



Introducción a HTTP/2

Teleinformática y Redes

<http://www.labredes.unlu.edu.ar/tyr>

Lic. Marcelo Fidel Fernández

<https://marcelofernandez.info>

fernandezm@unlu.edu.ar

Agenda

- Características de la web antes y ahora
- HTTP y la Web actual, inconvenientes
- Introducción a HTTP/2, características
- Ejemplos
- Estado actual y futuro del protocolo
- Conclusiones Generales



En los orígenes de la Web...

- **1991:** El servicio de WWW nace y **HTTP/0.9** fue “definido”. Sólo permitía un único método: GET.
- **1996: HTTP/1.0.** Se estandarizó la base mínima de lo que usamos a diario.
- **1997-1999: HTTP/1.1.** Se completó el protocolo. Escalabilidad, proxies, Keep-Alive y Pipelining.

¿Y cómo era la Web en ese entonces?





Universidad Nacional de Luján - Mozilla FireFox

Universidad Nacional d... x

https://web.archive.org/web/19990422222844/http://www.unlu.edu.ar/ | Buscar

Universidad Nacional de Luján



Sede Central
Rutas Nac. 5 y 7 (6700) LUJAN
Buenos Aires - República Argentina
Tels.:(02323) 423171 (9 líneas rotativas)
Fax: (02323) 425795

Sede Capital
Ecuador 871 (1214) CAPITAL FEDERAL
Tel.:(011) 4962-7045 / 7026

Centro Regional Chivilcoy
Balcarce 120 (6620) CHIVILCOY
Buenos Aires - República Argentina
Tel. y Fax: (02346) 424593

Centro Regional General Sarmiento
Farias 1590 esquina Mitre (1663) SAN MIGUEL
Buenos Aires - República Argentina
Tel. y Fax: (011) 4664-7843

Centro Regional Campana
Bertolini 183
(2804) CAMPANA
Buenos Aires - República Argentina
Tel.y Fax : (03489) 428342 / 425934/ 438069

Contenidos :

- 1- Inicio
- 2- Institucional
- 3- Autoridades
- 4- Unidades Académicas
- 5- Carreras
- 6- Graduados
- 7- Novedades
- 8- Investigación
- 9- Biblioteca
- 10- Direcciones
- 11- Area de Cultura
- 12- Servidor FTP
- 13- Eventos
- 14- Búsqueda en Nuestro sitio
- 15- Calendario Académico 2000
- 16- Galería de Arte
- 17- Libro de Visitas
- 18- Asuntos Estudiantiles
- 19- E-mails Unlu
- 20- Programa Emprendedor

Radio Uni
88.9 MHz

"En el año del XV Aniver:"

Universidad Nacional de Luján
Int. Ruta 5 y 7
6700 Luján
República Argentina.

*Esta página es actualizada por [webadmin](#).
Última modificación: 17 de marzo de 1999*

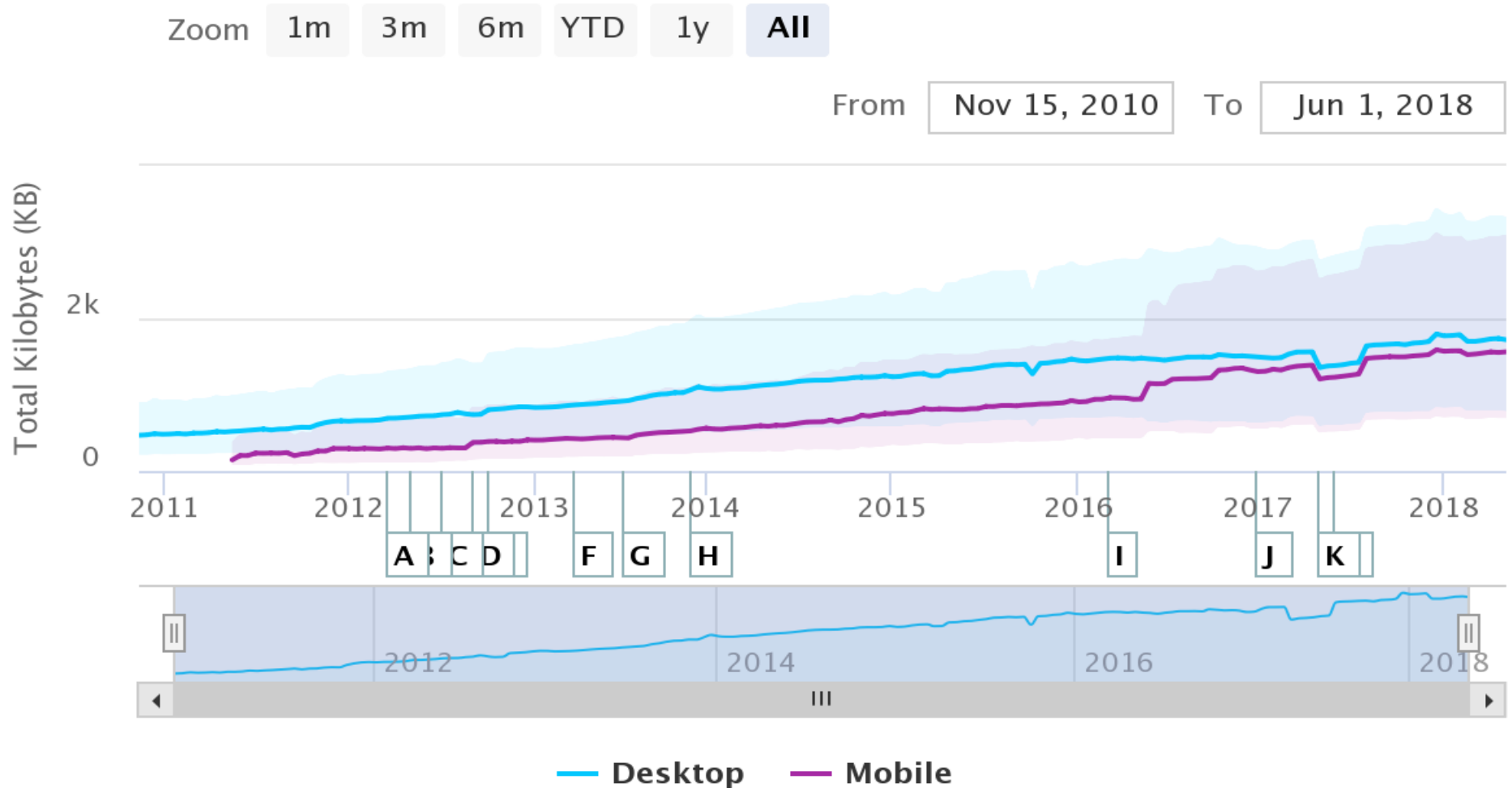
- Prácticamente de texto, pocas imágenes, nada de interactividad.
- 60 KB de tamaño promedio [ref]

¿Cómo es la Web de Hoy?

Tamaños de página (2011-2018)

Timeseries of Total Kilobytes

Source: httparchive.org



¿Cómo es la Web de Hoy?

Tamaños de página p/desktop, en KB

Fecha	p10	p25	p50	p75	p90
Nov 2010	85,1	217,0	467,7	899,3	1578,3
May 2011	96,7	239,9	518,9	993,2	1715,7
May 2012	124,6	322,1	706,4	1345,4	2284,0
May 2013	148,3	406,8	884,1	1703,9	3040,2
May 2014	210,2	541,2	1130,0	2114,9	3716,1
May 2015	239,7	632,7	1312,2	2469,3	4397,3
May 2016	269,3	710,5	1480,2	2796,2	4924,0
May 2017	209,0	595,5	1354,8	2773,5	5374,5
May 2018	294,4	797,9	1736,6	3347,2	6299,2

¿Cómo es la Web de Hoy?

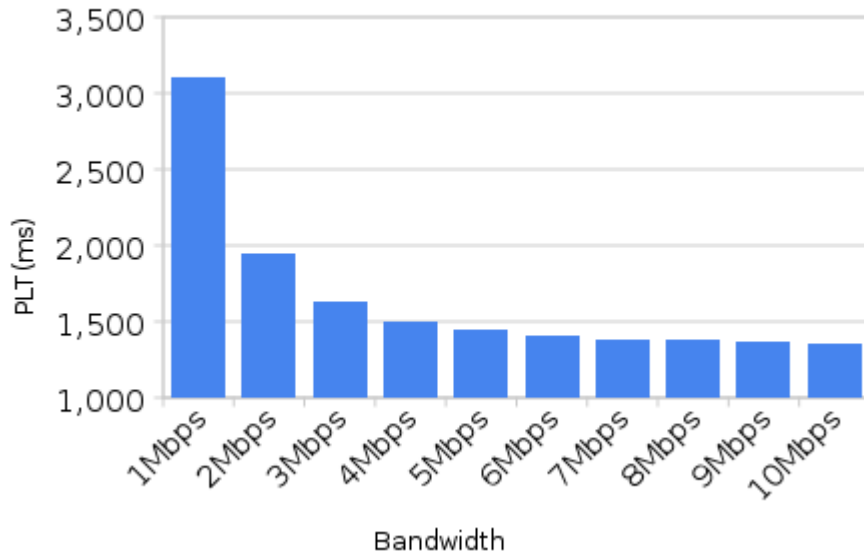
Cantidad de peticiones

Fecha	p10	p25	p50	p75	p90
Nov 2010	14	30	58	102	157
May 2011	15	33	63	110	172
May 2012	18	37	66	110	164
May 2013	19	40	73	120	183
May 2014	22	44	77	123	185
May 2015	22	46	79	124	186
May 2016	23	47	81	129	191
May 2017	23	47	83	136	206
May 2018	23	47	83	135	206

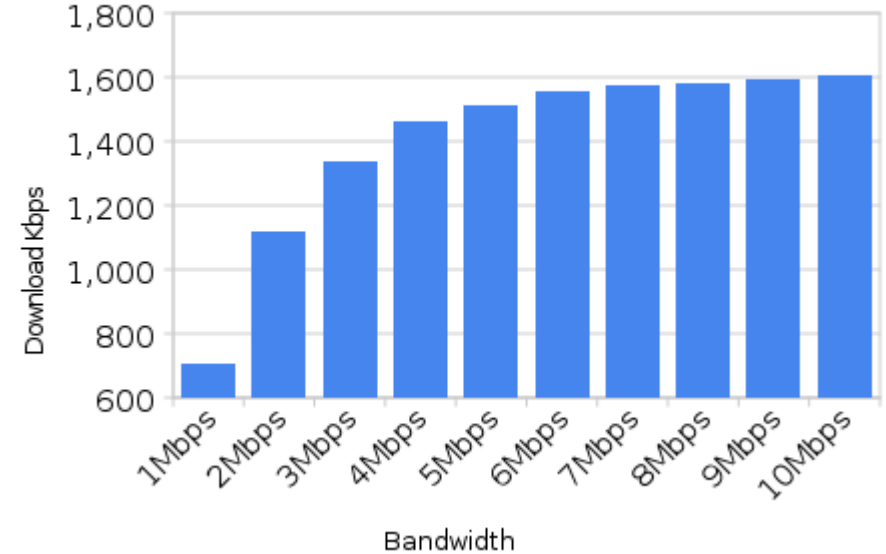
¿Cómo es la Web de Hoy?

Ancho de Banda y Latencia (RTT)

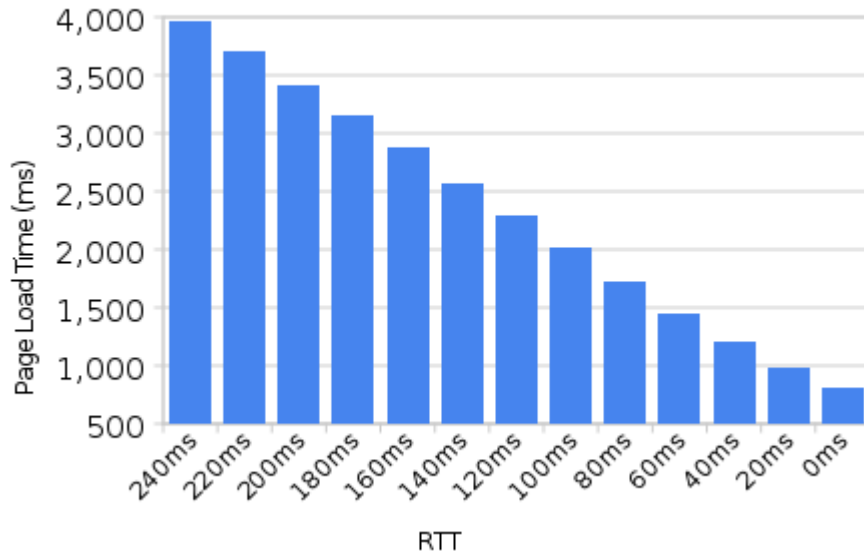
PLT Latency per Bandwidth @ 60ms RTT



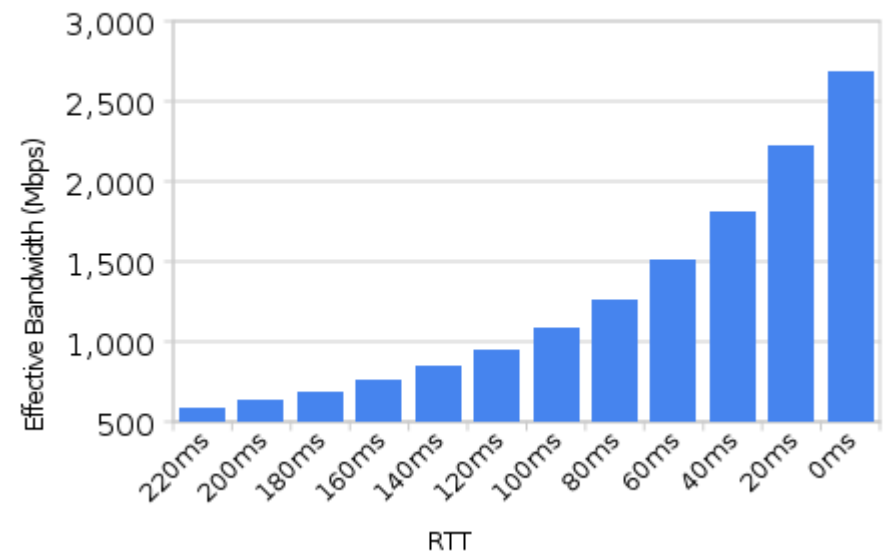
Effective Bandwidth of HTTP @ 60ms RTT



Page Load Time As RTT Decreases @ 5 Mbps



Effective Bandwidth as RTT decreases @ 5 Mbps



Política Same-Origin

- Es un mecanismo de seguridad implementado por el browser que restringe cómo un documento o script cargado desde un origen puede interactuar con un recurso de otro origen.
- **Origen:** Dos páginas tienen el mismo origen si el protocolo, puerto y host son los mismo para ambas páginas.
- Ejemplo origen: `http://store.company.com/dir/page.html`

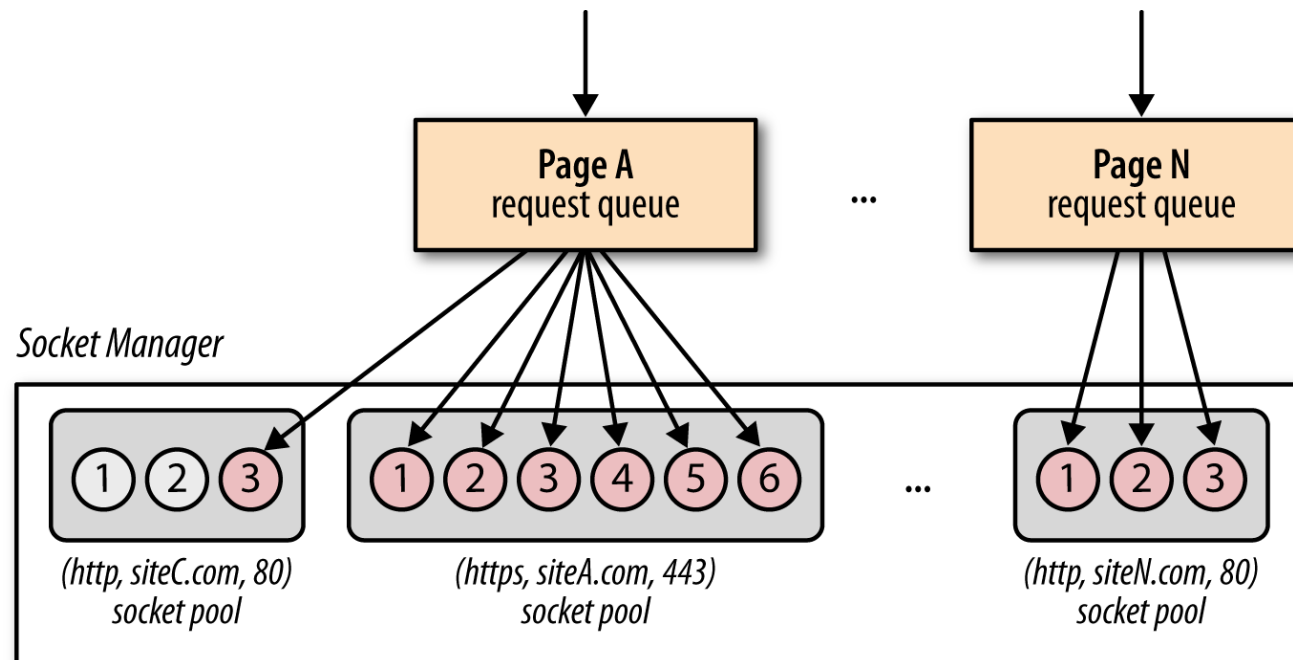
URL	Resultado	Razón
<code>http://store.company.com/dir2/other.html</code>	Éxito	
<code>http://store.company.com/dir/inner/another.html</code>	Éxito	
<code>https://store.company.com/secure.html</code>	Fallo	Diferente protocolo
<code>http://store.company.com:81/dir/etc.html</code>	Fallo	Diferente puerto
<code>http://news.company.com/dir/other.html</code>	Fallo	Diferente host

https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Security/Same-origin_policy
<https://tools.ietf.org/html/rfc6454>
<https://hpbn.co/primer-on-browser-networking/#network-security-and-sandboxing>



Política Same-Origin (cont.)

- El browser internamente organiza las conexiones TCP en pools de sockets **por mismo origen**:



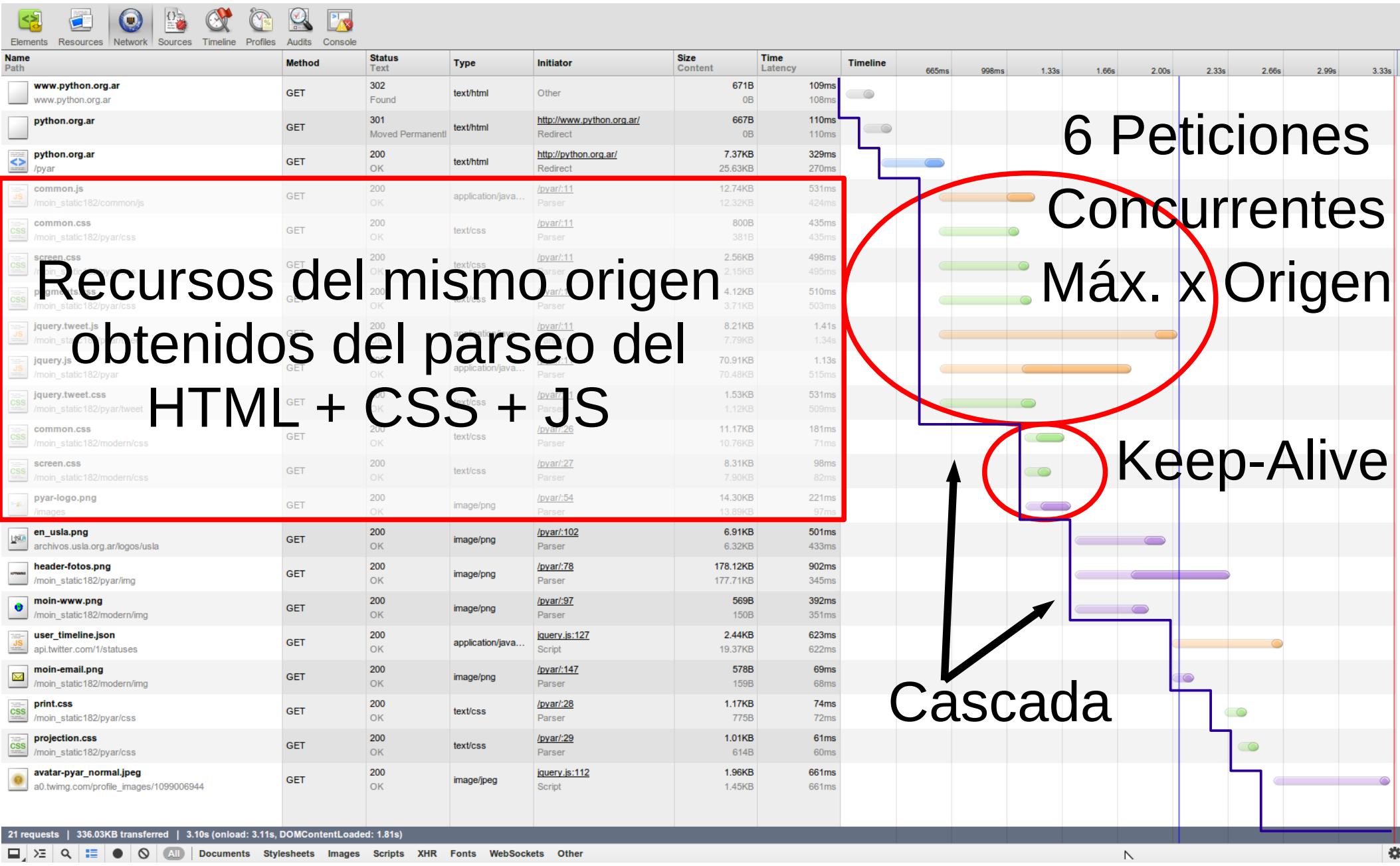
- Se establecen hasta 6 conexiones TCP por origen** (el RFC 2616 habla de 2) [ref]

<https://hpbn.co/http1x/#using-multiple-tcp-connections>
<https://hpbn.co/http1x/#domain-sharding>



“Cascada” HTTP/1.1 - www.python.org.ar

(18 + 3 requests, ~336 KB, 3.1 seg = ~100 KB/seg)



HTTP/1.1 y la Web actual

- El **RTT es determinante** en el tiempo de carga de la página en HTTP/1.1.
- HTTP/1.1 es un protocolo que obliga a serializar las peticiones.
- Mucha heurística de optimización de tráfico y recursos en el browser.



HTTP/1.1 y la Web actual (cont.)

- *Hacks* para evitar limitaciones de HTTP/1.1
 - *Domain Sharding*
 - Recursos *inline*, *minificados*, *image maps*, *CSS sprites*
 - Ordenamiento, dependencias...
- *Headers* HTTP cada vez más grandes
- La realidad es que TCP fue pensado para conexiones con un tiempo de vida largo.
- En cambio, los browsers usan HTTP sobre TCP con ráfagas de conexiones.



HTTP/2 – RFC 7540

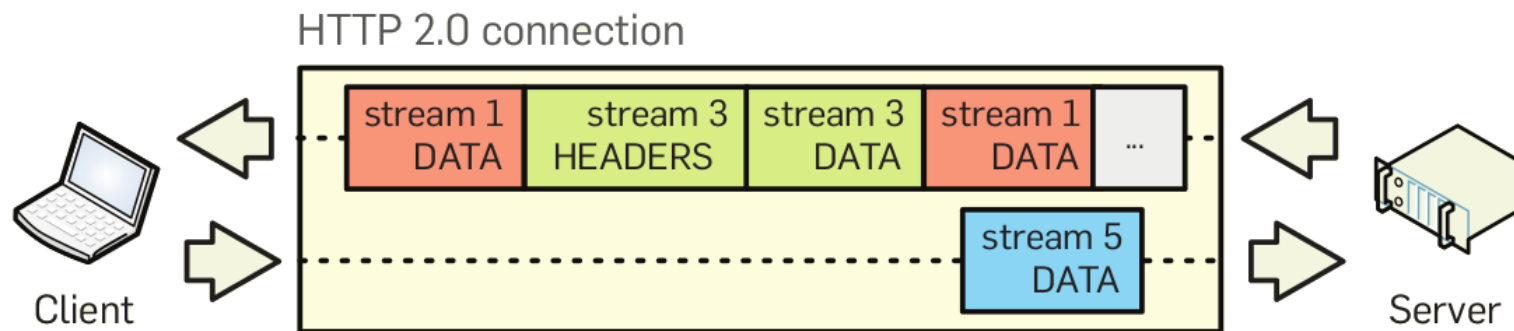
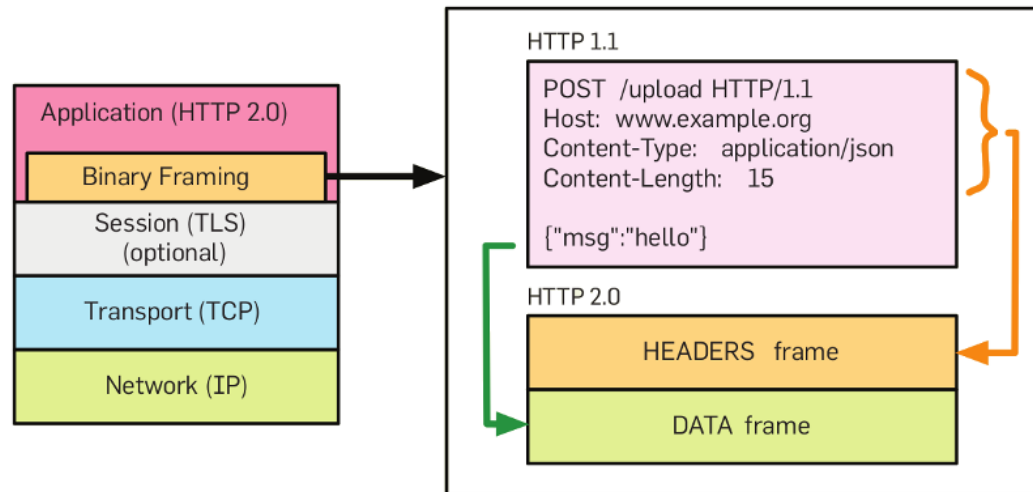
- Basado en SPDY, un protocolo desarrollado por Google desde 2009.
- Modifica cómo se lee/escribe el tráfico HTTP en el socket TCP (“sintaxis”).
- Toda la semántica de HTTP se mantiene.
- El objetivo es reducir el tiempo de carga de las páginas web en forma global.
- Lo que hace no es nada novedoso.



HTTP/2 – Características elementales

- Multiplexación del tráfico por una única conexión TCP persistente.
- Binario.
- Compresión de encabezados.
- Nuevas posibilidades: Server-Push, Priorización, Dependencias, Control de Flujo.
- En la práctica, se utiliza sobre TLS: Cifrado.
- En el camino, se definen varios RFC más:
 - **TLS ALPN**: Application-Layer Protocol Negotiation Extension.
 - **HPACK**: HTTP Header Compression.

HTTP/2 – Framing y Streams



HTTP/2 – Upgrade desde HTTP/1.1

1. Sabiendo de antemano que el server lo soporta.

2. Puerto 80 'http://' URIs – HTTP Upgrade

```
GET /page HTTP/1.1
Host: server.example.com
Connection: Upgrade, HTTP2-Settings
Upgrade: HTTP/2.0
HTTP2-Settings: (SETTINGS payload)
```

```
HTTP/1.1 200 OK
Content-length: 243
Content-type: text/html
```

(... HTTP 1.1 response ...)

(or)

```
HTTP/1.1 101 Switching Protocols
Connection: Upgrade
Upgrade: HTTP/2.0
```

(... HTTP 2.0 response ...)

3. Puerto 443 'https://' URIs – HTTPS → TLS+ALPN

HTTP/2 – Delta headers

Request #1

:method	GET
:scheme	https
:host	example.com
:path	/resource
accept	image/jpeg
user-agent	Mozilla/5.0 ...

implicit

implicit

implicit

implicit

implicit

Request #2

:method	GET
:scheme	https
:host	example.com
:path	/new_resource
accept	image/jpeg
user-agent	Mozilla/5.0 ...

HEADERS frame (Stream 1)

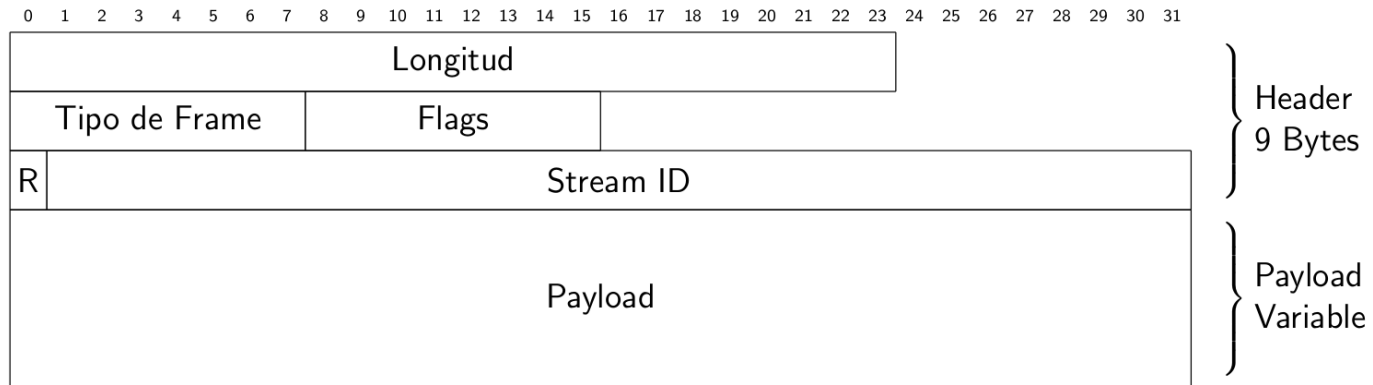
:method:	GET
:scheme:	https
:host:	example.com
:path:	/resource
accept:	image/jpeg
user-agent:	Mozilla/5.0 ...

HEADERS frame (Stream 3)

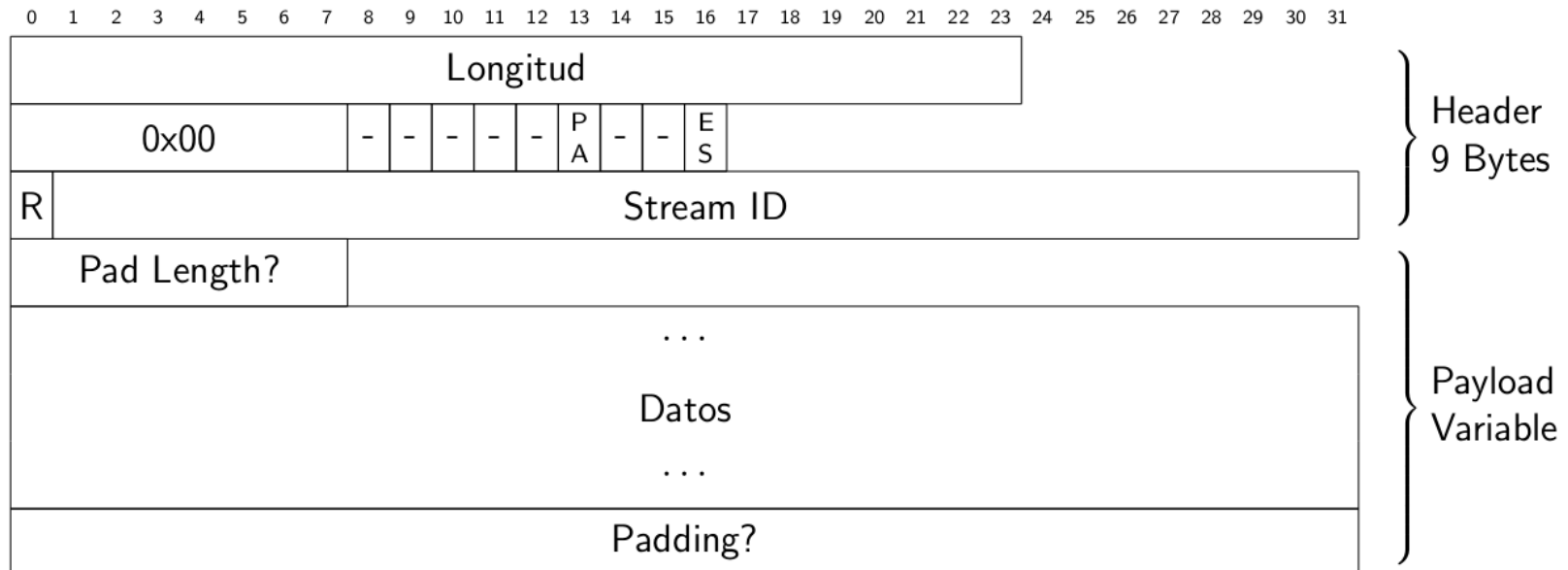
:path:	/new_resource
--------	---------------

HTTP/2 – Frames / Data Frame

Estructura común de todos los frames

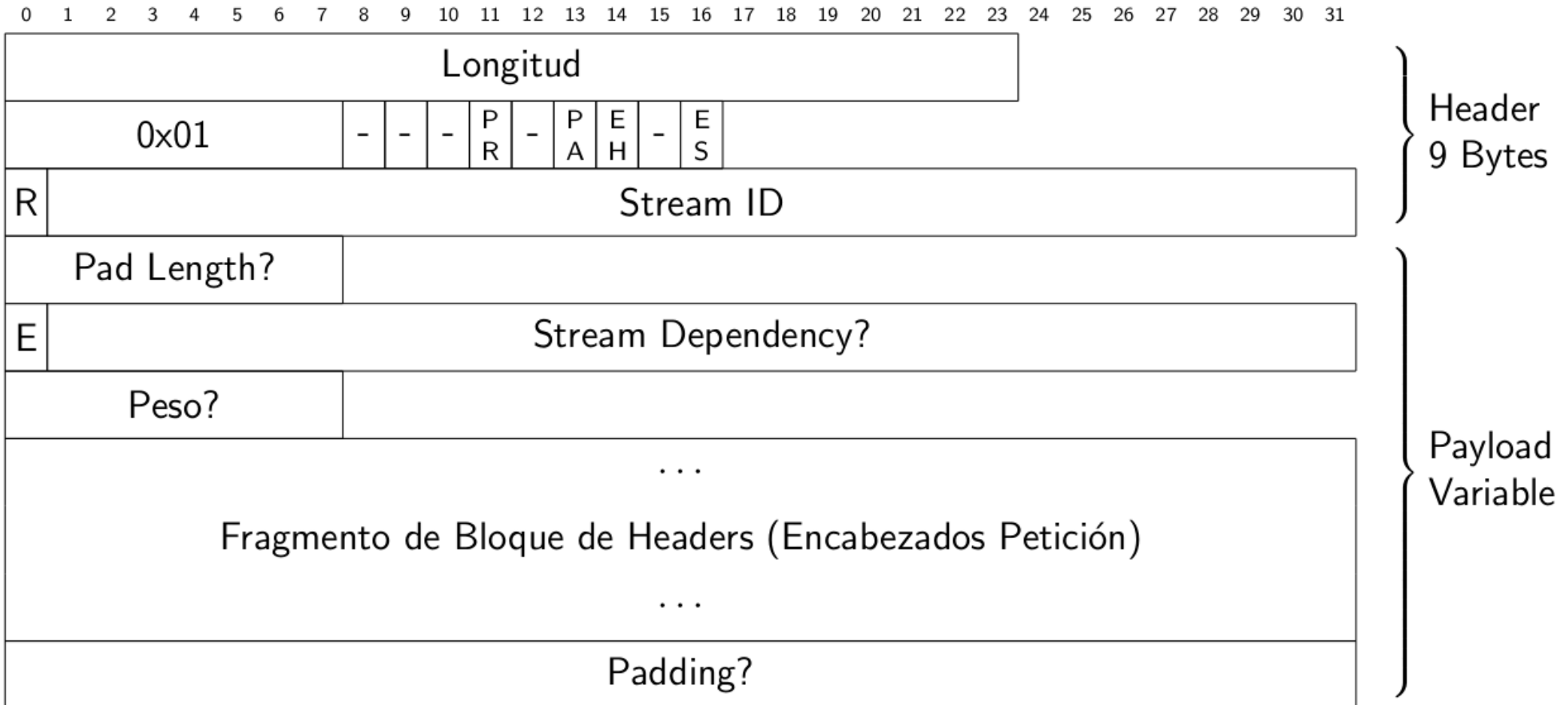


DATA Frame (0x00)



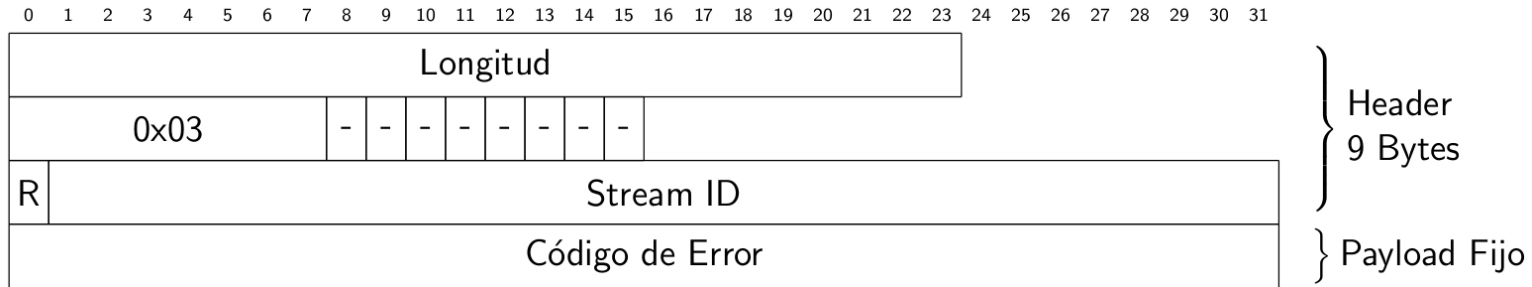
HTTP/2 – Headers Frame

HEADERS Frame (0x01)

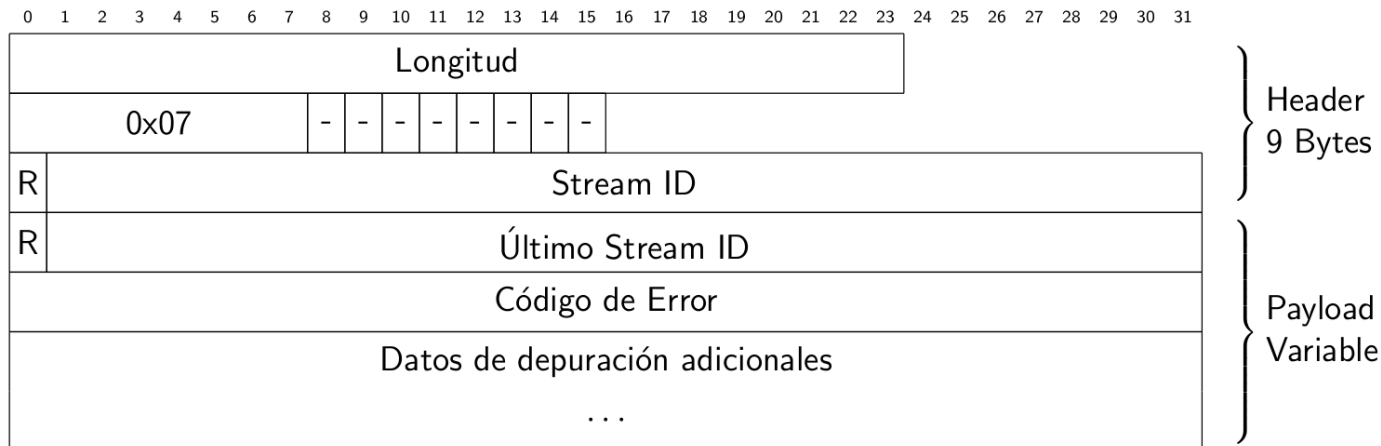


HTTP/2 – Reset & Goaway Frames

RST_STREAM Frame (0x03)



GOAWAY Frame (0x07)

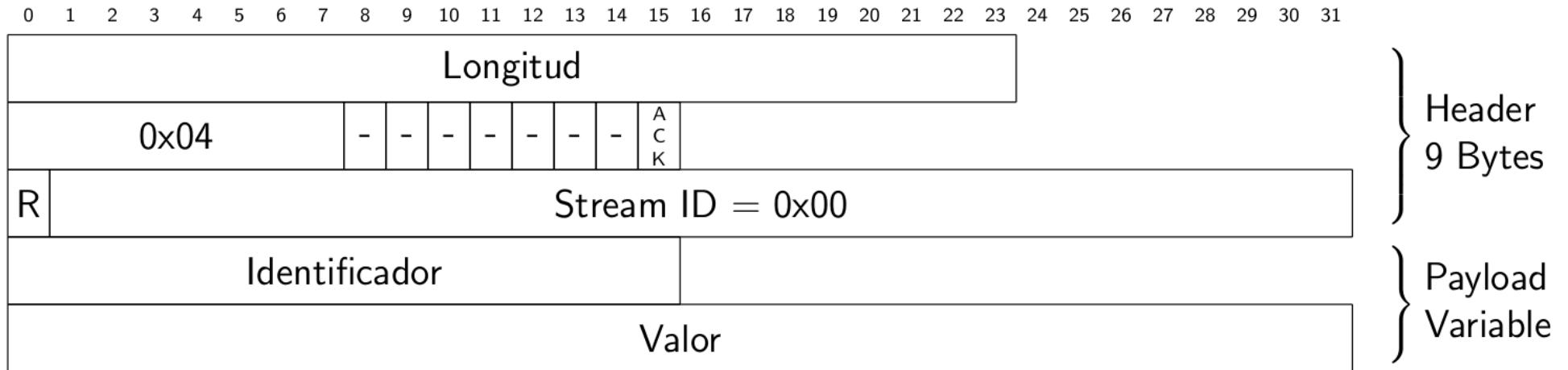


Algunos códigos de error

- 0x0: NO_ERROR
- 0x1: PROTOCOL_ERROR
- 0x2: INTERNAL_ERROR
- 0x3: FLOW_CONTROL_ERROR
- 0x4: SETTINGS_TIMEOUT
- 0x5: STREAM_CLOSED
- 0x6: FRAME_SIZE_ERROR
- 0x7: REFUSED_STREAM
- 0x8: CANCEL
- 0x9: COMPRESSION_ERROR

HTTP/2 – SETTINGS Frame

SETTINGS Frame (0x04)



Algunos Settings

0x2: ENABLE_PUSH

0x3: MAX_CONCURRENT_STREAMS

0x4: INITIAL_WINDOW_SIZE

0x5: MAX_FRAME_SIZE

Otros Frames:

- **0x02 – PRIORITY:** Prioridad de un Stream
- **0x06 – PING:** Medir RTT al destino
- **0x08 – WINDOW_UPDATE:** Control de Flujo
- **0x09 – CONTINUATION:** headers extra



Ejemplos

<chrome://net-export/> + <https://netlog-viewer.appspot.com>

<http://www.http2demo.io/>

<https://http2.akamai.com/demo>

Estado Actual y Futuro de HTTP/2

- Es un estándar del IETF desde Mayo de 2015.
- Implementaciones:
 - Clientes: prácticamente todos los navegadores y herramientas como Curl, Wireshark, etc.
 - Servidores: Nginx, Apache 2.4.17+, IIS, F5, Jetty, HAProxy, etc.
 - Infraestructura: Google, AWS, Azure, Cloudflare, Akamai...
 - Sitios populares: Twitter, Wordpress, Facebook...
 - Lenguajes de programación, algo en desarrollo aún.
- Más: <https://github.com/http2/http2-spec/wiki/Implementations>

Estado Actual y Futuro de HTTP/2

Quedan cosas por desarrollar e investigar:

- Mecanismo de descubrimiento y negociación de HTTP/2, por ejemplo registros SRV de DNS.
- “Encriptación oportunística” para HTTP/2 [ref].
- Integración con aplicaciones del lado del servidor.
- Interrelación con Websockets [ref].
- **QUIC** (HTTP sobre UDP). Se formó un WG en el IETF que está trabajando en un draft [ref] de lo que se va a llamar **HTTP/3** [ref].
- Aprovechamiento de características nuevas, por ejemplo, en proxys intermediarios.
- Desarrollo de herramientas y guías para optimizar la web actual escrita para HTTP/1.1.

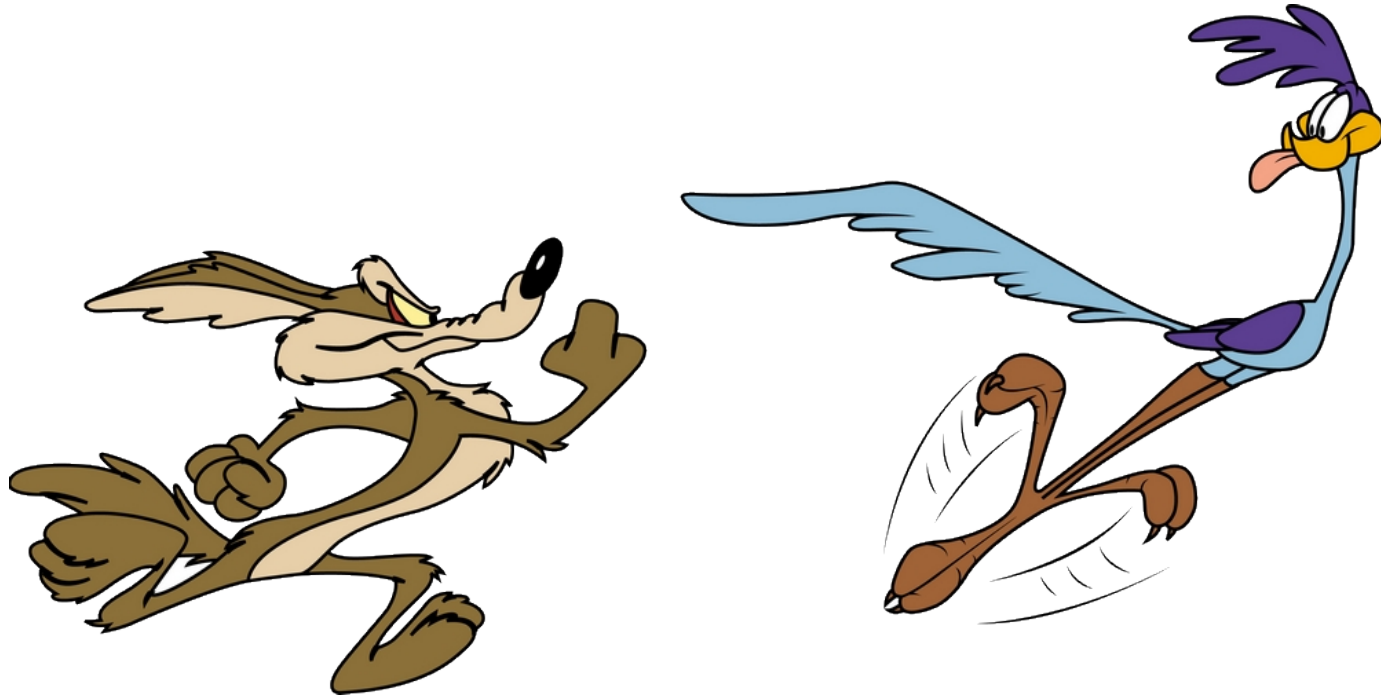
Conclusiones Generales

- HTTP/1.1 está mostrando sus años con las características de los sitios y conexiones actuales.
- Los *hacks* no escalan y aumentan la complejidad.
- Prácticamente todos los browsers actuales soportan HTTP/2 [ref].
- HTTP/2 mejora mucho el rendimiento, pero para implementarlo bien™ hay que *deshackear* lo hecho.
- La migración no es *painless* (aunque podría ser peor).
- Resta software dentro de la arquitectura Web por construir y estabilizar (Proxys, Load Balancers, Servers, Firewalls...)

Referencias:

HTTP/2 For Web Developers: <https://blog.cloudflare.com/http-2-for-web-developers/>

Libro High Performance Browser Networking, O'Reilly: <https://hpbn.co/>



Teleinformática y Redes

