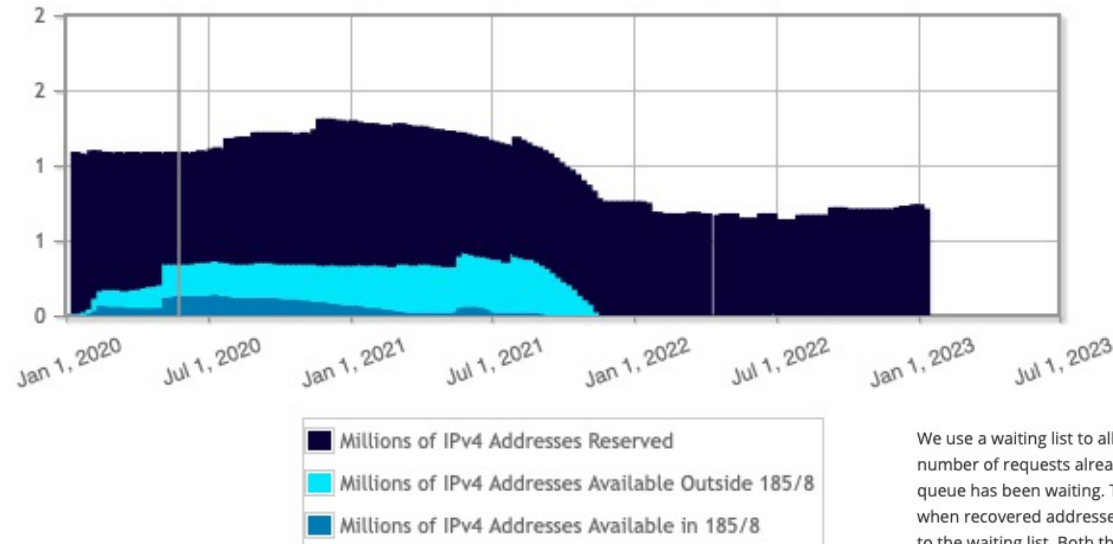
13 January 2020: AFRINIC enters IPv4 Exhaustion Soft-landing Phase 2

AFRINIC has no more than one /11 of non-reserved IPv4 space available in the final /8.



IPv4 address exhaustion

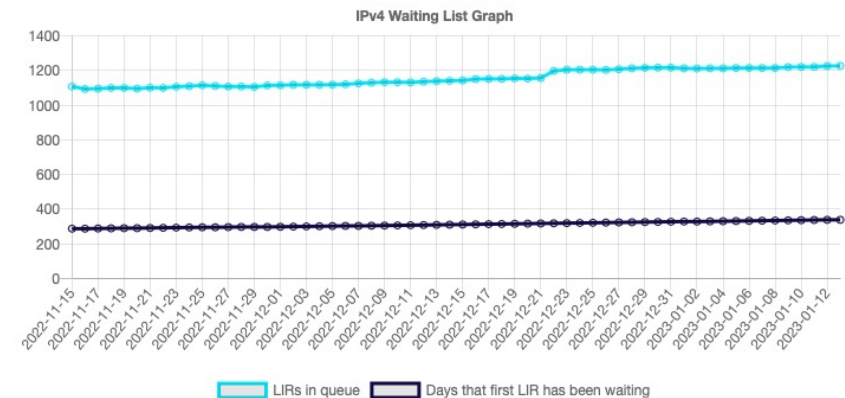
RIPE NCC IPv4 Pool



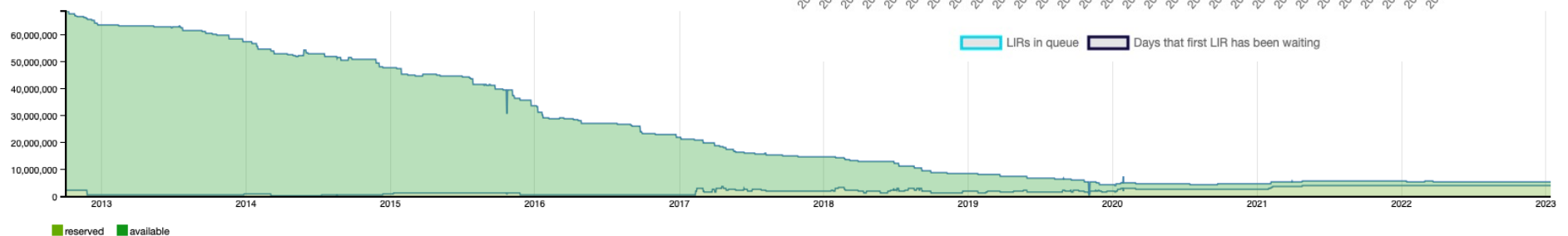
<https://www.ripe.net/manage-ips-and-asns/ipv4/ipv4-waiting-list>

We use a waiting list to allocate recovered IPv4 addresses to our members. The table above shows the number of requests already on the waiting list and the number of days that the LIR at the front of the queue has been waiting. This is also shown on the graph below, which should fluctuate over time - falling when recovered addresses become available and are allocated, and rising as new IPv4 requests are added to the waiting list. Both the table and graph are updated every three hours.

<https://www.ripe.net/manage-ips-and-asns/ipv4/ipv4-pool>



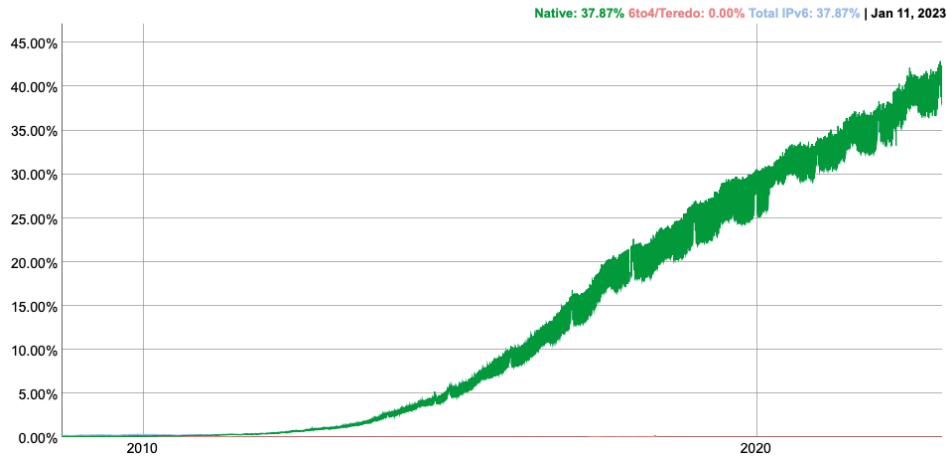
AFRINIC



https://stats.afrinic.net/ipv4/exhaustion/ipv4_available

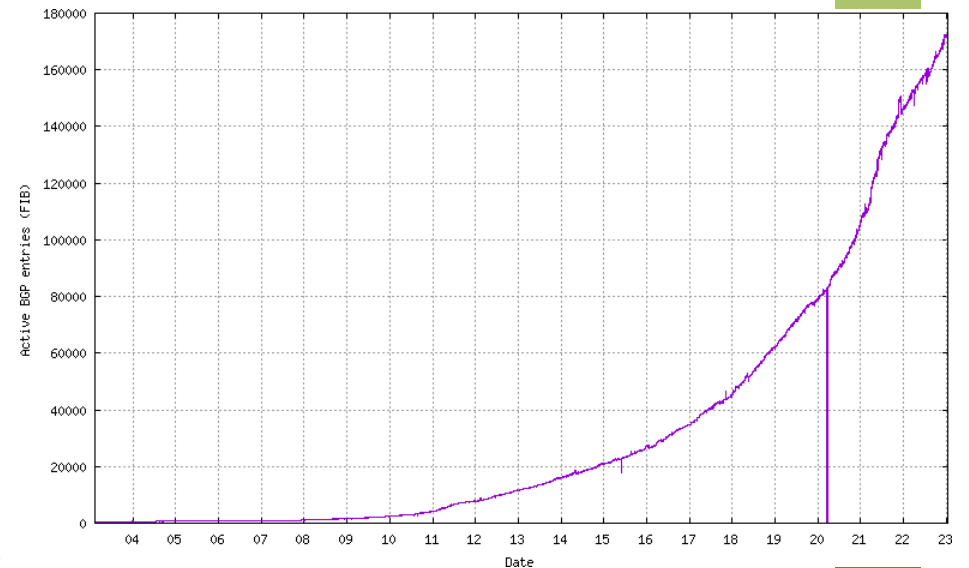
IPv4 vs IPv6

Siempre estamos evaluando la disponibilidad de la conectividad de IPv6 entre usuarios de Google. En este gráfico, se muestra el porcentaje de usuarios que acceden a Google a través de IPv6.



<https://www.google.com/intl/es/ipv6/statistics.html>

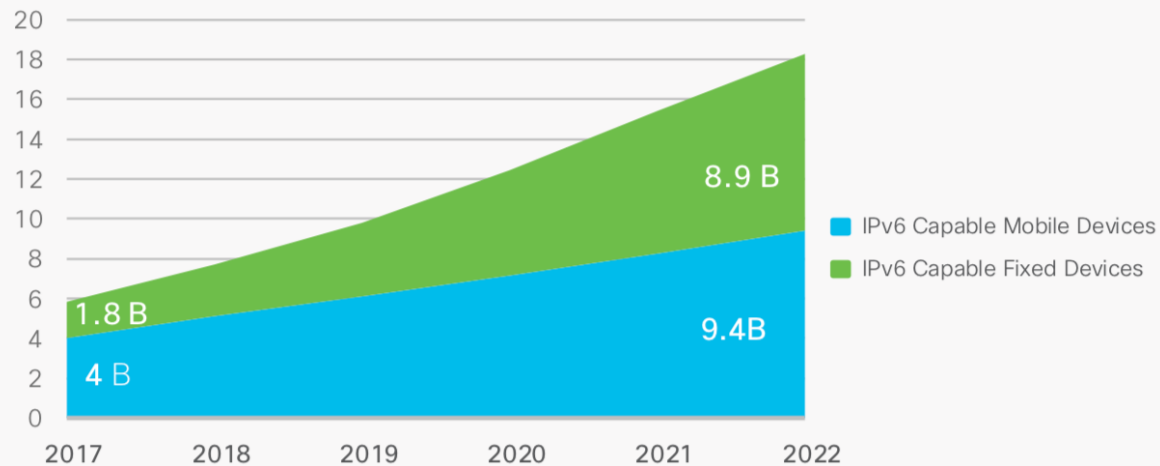
“Siempre estamos evaluando la disponibilidad de la conectividad de IPv6 entre usuarios de Google. En este gráfico, se muestra el porcentaje de usuarios que acceden a Google a través de IPv6.”



<https://bgp.potaroo.net>

26% CAGR
2017-2022

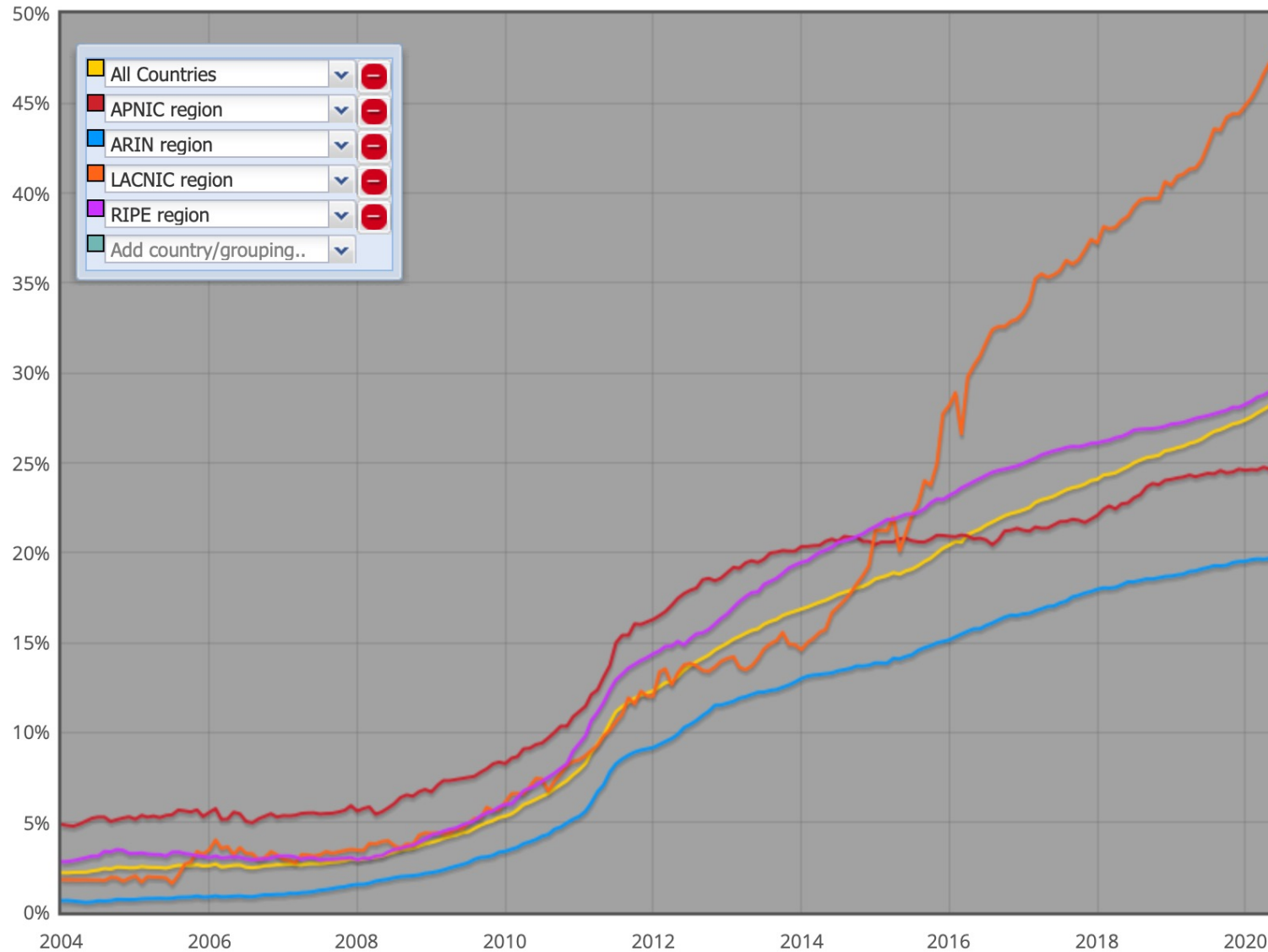
Number of
Devices
(Billions)



Source: Cisco VNI Global IP Traffic Forecast, 2017-2022

IPv6

This graph shows the percentage of networks (ASes) that announce an IPv6 prefix for a specified list of countries or groups of countries



http://v6asns.ripe.net/v/6?s=_ALL;s=_RIR_APNIC;s=_RIR_AfriNIC;s=_RIR_ARIN;s=_RIR_LACNIC;s=_RIR_RIPE_NCC

Seguridad

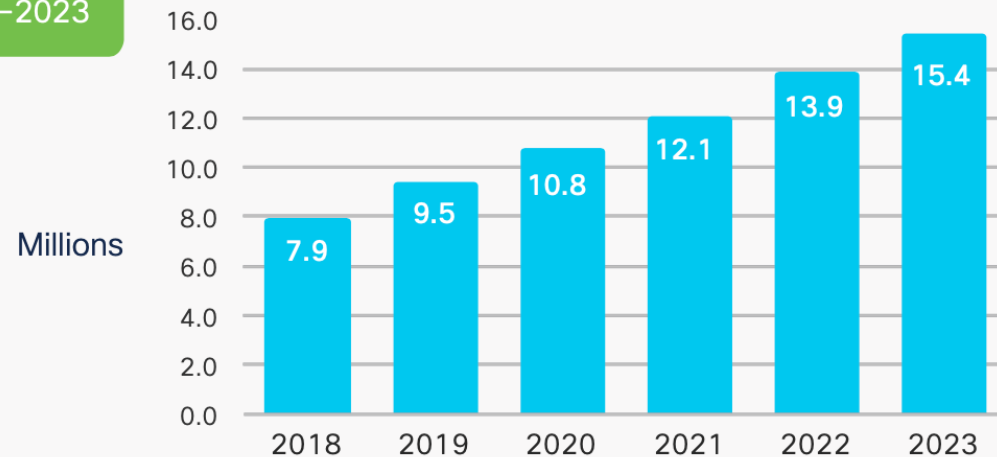
- “...the nature of the threats is becoming more diverse. The list includes Distributed Denial-of-Service (DDoS), ransomware, Advanced Persistent Threats (APTs), viruses, worms, malware, spyware, botnets, spam, spoofing, phishing, hacktivism and potential state-sanctioned cyberwarfare.”
- “There were a total of 1,272 breaches with a total of nearly 163 million records exposed as of the month of November in 2019. The number of records exposed per data breach averaged 128,171 year-to-date in 2019, according to 2019 Identity Theft Resource Center, with the highest number of breaches in the banking category and the healthcare industry experienced the breach of the highest percentage of sensitive records. “
- “Average cost of a lost or stolen record continues to increase, according to the IBM Security and Ponemon Institute 2018 Cost of Data Breach Study and it is globally \$150 in 2019 compared to an average of \$148 in 2018. “

Seguridad

- “... 1H 2018 [...], the peak DDoS attack size was a dramatic 1.7 Tbps, a 179 percent increase from 1H 2017”
- “DDoS attacks can represent up to 25% of a country’s total Internet traffic while they are occurring.”

Figure 21. Number of DDoS attacks: Attacks will double to 15.4 million by 2023 globally

14% CAGR
2018–2023

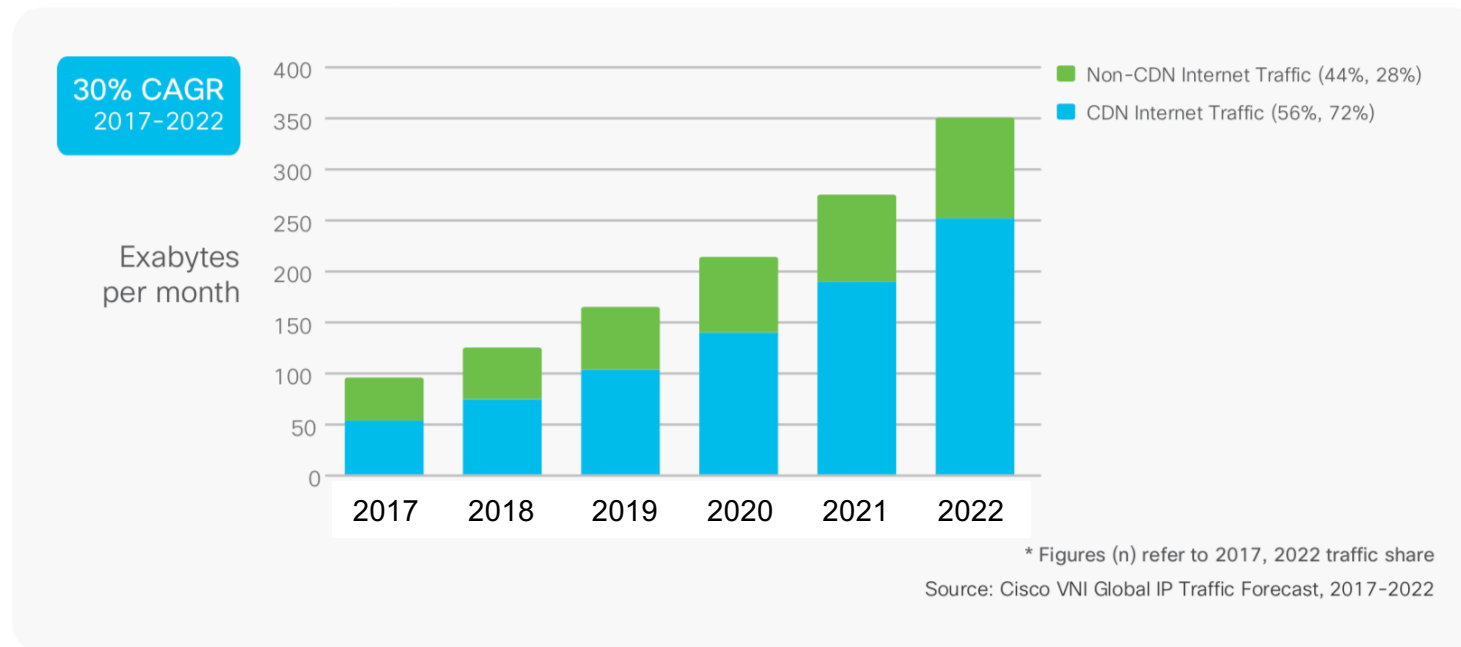


Source: Cisco Annual Internet Report, 2018–2023

CDNs

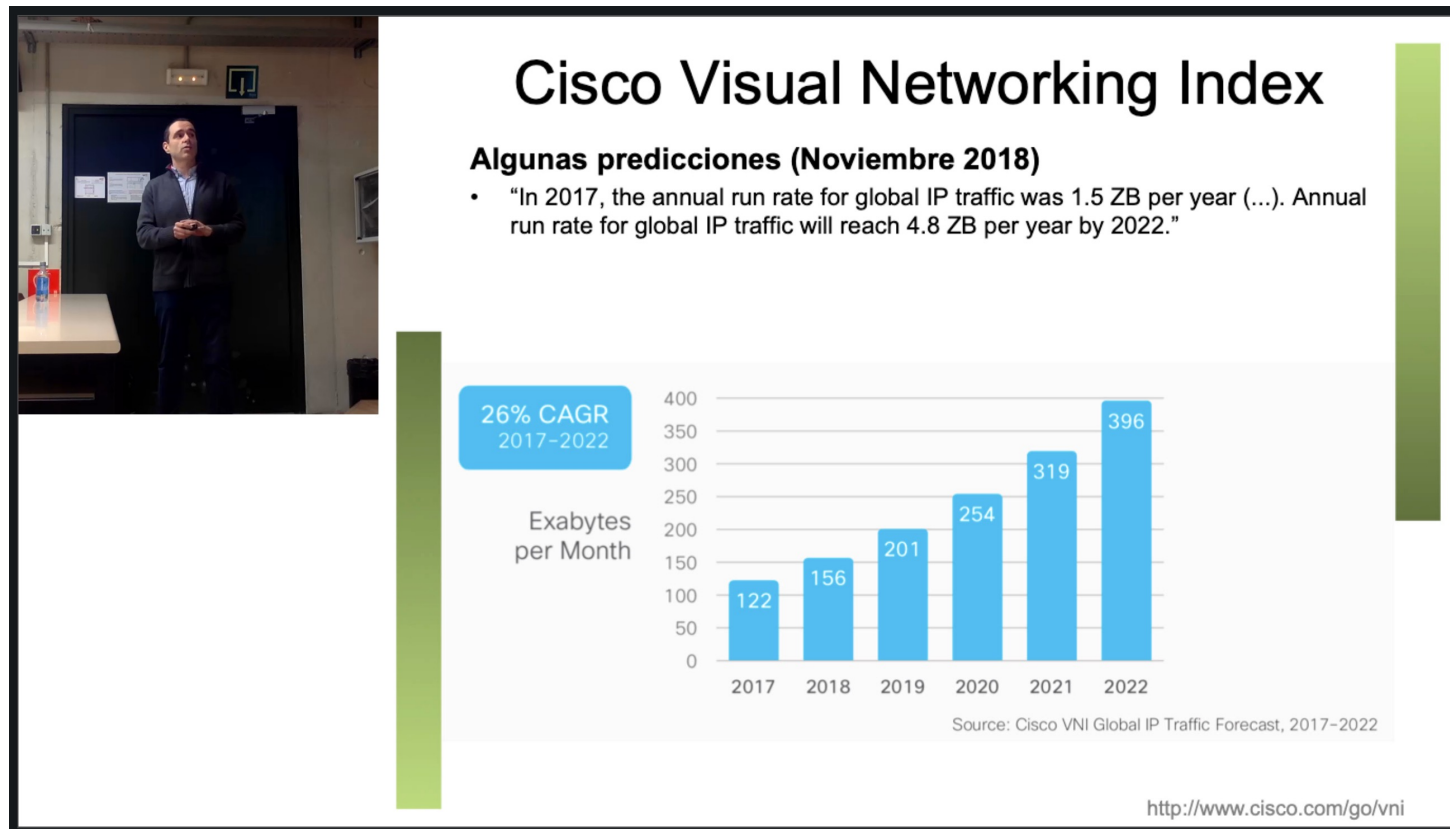
- “CDNs will carry 72 percent of total Internet traffic by 2022 (...), up from 56 percent in 2017.

Figure 24. Global content delivery network Internet traffic, 2017 and 2022



Cisco Global Cloud Index

- Hemos dicho: “In 2017, the annual run rate for global IP traffic was 1.5 ZB per year (...) **will reach 4.8 ZB per year by 2022 (...)**”
- (...)

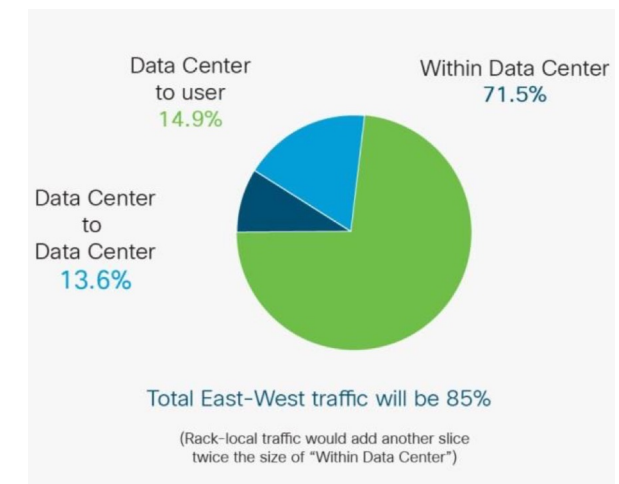
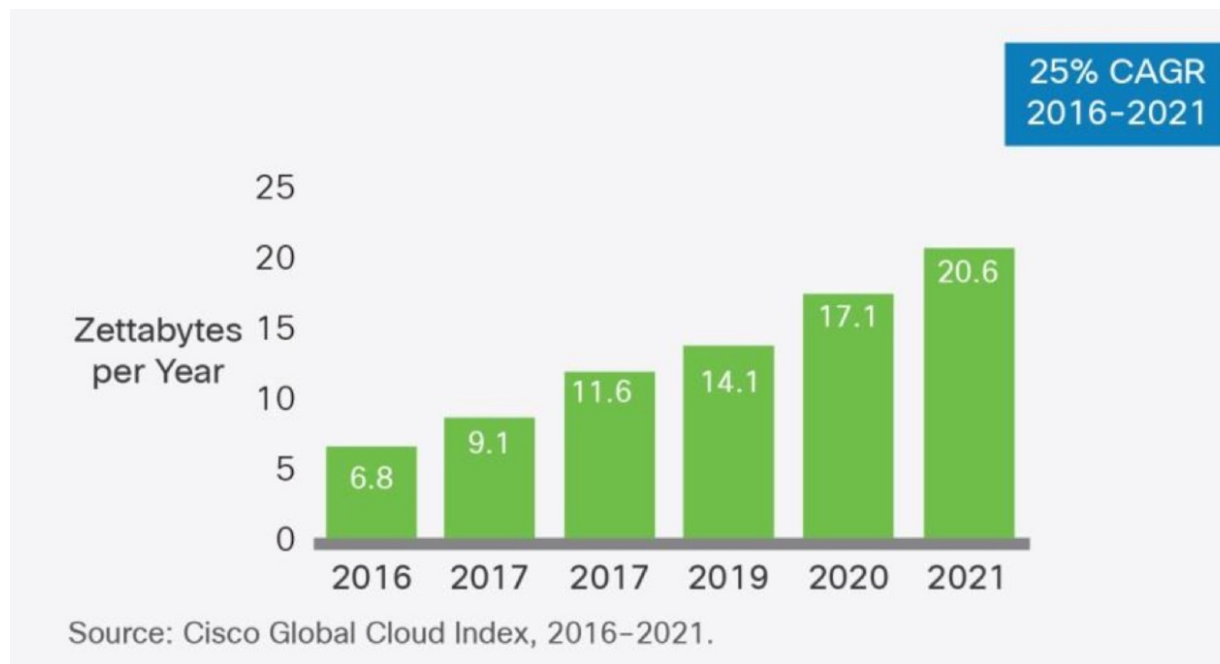


Cisco Global Cloud Index

- Hemos dicho: “In 2017, the annual run rate for global IP traffic was 1.5 ZB per year (...) **will reach 4.8 ZB per year by 2022 (...)**”
- “Annual global data center IP traffic will reach **20.6 zettabytes** (1.7 ZB per month) **by the end of 2021**, up from 6.8 zettabytes (ZB) per year (568 EB per month) in 2016.”
- (...)

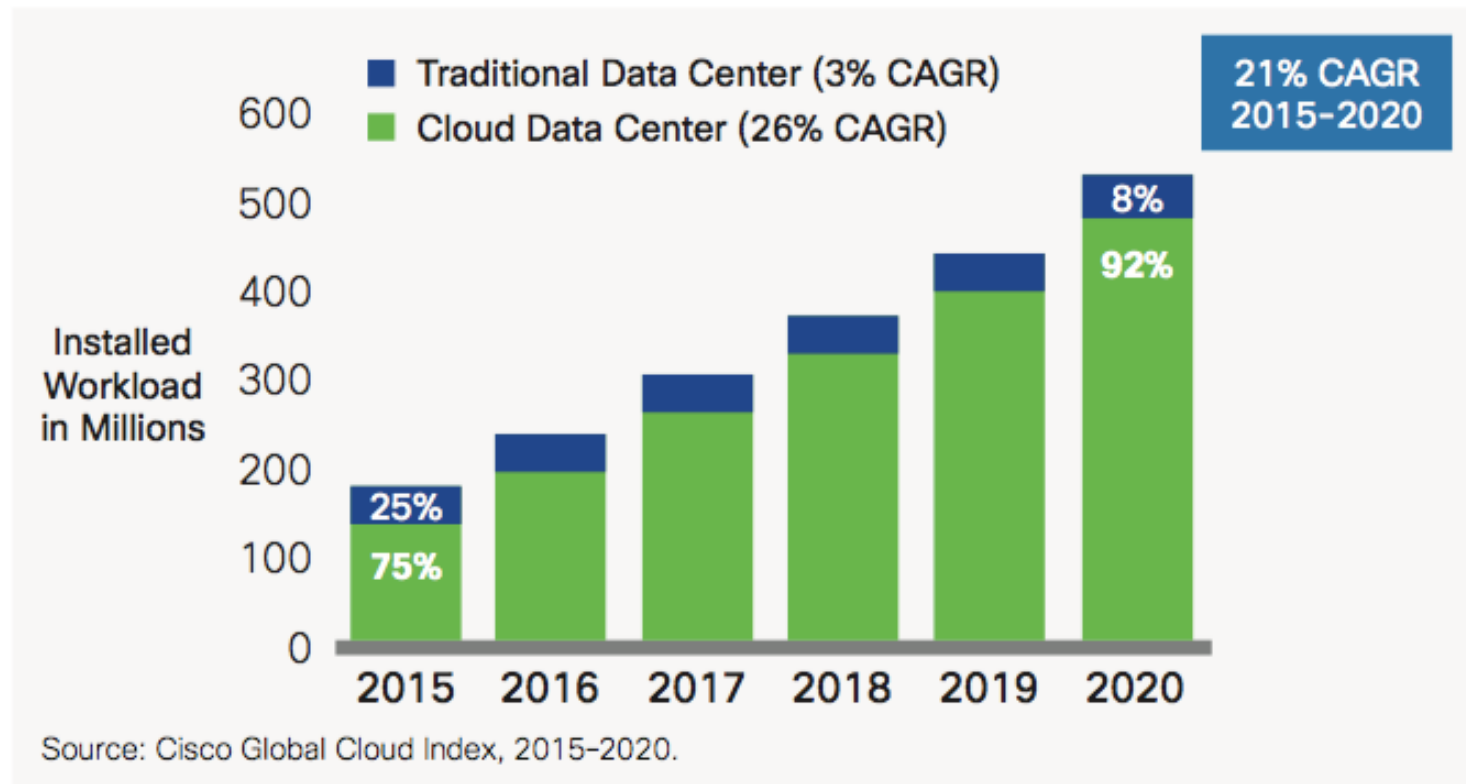
Cisco Global Cloud Index

- Hemos dicho: “In 2017, the annual run rate for global IP traffic was 1.5 ZB per year (...) **will reach 4.8 ZB per year by 2022 (...)**”
- “Annual global data center IP traffic will reach **20.6 zettabytes** (1.7 ZB per month) **by the end of 2021**, up from 6.8 zettabytes (ZB) per year (568 EB per month) in 2016.”
- “Global cloud IP traffic will account for more than 95% of total data center traffic by 2021.”



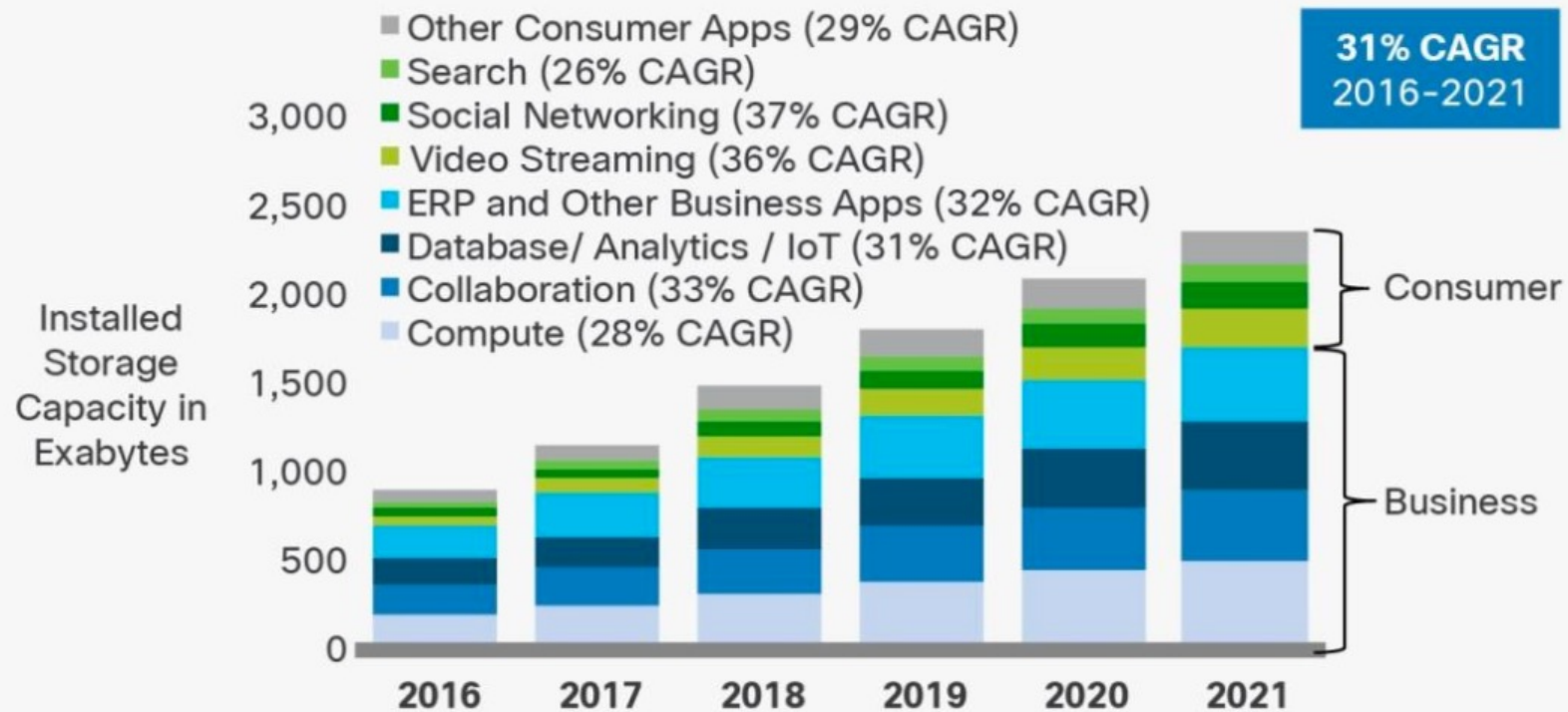
Cisco Global Cloud Index

- “By 2021, 94 percent of workloads and compute instances will be processed by cloud data centers; 6 percent will be processed by traditional data centers.”
- “Overall data center workloads and compute instances will more than double (2.3-fold) from 2016 to 2021; however, for cloud those will nearly triple (2.7-fold) over the same period.”



Cisco Global Cloud Index

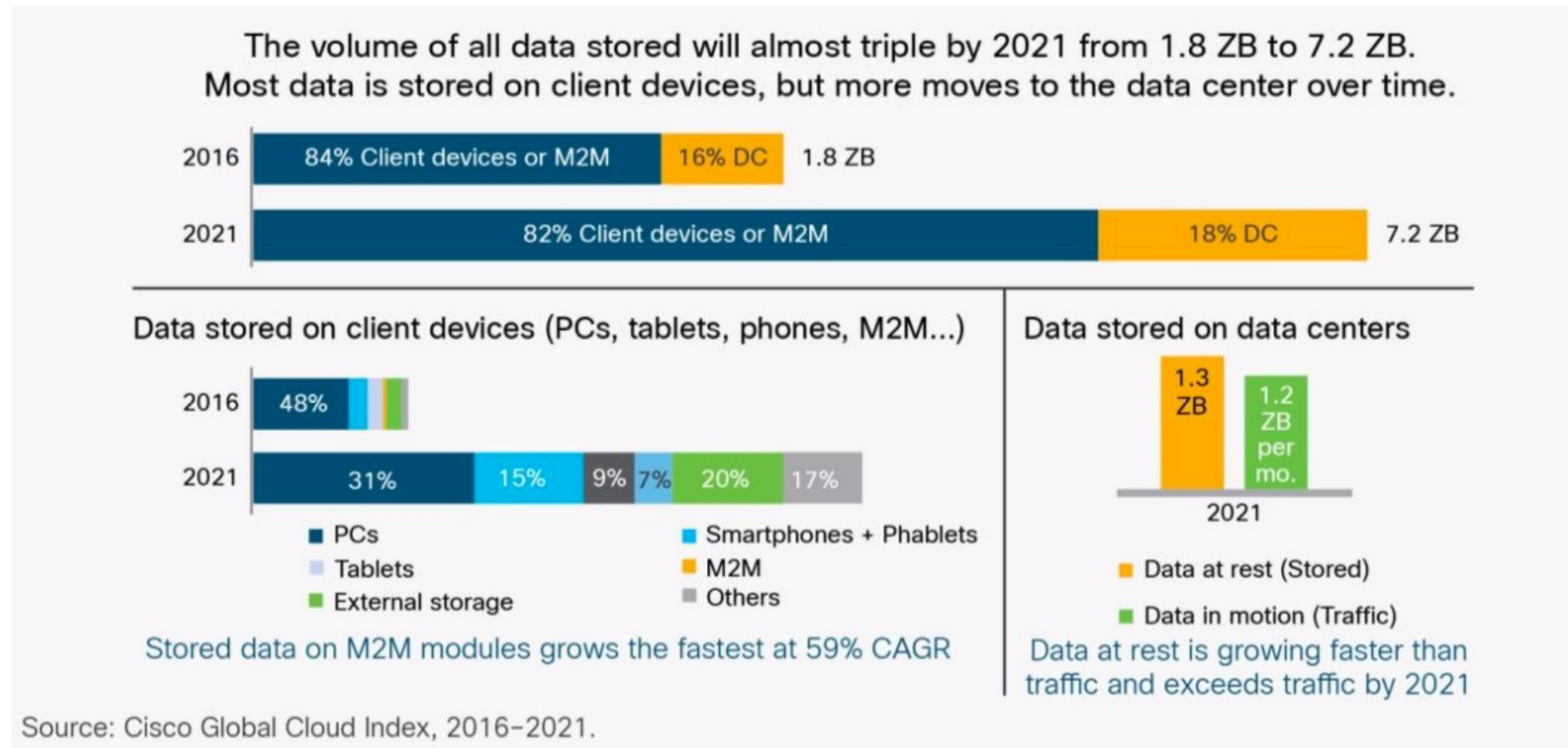
- “By 2021, data center storage installed capacity will grow to 2.6 ZB, up from 663 EB in 2016, nearly a 4-fold growth.”



Source: Cisco Global Cloud Index, 2016-2021.

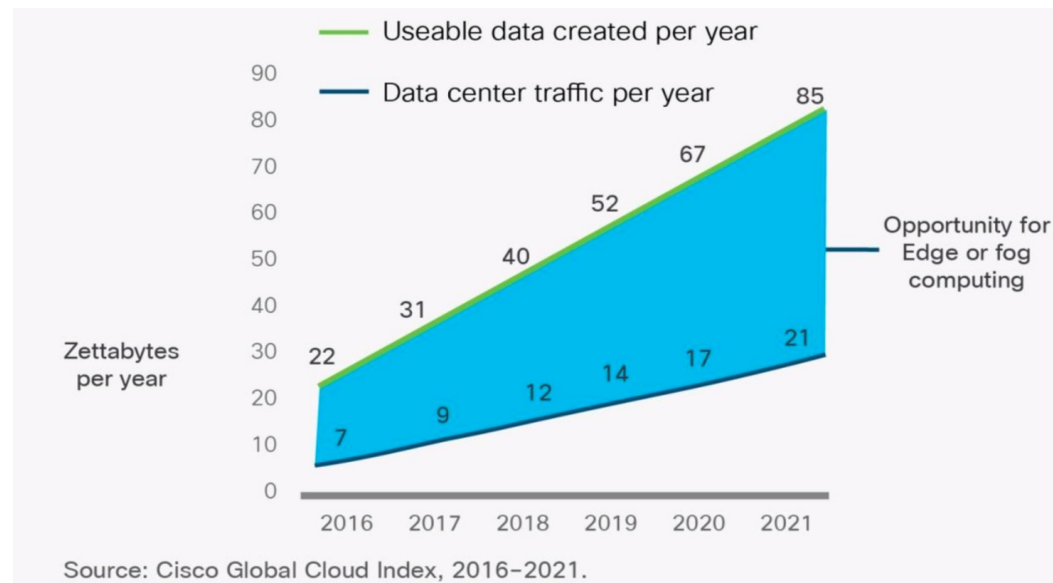
Cisco Global Cloud Index

- “(...) the amount of data stored on devices will be (...) 5.9 ZB by 2021.”



Cisco Global Cloud Index

- “Cisco GCI estimates that nearly 850 ZB will be generated by all people, machines, and things by 2021, up from 220 ZB generated in 2016.”
- “Most of the more than 850 ZB that will be generated by 2021 will be ephemeral in nature and will be neither saved nor stored.”
- “Much of this ephemeral data is not useful to save, but we estimate that approximately 10 percent is useful, which means that there will be 10 times more useful data being created (85 ZB, 10 percent of the 850 total) than will be stored or used (7.2 ZB) in 2021. Useful data also exceeds data center traffic (21 ZB per year) by a factor of four.”



Cisco Global Cloud Index

- “Examples of Broad Cloud Adoption”

Netflix

“Last week, we la
represented hund
usage happened c
slowing down.”

- **Netflix Represe**

**Bank of
America**

“Our target is to d
virtual platforms w

- **Howard Boville,**



65% currently utilize cloud or cloud serices within their organization

“Much of the usage leans towards clinical applicaiton and data hosting, data recovery and backup... 88% of those using the cloud do so through the SaaS model, which has become a preferred deployment method for clinical application vendors.”

- **2017 HIMSS Analytics Cloud Survey**

**SGN
Natural Gas**

Majority of Workloads in the Cloud

“We have an 18-month transformation period, during which about 80% of our application will be cloud-enabled..” -Mo Ahddoud, SGN Oil & Gas CISCO

“BP is moving it’s advanced workloads’ into the cloud out of its current data centres.” - Steve Fortune, Group CIO of BP

Source: Cisco

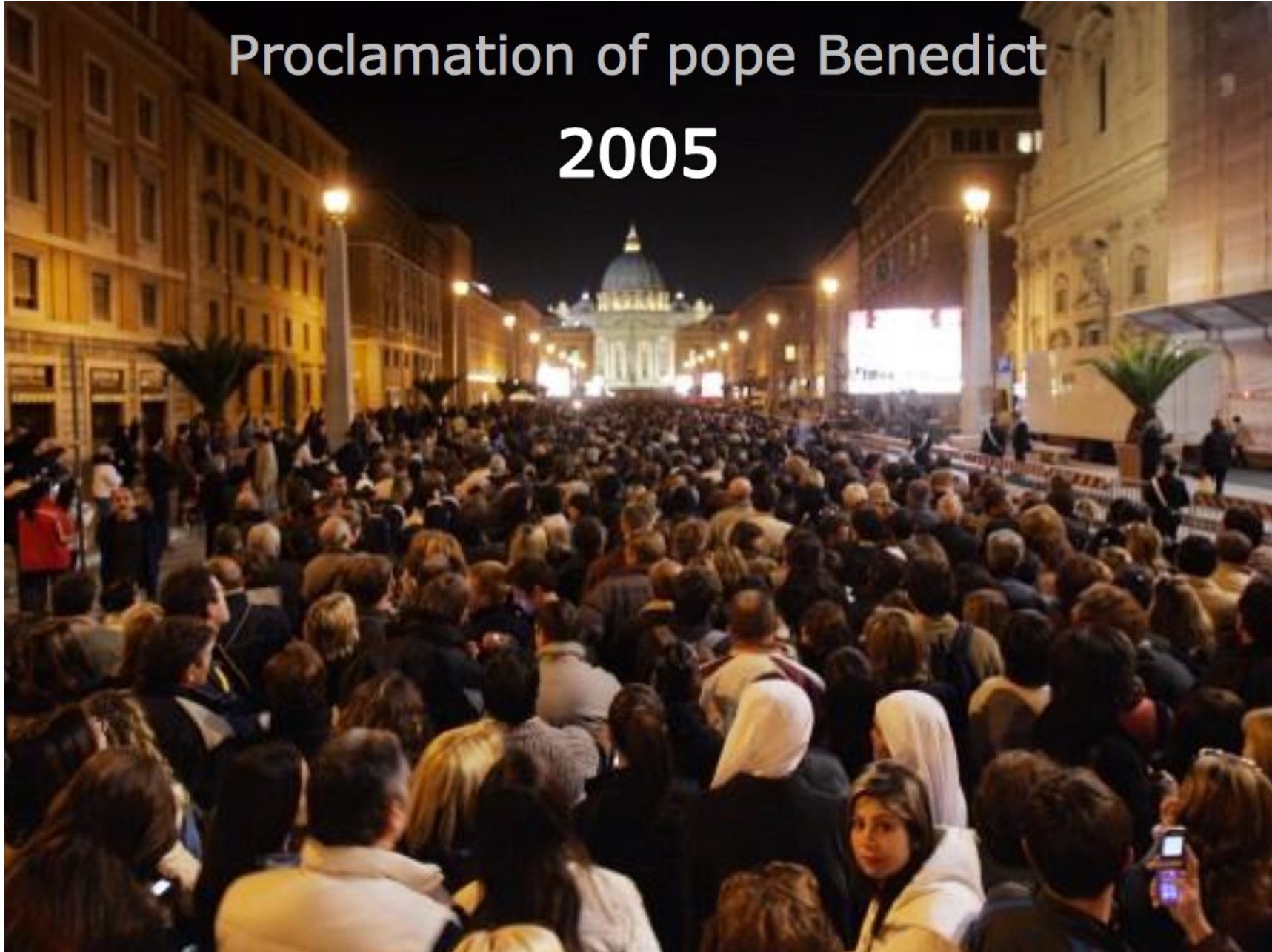
Cisco Global Cloud Index

- “Cybercrime damages will cost world \$6 trillion annually by 2021.” (“trillion” = billones)
- “The cybercrime costs prediction includes damage and destruction of data, stolen money, lost productivity, theft of intellectual property, theft of personal and financial data, embezzlement, fraud, postattack disruption to the normal course of business, forensic investigation, restoration and deletion of hacked data and systems, and reputational harm.”
- “Cyberthreats have evolved from targeting and harming computers, networks, and smartphones to people, cars, railways, planes, power grids, and anything with a heartbeat or an electronic pulse, all powered by the cloud. ”
- “The Cisco 2017 Security Capabilities Benchmark Study also found that nearly a quarter of the organizations that have suffered an attack lost business opportunities. Four in 10 said those losses are substantial. One in five organizations lost customers due to an attack, and nearly 30 percent lost revenue.”

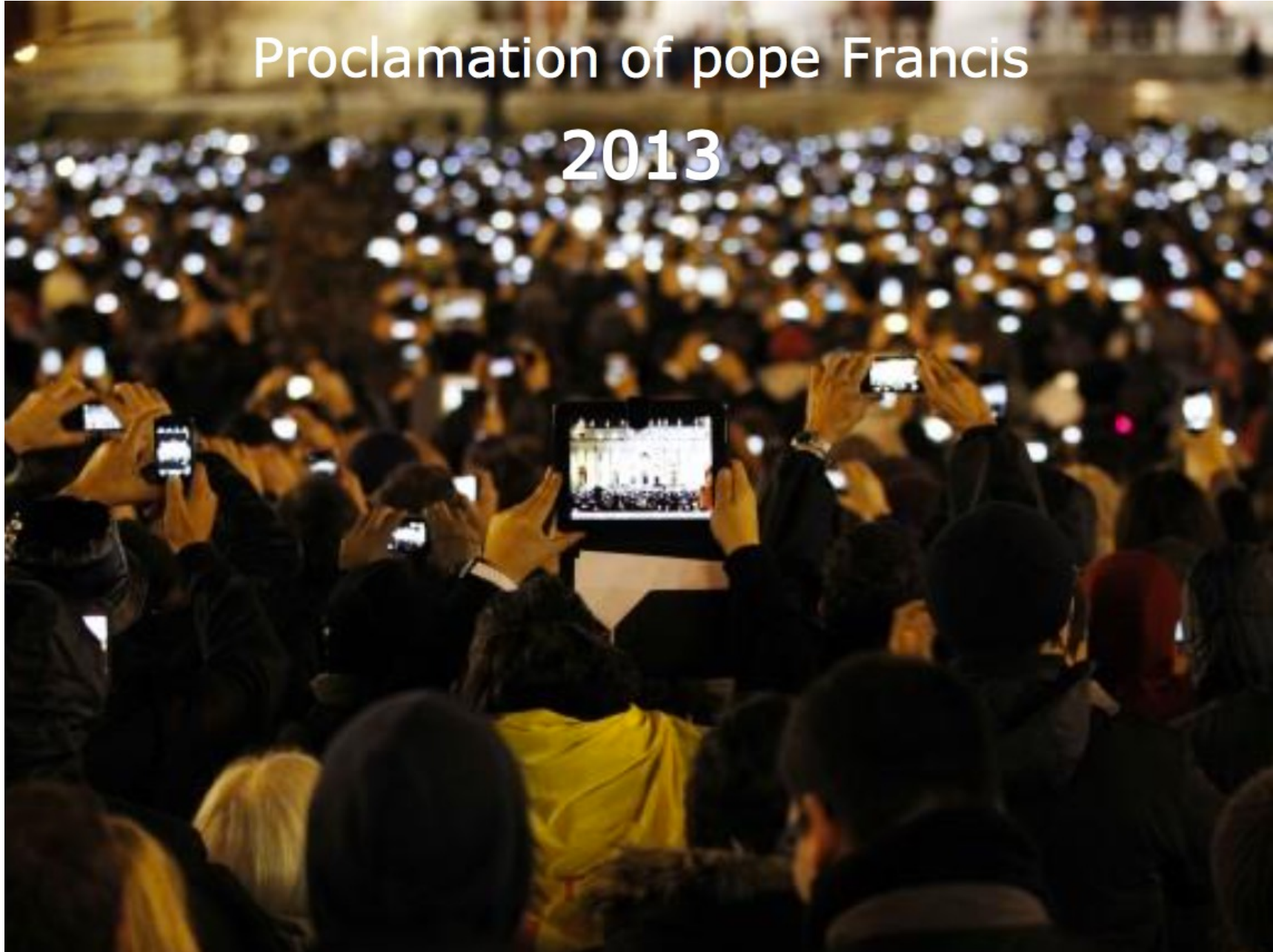
Cisco Global Cloud Index

- “Every 40 seconds, a business falls victim to a ransomware attack. The world’s largest shipping companies reported losses in the order of \$300M each from the NoPetya ransomware attack in June 2017.”
- “In October 2017, a DDoS attack crashed the IT system that monitors train locations in Sweden.”
- “Although end-user security concerns exist, the time of amateur hackers is long over, and hacking is now an organized crime or state-sponsored event.”

Proclamation of pope Benedict 2005



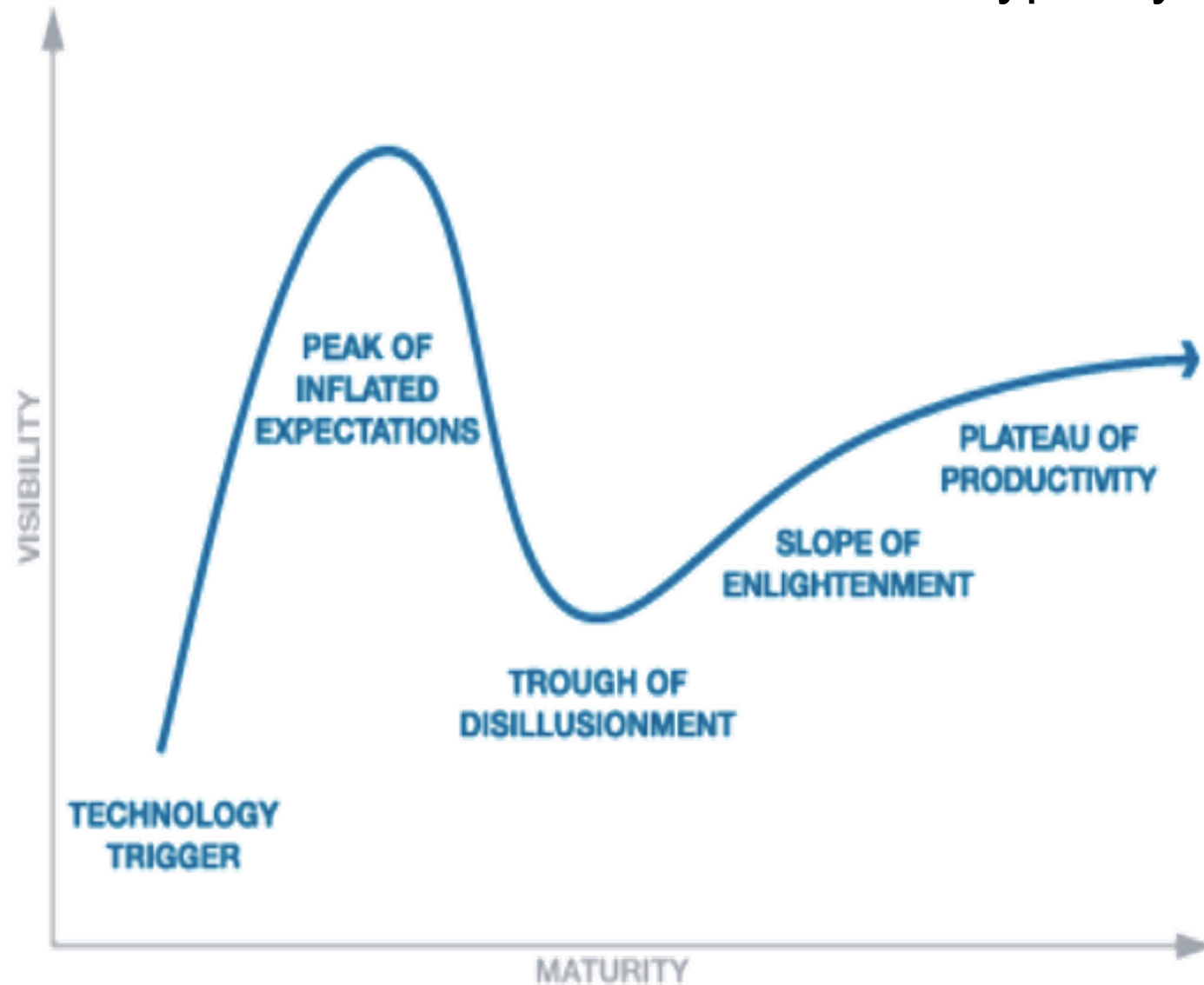
Proclamation of pope Francis 2013



Tendencias y predicciones

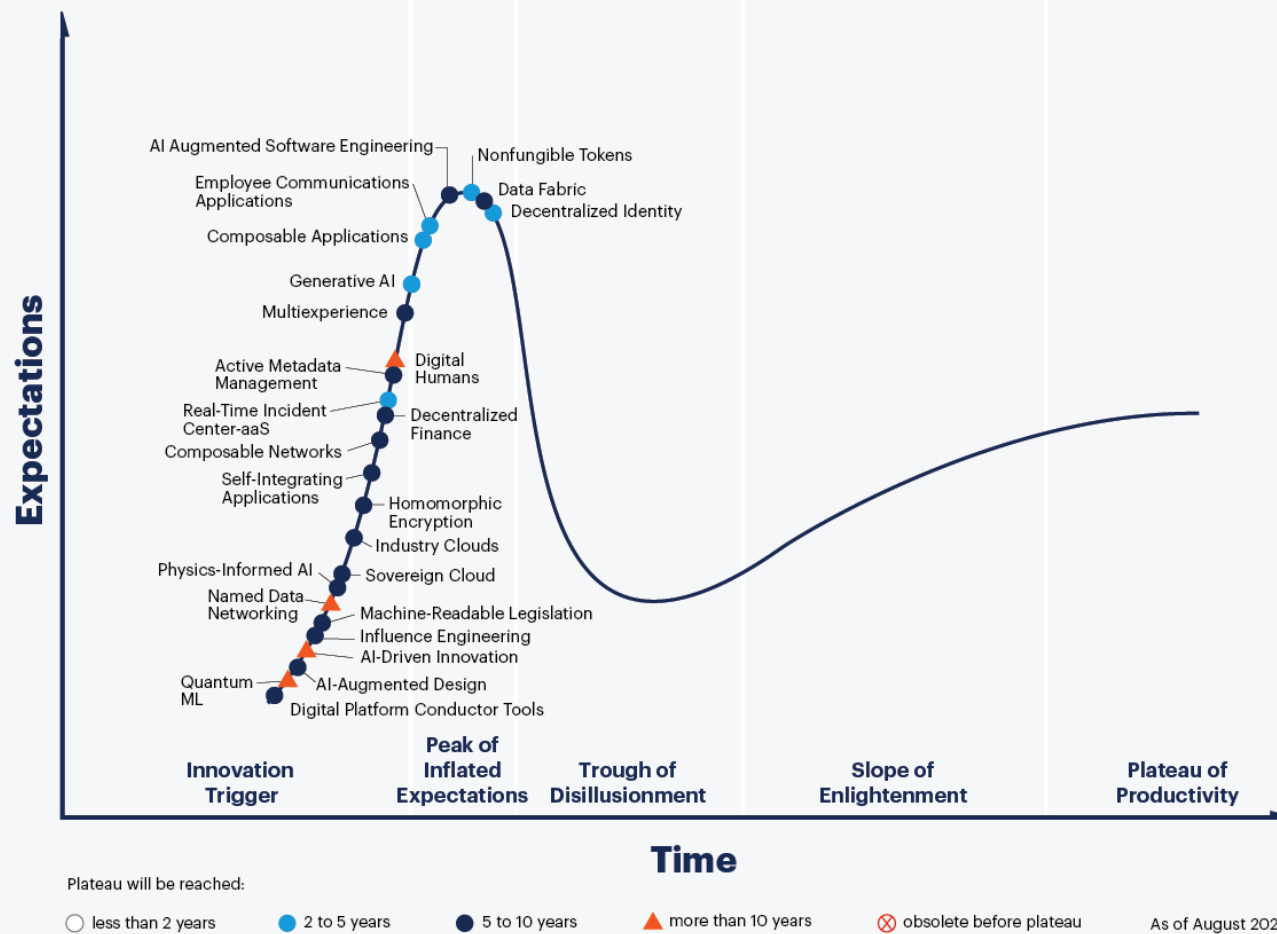
Tendencias

Gartner's Hype Cycle



Tendencias

Hype Cycle for Emerging Technologies, 2021

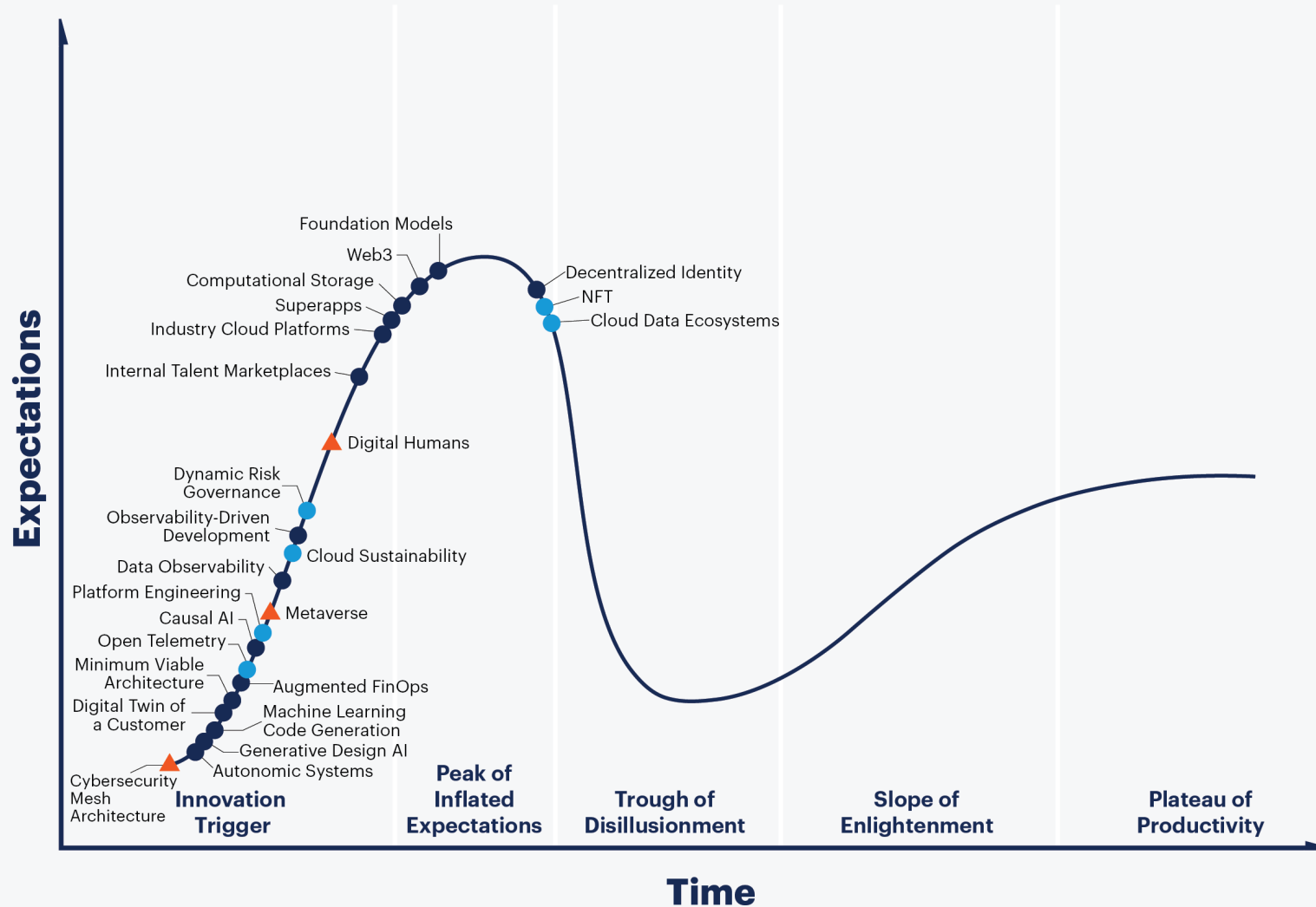


[gartner.com](https://www.gartner.com)

Source: Gartner
© 2021 Gartner, Inc. and/or its affiliates. All rights reserved. Gartner and Hype Cycle are registered trademarks of Gartner, Inc. and its affiliates in the U.S. 1448000

Gartner

Hype Cycle for Emerging Tech, 2022



Plateau will be reached:

○ less than 2 years

● 2 to 5 years

● 5 to 10 years

▲ More than 10 years

⊗ Obsolete before plateau

As of August 2022

[gartner.com](https://www.gartner.com)

Source: Gartner
© 2022 Gartner, Inc. and/or its affiliates. All rights reserved. Gartner and Hype Cycle are registered trademarks of Gartner, Inc. and its affiliates in the U.S. 1893703

Gartner®

Google Trends

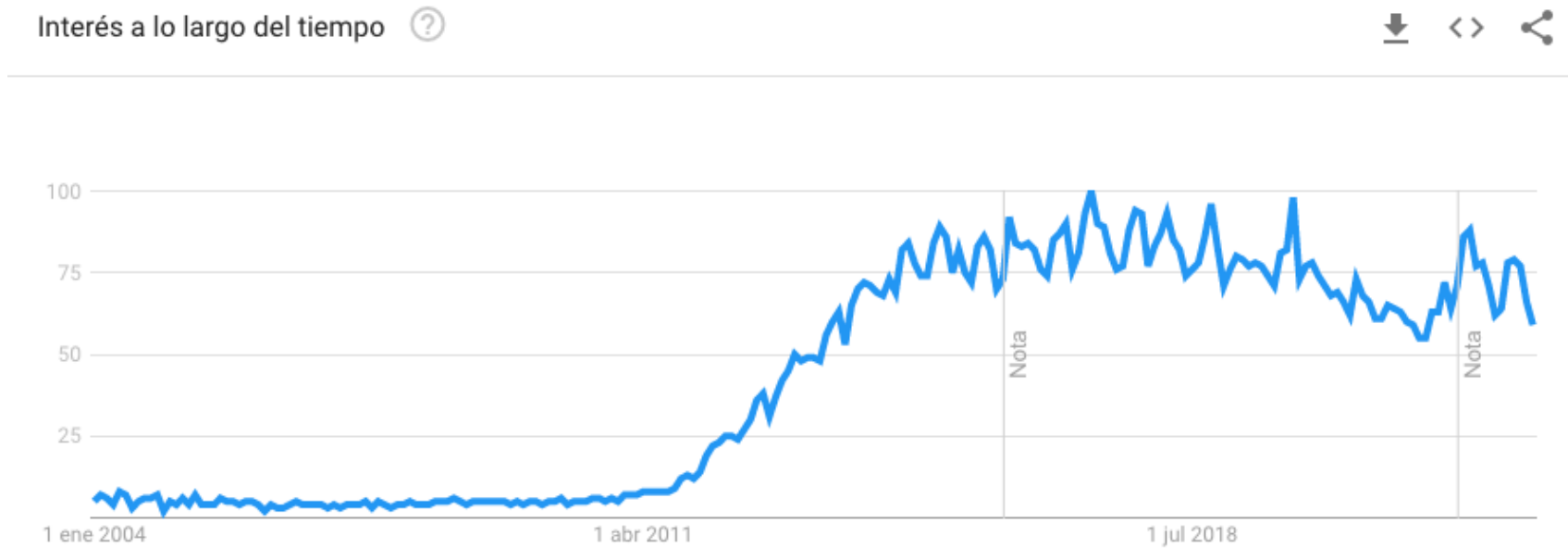
- “Internet of Things”

Interés a lo largo del tiempo ?



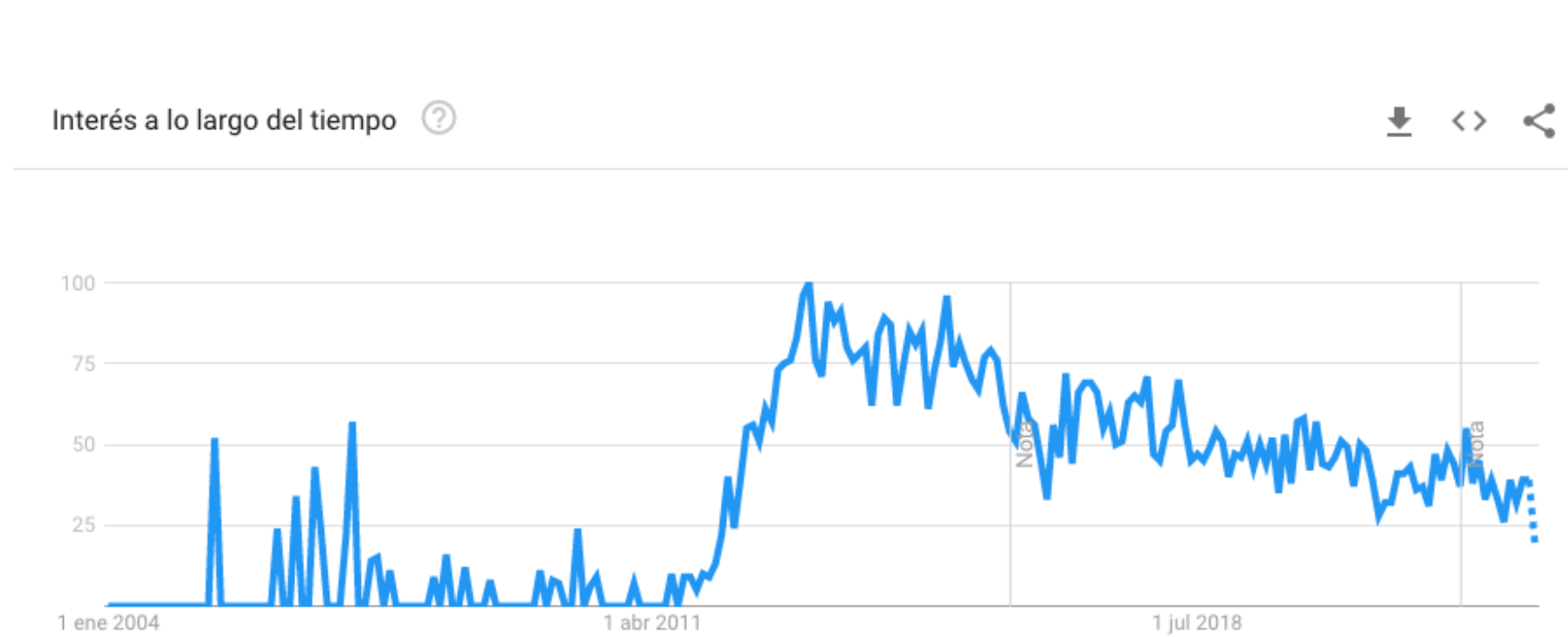
Google Trends

- “Big Data”



Google Trends

- “Software Defined Networking”



Google Trends

- “Hyperconvergence”

Interés a lo largo del tiempo ?



<https://www.google.com/trends/>

Google Trends

- “Cloud Computing”

Interés a lo largo del tiempo ?



Google Trends

- “Blockchain”

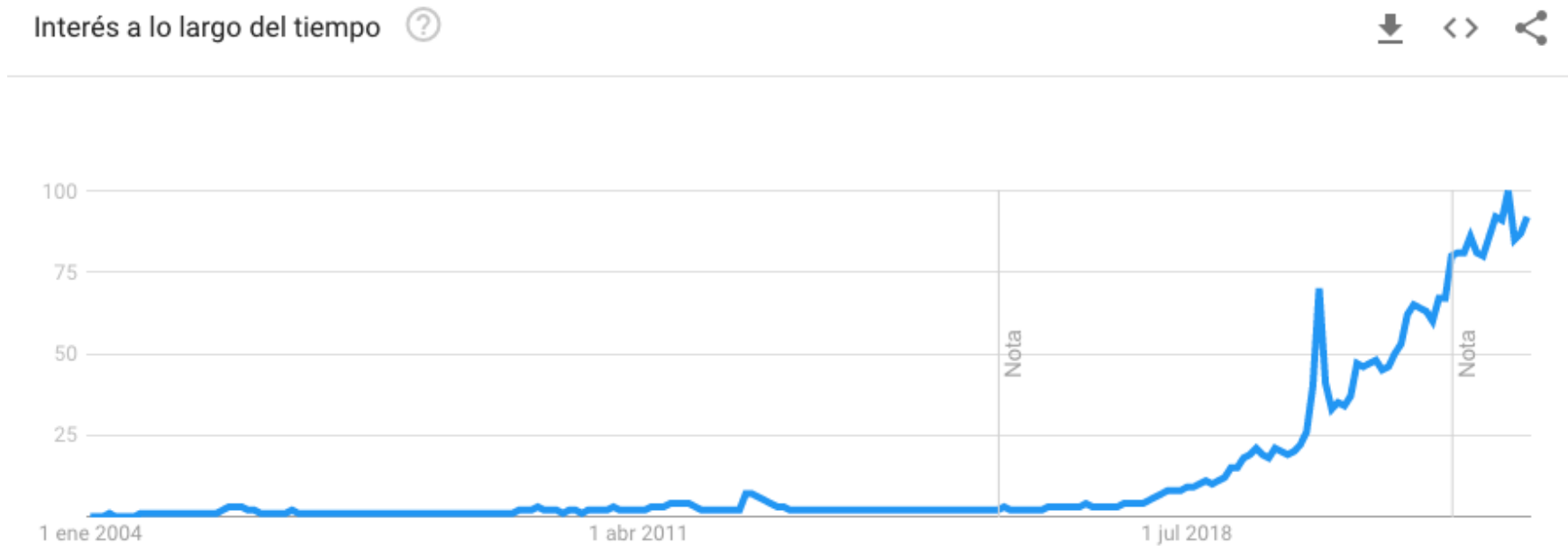
Interés a lo largo del tiempo ?



<https://www.google.com/trends/>

Google Trends

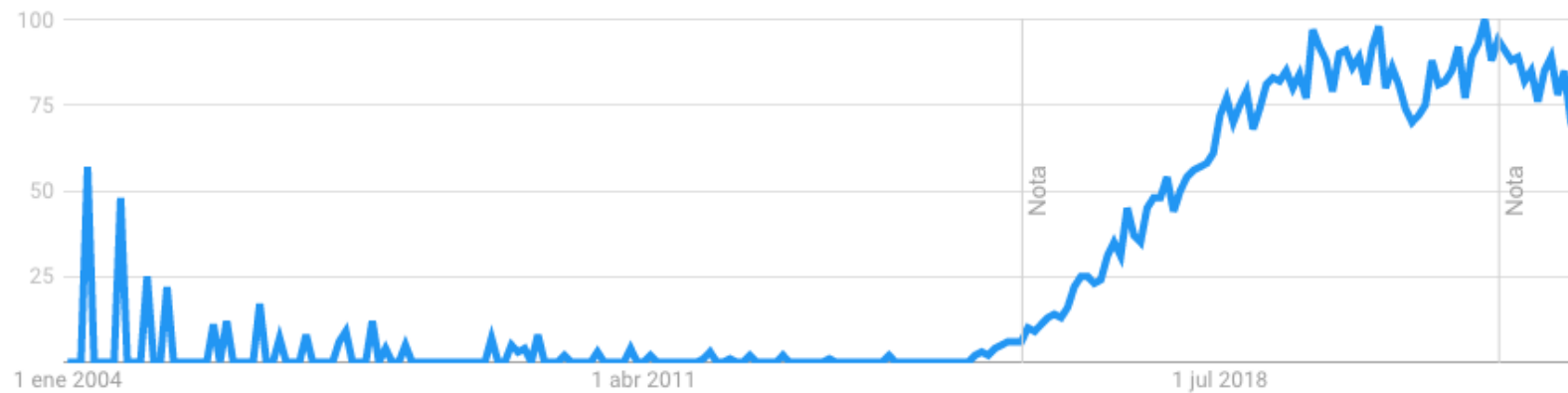
- “5G”



Google Trends

- “SD-WAN”

Interés a lo largo del tiempo ?



Google Trends

- “Docker”

Interés a lo largo del tiempo ?



Google Trends

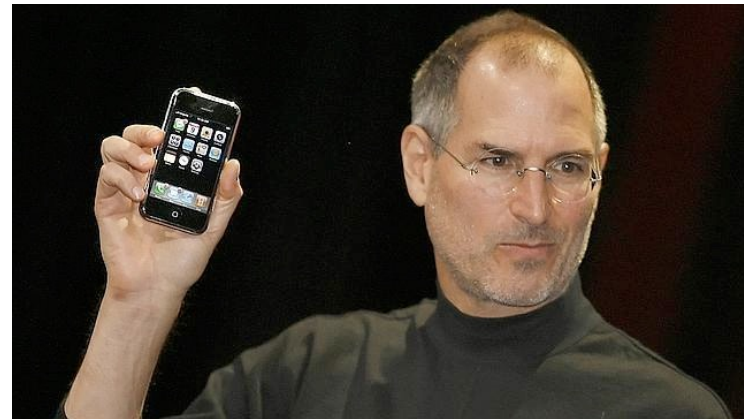
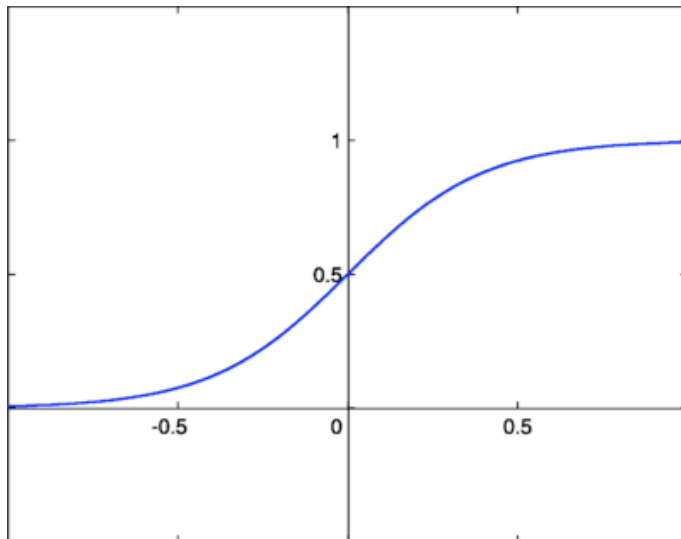
- “Kubernetes”

Interés a lo largo del tiempo ?



Predicciones

- Se suelen basar en datos pasados e hipótesis de continuidad
- Linealidad
- La realidad es discontinua (ej: 29 de junio de 2007)



Tendencias y predicciones

Redes de Nueva Generación

- Vamos a hablar sobre Centros de Datos (Datacenters)
 - Sobre la arquitectura de sus redes
 - Sobre las nuevas tendencias tecnológicas para formarlas
 - Sobre almacenamiento y almacenamiento en red
 - Sobre virtualización (de servidor, de almacenamiento y de red)
 - Sobre “la nube”, cloud computing y redes definidas por software
- Sobre redes de acceso, MAN y WAN
 - Tecnologías
 - Ingeniería de tráfico
- Y sobre análisis y dimensionamiento, problemas de rendimiento que surgen, arquitectura de conmutadores, costes, etc.



Conceptos previos

- Venís de:
 - Grado con especialidad en Telemática
 - O asignaturas de extensión sobre redes y servicios
- Necesitamos bastantes conceptos que se han visto en el grado o en el primer semestre
- Las redes hoy en día son una amalgama de tecnologías y protocolos
- Interactúan entre ellas (para bien o para mal)

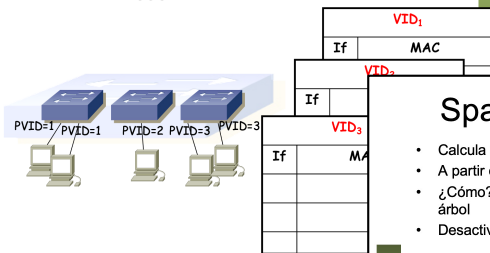


Conceptos previos

- Sobre redes
 - Conmutación Ethernet, tecnologías Ethernet, VLANs, STP/RSTP/MSTP, conmutadores capa 2/3, VRRP, firewalls, routing IP, NAT
 - Diseño de LANs (con QoS, routing, gestión y seguridad)
 - Tecnologías de acceso: xDSL, FTTH, cable
 - Tecnologías WAN: ATM, PDH, SDH, MPLS
 - Próximo día: **TRAED DUDAS SOBRE TODO ESTO**

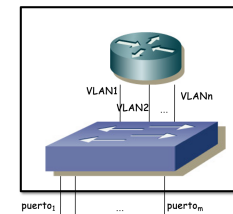
Port VLAN ID (PVID)

- Cada puerto tiene asignado un valor
- Las tramas que lleguen al puerto (sin *tag*, lo vemos más tarde) se asignan a la VLAN de número el PVID
- $0 < \text{VLAN ID} < 4095$



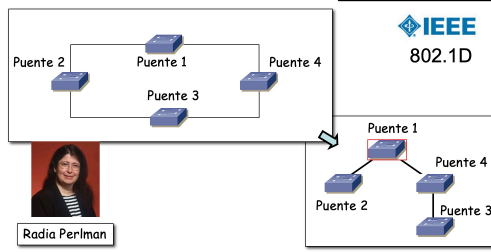
Switch - Router

- Switch:
 - Puertos conmutados
 - VLANs
 - Base de datos de filtrado (tabla de direcciones MAC)
- Router:
 - Interfaces virtuales en VLANs, con sus propias MACs
 - Enrutados
 - Tabla de rutas



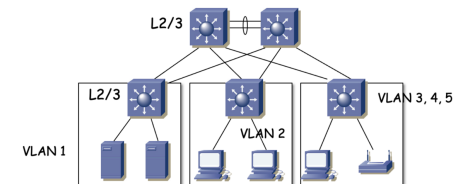
Spanning-Tree Proto

- Calcula una topología libre de ciclos
- A partir del grafo de la topología crea un árbol
- ¿Cómo? Seleccionan un puente como "raíz" árbol
- Desactivan los enlaces que no están en el árbol



Layer 3 Collapsed Core

- ¿Qué ha cambiado? Ahora los conmutadores del acceso son también L2/3
- Esto permite limitar una VLAN a una sección de acceso
- Reduce a ese armario el dominio de broadcast y los problemas que pueda dar
- ¿Y el sistema de distribución? (...)



Conceptos previos

- Sobre servicios
 - Arquitecturas de servicio en capas (*tiers*)
 - Protocolos de transporte (TCP) y aplicación (DNS, HTTP, etc)
 - Rendimiento de protocolos y aplicaciones
 - CDNs
 - VoIP

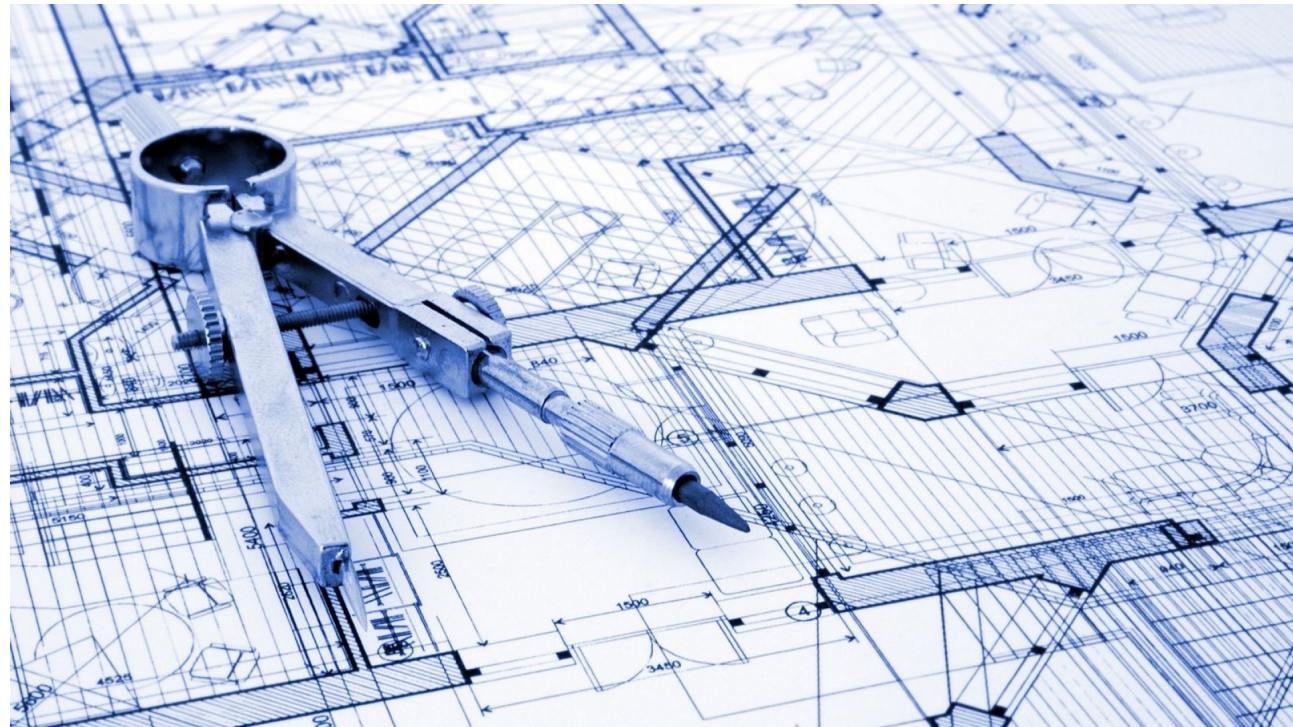


Cuestiones administrativas

El título y las redes

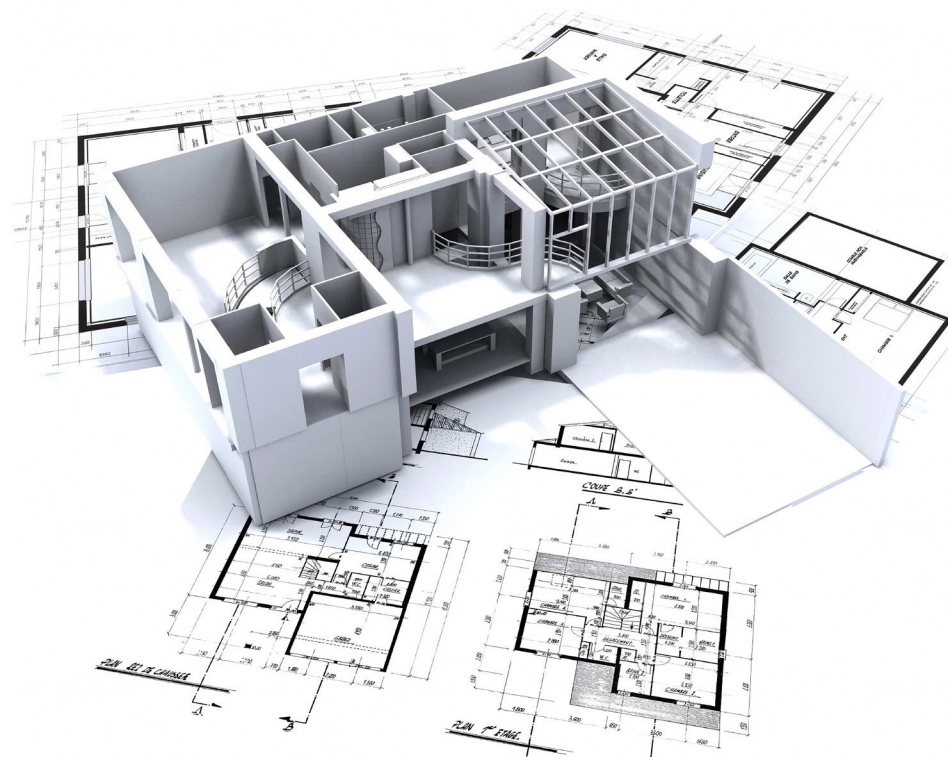
Competencias específicas

CE4 - Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.



Competencias específicas

CE6 - Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.



Competencias específicas

CE7 - Capacidad para realizar la planificación, toma de decisiones y empaquetamiento de **redes**, servicios y aplicaciones considerando la calidad de servicio, los costes directos y de operación, el plan de implantación, supervisión, los procedimientos de seguridad, el escalado y el mantenimiento, así como gestionar y asegurar la calidad en el proceso de desarrollo.



Competencias específicas

CE8 - Capacidad de comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de Internet de nueva generación, los modelos de componentes, software intermediario y servicios.



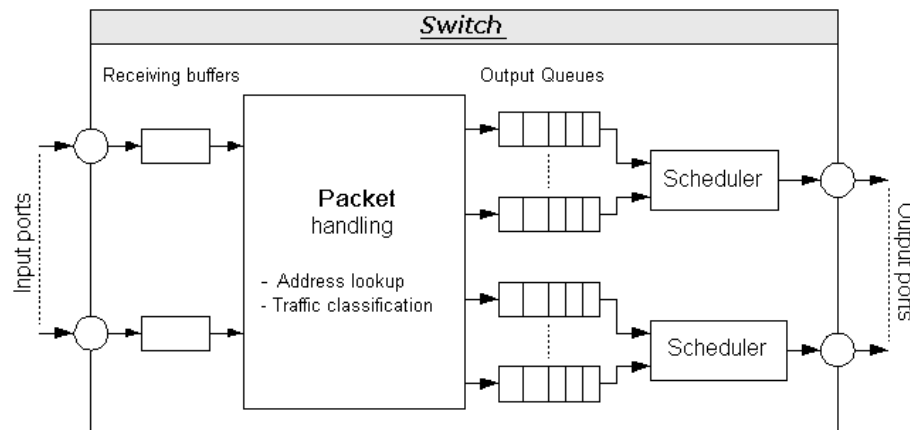
Competencias específicas

CE9 - Capacidad para resolver la convergencia, interoperabilidad y diseño de redes heterogéneas con redes locales, de acceso y troncales, así como la integración de servicios de telefonía, datos, televisión e interactivos.



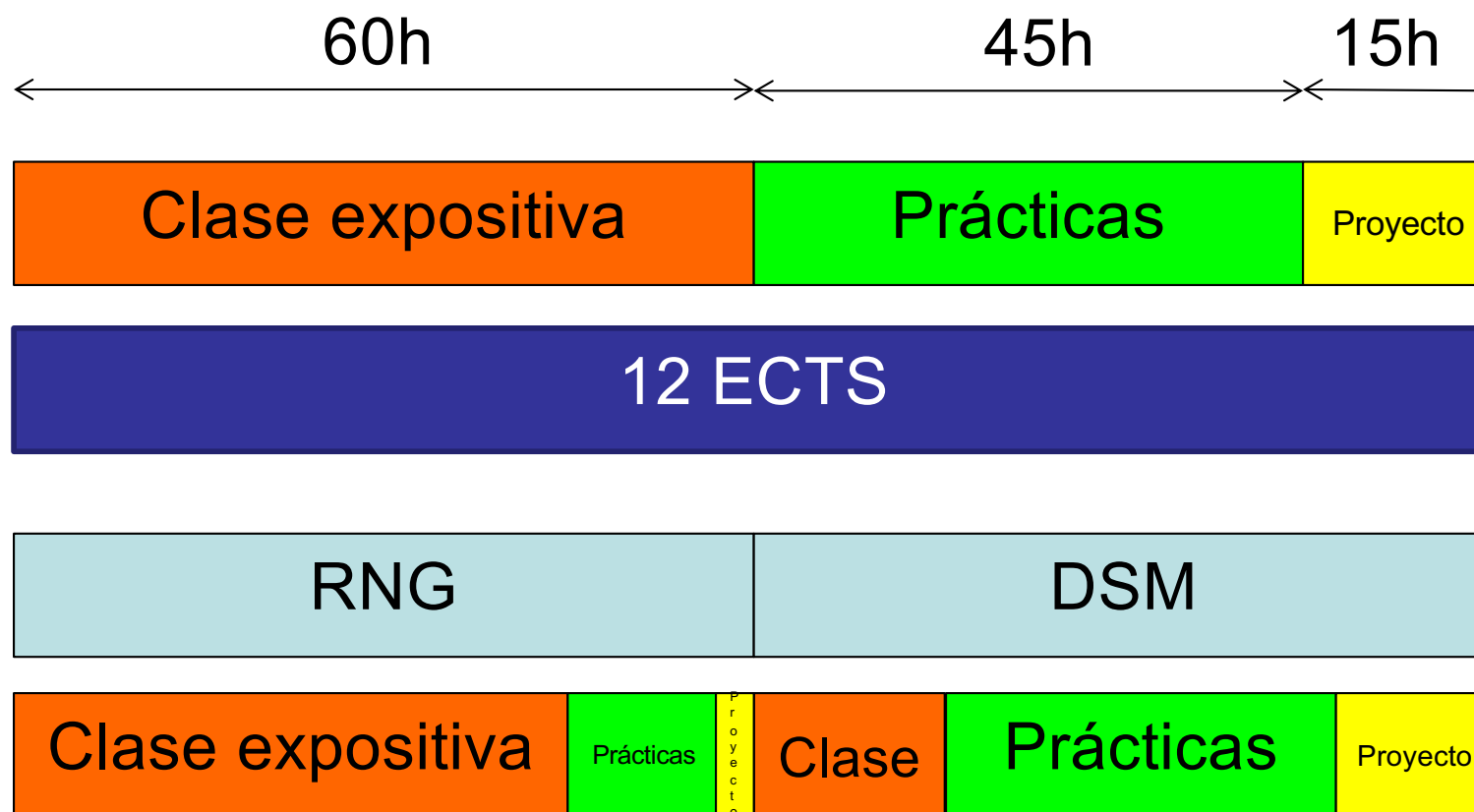
Competencias específicas

CE12 - Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.



Esta materia en la UPNA

- “Diseño e implantación de servicios en redes de comunicaciones”
 - “Redes de Nueva Generación”
 - “Despliegue de Servicios Multimedia”



Temario

0. Introducción
1. Tecnologías para el centro de datos
2. Interconexión de redes
3. Modelado y dimensionamiento de redes y servicios



Temario

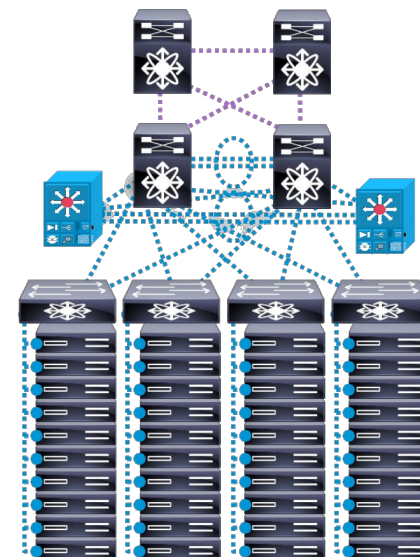
0. Introducción

1. Tecnologías para el centro de datos

- Virtualización de servidor, red y almacenamiento.
- Arquitectura interna de conmutadores y efectos en su rendimiento
- Diseño y dimensionamiento de redes de datos para el entorno Campus y CPD. Escalado, gestión y mantenimiento.

2. Interconexión de redes

3. Modelado y dimensionamiento de redes y servicios



Temario

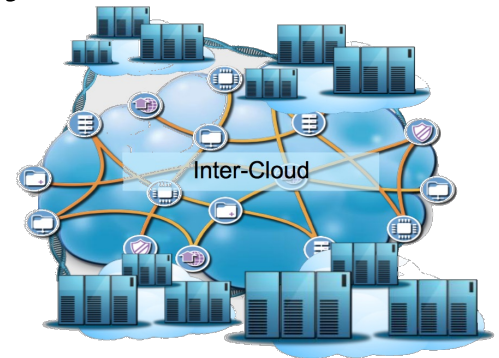
0. Introducción

1. Tecnologías para el centro de datos

2. Interconexión de redes

- Tecnologías para soluciones de acceso, WAN y de núcleo
- Encaminamiento interdominio en la Internet pública e ingeniería de tráfico con BGP y MPLS. Supervivencia ante fallos.
- MAN y WAN para interconexión de CPDs y sedes remotas.
- Overlays. Redes definidas por software.
- Transporte de voz digital en redes de conmutación de paquetes y su integración con datos
- Soluciones de coexistencia de IPv4 e IPv6.

3. Modelado y dimensionamiento de redes y servicios



Temario

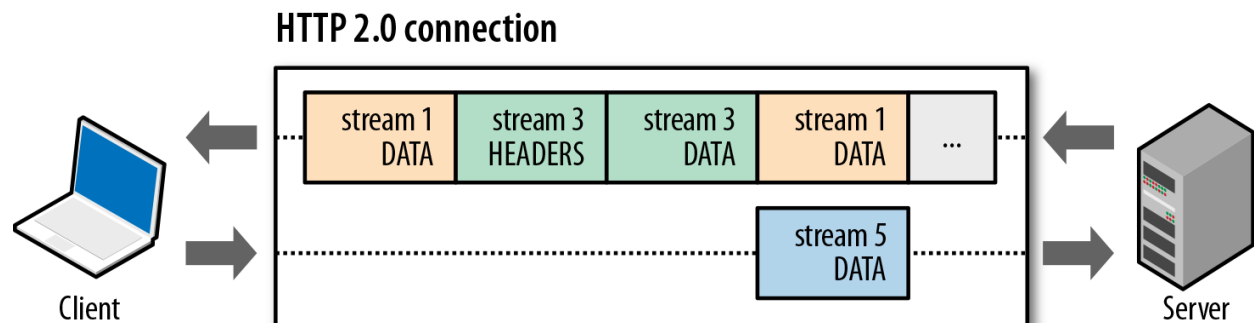
0. Introducción

1. Tecnologías para el centro de datos

2. Interconexión de redes

3. Modelado y dimensionamiento de redes y servicios

- Modelado de fuentes de voz, vídeo y datos (tráfico de Poisson, fuentes On-Off, tráfico auto-similar).
- Dimensionado de red para transporte de voz, vídeo y datos.
- Nuevos problemas de rendimiento y sus soluciones (Incast, outcast, DCTCP, HTTP2, MPTCP)



Actividades de laboratorio

- Virtualización de servidor y equipos de red
- Networking con contenedores
- Introducción a OpenFlow
- Análisis y presentación de casos de planificación, diseño e implementación de infraestructuras para redes multiservicio

Horarios



- Lunes de 15:00 a 17:00
- Jueves de 15:00 a 17:00
- Comenzaremos con teoría en los dos días
- Periodo lectivo (clases) hasta el 25 de mayo
- Cuando hayamos visto suficiente teoría se plantearán las actividades de laboratorio en el mismo horario

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
15:00-17:00	REDES DE NUEVA GENERACIÓN (720508)	SISTEMAS INTEGRADOS Y EMBEBIDOS (720510)	DESPLIEGUE DE SERVICIOS MULTIMEDIA (720511)	REDES DE NUEVA GENERACIÓN (720508)	DESPLIEGUE DE SERVICIOS MULTIMEDIA (720511)
17:00-19:00	SISTEMAS DE COMUNICACIONES AVANZADAS (720509)	SISTEMAS INTEGRADOS Y EMBEBIDOS (720510)	SISTEMAS INTEGRADOS Y EMBEBIDOS (720510)	DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS TIC II (720512)	DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS TIC II (720512)
19:00-21:00	SISTEMAS DE COMUNICACIONES AVANZADAS (720509)	SISTEMAS DE COMUNICACIONES AVANZADAS (720509)	SISTEMAS INTEGRADOS Y EMBEBIDOS (720510)	DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS TIC II (720512)	DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS TIC II (720512)

Planificación tentativa

Días	Actividades	Actividades
30 ene y 2 feb	Presentación	Cambios en 802.3 y 802.11
6 feb y 9 feb	Arquitectura del servicio. DCs	Diseño DCs. NICs
13 feb y 16 feb	Virtualización	Almacenamiento. SAN
20 feb y 23 feb	NAS. Virtualización	Prácticas
27 feb y 2 mar	Virtualización	Prácticas
6 mar y 9 mar	Overlays	Prácticas
13 mar y 16 mar	Balanceadores	Prácticas
20 mar y 23 mar	FESTIVO	Prácticas
27 mar y 30 mar	Servicios. I/O consolidation	Prácticas
3 abr y 6 abr	Arquitectura y escalabilidad en DCs	FESTIVO
10 abr y 13 abr	FESTIVO	FESTIVO
17 abr y 20 abr	Arquitectura de conmutadores	Prácticas
24 abr y 27 abr	TRILL. SPB	SDN
1 may y 4 may	FESTIVO	NFV. Baremetal. Interconexión DCs
8 may y 11 may	L3VPNs. L2VPNs	Prácticas
15 may y 18 may	WAN optimization. HTTP/2, HTTP/3	QUIC, MPTCP
22 may y 25 may	Procesos de tráfico de datos	Ejemplos, ajuste temporal, fin

Evaluación

- Examen: 6 ptos
- Actividades de laboratorio: 4 ptos



Evaluación

- Examen: 6 ptos
 - Sobre todo el temario
 - Nota mínima del 50% para sumar el resto
 - Sin apuntes
- Actividades de laboratorio: 4 ptos
 - En cuanto demos suficiente teoría
 - Puntos de control y documentos



Resultados de aprendizaje	Actividad de evaluación	Peso (%)	Carácter recuperable	Nota mínima requerida
R1, R2, R3, R4	Prueba escrita que recoja los conceptos adquiridos (examen sin apuntes)	60	Sí	30% de la nota total de la asignatura
R3, R4	Actividades de laboratorio de resolución de problemas prácticos y comprensión de conceptos	30	No	
R2, R3, R4	Revisión de una propuesta tecnológica novedosa (informe individual)	10	No	

Cuestiones administrativas

Presentación

Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Máster en Ingeniería de Telecomunicación