

Universidad Autónoma de Yucatán

Facultad de Matemáticas

Licenciatura en Ingeniería de Software



Asignatura: Optimización de Aplicaciones Web

Profesor: Víctor Hugo Menéndez Domínguez

Tercera Entrega del Proyecto

Integrantes:

Aké Vela Alexis Iván

Chan Dzib José Fernando

Gutiérrez Delfín Daniel Eduardo

Rodríguez Cimé Jesús Alberto

Fecha de entrega: 18 de mayo de 2023

Tabla de contenido

1.	Introducción.....	3
a.	Objetivo general	3
b.	Objetivos específicos	3
c.	Optimización de Aplicaciones Web	3
d.	Funcionalidades del sistema	4
2.	Arquitectura y tecnologías de la aplicación.....	5
a.	Arquitectura de la aplicación	5
b.	Tecnologías utilizadas	6
c.	Diagrama de componentes.....	7
3.	Evaluación diagnóstica del desempeño inicial de la aplicación.	7
a.	Página principal.....	7
b.	Página de resultados de búsqueda de información	8
c.	Rendimiento con Apache Benchmark	8
d.	Pruebas realizadas	8
4.	Propuestas de mejora aplicadas.	11
5.	Contraste de resultados.....	12
a.	Página principal.....	12
b.	Página de resultados de búsqueda de información	13
c.	Rendimiento con Apache Benchmark	13
d.	Pruebas realizadas	14
6.	Conclusiones.	19
7.	Bibliografía.	20

1. Introducción.

El presente proyecto se enfoca en el desarrollo de un lector web de RSS feeds personalizable, con el objetivo de observar la transformación y el rendimiento de la aplicación web al aplicar diferentes metodologías para su optimización.

La aplicación está diseñada para permitir a los usuarios seguir y leer noticias de fuentes RSS seleccionadas, ofreciendo una experiencia personalizada y eficiente en la recopilación y lectura de noticias online. Sin embargo, el propósito principal del proyecto va más allá de la funcionalidad básica de la aplicación.

Se busca explorar y aplicar diversas metodologías de optimización de aplicaciones web con el fin de mejorar el rendimiento y la eficiencia de la aplicación. Esto implica analizar y ajustar el código, implementar técnicas de almacenamiento en caché y utilizar estrategias de carga y renderizado de contenido más eficientes.

Al aplicar estas metodologías, se espera lograr una transformación significativa en la aplicación, mejorando su rendimiento, tiempo de respuesta y escalabilidad. El objetivo final es ofrecer a los usuarios una experiencia fluida y rápida al navegar por las noticias y utilizar las funcionalidades de la aplicación.

A lo largo del desarrollo del proyecto, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de los diferentes componentes de la aplicación, identificando áreas de mejora y aplicando las técnicas de optimización correspondientes. Esto permitirá evaluar el impacto de cada mejora implementada y medir la eficacia de las metodologías utilizadas en la optimización de la aplicación web.

a. Objetivo general

El objetivo del documento es mostrar de forma gráfica la comparación del rendimiento de una aplicación web optimizada y no optimizada. Se busca visualizar de manera clara si hay una diferencia significativa en los tiempos de carga y el peso de los recursos.

b. Objetivos específicos

- Implementar técnicas de optimización del lado del cliente y del lado del servidor.
- Visualizar los resultados mediante gráficos utilizando herramientas de evaluación apropiadas.

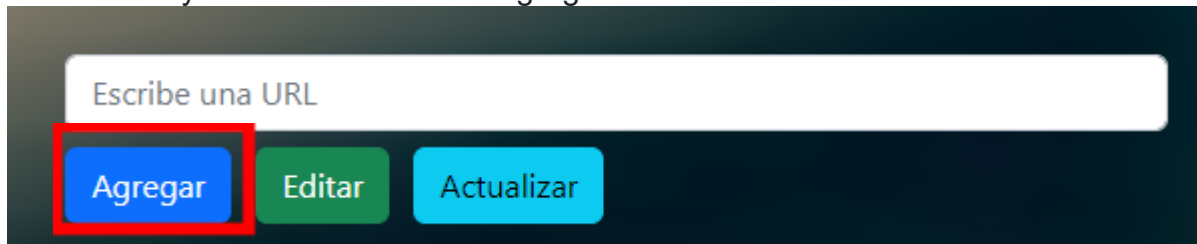
c. Optimización de Aplicaciones Web

Las aplicaciones web ofrecen ventajas en términos de ahorro de recursos y rendimiento basado en el navegador utilizado. Sin embargo, también presentan problemas de rendimiento y consumo de recursos. A lo largo del tiempo, se han desarrollado numerosas técnicas para mitigar estos problemas y reducir el tiempo de transferencia. Estas técnicas de optimización se dividen en dos secciones:

- Optimización del lado del cliente: Se enfoca en mejorar el tiempo de transferencia del lado del cliente, es decir, reducir el tiempo de carga de la página en la computadora del usuario.
- Optimización del lado del servidor: Se centra en reducir el peso y el tiempo de transferencia de los archivos desde el servidor hacia el cliente.

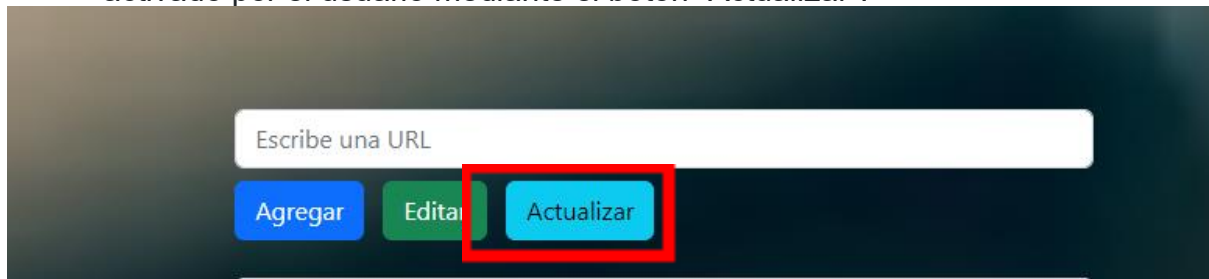
d. Funcionalidades del sistema

1. **Guardado de la URL de un feed.** Se deberá introducir una URL en la caja de texto y dar clic en el botón "Agregar".



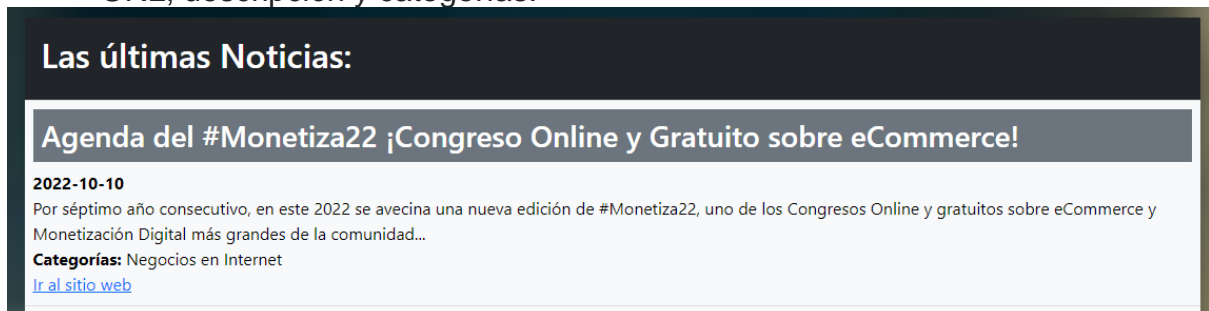
Formulario para agregar una URL. Incluye un campo de texto con el placeholder "Escribe una URL" y tres botones: "Agregar" (destacado con un recuadro rojo), "Editar" y "Actualizar".

2. **Actualización de noticias.** El proceso de actualización de las noticias será activado por el usuario mediante el botón "Actualizar".



Formulario para actualizar una noticia. Incluye un campo de texto con el placeholder "Escribe una URL" y tres botones: "Agregar", "Editar" y "Actualizar" (destacado con un recuadro rojo).

Posteriormente se listarán las noticias. Cada noticia presentará su fecha, título, URL, descripción y categorías.



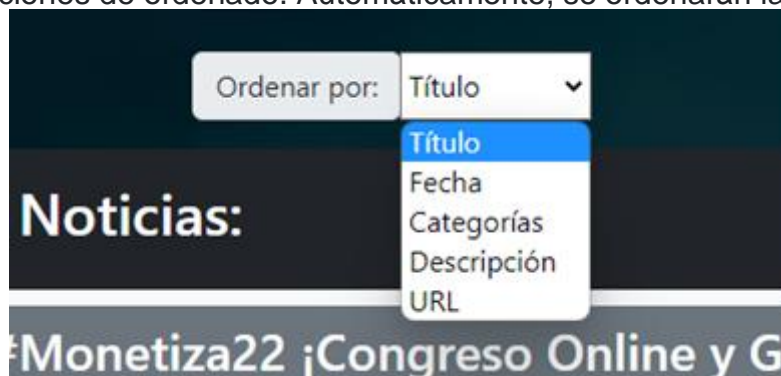
Las últimas Noticias:

Agenda del #Monetiza22 ¡Congreso Online y Gratuito sobre eCommerce!

2022-10-10
 Por séptimo año consecutivo, en este 2022 se avecina una nueva edición de #Monetiza22, uno de los Congresos Online y gratuitos sobre eCommerce y Monetización Digital más grandes de la comunidad...

Categorías: Negocios en Internet
[Ir al sitio web](#)

3. **Ordenado de noticias.** El usuario deberá seleccionar una opción entre la lista de opciones de ordenado. Automáticamente, se ordenarán las noticias.




Ordenar por: Título ▼

- Título
- Fecha
- Categorías
- Descripción
- URL

Noticias:

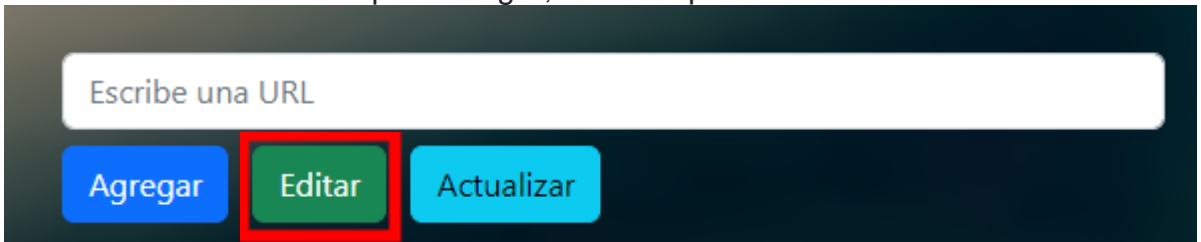
#Monetiza22 ¡Congreso Online y G

4. **Búsqueda de noticias.** El usuario deberá proporcionar un texto y deberá oprimir el botón “Buscar”. Las noticias que se visualizarán son aquellas que tengan su título o descripción coincidente con el texto proporcionado.



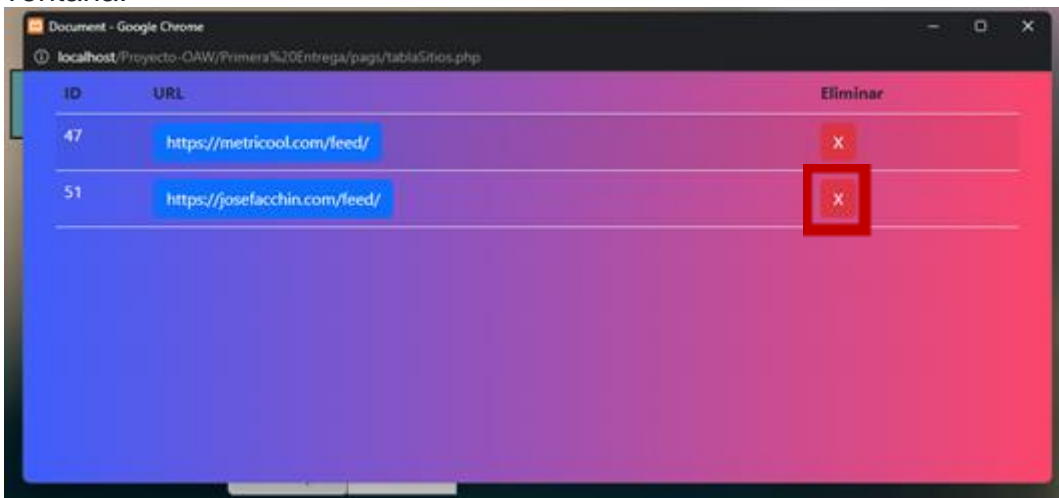
A dark-themed user interface for searching news. It features a white search bar with the placeholder text "Busca una noticia". Below the search bar is a blue button with the text "Buscar". The button is highlighted with a red rectangular border.

5. **Eliminación de URL.** En primer lugar, deberá oprimir el botón “Editar”.



A dark-themed user interface for editing a URL. It features a white input field with the placeholder text "Escribe una URL". Below the input field are three buttons: a blue "Agregar" button, a green "Editar" button, and a cyan "Actualizar" button. The "Editar" button is highlighted with a red rectangular border.

Se abrirá una nueva ventana. Posteriormente se deberá oprimir el botón “X” en la fila de la URL que se desea eliminar. Se eliminará la URL y se cerrará la ventana.



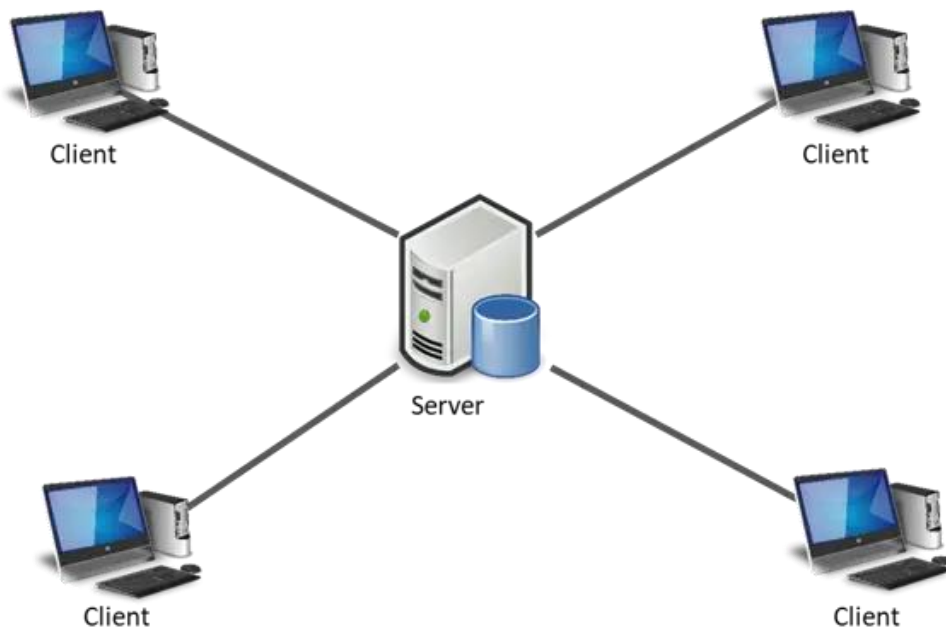
A screenshot of a web browser window showing a table of URLs. The table has three columns: "ID", "URL", and "Eliminar". The "Eliminar" column contains red buttons with a white "X" icon. The second row of the table is highlighted with a red rectangular border.

ID	URL	Eliminar
47	https://metricool.com/feed/	X
51	https://josefacchin.com/feed/	X

2. Arquitectura y tecnologías de la aplicación.

a. Arquitectura de la aplicación

La arquitectura de software implementada es la de cliente servidor.

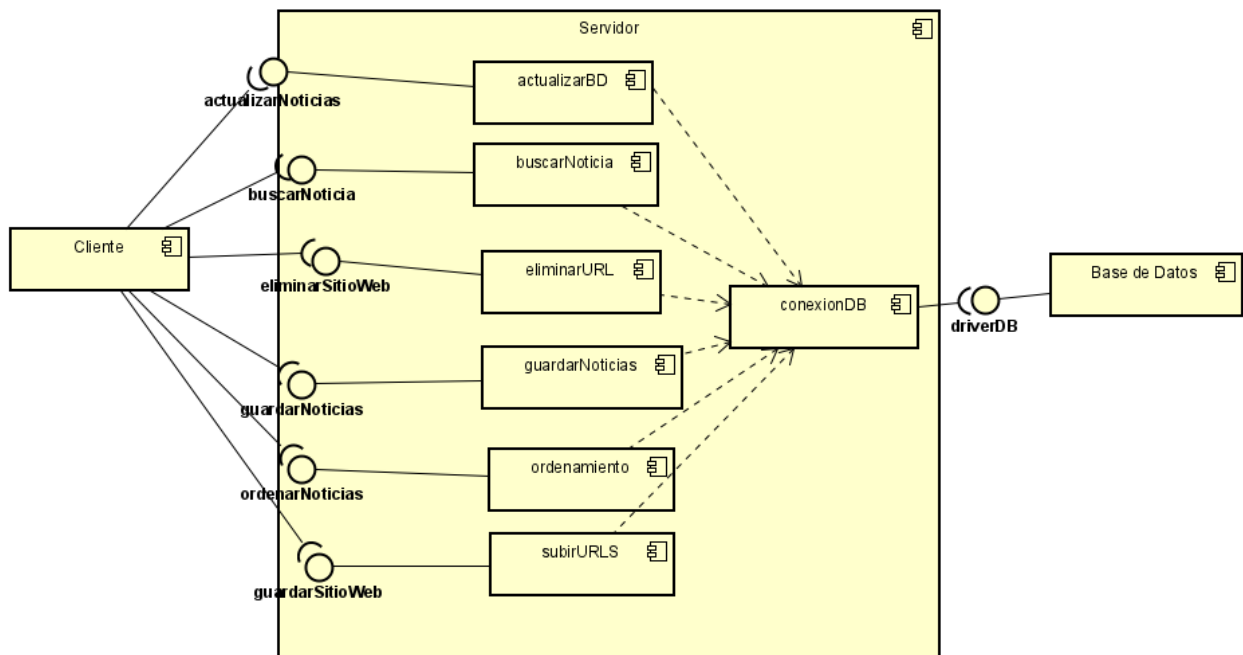


b. Tecnologías utilizadas

- **HTML:** es el lenguaje de marcado utilizado para estructurar y presentar el contenido web.
- **CSS:** El código incluye reglas de estilo CSS (Cascading Style Sheets) que se utilizan para definir el aspecto visual de los elementos HTML en la página.
- **JavaScript:** El código JavaScript se utiliza para proporcionar interactividad y funcionalidad a la página web. Se utilizó JS en archivos que contienen funciones y lógica personalizada para la interacción con la página y el manejo de las operaciones del lector de noticias RSS.
- **PHP:** Se empleó para recibir datos enviados por formularios HTML y procesarlos en el servidor. Esto permite validar y manipular los datos ingresados por los usuarios antes de almacenarlos o realizar acciones basadas en ellos. Por otro lado, todo lo relacionado al backend y a la base de datos, fue implementado en este lenguaje.
- **Bootstrap:** Se hace referencia a la biblioteca Bootstrap, que es un framework de CSS y JavaScript ampliamente utilizado para el desarrollo de interfaces de usuario responsivas y estilizadas. En el código, se cargan los archivos CSS y JS de Bootstrap para utilizar sus componentes y estilos.

La aplicación utiliza HTML, CSS y JavaScript, junto con la biblioteca Bootstrap, para estructurar la página, aplicar estilos y agregar interactividad. Los formularios y los scripts JavaScript permiten al usuario ingresar URLs de RSS, buscar noticias y realizar acciones como agregar, editar y actualizar las noticias. Toda la información utilizada se aloja en una base de datos, donde con ayuda de scripts en PHP se acceden a las diferentes funciones implementadas en la aplicación.

c. Diagrama de componentes



3. Evaluación diagnóstica del desempeño inicial de la aplicación.

A continuación, se presentará un diagnóstico de dos páginas web: la página principal de la aplicación y la página de resultados de búsqueda de información.

Para llevar a cabo las pruebas de rendimiento, se utilizaron dos herramientas: Apache Benchmark y las herramientas de desarrollo de Google Chrome. Estas herramientas permitieron medir el volumen y tiempo de transferencia de datos en las páginas web del proyecto en cuestión. Específicamente, se evaluó el rendimiento de ambas páginas en la primera ocasión en que se accede a ellas (sin caché) y en las veces en que se recargan (con caché).

a. Página principal

	Volumen de transferencia	Tiempo de transferencia
Página principal. Primera Visita.	<ul style="list-style-type: none"> Fetch/XHR: 14.6 kB Js: 312 kB CSS: 196 kB Img: 124 kB Documento: 3.7 kB TOTAL: 681 kB	7.51 s
Página principal. Visita siguiente.	<ul style="list-style-type: none"> Fetch/XHR: 14.6 kB Js: 240 B CSS: 0 B Img: 0 kB Documento: 3.7 kB 	7.22 s

	TOTAL: 18.5 kB	
--	-----------------------	--

b. Página de resultados de búsqueda de información

	Volumen de transferencia	Tiempo de transferencia
Resultado búsqueda. Primera Visita.	<ul style="list-style-type: none"> • Fetch/XHR: 15.8 kB • Js: 312 kB • CSS: 196 kB • Img: 124 kB • Documento: 3.7 kB TOTAL: 682 kB	49.3 s
Resultado búsqueda. Visita siguiente.	<ul style="list-style-type: none"> • Fetch/XHR: 15.8 kB • Js: 240 B • CSS: 0 B • Img: 0 kB • Documento: 3.7 kB TOTAL: 19.7 kB	11.76 s

c. Rendimiento con Apache Benchmark

La aplicación fue sometida a una prueba de rendimiento utilizando la herramienta Apache Benchmark con 100 usuarios durante un minuto. Estas son las métricas obtenidas:

- Tiempo de la prueba: 60.002 s
- Peticiones completadas: 22089
- Total transferido: 80801562 bytes
- Promedio de peticiones por segundo: 368.14/s
- Promedio de tiempo por petición: 2.716 ms
- Tasa de transferencia: 1315.08 kB/s recibidos

d. Pruebas realizadas

Se muestran a continuación capturas de las herramientas con los resultados obtenidos.

Nombre	Estado	Tipo	Iniciador	Tamaño
Primera%20Entrega/	200	document	Otro	
bootstrap.min.css	200	stylesheet	(índice)	
*	403	script	(índice)	
interfaz.css	200	stylesheet	(índice)	
jquery-3.6.3.js	200	script	(índice)	
funciones.js	200	script	(índice)	
Imagen_Fondo.png	200	png	interfaz.css	
actualizarBD.php	200	xhr	funciones.js:166	
favicon.ico	200	x-icon	Otro	
9 solicitudes 681 kB transferido 679 kB recursos Finalizar: 7.51 s DOMContentLoaded: 260 ms Cargar: 258 ms				

Ilustración 1 Página principal, primera visita

Nombre	Estado	Tipo	Iniciador	Tamaño	Hora
actualizarBD.php	200	xhr	funciones.js:166	14.6 kB	
favicon.ico	200	x-icon	Otro	(memori...	
interfaz.css	200	stylesheet	(índice)	(memori...	
bootstrap.min.css	200	stylesheet	(índice)	(memori...	
funciones.js	200	script	(índice)	(memori...	
jquery-3.6.3.js	200	script	(índice)	(memori...	
*	403	script	(índice)	240 B	
Imagen_Fondo.png	200	png	interfaz.css	(memori...	
Primera%20Entrega/	200	document	Otro	3.7 kB	
9 solicitudes 18.5 kB transferido 679 kB recursos Finalizar: 7.22 s DOMContentLoaded: 293 ms Cargar: 291 ms					

Ilustración 2 Página principal, segunda visita

Nombre	Estado	Tipo	Iniciador	Tamaño	Hora
buscarNoticia.php?busqueda=hora	200	xhr	funciones.js:227	1.2 kB	
actualizarBD.php	200	xhr	funciones.js:166	14.6 kB	
favicon.ico	200	x-icon	Otro	31.2 kB	
interfaz.css	200	stylesheet	(índice)	1.1 kB	
bootstrap.min.css	200	stylesheet	(índice)	195 kB	
funciones.js	200	script	(índice)	6.5 kB	
jquery-3.6.3.js	200	script	(índice)	305 kB	
*	403	script	(índice)	241 B	
Imagen_Fondo.png	200	png	interfaz.css	124 kB	
Primera%20Entrega/	200	document	Otro	3.7 kB	
10 solicitudes 682 kB transferido 679 kB recursos Finalizar: 42.00 s DOMContentLoaded: 267 ms Cargar: 266 ms					

Ilustración 3 Página de resultados de búsqueda de información, primera visita

Nombre	Estado	Tipo ▼	Iniciador	Tamaño	Hora
<input type="checkbox"/> buscarNoticia.php?busqueda=hora	200	xhr	funciones.js:227	1.2 kB	
<input type="checkbox"/> actualizarBD.php	200	xhr	funciones.js:166	14.6 kB	
<input type="checkbox"/> favicon.ico	200	x-icon	Otro	(memori...	
<input checked="" type="checkbox"/> interfaz.css	200	stylesheet	(índice)	(memori...	
<input checked="" type="checkbox"/> bootstrap.min.css	200	stylesheet	(índice)	(memori...	
<input checked="" type="checkbox"/> funciones.js	200	script	(índice)	(memori...	
<input checked="" type="checkbox"/> jquery-3.6.3.js	200	script	(índice)	(memori...	
<input checked="" type="checkbox"/> *	403	script	(índice)	240 B	
<input checked="" type="checkbox"/> Imagen_Fondo.png	200	png	interfaz.css	(memori...	
<input checked="" type="checkbox"/> Primera%20Entrega/	200	document	Otro	3.7 kB	
10 solicitudes 19.7 kB transferido 679 kB recursos Finalizar: 13.12 s DOMContentLoaded: 226 ms Cargar: 225 ms					

Ilustración 4 Página de resultados de búsqueda de información, segunda visita

```

C:\xampp\apache\bin>abs -n 100 -c 1 -t 60 http://localhost/Proyecto-OAW/Primera%20Entrega/
This is ApacheBench, Version 2.3 <$Revision: 1903618 $>
Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, http://www.zeustech.net/
Licensed to The Apache Software Foundation, http://www.apache.org/

Benchmarking localhost (be patient)
Completed 5000 requests
Completed 10000 requests
Completed 15000 requests
Completed 20000 requests
Finished 22089 requests


Server Software:      Apache/2.4.56
Server Hostname:      localhost
Server Port:          80

Document Path:        /Proyecto-OAW/Primera%20Entrega/
Document Length:      3440 bytes

Concurrency Level:    1
Time taken for tests:  60.002 seconds
Complete requests:    22089
Failed requests:       0
Total transferred:    80801562 bytes
HTML transferred:     75986160 bytes
Requests per second:  368.14 [#/sec] (mean)
Time per request:     2.716 [ms] (mean)
Time per request:     2.716 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:        1315.08 [Kbytes/sec] received

Connection Times (ms)
              min    mean[+/-sd] median    max
Connect:        0      0   0.9      0      61
Processing:      0      3   7.5      2     438
Waiting:         0      2   5.9      2     168
Total:           0      3   7.6      2     438

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
 50%      2
 66%      2
 75%      3
 80%      3
 90%      4
 95%      6
 98%     10
 99%     28
100%    438 (longest request)

```

Ilustración 5 Prueba de rendimiento con Apache Benchmark

4. Propuestas de mejora aplicadas.

A continuación, se mencionarán las distintas mejoras aplicadas conforme a lo visto durante el semestre:

Optimizaciones del lado del cliente

- Minimización de archivos HTML, CSS y JavaScript
- Compresión de Imágenes

Optimizaciones del lado del servidor

- Agregado de la configuración para habilitar el *mod_deflate*, esto comprime algunos tipos de archivos antes de enviarlos fuera del servidor.
- Agregado de la configuración para habilitar el módulo *mod_disk_cache*. Esto permite habilitar y configurar la caché en disco para mejorar el rendimiento de Apache al almacenar en caché las respuestas de las solicitudes de los clientes.

5. Contraste de resultados.

En esta sección se presentará un diagnóstico de las dos páginas web: la página principal de la aplicación y la página de resultados de búsqueda de información, con las mejoras aplicadas y en las mismas situaciones, la primera ocasión en que se accede a ellas (sin caché) y en las veces en que se recargan (con caché).

Para poder realizar una correcta comparación, se continúan empleando las herramientas de desarrollador de Google Chrome y el analizador Apache Benchmark.

a. Página principal

	Volumen de transferencia	Tiempo de transferencia
Caso 1 primera visita	<ul style="list-style-type: none">• Fetch/XHR: 14.6 kB• Js: 312 kB• CSS: 196 kB• Img: 124 kB• Documento: 3.7 kB TOTAL: 681 kB	7.51 s
Caso 1 primera visita optimizado	<ul style="list-style-type: none">• Fetch/XHR: 4.7 kB• Js: 39.5 kB• CSS: 28.5 kB• Img: 9.1 kB• Documento: 1.4 kB TOTAL: 111 kB	6.40
Caso 1 visita siguiente	<ul style="list-style-type: none">• Fetch/XHR: 14.6 kB• Js: 240 B• CSS: 0 B• Img: 0 kB• Documento: 3.7 kB TOTAL: 18.5 kB	7.22 s
Caso 1 visita siguiente optimizado	<ul style="list-style-type: none">• Fetch/XHR: 4.7 kB• Js: 0 B• CSS: 0 B• Img: 0 kB• Documento: 2.3 kB TOTAL: 7 kB	4.25 s

--	--	--

b. Página de resultados de búsqueda de información

	Volumen de transferencia	Tiempo de transferencia
Caso 2 primera visita	<ul style="list-style-type: none"> Fetch/XHR: 15.8 kB Js: 312 kB CSS: 196 kB Img: 124 kB Documento: 3.7 kB TOTAL: 682 kB	49.3 s
Caso 2 primera visita optimizado	<ul style="list-style-type: none"> Fetch/XHR: 5.6 kB Js: 35.9 kB CSS: 28.5 kB Img: 9.1 kB Documento: 1.4 kB TOTAL: 112 kB	14.11s
Caso 2 visita siguiente	<ul style="list-style-type: none"> Fetch/XHR: 15.8 kB Js: 240 B CSS: 0 kB Img: 0 kB Documento: 3.7 kB TOTAL: 19.7 kB	11.76 s
Caso 2 visita siguiente optimizado	<ul style="list-style-type: none"> Fetch/XHR: 5.5 kB Js: 0 B CSS: 0 kB Img: 0 kB Documento: 1.075 kB TOTAL: 7.4 kB	9.33 s

c. Rendimiento con Apache Benchmark

La aplicación fue sometida a una prueba de rendimiento utilizando la herramienta Apache Benchmark con 100 usuarios durante un minuto. Estas son las métricas obtenidas:

- Tiempo de la prueba: 60.001 s
- Peticiones completadas: 10642
- Total transferido: 30010440 bytes
- Promedio de peticiones por segundo: 177.36/s
- Promedio de tiempo por petición: 5.638 ms
- Tasa de transferencia: 488.44 kB/s recibidos

d. Pruebas realizadas

Se muestran a continuación capturas de las herramientas con los resultados obtenidos.

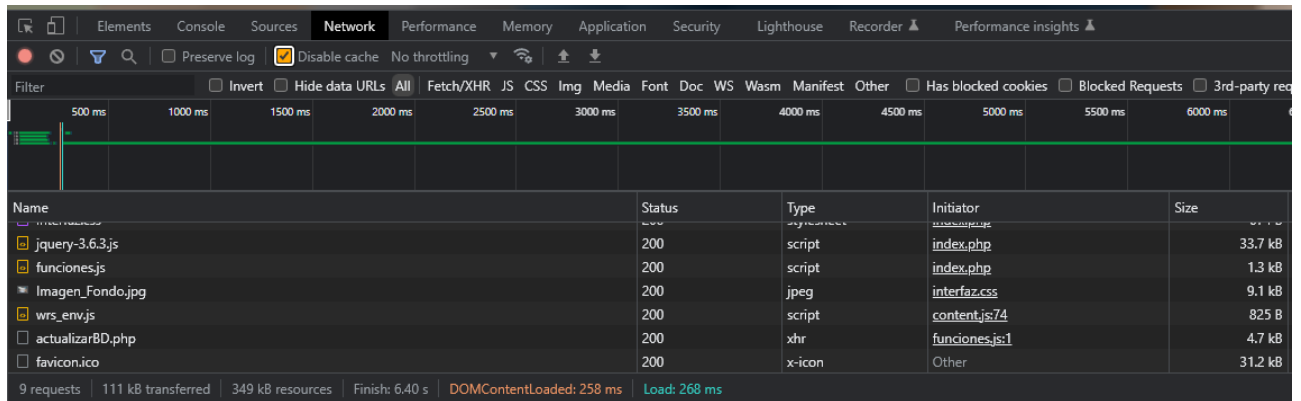


Ilustración 6 Página principal optimizada, primera visita

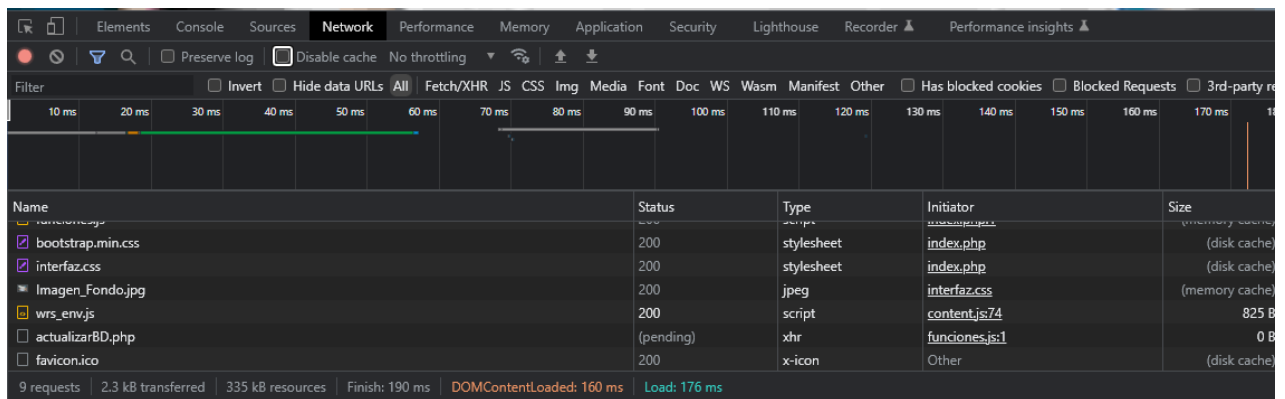


Ilustración 7 Página principal optimizada, segunda visita

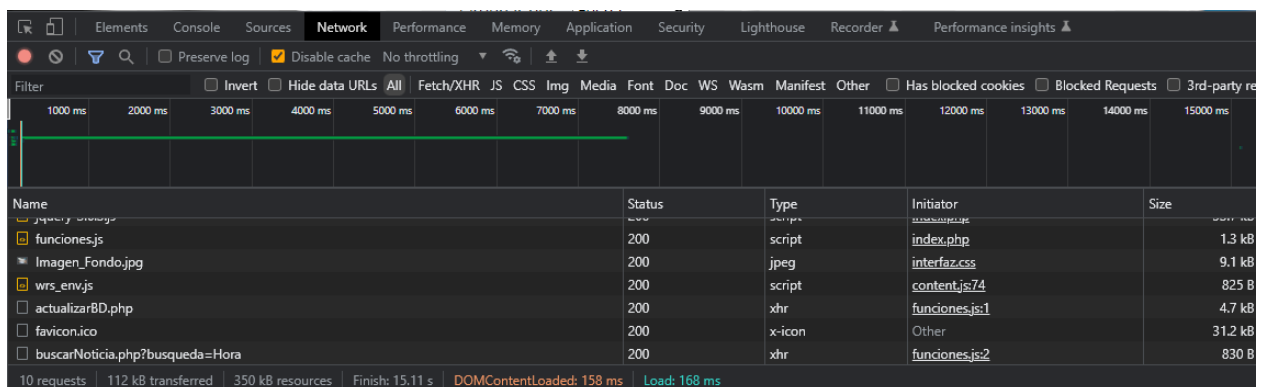


Ilustración 8 Página de resultados de búsqueda de información, primera visita

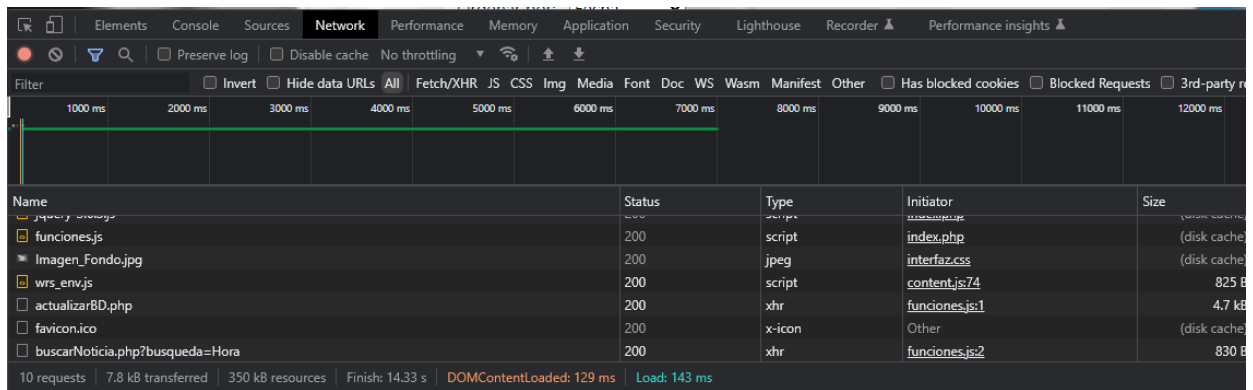


Ilustración 9 Página de resultados de búsqueda de información, segunda visita

```
D:\Archivos de programa\XAMPP\apache\bin>abs -n 100 -c 1 -t 60 http://localhost/segunda/index.php
This is ApacheBench, Version 2.3 <$Revision: 1901567 $>
Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, http://www.zeustech.net/
Licensed to The Apache Software Foundation, http://www.apache.org/

Benchmarking localhost (be patient)
Completed 5000 requests
Completed 10000 requests
Finished 10642 requests

Server Software:      Apache/2.4.54
Server Hostname:      localhost
Server Port:          80

Document Path:        /segunda/index.php
Document Length:      2577 bytes

Concurrency Level:    1
Time taken for tests:  60.001 seconds
Complete requests:    10642
Failed requests:      0
Total transferred:    30010440 bytes
HTML transferred:     27424434 bytes
Requests per second:  177.36 [#/sec] (mean)
Time per request:     5.638 [ms] (mean)
Time per request:     5.638 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:        488.44 [Kbytes/sec] received

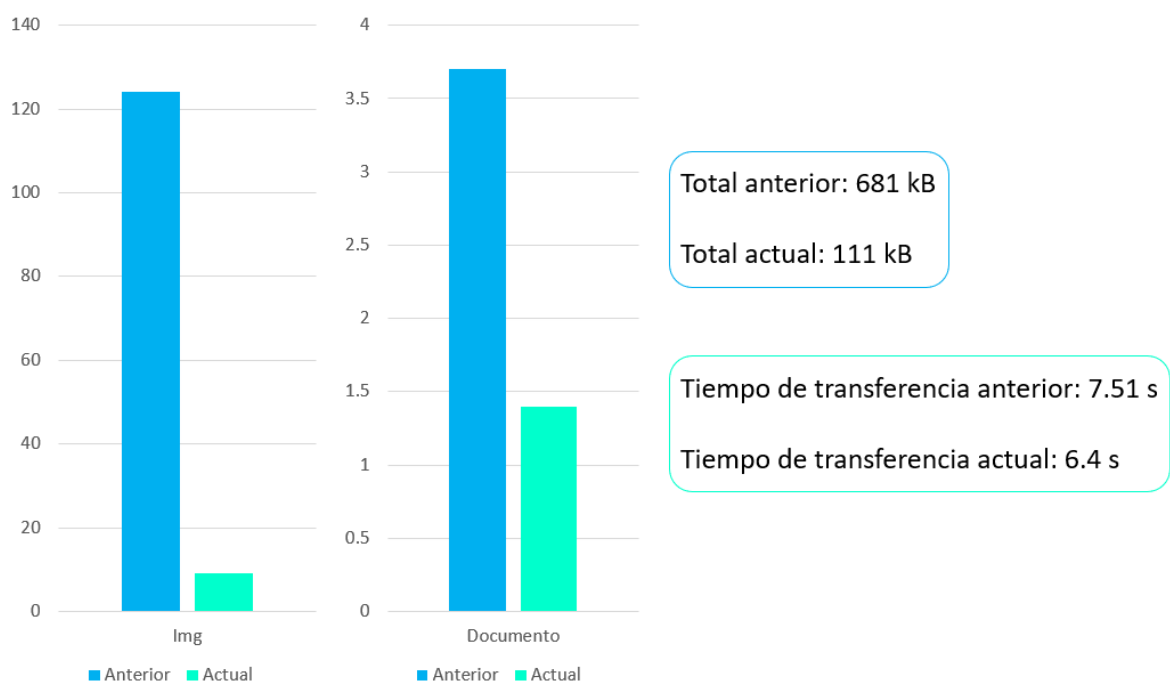
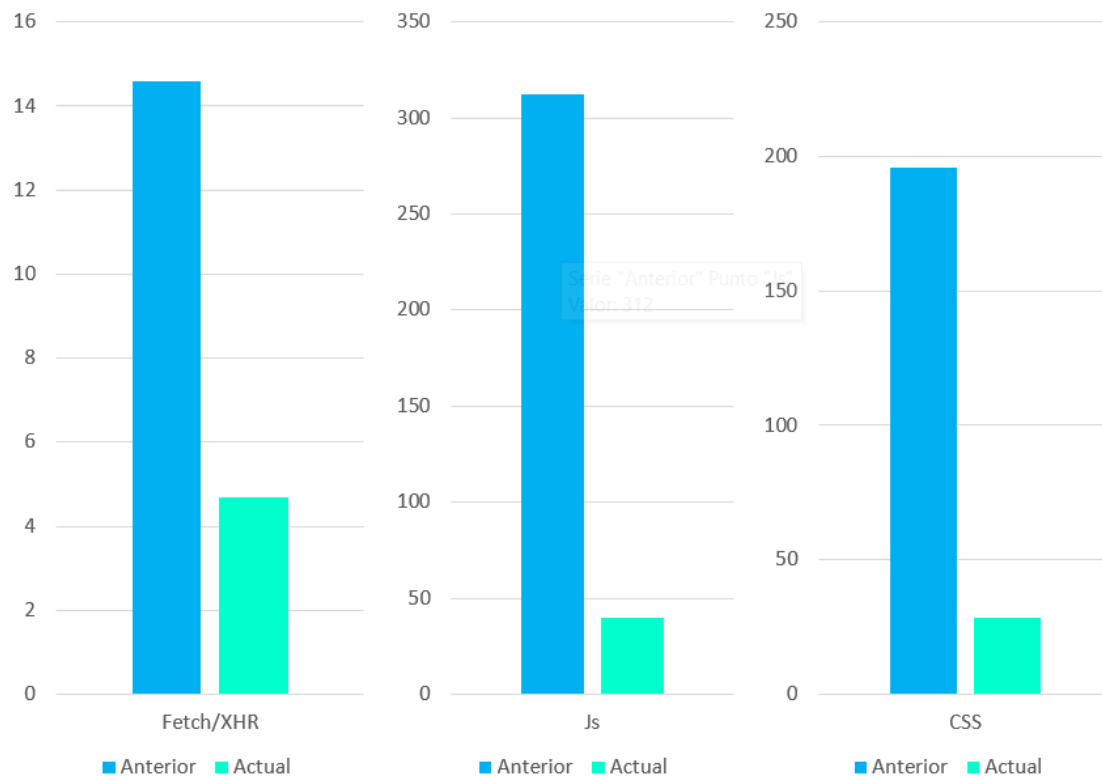
Connection Times (ms)
      min    mean[+/-sd] median   max
Connect:    0      0    0.5      0     2
Processing:  2      5    8.1      4   703
Waiting:    2      5    8.0      4   702
Total:       3      5    8.1      5   703

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
 50%    5
 66%    5
 75%    6
 80%    6
 90%    7
 95%    9
 98%   13
 99%   21
100%  703 (longest request)
```

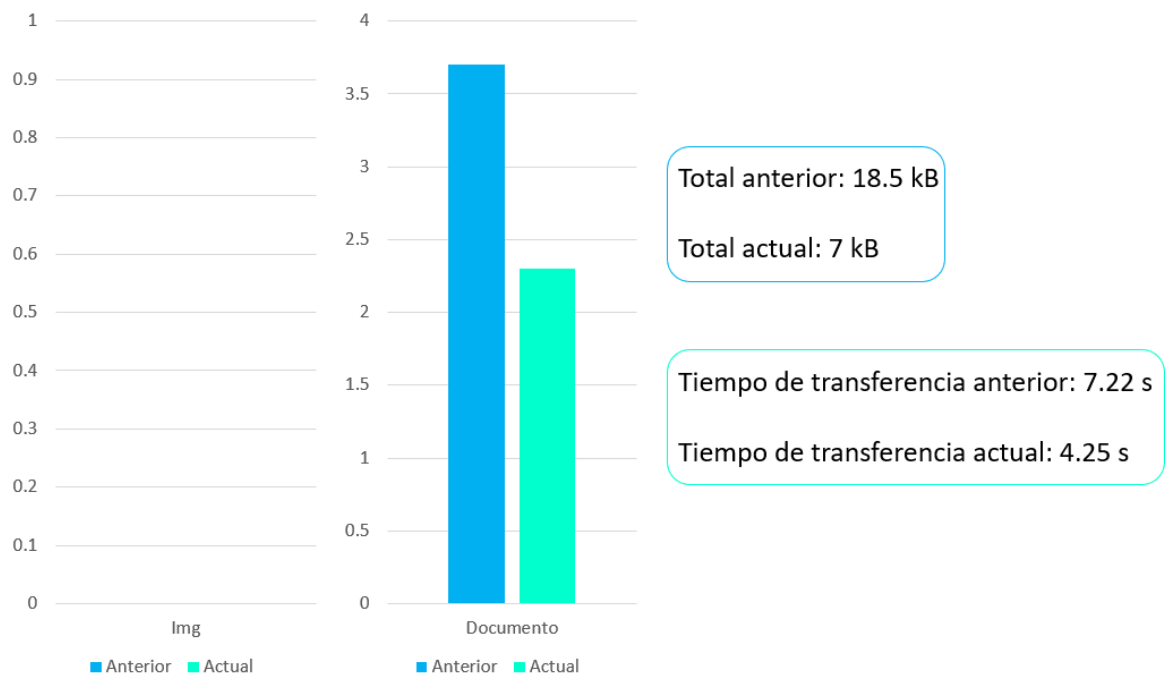
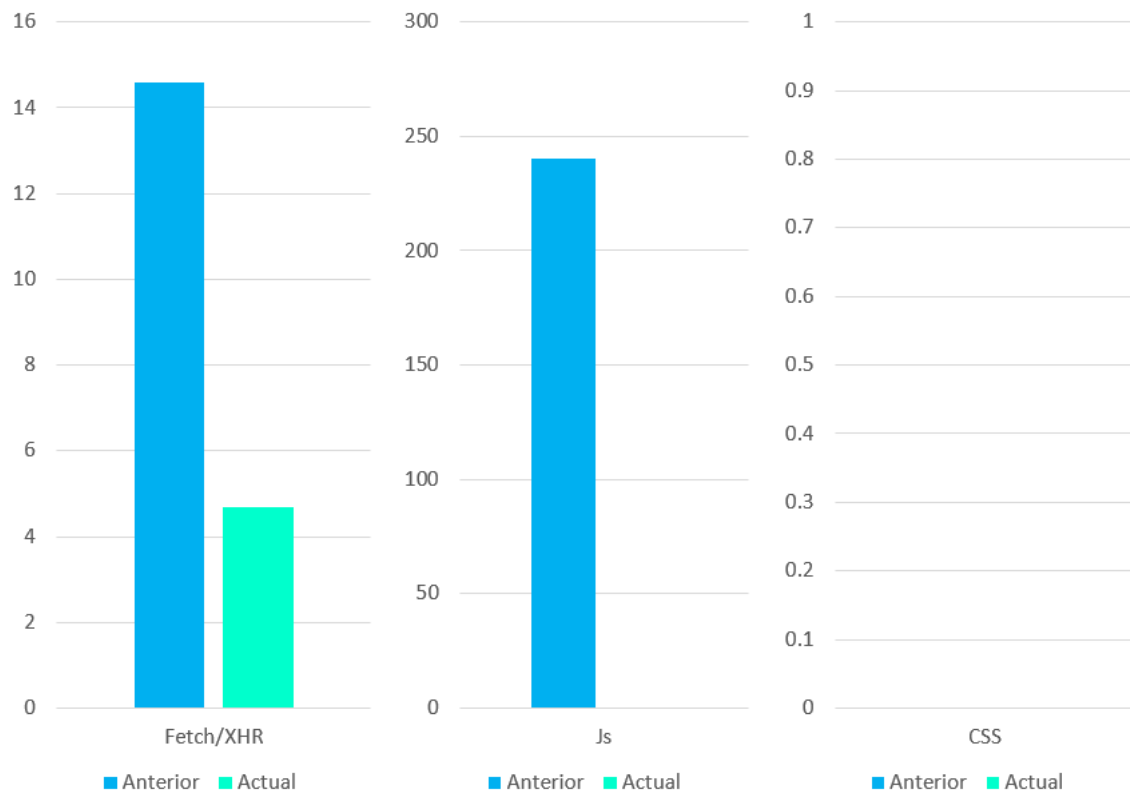
Ilustración 10 Prueba de rendimiento al proyecto optimizado con Apache Benchmark

A continuación, se presentan gráficas para ilustrar los resultados con la aplicación optimizada (actual) y la aplicación sin optimizar (anterior).

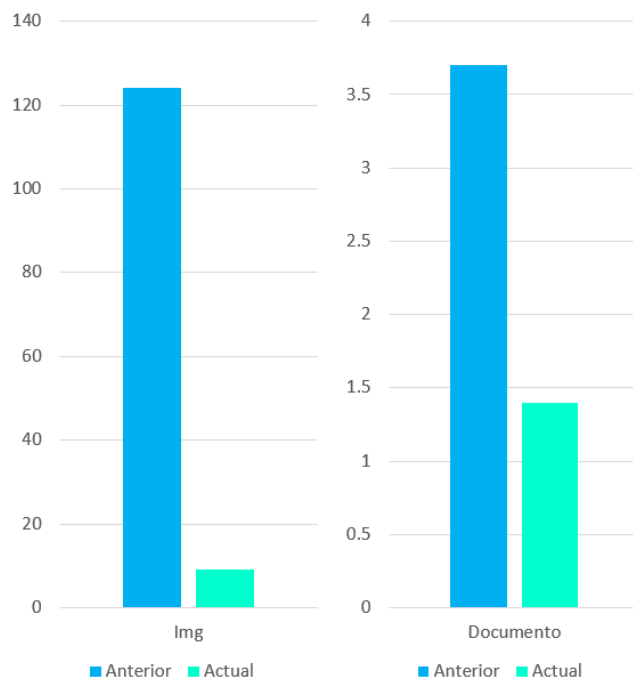
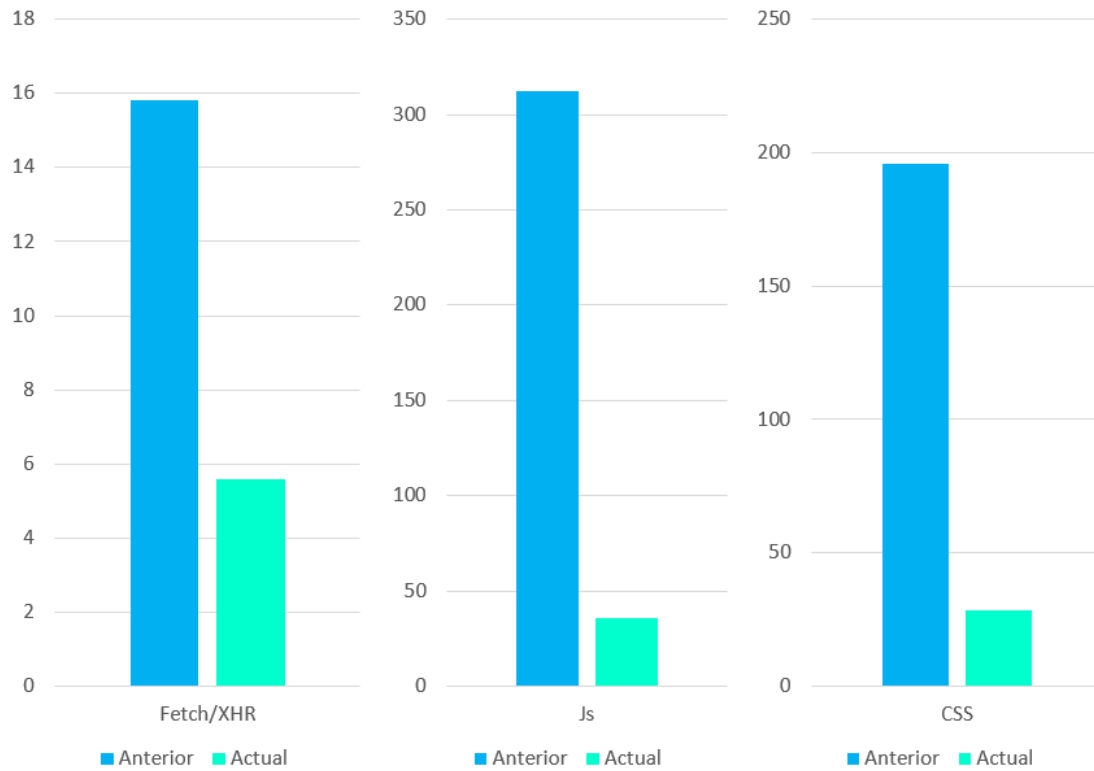
Caso 1 – Primera Visita



Caso 1 – Visita Siguiente



Caso 2 – Primera Visita



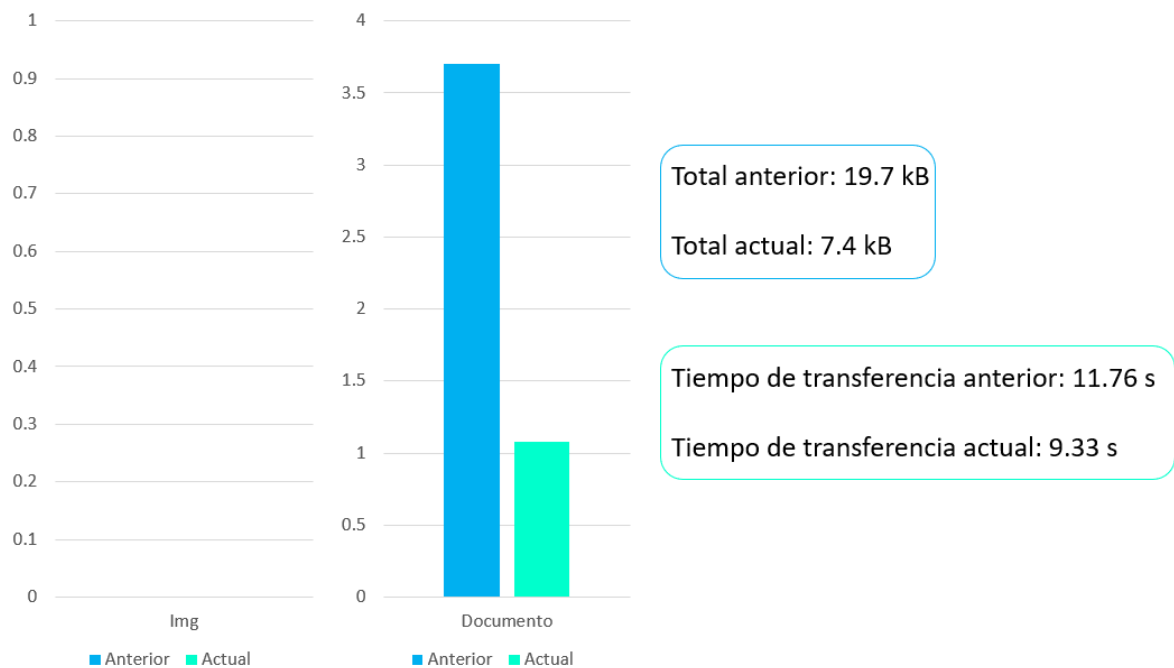
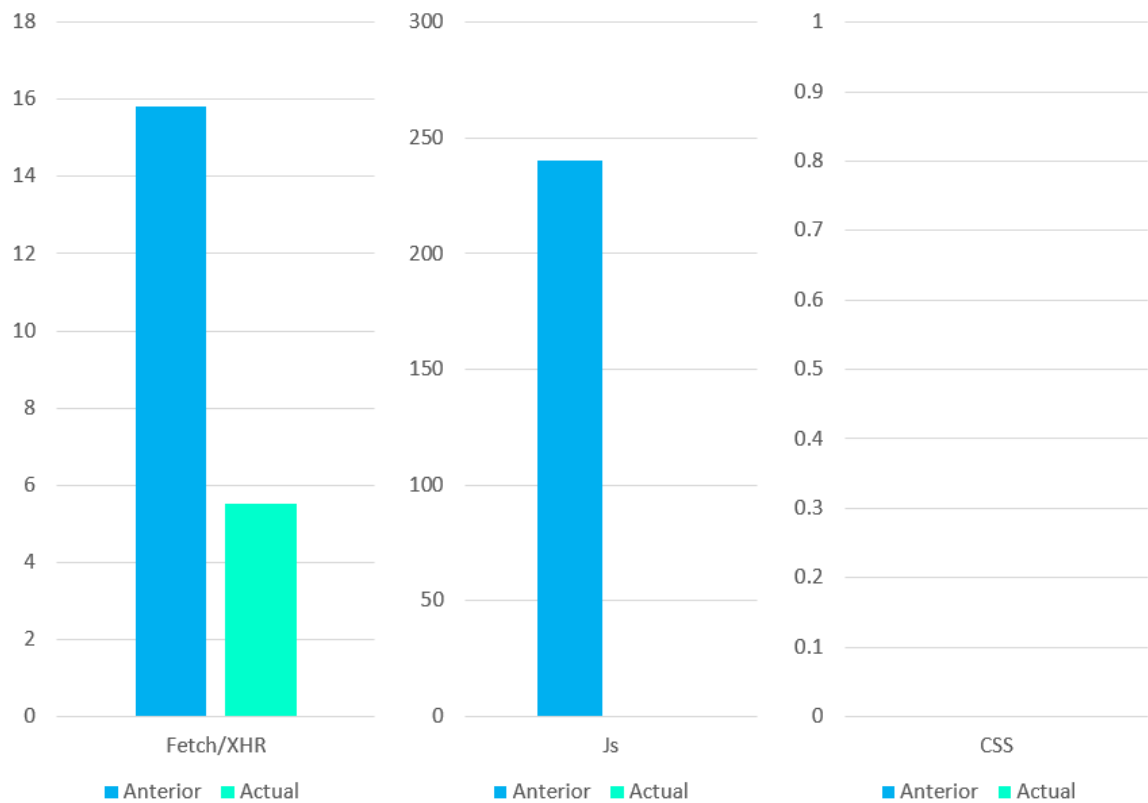
Total anterior: 682 kB

Total actual: 112 kB

Tiempo de transferencia anterior: 49.3 s

Tiempo de transferencia actual: 14.11 s

Caso 2 – Visita Siguiente



6. Conclusiones.

Durante el proyecto, se desarrolló un lector web de RSS personalizable con el objetivo de observar la transformación y el rendimiento de la aplicación al aplicar diversas metodologías de optimización.

Inicialmente, se enfocó en el funcionamiento de la aplicación sin considerar las técnicas de optimización. Sin embargo, después de implementar exitosamente metodologías de optimización, se logró una mejora significativa en la velocidad y volumen de transferencia, brindando a los usuarios una experiencia fluida y rápida.

Se realizó un análisis de los componentes de la aplicación y se evaluó el impacto de las mejoras implementadas utilizando herramientas como Apache Benchmark y las herramientas de desarrollo de Google. Estas herramientas proporcionaron información valiosa sobre la eficiencia y velocidad de carga de las páginas, tanto en la primera visita como en las visitas posteriores.

La optimización del código del lado del cliente, mediante técnicas como el ofuscamiento y la redimensión de imágenes, logró reducciones superiores al 60% en el tamaño final de los archivos utilizados en la aplicación. Estas mejoras tienen un impacto directo en el rendimiento, reduciendo el tiempo de carga y mejorando la eficiencia de la transferencia de datos.

Sin embargo, en el lado del servidor, los resultados obtenidos al utilizar Apache Benchmark con 100 usuarios por minuto no mostraron mejoras significativas en el rendimiento. Esto indica la necesidad de considerar otras configuraciones u optimizaciones adicionales para lograr mejoras notables en el futuro.

Este proyecto nos ha enseñado la importancia de la optimización en el funcionamiento de una aplicación web, ya que la rapidez, fluidez y practicidad son fundamentales para la experiencia del usuario. Las metodologías aprendidas pueden ser aplicadas en proyectos futuros tanto en el ámbito profesional como en la escuela.

7. Bibliografía.

Hogan, L.C. (2015). Designing for Performance Weighing aesthetics and speed. Canada: O'Reilly Media.

Smith, P. G. (2012). Professional Website Performance: Optimizing the Front-End and BackEnd. John Wiley & Sons