



Introducción a HTTP/2

Teleinformática y Redes 2017

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

Lic. Marcelo Fidel Fernández

<http://www.marcelofernandez.info>

fernandezm@unlu.edu.ar

[@fidelfernandez](#)

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?





The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window displaying the website of the Universidad Nacional de Luján. The browser's address bar shows the URL: <https://web.archive.org/web/19990422222844/http://www.unlu.edu.ar/>. The website has a green header with the university's name in large green letters. Below the header is a navigation menu on the left with 20 items, including 'Inicio', 'Institucional', 'Autoridades', 'Unidades Académicas', 'Carreras', 'Graduados', 'Novedades', 'Investigación', 'Biblioteca', 'Direcciones', 'Area de Cultura', 'Servidor FTP', 'Eventos', 'Búsqueda en Nuestro sitio', 'Calendario Académico 2000', 'Galería de Arte', 'Libro de Visitas', 'Asuntos Estudiantiles', 'E-mails Unlu', and 'Programa Emprendedor'. At the bottom of the menu is the 'Radio Uni' logo. The main content area features a central image of a building, a caption below it, and contact information for four different locations: Sede Central, Sede Capital, Centro Regional Chivilcoy, and Centro Regional General Sarmiento. The footer contains the university's name, address, and a note about the page's update date.

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

"En el año del XV Aniver:

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

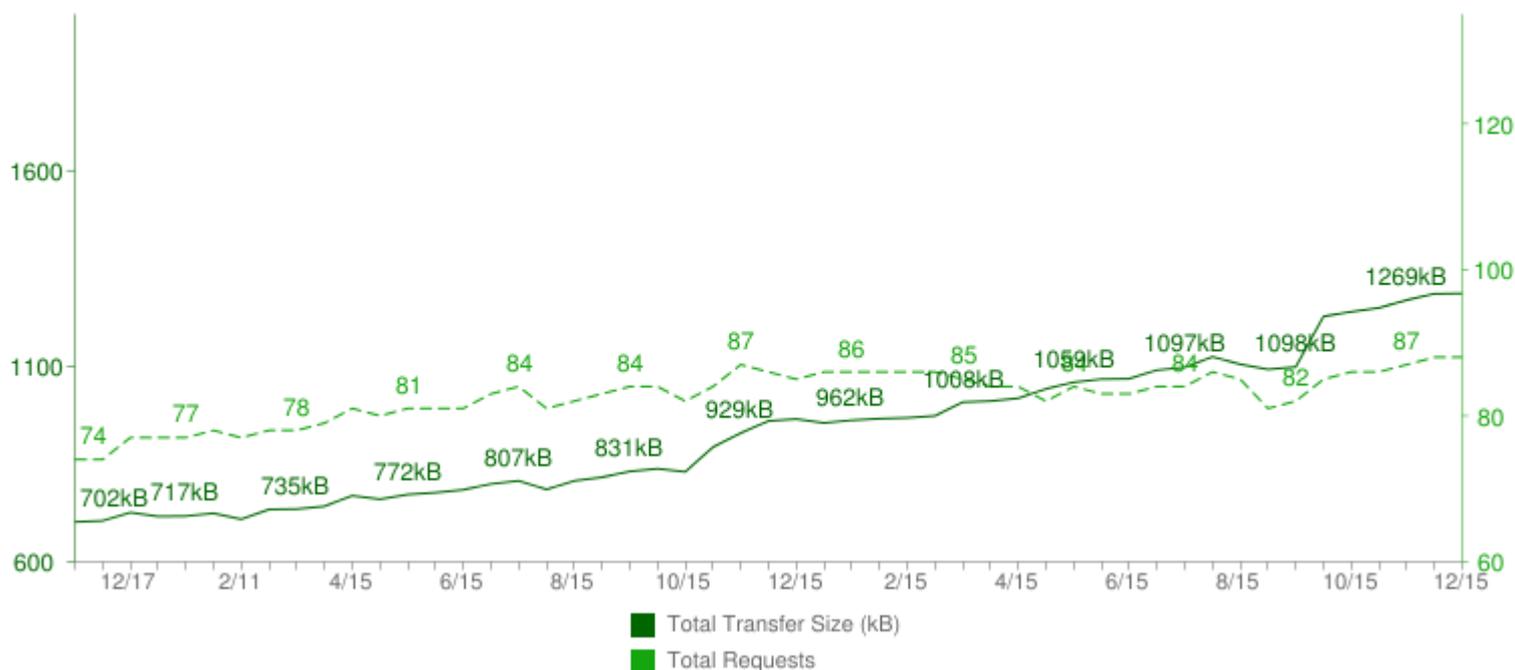
*Esta página es actualizada por [webadmin](#).
Ultima modificacion: 17 de marzo de 1999*

- Prácticamente de texto, pocas imágenes, nada de interactividad.
- 60 KB de tamaño promedio [ref] [<http://www.pantos.org/atw/35654.html>]

¿Cómo es la Web de Hoy?

Tamaño de página y de peticiones promedio (2010-2012)

Total Transfer Size & Total Requests

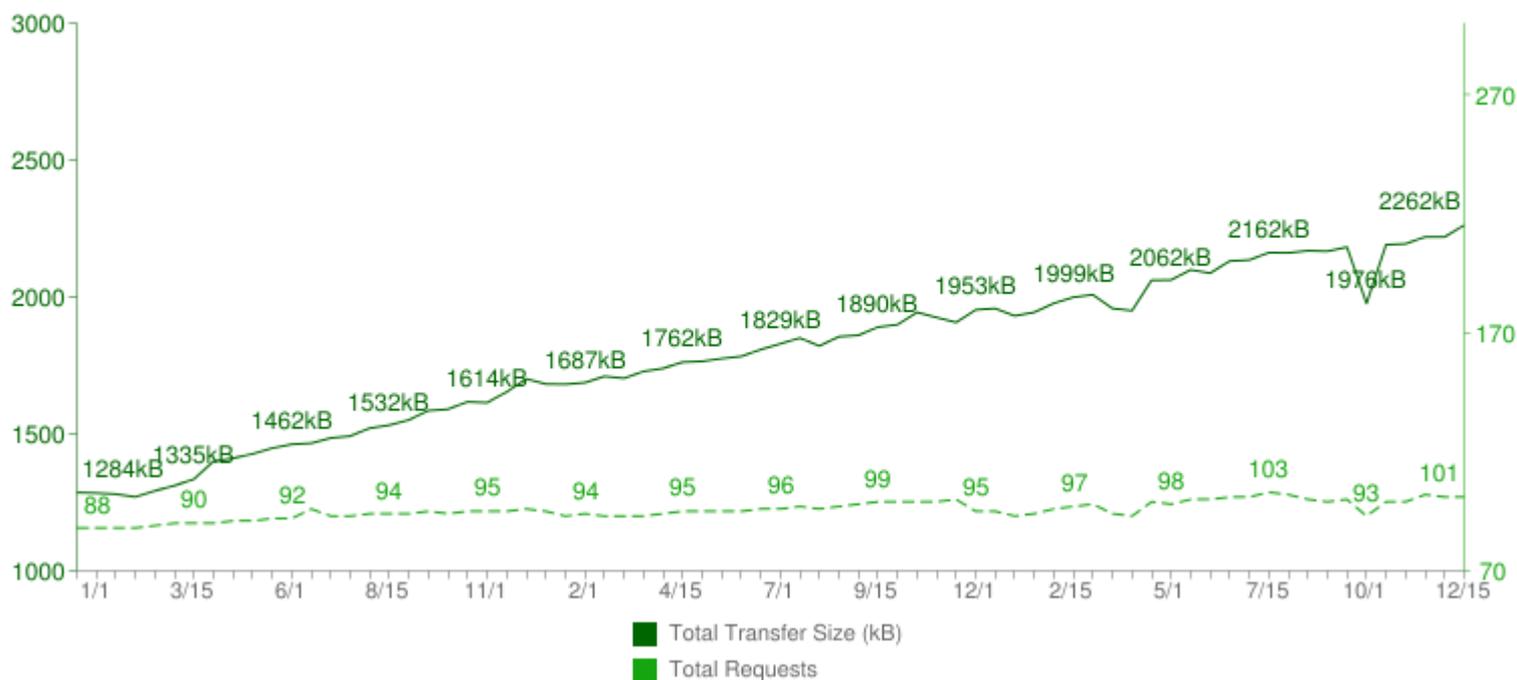


2010: **74** peticiones HTTP → casi **90** en 2012
2010: **705 KB** → **1269 KB** en 2012

¿Cómo es la Web de Hoy?

Tamaño de página y de peticiones promedio (2012-2015)

Total Transfer Size & Total Requests

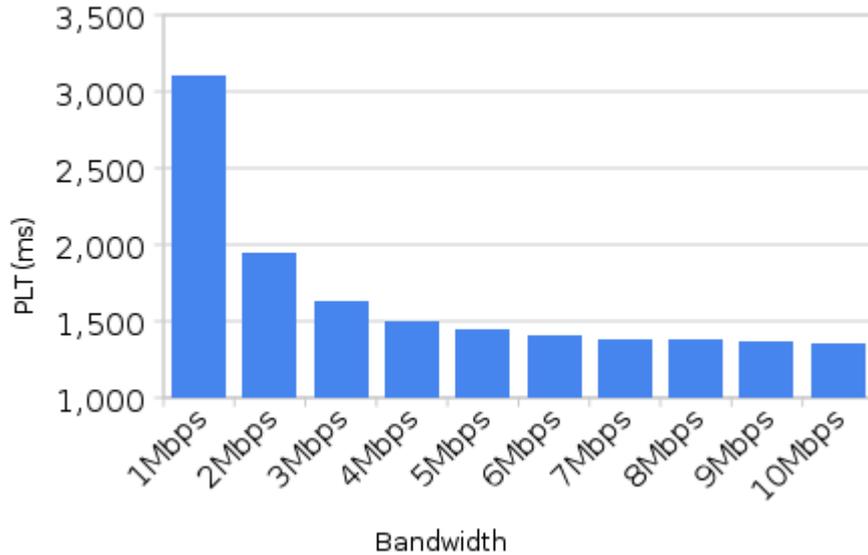


2012: casi **90** peticiones HTTP → **+100** en 2015
2012: **1269 KB** → **2262 KB** en 2015

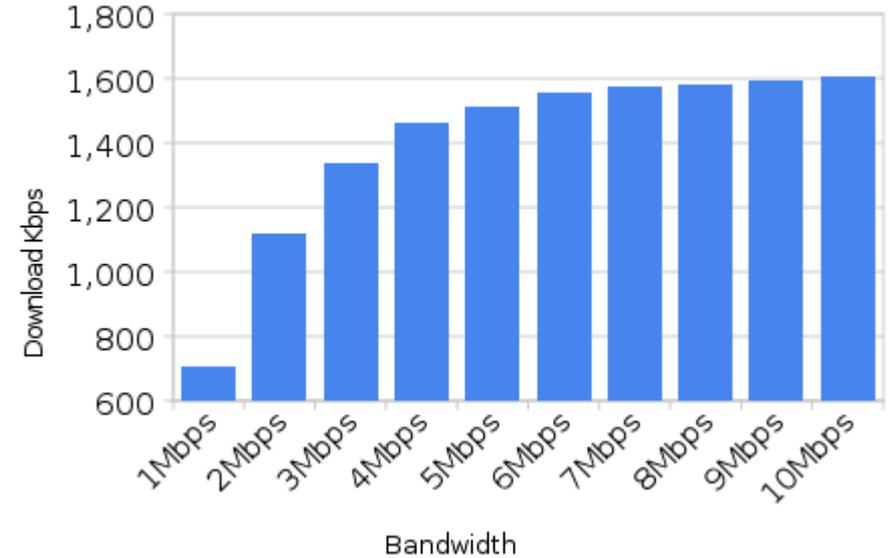
¿Cómo es la Web de Hoy?

Ancho de Banda y Latencia (RTT)

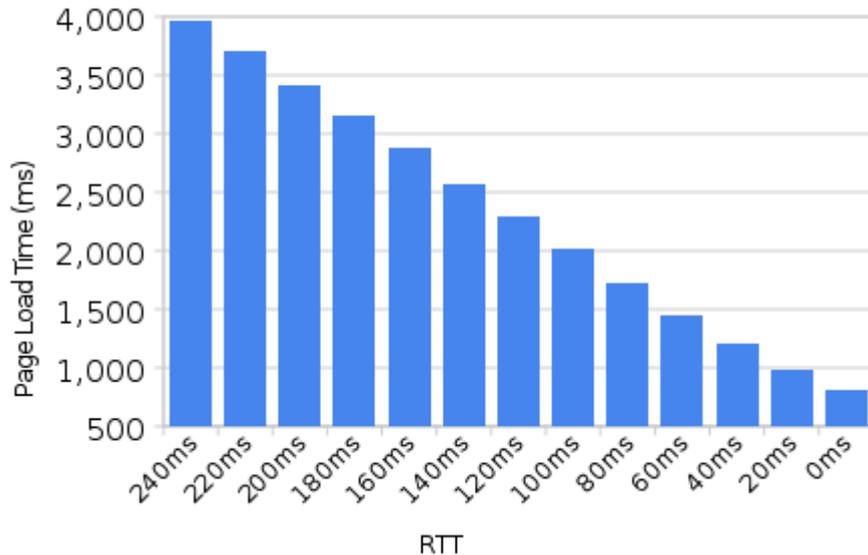
PLT Latency per Bandwidth @ 60ms RTT



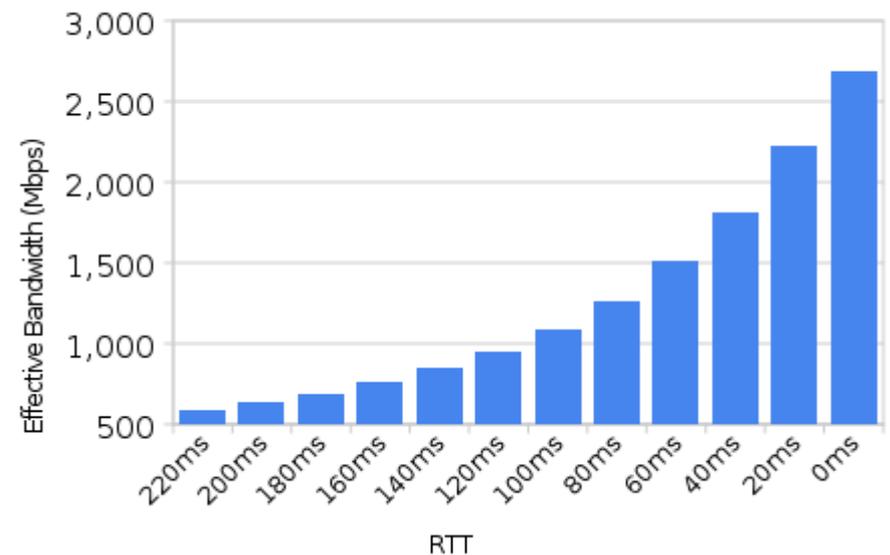
Effective Bandwidth of HTTP @ 60ms RTT



Page Load Time As RTT Decreases @ 5 Mbps

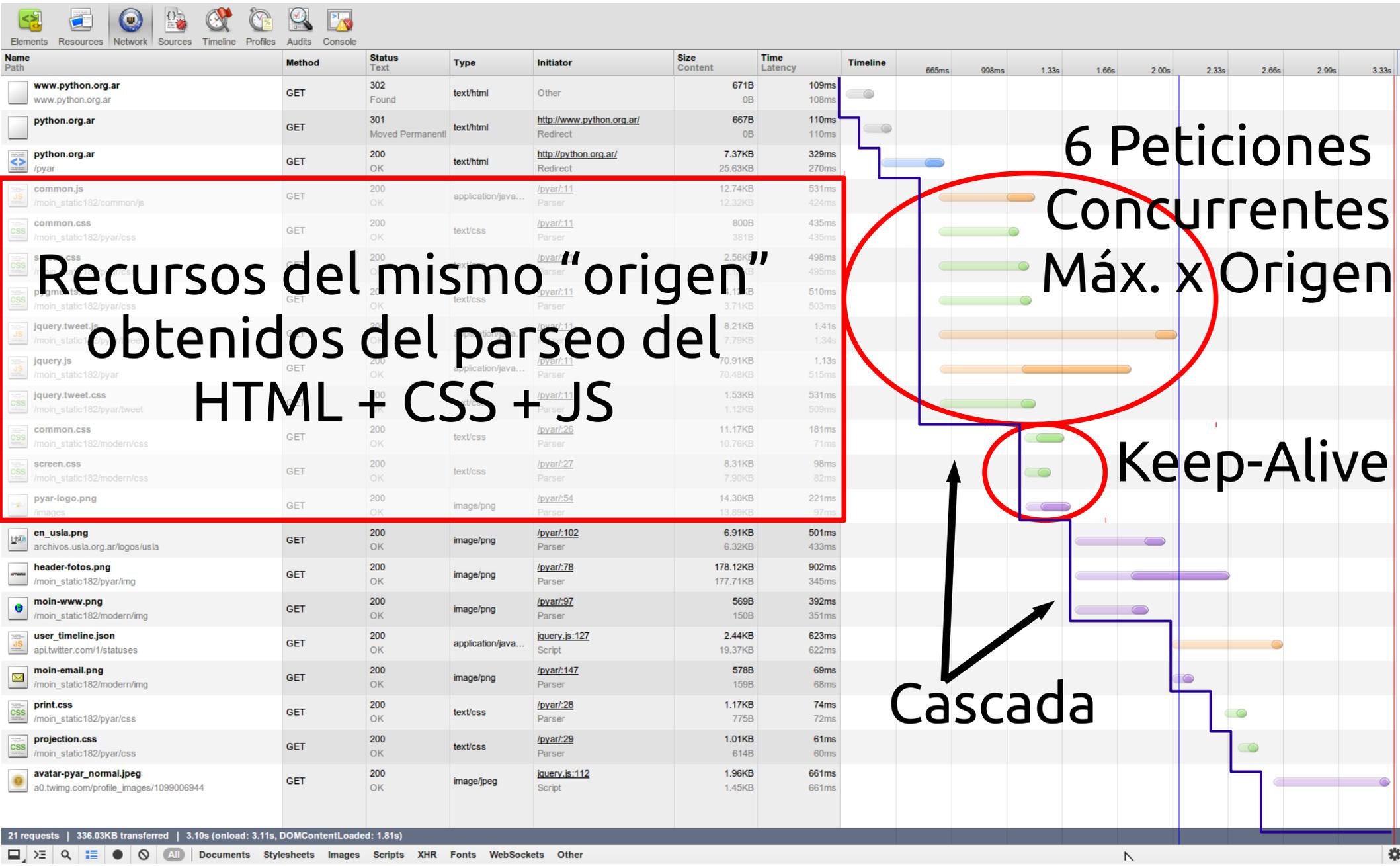


Effective Bandwidth as RTT decreases @ 5 Mbps



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

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



Recursos del mismo "origen" obtenidos del parseo del HTML + CSS + JS

6 Peticiones Concurrentes Máx. x Origen

Keep-Alive

Cascada

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

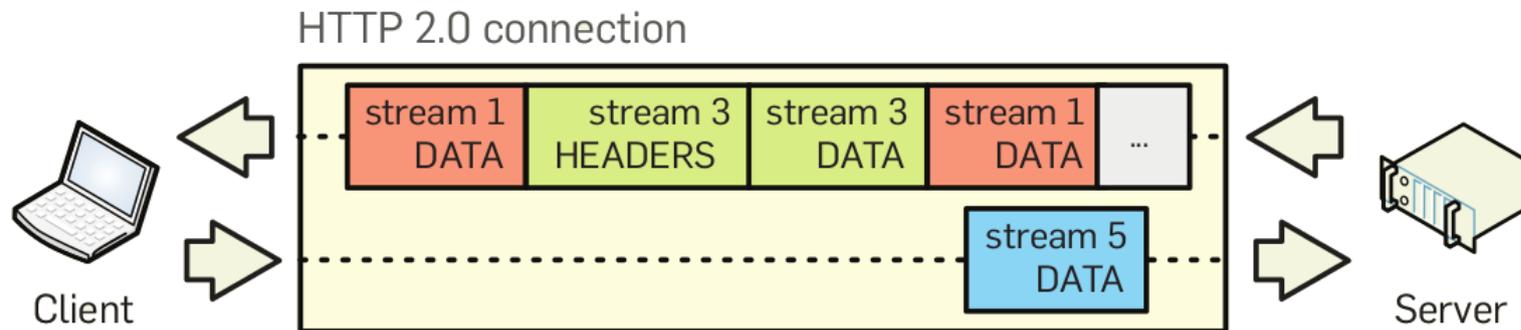
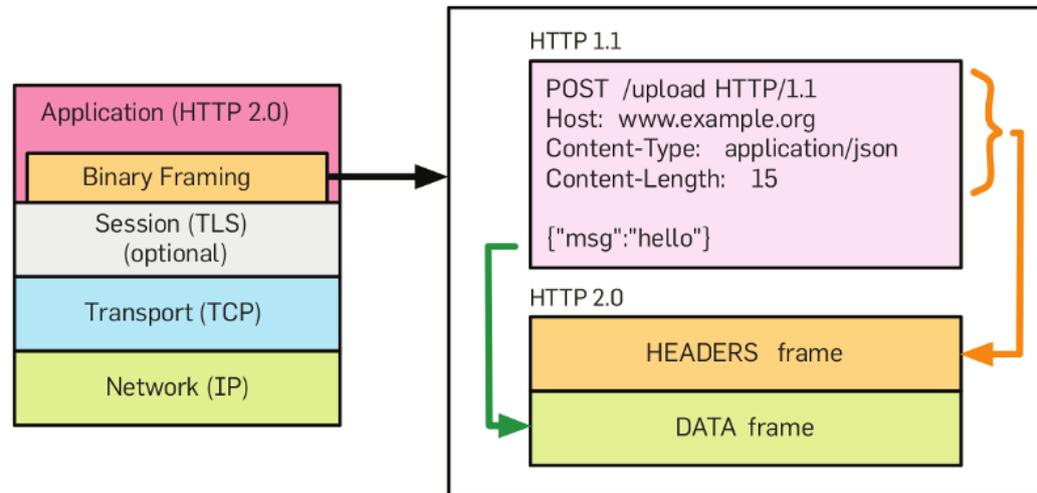
- Basado en SPDY, un protocolo desarrollado por Google desde 2009.
- Modifica cómo se lee/escribe el tráfico HTTP en el socket TCP (“sintaxis”).
- Toda la semántica de HTTP se mantiene.
- El objetivo es reducir el tiempo de carga de las páginas web en forma global.
- Lo que hace no es nada novedoso.



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)

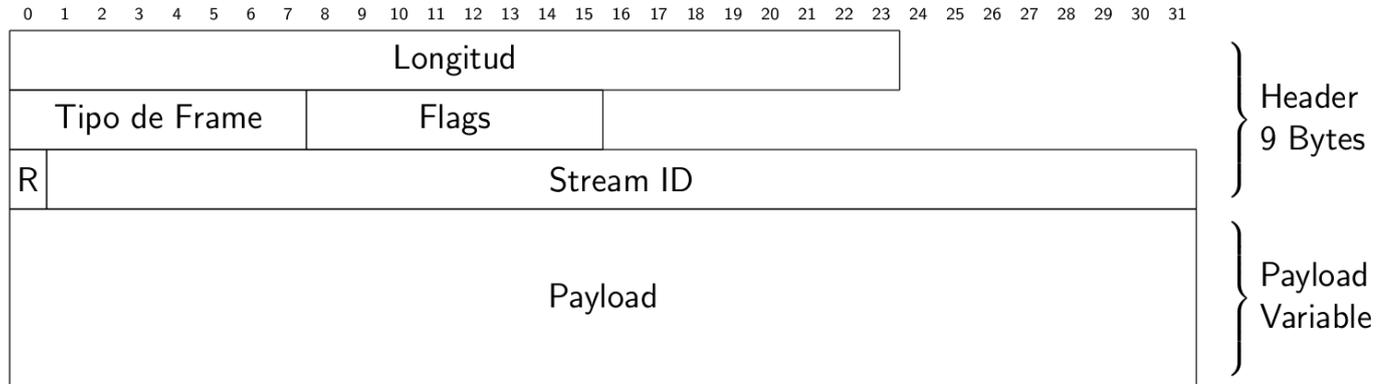
:method:	GET
:scheme:	https
:host:	example.com
:path:	/resource
accept:	image/jpeg
user-agent:	Mozilla/5.0 ...

HEADERS frame (Stream 3)

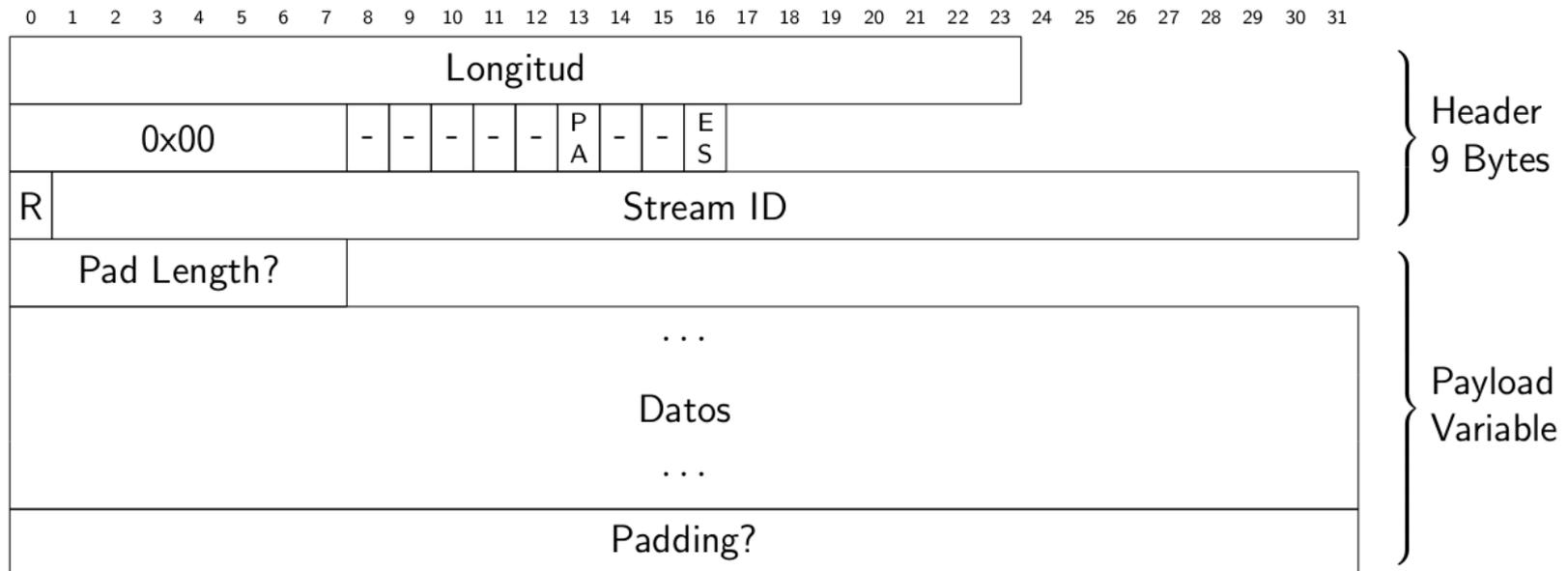
:path:	/new_resource
--------	---------------

HTTP/2 – Frames / Data Frame

Estructura común de todos los frames

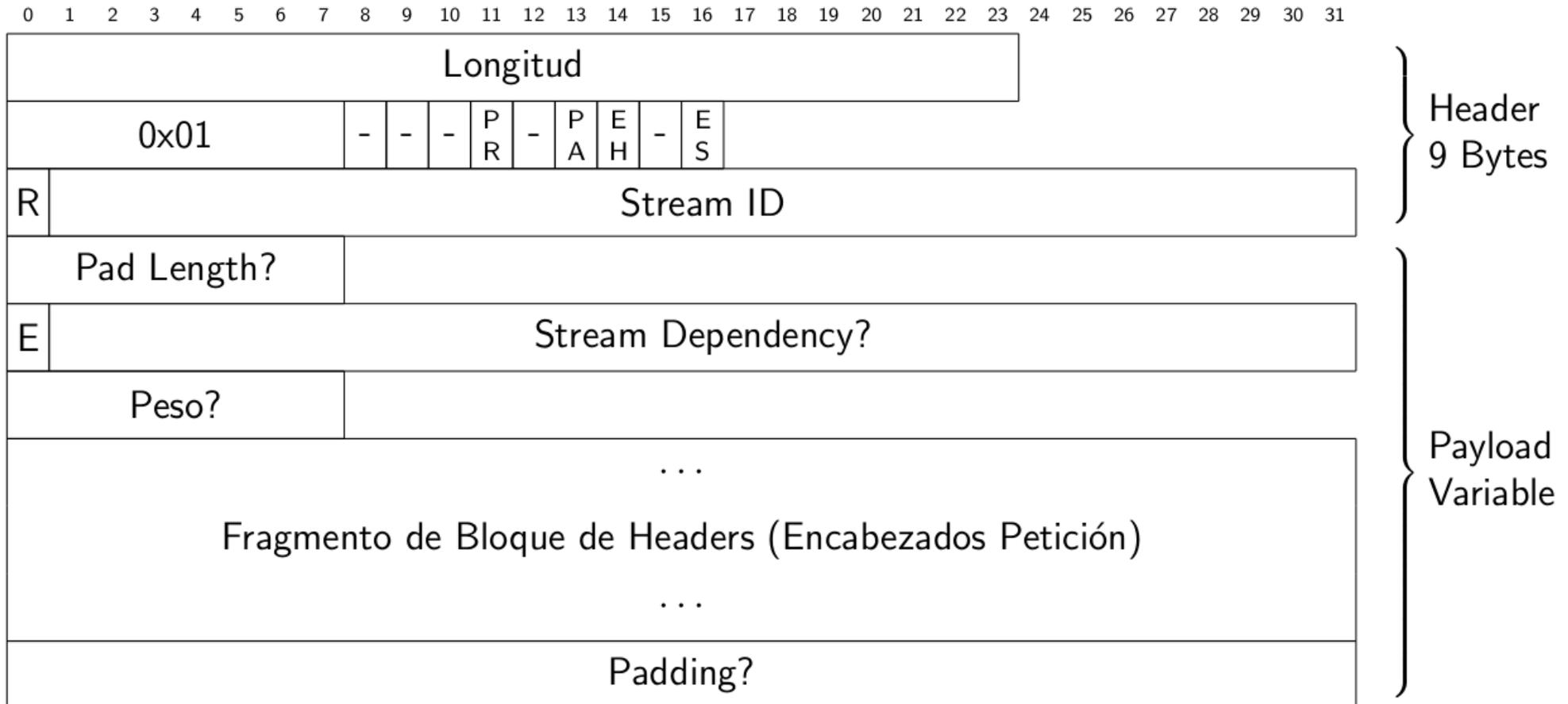


DATA Frame (0x00)



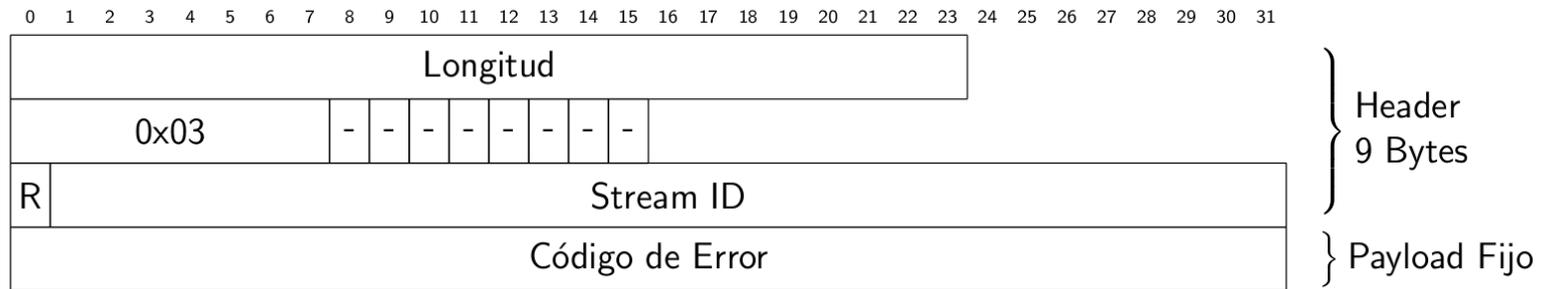
HTTP/2 – Headers Frame

HEADERS Frame (0x01)

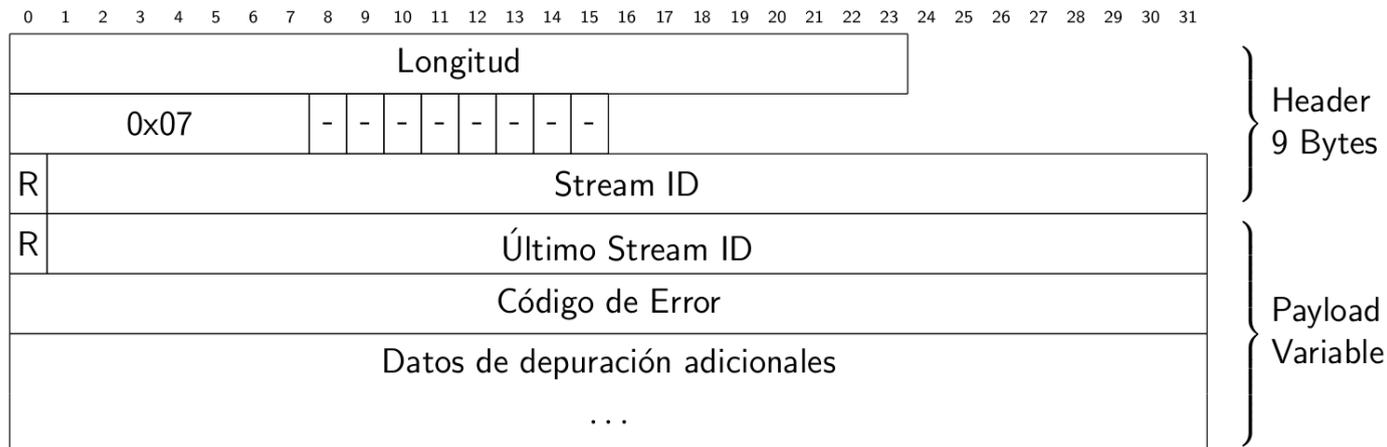


HTTP/2 – Reset & Goaway Frames

RST_STREAM Frame (0x03)



GOAWAY Frame (0x07)

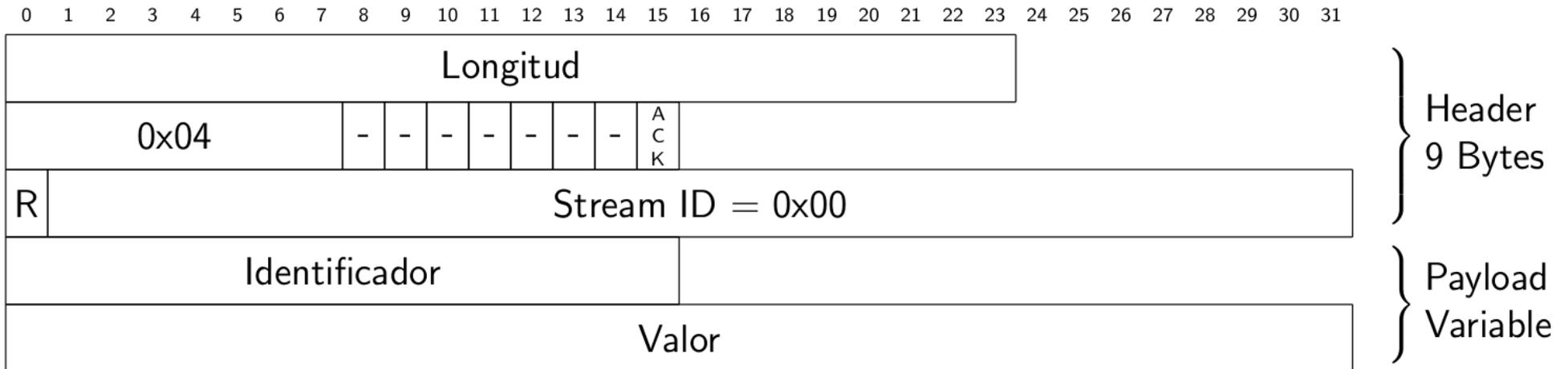


Algunos códigos de error

- 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-internals/#http2>

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

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

<https://www.cloudflare.com/http2/>

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>

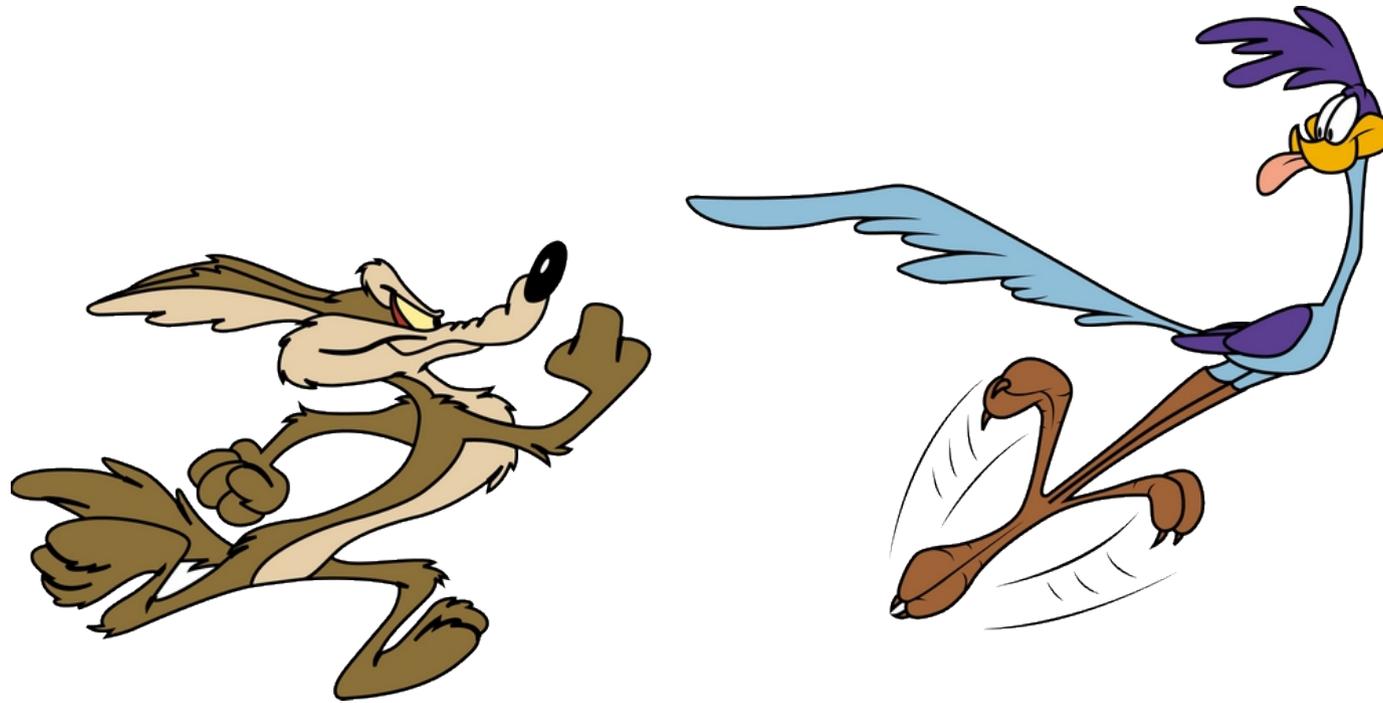
Estado Actual y Futuro de HTTP/2

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.
- Integración con aplicaciones del lado del servidor.
- Interrelación con Websockets.
- **QUIC** (HTTP sobre UDP). Se formó un WG en el IETF.
- 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...)



Teleinformática y Redes 2017

