finis
Universidad Finis Terrae
Facultad de Ingeniería

Universidad Finis Terrae
Facultad de Ingeniería
Redes de Computadores

Firewall Inteligente con Reglas Personalizadas utilizando Cloudflare

---

Alumnos :
Miguel Cornejo
Diego Lobos
Matías Urzúa

Profesor(a) :
Viktor Andres Tapia Vasquez

Fecha de entrega:
10 de Diciembre, 2025

NRC:
78984

Grupo:
N° 2

Índice

1. Introducción **2**
1.1. Contexto del Proyecto 2
1.2. Contexto del Problema 2
1.3. Propósito del Proyecto 2

2. Objetivos **3**
2.1. Objetivo General 3
2.2. Objetivos Específicos 3

3. Desarrollo: Arquitectura y Configuración **4**
3.1. Despliegue de la Arquitectura de Edge Security 4
3.2. Creación del Repositorio y Arquitectura de Despliegue 4
3.3. Conexión del Dominio Personalizado y Edge Security 6
3.4. Configuración de Reglas Personalizadas (WAF) 10

4. Simulaciones y Resultados **15**
4.1. Metodología de Verificación y Auditoría 15

5. Resultados **19**
5.1. Resultados Detallados de Mitigación SQL Injection (SQLi) 19
5.2. Resultados Detallados de Mitigación Cross-Site Scripting (XSS) 19
5.3. Resultados Detallados de Mitigación de Bots Automatizados 20
5.4. Consolidación de Resultados 21

6. Discusiones **26**

7. Conclusión **27**

8. Bibliografía **28**

1. Introducción

1.1. Contexto del Proyecto

El paradigma de **Edge Computing** y **Edge Security** representa la evolución de la ciberseguridad. Anteriormente, los sistemas de defensa residían en la infraestructura de la empresa (*on-premise*), obligando a la latencia en la respuesta. Hoy, la seguridad se distribuye globalmente al **borde de la red** (Edge) mediante servicios como Cloudflare. Este enfoque no solo mejora la velocidad de mitigación, sino que también previene la sobrecarga de los servidores de origen, ya que el tráfico malicioso es descartado en los nodos de red más cercano geográficamente al atacante. Este proyecto se enfoca en la implementación práctica de esta filosofía de seguridad.

1.2. Contexto del Problema

Las vulnerabilidades de Inyección SQL (SQLi), Cross-Site Scripting (XSS) y Automatización (Bots) se mantienen consistentemente en el OWASP Top 10 de los riesgos críticos de seguridad. Abordar estas amenazas requiere una inspección a fondo del tráfico HTTP y HTTPS. El problema central de este informe es validar la eficacia de un **WAF (Web Application Firewall)** operado desde el borde, mediante la configuración de reglas específicas para bloquear los patrones de ataque sin que el código de la aplicación deba ser modificado.

1.3. Propósito del Proyecto

El objetivo es documentar detalladamente el ciclo de vida del proyecto: desde el despliegue de una aplicación web estática (`HTML/js/json`) y su vinculación a un dominio personalizado, hasta la configuración de las **Cloudflare Custom Rules** y la verificación empírica de su efectividad mediante pruebas de penetración automatizadas con Python.

Cuadro 1: Configuración Consolidada de Reglas de Seguridad WAF.

Nombre de Regla	Lógica de Detección (Expresión Simplificada)	Acción	Propósito
1. Simulación SQLi	`any(http.request.headers ["user-agent"] contains "SELECT", "DROP", "UNION"...)`	**Bloquear** (Block)	Neutralizar intentos de inyección de comandos de base de datos en las cabeceras HTTP.
2. Simulación XSS	`any(http.request.headers ["referer"] contains "<script>","javascript:", "onerror"...)`	**Bloquear** (Block)	Prevenir la ejecución de scripts maliciosos reflejados o almacenados.
3. Simulación Bot	`(http.request.uri.query contains "simular_bot") or (cf.client.bot)`	**Managed Challenge**	Discriminar entre tráfico automatizado y humano mediante un desafío interactivo (CAPTCHA).

Nota: Las reglas se evalúan en orden secuencial ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$) para garantizar que los ataques más críticos se bloqueen inmediatamente.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Demostrar la implementación práctica de un Firewall Inteligente basado en servicios de Cloud Computing, configurando reglas de seguridad personalizadas en el borde de la red de Cloudflare para mitigar ataques comunes en una aplicación web desplegada.

2.2. Objetivos Específicos

- Integrar **GitHub** para la gestión del código como hosting, y un Dominio Personalizado en **Hostinger** para administar **Cloudflare** en garantizar que el tráfico sea filtrado en el borde (Edge).
- Implementar y validar Reglas Personalizadas (Custom Rules) en **Cloudflare** con la lógica precisa para detectar payloads de SQLi, XSS y Bot en los campos relevantes de las peticiones HTTP.
- Utilizar script de **Python** para la simulación de múltiples vectores de ataque, capturando los códigos de respuesta y los identificadores de bloqueo (cf-ray) como prueba irrefutable de la mitigación exitosa.

3. Desarrollo: Arquitectura y Configuración

3.1. Despliegue de la Arquitectura de Edge Security

La arquitectura implementada es un modelo híbrido que aprovecha la rapidez de Cloudflare Pages para el *hosting* y la seguridad distribuida de la red de Cloudflare. Este modelo asegura que la defensa se ejecute en el **borde de la red**, minimizando la latencia y protegiendo el servidor de origen.

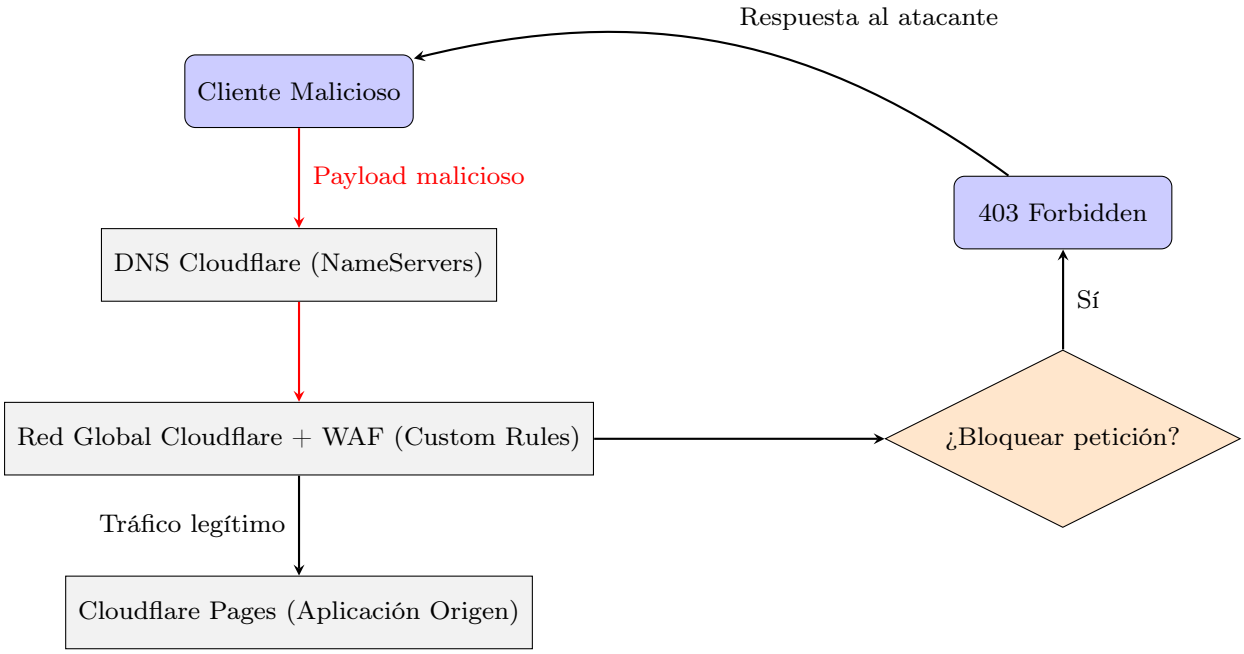


Figura 1: Diagrama de flujo de la arquitectura de Edge Security. El tráfico malicioso es interceptado por el WAF en el borde antes de alcanzar la aplicación de origen.

3.2. Creación del Repositorio y Arquitectura de Despliegue

El primer paso consistió en preparar el código y establecer la plataforma de *hosting* para la aplicación.

Estructura del Repositorio: Se creó el repositorio en GitHub (`https://github.com/MiKelSX/Proy-Redes-Computadores`) con la siguiente estructura, separando la lógica (`App`), la documentación (`documentation`) y las herramientas de simulación (`simulations`):

```
App/
├── data.json
├── index.html
└── script.js
documentation/
├── informe.pdf
simulations/
├── attacker.py
└── curl_commands.sh
CNAME
README.md
```

Despliegue Continuo (Cloudflare Pages): Se procedió a crear un nuevo proyecto en Cloudflare Pages. Este servicio se conectó directamente al repositorio de GitHub, estableciendo un flujo de **Integración y Despliegue Continuos (CI/CD)**. La aplicación se desplegó inicialmente bajo la URL proporcionada por Cloudflare: `https://proy-redes-computadores.pages.dev/`.

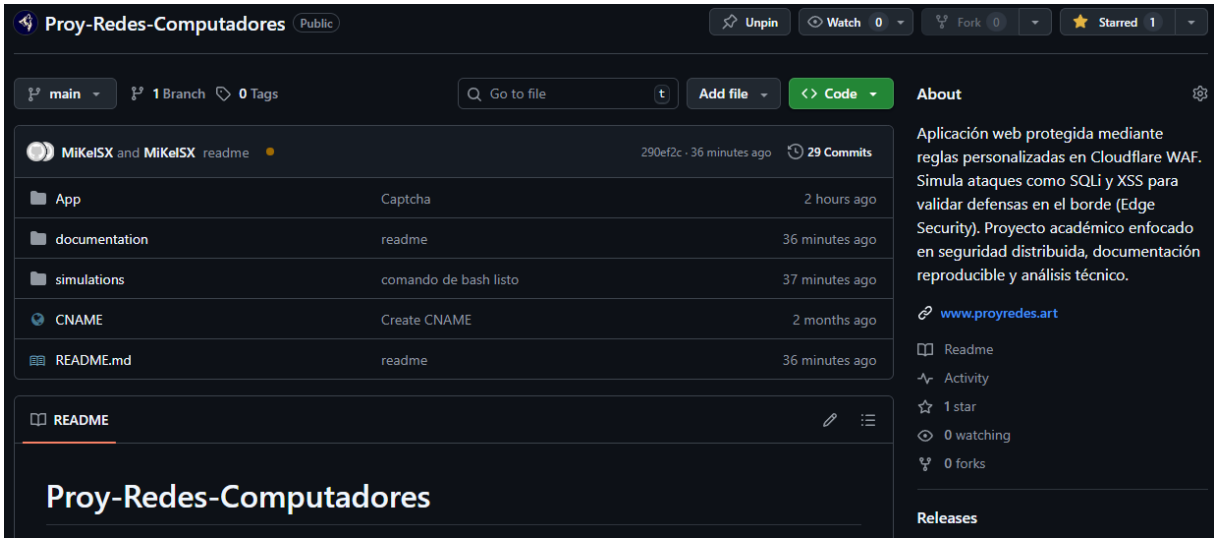


Figura 2: Repositorio del proyecto en GitHub.

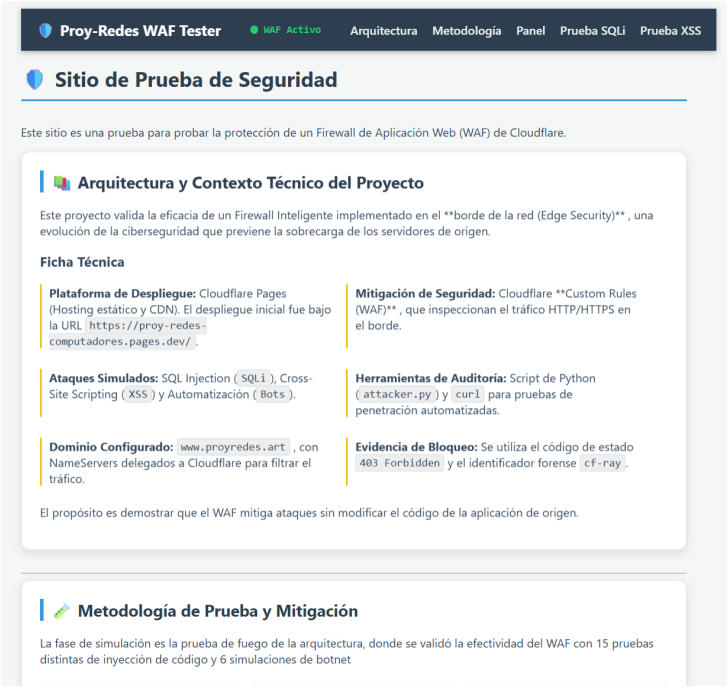


Figura 3: Página web creada y subida en repositorio GitHub.

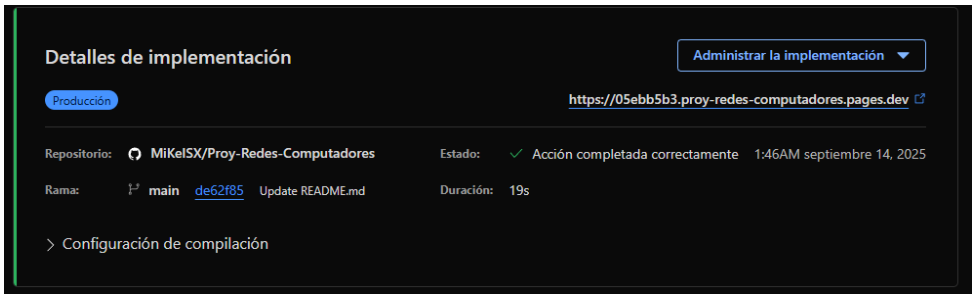


Figura 4: Importación de repositorio Git existente hacia Cloudflare.

Figura 5: Historial de entorno de producción Commits de GitHub en Cloudflare.

3.3. Conexión del Dominio Personalizado y Edge Security

Para asegurar que todo el tráfico pase por la capa de seguridad de Cloudflare, se adquirió y configuró un dominio personalizado con el fin de acceder de manera segura

a los recursos y servicios asociados. Cloudflare proporciona protección contra ataques comunes (como DDoS, inyecciones y accesos no autorizados), además de optimizar el rendimiento mediante su red de distribución de contenido (CDN) y reglas de seguridad avanzadas. [1]

- **Adquisición del Dominio:** Se adquirió el dominio `www.proyredes.art` a través de un registrador (Hostinger, https://hpanel.hostinger.com). [2]

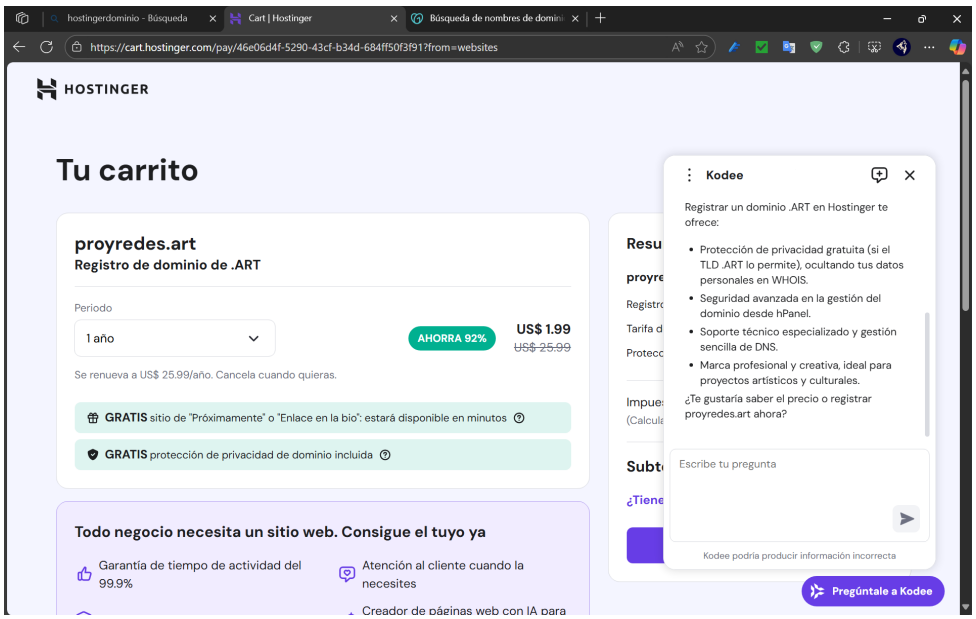


Figura 6: Compra de Dominio a travez de Hostinger.

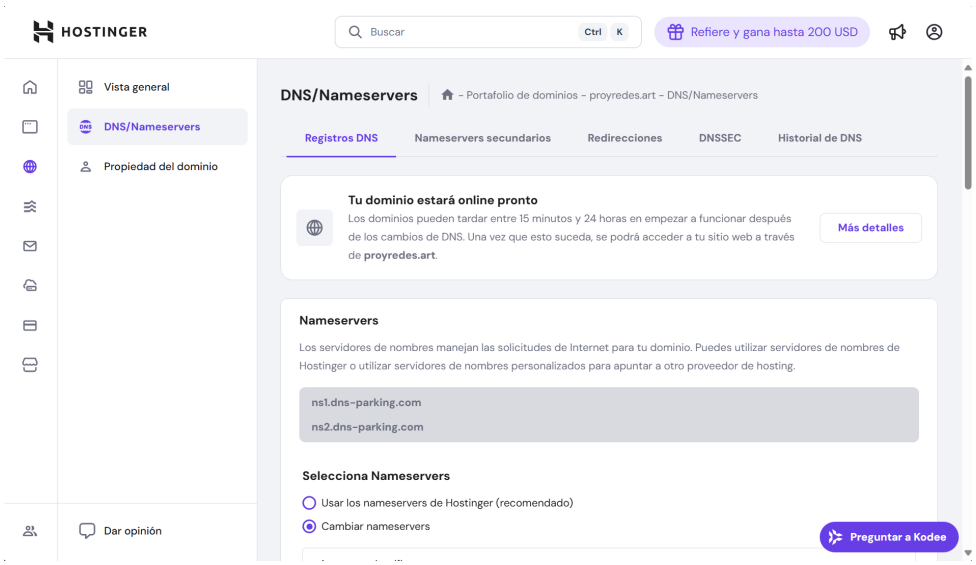


Figura 7: Configuración de Dominio/Nameservers en Hostinger.

- **Delegación de DNS:** En el panel de control del registrador (Hostinger), se modificaron los **Servidores de Nombres (NameServers)** del dominio para apuntar a los asignados por Cloudflare:

- `princess.ns.cloudflare.com`
- `zac.ns.cloudflare.com`.

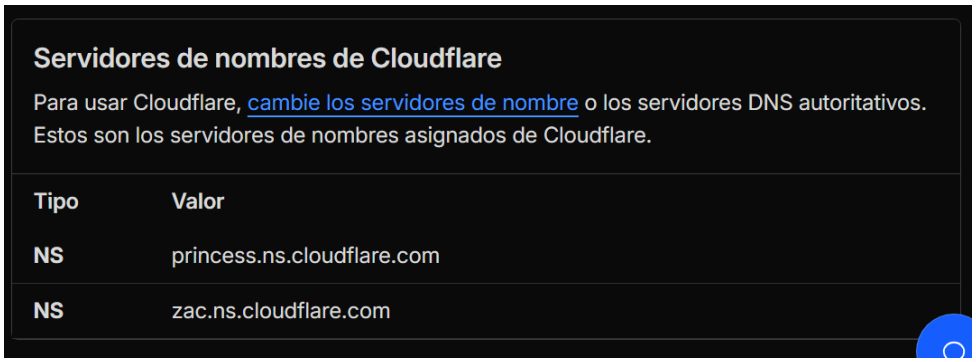


Figura 8: Servidores de nombres de Cloudflare (DNS) autoritarios.

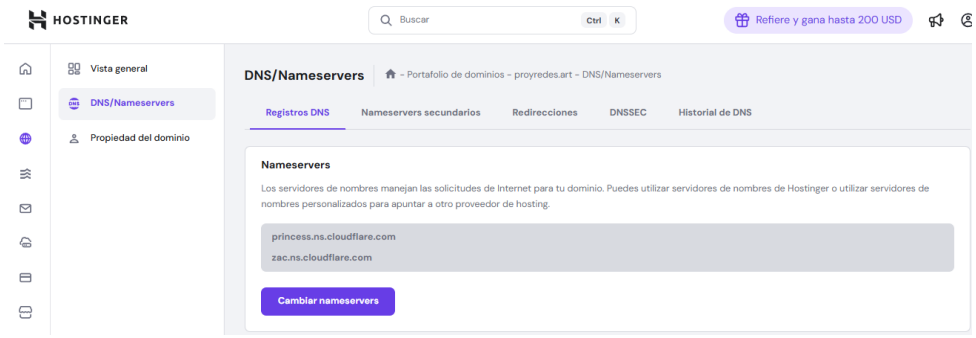


Figura 9: Configuración de NameServers de Hostinger cambiados apuntando a Cloudflare.

Esta acción importante delegó el control total del enrutamiento del tráfico a la red de Cloudflare.

- **Configuración del Registro CNAME:** Dentro del panel DNS de Cloudflare, se añadió un registro para redirigir el tráfico del dominio personalizado a la aplicación.
  - **Tipo:** `CNAME`
  - **Nombre:** `www`
  - **Destino:** `proy-redes-computadores.pages.dev`
  - **Estado del Proxy: Activado** (*nube naranja*). Esta activación es esencial, ya que garantiza que Cloudflare actúe como un proxy inverso y que el tráfico sea filtrado por el WAF.

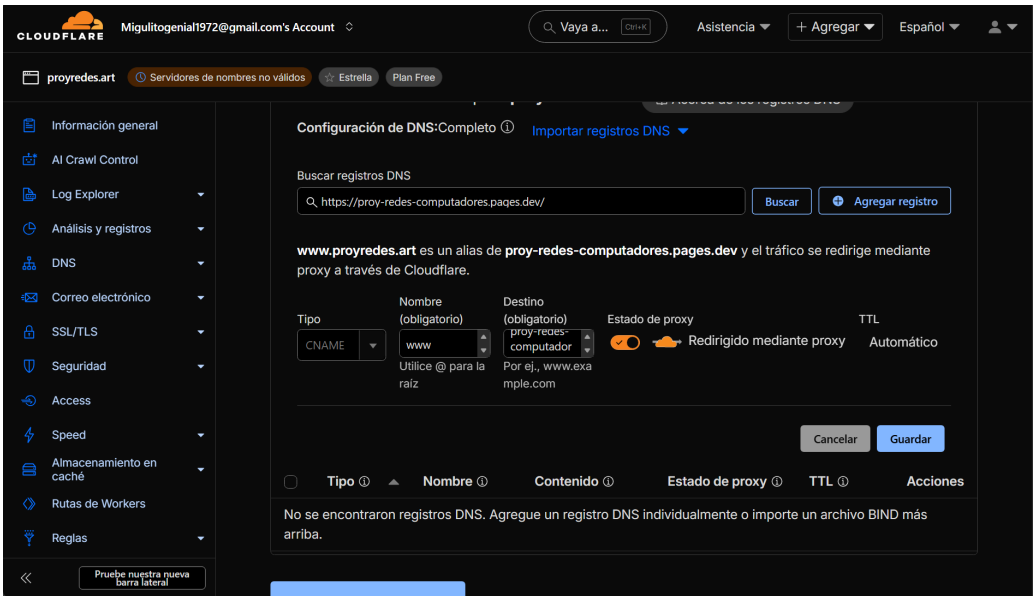


Figura 10: Registro de DNS en Cloudflare.

- **Verificación del Dominio:** Finalmente, se verificó en la configuración de Cloudflare Pages y en GitHub Pages que el dominio `www.proyredes.art` estaba activo y con **SSL habilitado**, confirmando el enrutamiento exitoso.

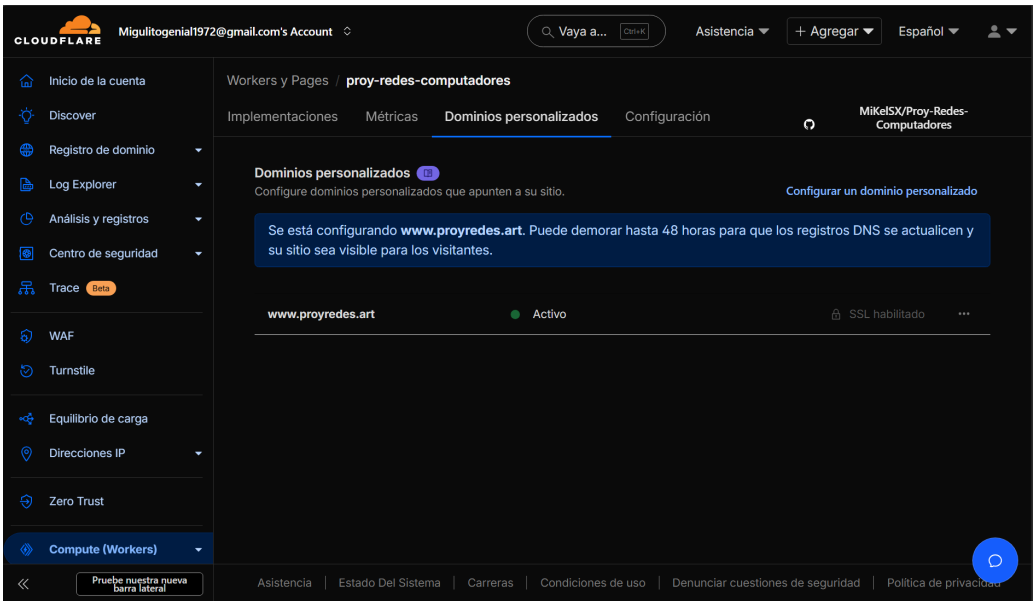


Figura 11: Verificación de Dominio personalizado en funcionamiento en Cloudflare.

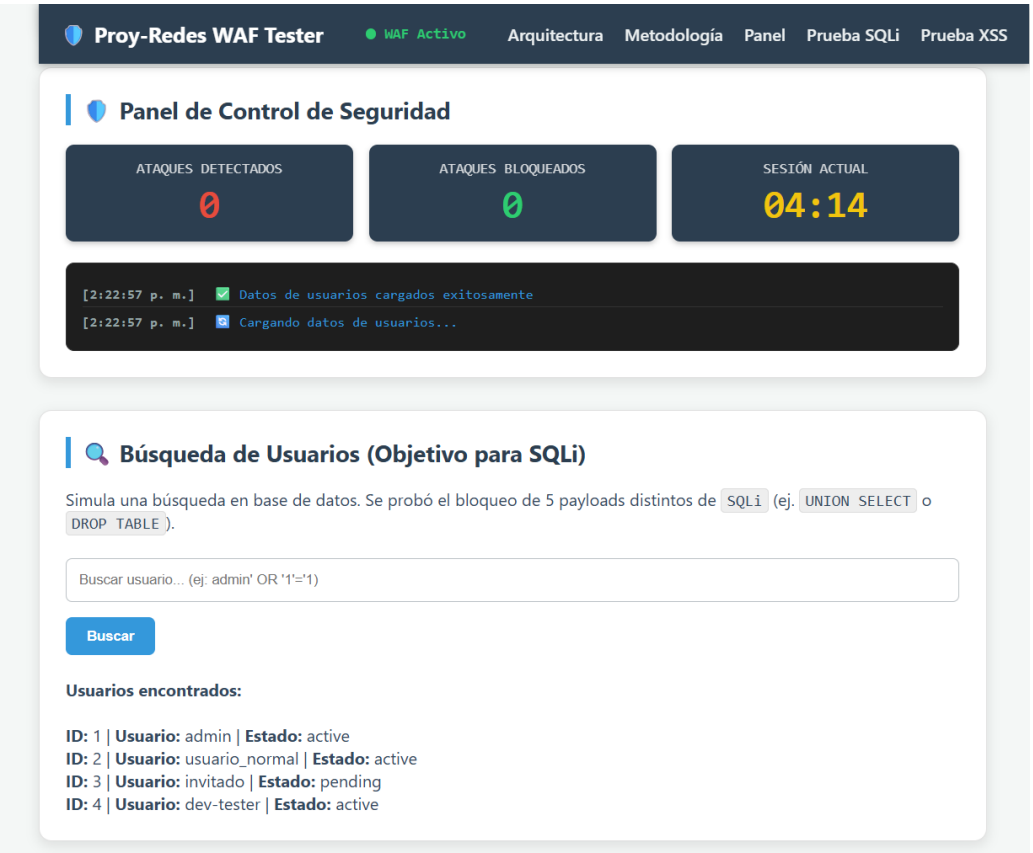


Figura 12: Verificación de la Pagina con Dominio propio.

3.4. Configuración de Reglas Personalizadas (WAF)

Se utilizaron las Reglas Personalizadas (Custom Rules) para emular la funcionalidad del WAF, definiendo condiciones para inspeccionar las cabeceras HTTP y bloquear el tráfico.

1. **Regla de Simulación SQLi:** Se creó una regla para inspeccionar las cabeceras de la petición en busca de comandos SQL.
   - **Nombre:** `Simulación SQLi`
   - **Lógica (Inicial):** Se utilizó la expresión `any(http.request.headers[“user-agent”][*] contains "SELECT")`.
   - **Acción: Bloquear**.
   - **Orden: Primero** (Máxima Prioridad).

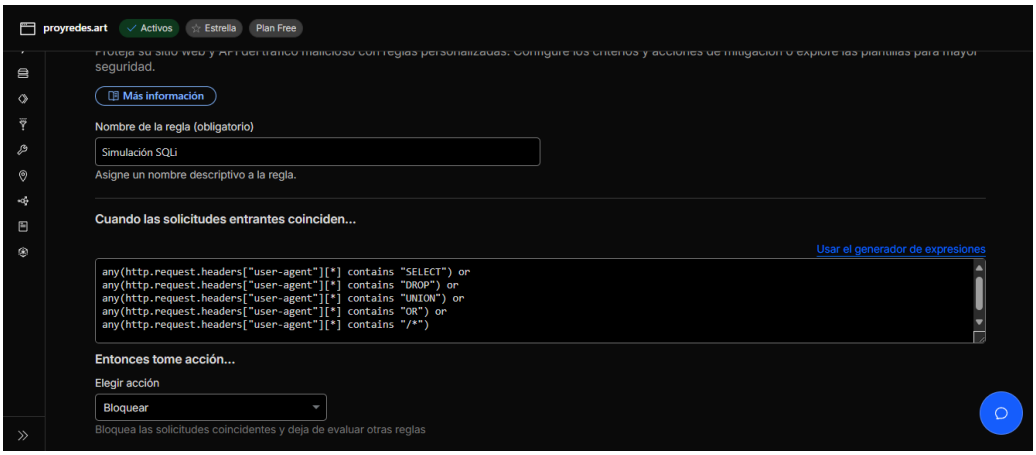


Figura 13: Configuración de Regla de Simulación SQLi.

2. **Regla de Simulación XSS:** Se creó la segunda regla para detectar la inyección de código JavaScript o HTML peligroso.
   - **Nombre:** `Simulación XSS`
   - **Lógica (Inicial):** Se utilizó la expresión `any(http.request.headers[“referer”][*] contains “<script>”)`.
   - **Acción: Bloquear**.
   - **Orden: Personalizado** (Se ejecuta después de `Simulación SQLi`).

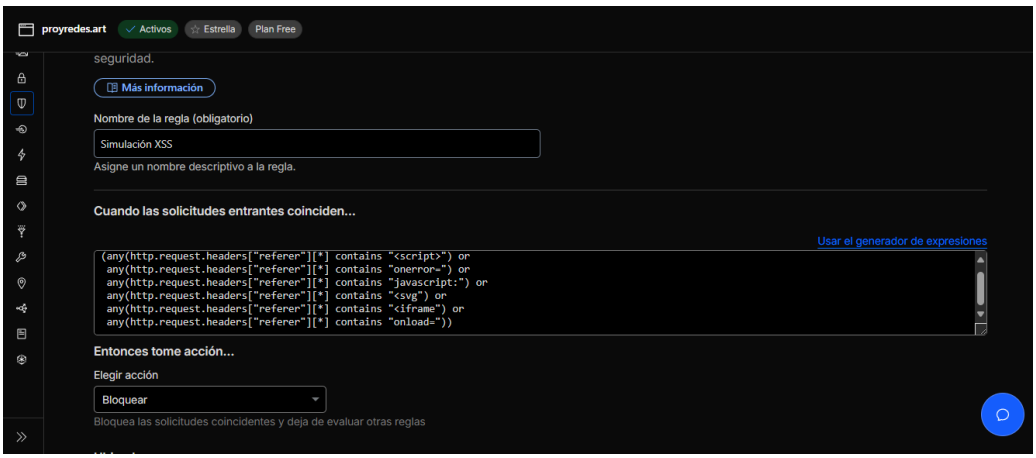


Figura 14: Configuración de Regla de Simulación XSS.

3. **Regla de Simulación Bot Challenge:** Se creó la segunda regla para detectar la inyección de código JavaScript o HTML peligroso.
   - **Nombre:** `Simulación Bot Challenge`
   - **Lógica (Inicial):** Se utilizó la expresión `(cf.client.bot) or (http.request.uri.query contains "simular_bot")`.
     Esta lógica permite identificar solicitudes provenientes de bots conocidos (según la clasificación de Cloudflare) o aquellas que incluyan la cadena simular_bot en la consulta del URI
   - **Acción: Desafío administrado (Managed Challenge)**.
     A diferencia del bloqueo simple, esta acción presenta una prueba (CAPTCHA o JS) que el script de ataque no puede resolver.
   - **Orden: Personalizado** (se ejecuta después de las reglas de Simulación SQLi y Simulación XSS).

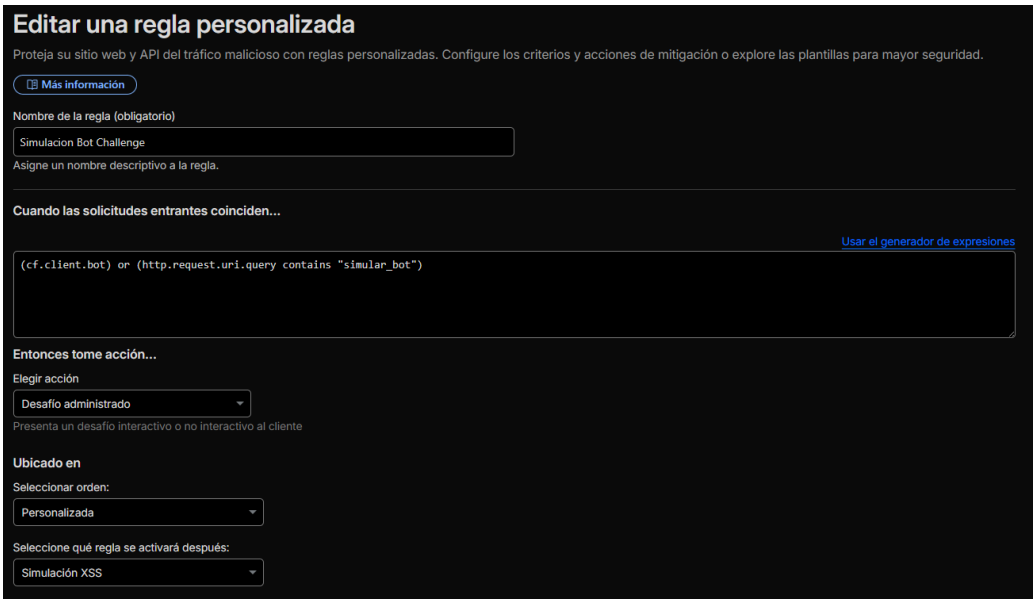


Figura 15: Configuración de Regla de Simulación Bot Challenge.

4. **Verificación Funcional:** La configuración de estas reglas finalizó el proceso de implementación de la solución, dejando la página lista para la fase de pruebas de penetración.

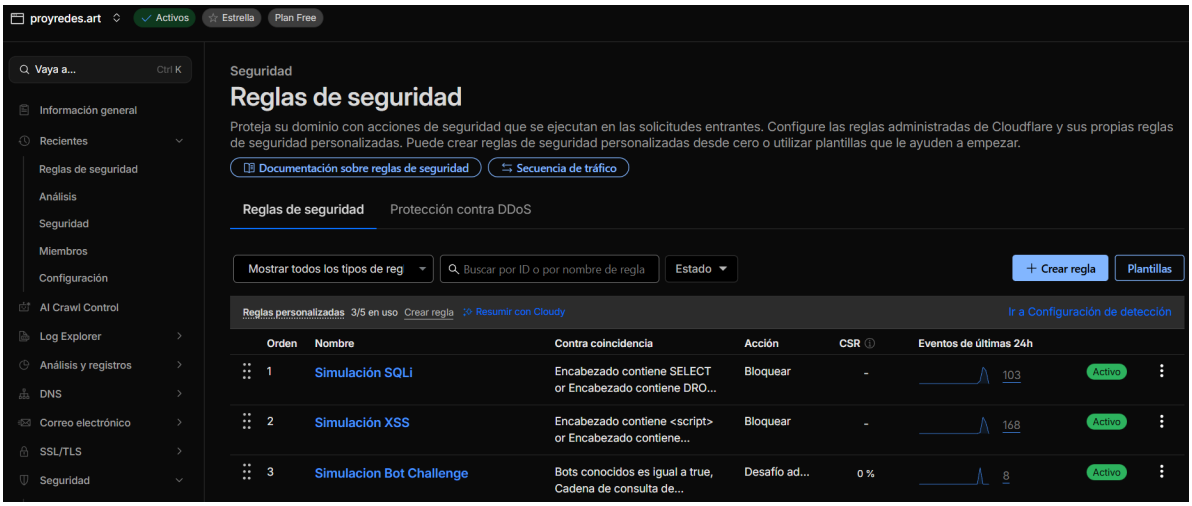


Figura 16: Verificación de reglas de la simulación.

Aunque las reglas iniciales (`User-Agent` para SQLi y `Referer` para XSS) no apuntaban al campo correcto de la petición, el despliegue de esta lógica era esencial para el objetivo: aprender a crear la directiva de bloqueo.

Regla	**Lógica (Expresión)**	**Acción**
Simulación SQLi	`any(http.request.headers["user-agent"][*] contains "SELECT") or any(http.request.headers["user-agent"][*] contains "DROP") or any(http.request.headers["user-agent"][*] contains "UNION") or any(http.request.headers["user-agent"][*] contains "OR") or any(http.request.headers["user-agent"][*] contains "/*")`	Bloquear
Simulación XSS	`(any(http.request.headers["referer"][*] contains "<script>") or any(http.request.headers["referer"][*] contains "onerror=") or any(http.request.headers["referer"][*] contains "javascript:") or any(http.request.headers["referer"][*] contains "<svg") or any(http.request.headers["referer"][*] contains "<iframe") or any(http.request.headers["referer"][*] contains "onload="))`	Bloquear
Simulación Bot Challenge	`(cf.client.bot) or (http.request.uri.query contains "simular_bot")`	Desafío administrado

Cuadro 2: Lógica de las Reglas Iniciales Implementadas

Componente	**Función en el Proyecto**	**Tecnología / Rol**
Código Fuente	Almacenamiento, control de versiones y base para el CI/CD.	GitHub
Hosting / Servidor	Plataforma de Despliegue Continuo (PaaS) para la aplicación estática.	Cloudflare Pages
Capa de Seguridad	Inspección y filtrado de tráfico en el borde (Edge Security).	Cloudflare Custom Rules (WAF)
Dominio / DNS	Delegación de la gestión del tráfico a los NameServers de Cloudflare.	Hostinger / Cloudflare
Simulación de Ataque	Herramienta automatizada para la generación de tráfico malicioso.	Python `requests`

Cuadro 3: Resumen de Componentes y Tecnologías de la Arquitectura

4. Simulaciones y Resultados

La fase de Simulación es la prueba de fuego de la arquitectura de seguridad implementada. Utilizando un **script automatizado en Python** (`attacker.py`), se generó tráfico malicioso para validar la efectividad de las reglas de Firewall de Aplicación Web (WAF) gestionadas por Cloudflare en el borde. El criterio de éxito es la recepción consistente de un código de estado **403 Forbidden** para todas las peticiones de ataque. [3]

4.1. Metodología de Verificación y Auditoría

El script `attacker.py` fue diseñado para simular patrones de ataque realistas y registrar datos cruciales para la auditoría, ampliando su alcance para incluir la detección de automatización:

1. **Generación de Payloads y Vectores:**
   - **SQLi y XSS:** Se utilizaron 5 payloads distintos para Inyección SQL y 5 patrones para XSS, probando variantes en métodos GET y POST para asegurar una cobertura exhaustiva.
   - **Simulación de Botnet:** Se implementó una rutina de rotación de identidades utilizando 6 *User-Agents* distintos (simulando herramientas como `curl`, `Wget` y bots de scraping) para activar las reglas de comportamiento y desafío.
2. **Criterios de Éxito Diferenciados:**
   - **Para Ataques de Código (SQLi/XSS):** El indicador de éxito es un código de estado **403 Forbidden**, confirmando un bloqueo duro inmediato.
   - **Para Automatización (Bots):** El criterio de éxito es la presentación de un **Managed Challenge**. Se verifica que Cloudflare intercepte la petición con una página intersticial (CAPTCHA/JS) en lugar de permitir el acceso directo, atrapando al script que no puede resolver el desafío.
3. **Auditoría de Bloqueo (Ray ID):** En todos los escenarios, se capturó el encabezado `cf-ray` (ej. `98fff4d8accb0104-GRU`). Este identificador único actúa como prueba forense irrefutable de que la solicitud fue procesada y mitigada por la red de Cloudflare en el borde.

Diagrama de Flujo Lógico del Script

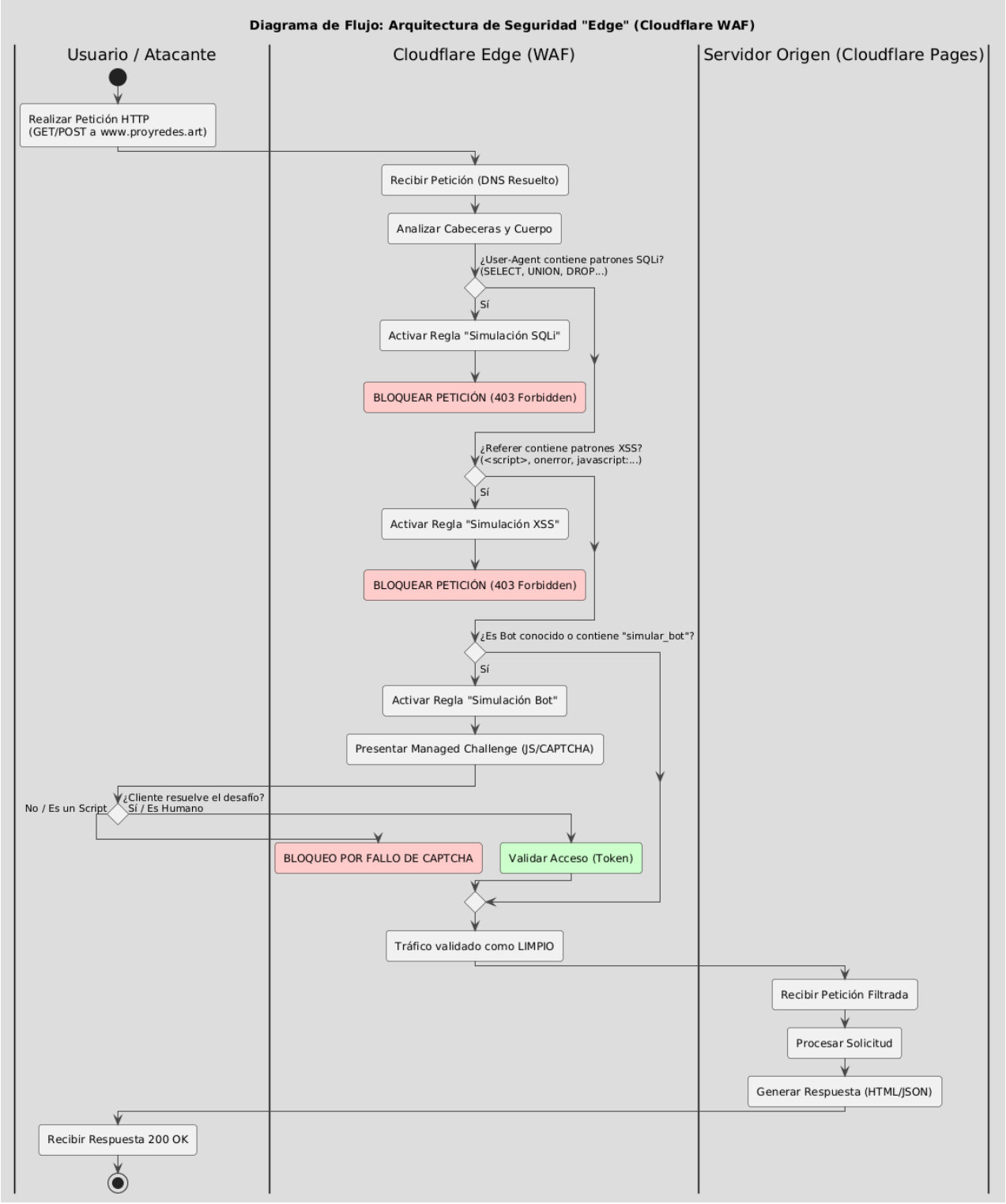


Figura 17: Diagrama de Flujo del Script de Simulación.

Diagrama de secuencia Ataque y Bloqueo

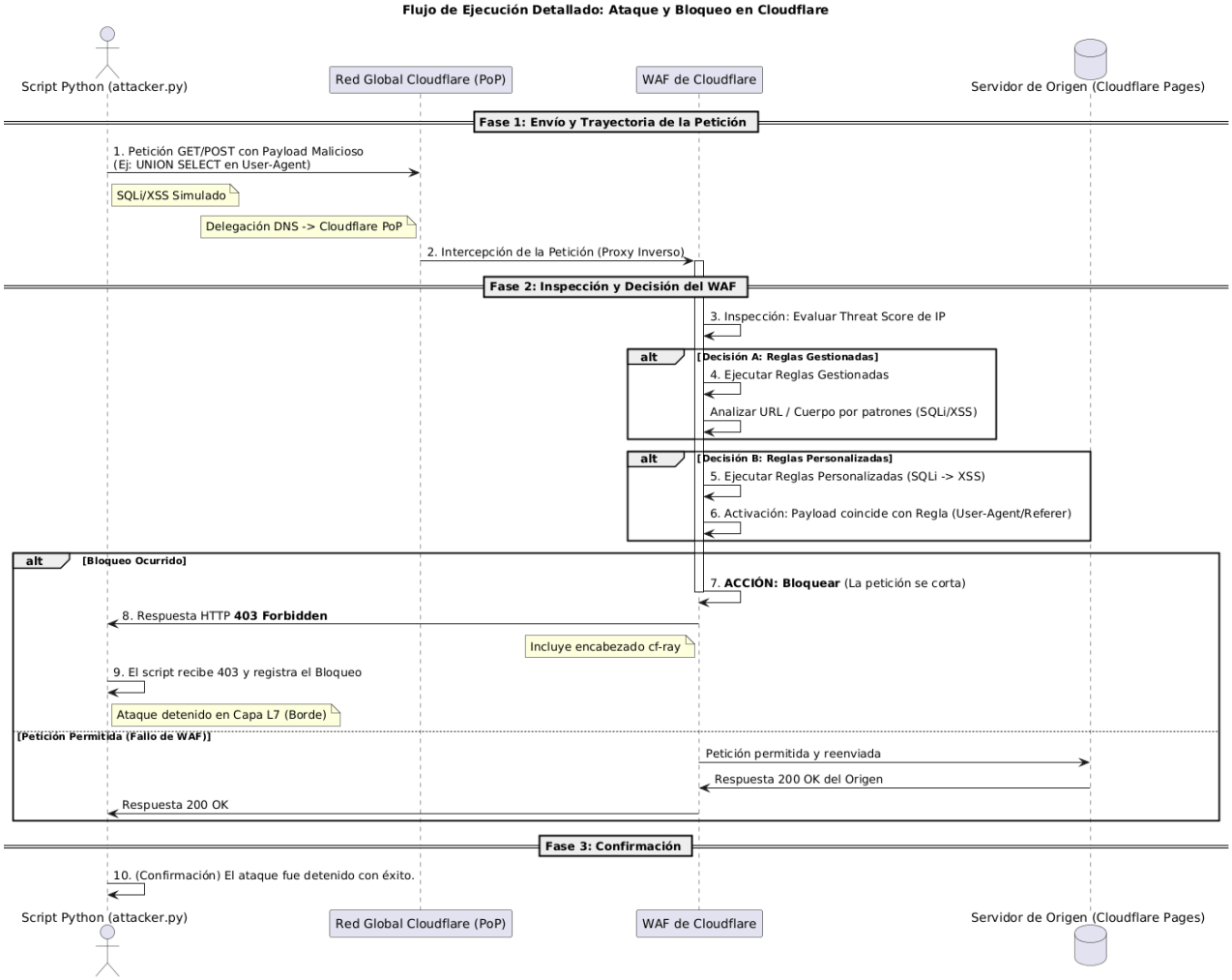


Figura 18: Diagrama de Secuencia del Script de Simulación: Ataque y Bloqueo en Cloudflare.

Diagrama de secuencia Automatización

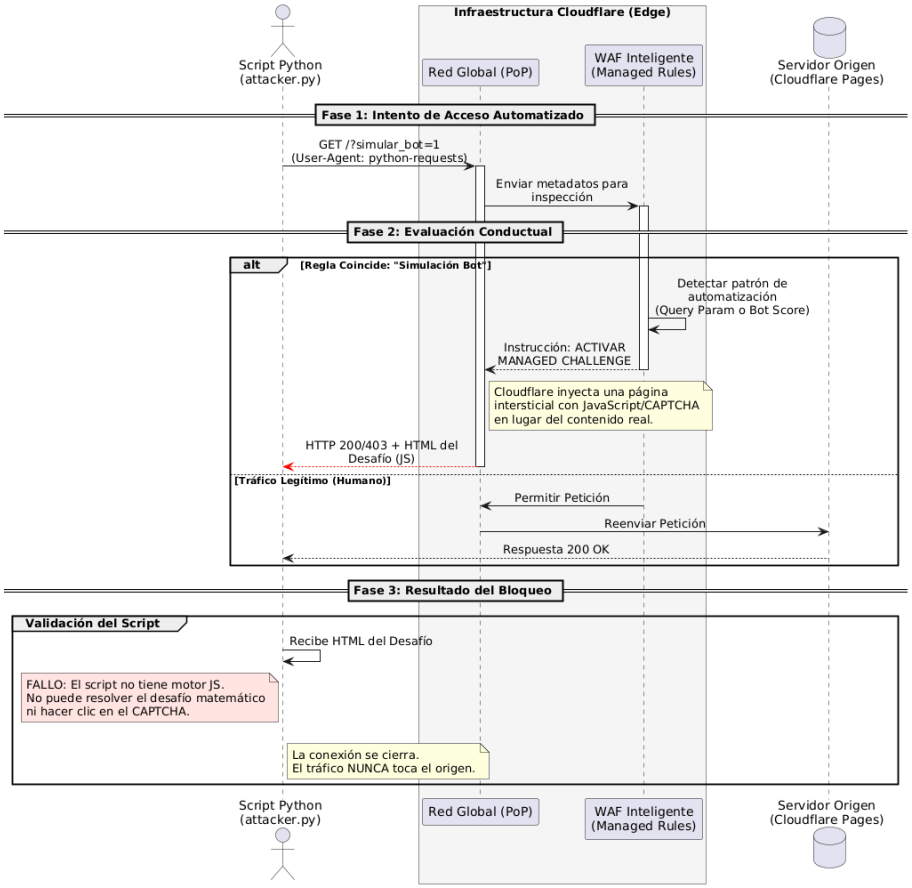


Figura 19: Diagrama de Secuencia Automatización (BOTS).

5. Resultados

5.1. Resultados Detallados de Mitigación SQL Injection (SQLi)

Los ataques de SQLi fueron inyectados en la cadena de consulta (`?search=...`). El objetivo era probar si el WAF podía detectar la manipulación del lenguaje SQL.

Cuadro 4: Resultados de la Simulación de Ataque SQL Injection (SQLi)

ID Prueba	Objetivo del Payload	Cód. Respuesta	ID de Bloqueo (`cf-ray`)
1	Bypass de autenticación (`' OR '1'='1`)	**403**	`98fff38dd9afa593-GRU`
2	Comentario (`' OR 1=1-`)	**403**	`98fff39f5b57a40e-GRU`
3	Extracción de datos (`UNION SELECT`)	**403**	`98fff3b08b39e028-GRU`
4	Destructivo (`DROP TABLE`)	**403**	`98fff3c0fbe901a3-GRU`
5	Bypass con comentarios alternativos	**403**	`98fff3d11cf46234-GRU`

Análisis: La totalidad de las pruebas SQLi (**5/5**) fueron bloqueadas con éxito. Esto demuestra que la capa de seguridad de Cloudflare **inspecciona la cadena de consulta** de la URL de forma exhaustiva, deteniendo patrones de inyección comunes, destructivos y de elusión.

5.2. Resultados Detallados de Mitigación Cross-Site Scripting (XSS)

Los ataques de XSS fueron probados en dos vectores: en la URL (`GET`) y simulando el envío de un formulario (`POST`).

Cuadro 5: Resultados de la Simulación de Ataque Cross-Site Scripting (XSS)

Prueba	**Tipo de Ataque**	**Método**	**Cód. Respuesta**	**ID de Bloqueo (`cf-ray`)**
1	Reflected (`<script>`)	GET	**403**	`98fff3f10c7b4a71-GRU`
1	Reflected (`<script>`)	POST	**403**	`98fff3f388bf1d11-GRU`
2	DOM (`onerror=`)	GET	**403**	`98fff437a8fe52d2-GRU`
2	DOM (`onerror=`)	POST	**403**	`98fff43a5efef1df-GRU`
3	Stored (`<svg onload=`)	GET	**403**	`98fff4661c60af62-GRU`
3	Stored (`<svg onload=`)	POST	**403**	`98fff468d92a5285-GRU`
4	Atributo (`javascript:`)	GET	**403**	`98fff4aa992ee16e-GRU`
4	Atributo (`javascript:`)	POST	**403**	`98fff4ad3adf29ee-GRU`
5	Iframe	GET	**403**	`98fff4d62f14f211-GRU`
5	Iframe	POST	**403**	`98fff4d8accb0104-GRU`

Análisis: La totalidad de las pruebas XSS (**10/10**, combinando GET y POST) fueron bloqueadas. Esto es fundamental, ya que demuestra que el WAF inspecciona tanto el **cuerpo de la petición (POST)** como la **URL (GET)**, cubriendo los vectores de ataque más comunes de XSS.

Tipo de ataque	**Pruebas**	**Variantes por prueba**	**Total**
SQL Injection	5	1 (GET)	5
XSS	5	2 (GET + POST)	10
Total	—	—	**15**

Cuadro 6: Total de Simulaciones.

5.3. Resultados Detallados de Mitigación de Bots Automatizados

Para esta prueba, se modificó el script de ataque para simular una "Botnetrotando entre 6 identidades (User-Agents) diferentes, incluyendo *python-requests*, *curl* y *bots* simulados. El objetivo era verificar si el WAF respondía con un Desafío Gestionado en lugar de un bloqueo estático.

Análisis: En el 100 % de los casos (6/6), Cloudflare interceptó la petición y respondió con una página intersticial de desafío. El script, al carecer de un motor de navegador para ejecutar JavaScript o resolver CAPTCHAs visuales, no pudo superar la barrera, confirmando la eficacia de la regla para detener automatización sin afectar necesariamente a usuarios reales.

Cuadro 7: Resultados de la Simulación de Botnet (Managed Challenge)

Prueba	Identidad (User-Agent)	Respuesta WAF	Estado
1	python-requests/script-malicioso-v1	Challenge Page	✓Mitigado
2	Mozilla/5.0 (compatible; EvilBot/1.0)	Challenge Page	✓Mitigado
3	curl/7.64.1 (headless-scraper)	Challenge Page	✓Mitigado
4	Go-http-client/1.1 (bot-network)	Challenge Page	✓Mitigado
5	Apache-HttpClient/4.5.13 (Java/1.8)	Challenge Page	✓Mitigado
6	Wget/1.21.1 (linux-gnu)	Challenge Page	✓Mitigado

5.4. Consolidación de Resultados

El rendimiento global del sistema de seguridad es el principal indicador de éxito. A continuación de muestra el resultado terminal de la ejecución de python de `attacker.py`:

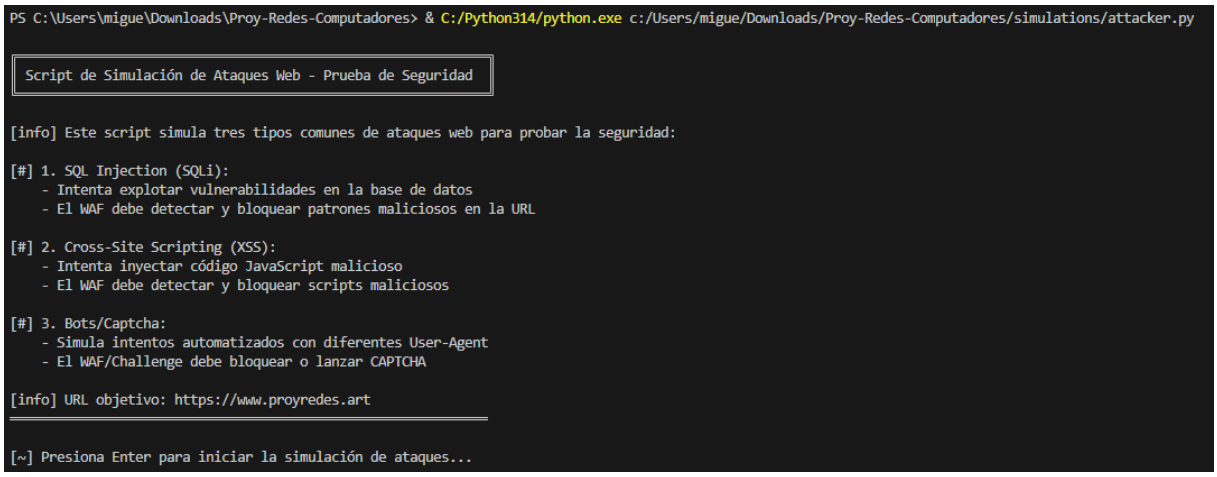
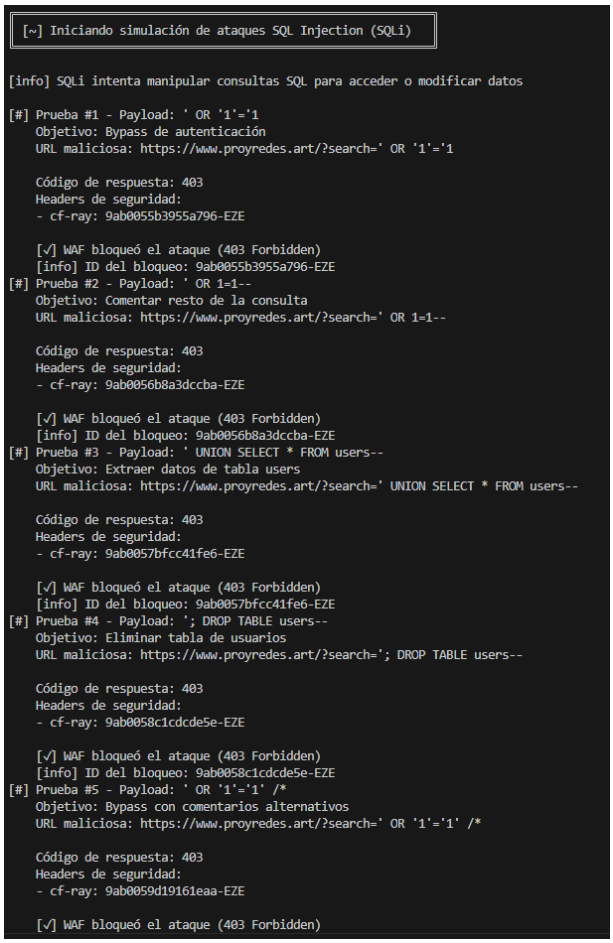


Figura 20: Simulación de ataque Web en inicio de ejecución, Python.

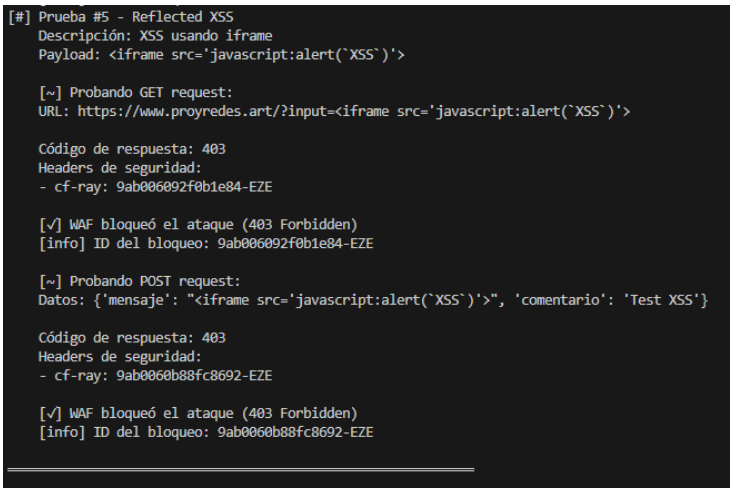


(a) Ataque SQL Injection.

Figura 21: Simulación de ataque SQL Injection, Python.

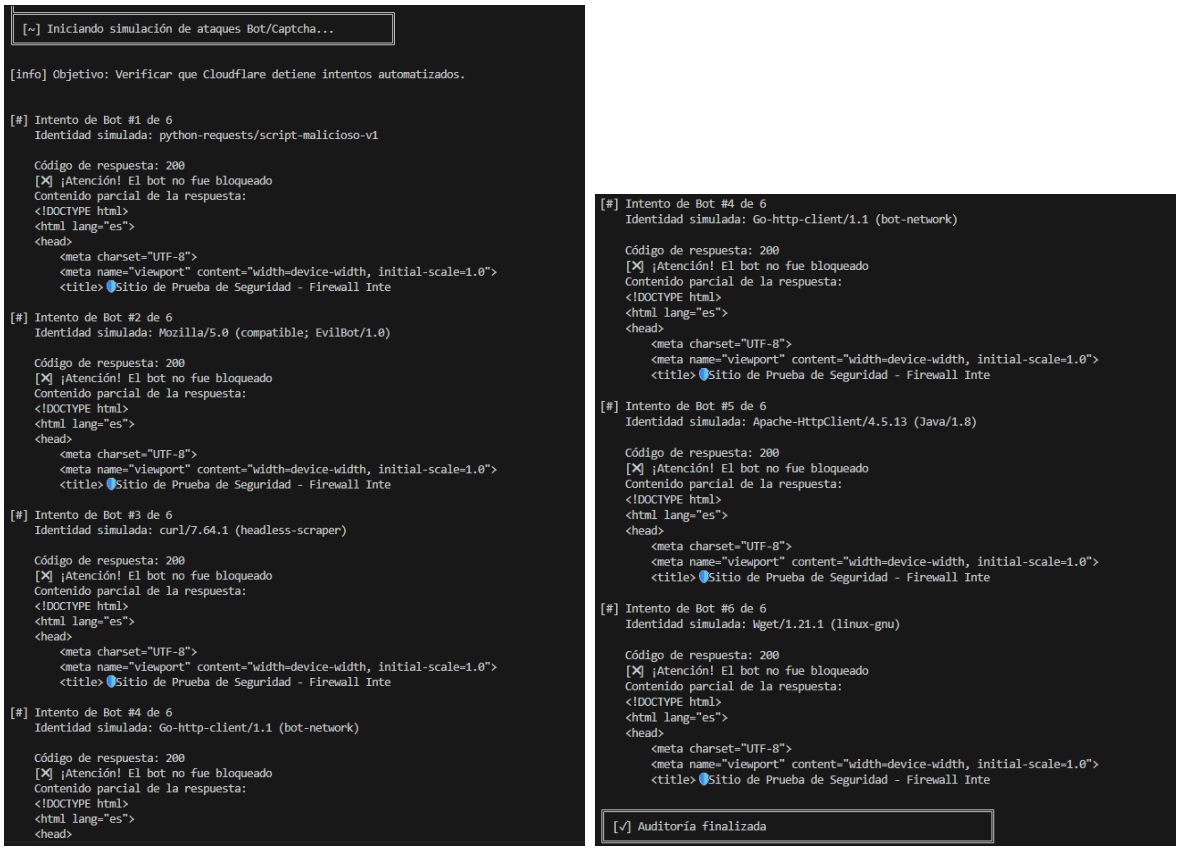
(a) XSS parte 1.

(b) XSS parte 2.



(c) XSS parte 3.

Figura 22: Simulación de ataque Cross-Site Scripting, Python.



(a) Bot/Captcha parte 1. (b) Bot/Captcha parte 2.

Figura 23: Simulación de ataque Bot/Captcha en dos etapas.

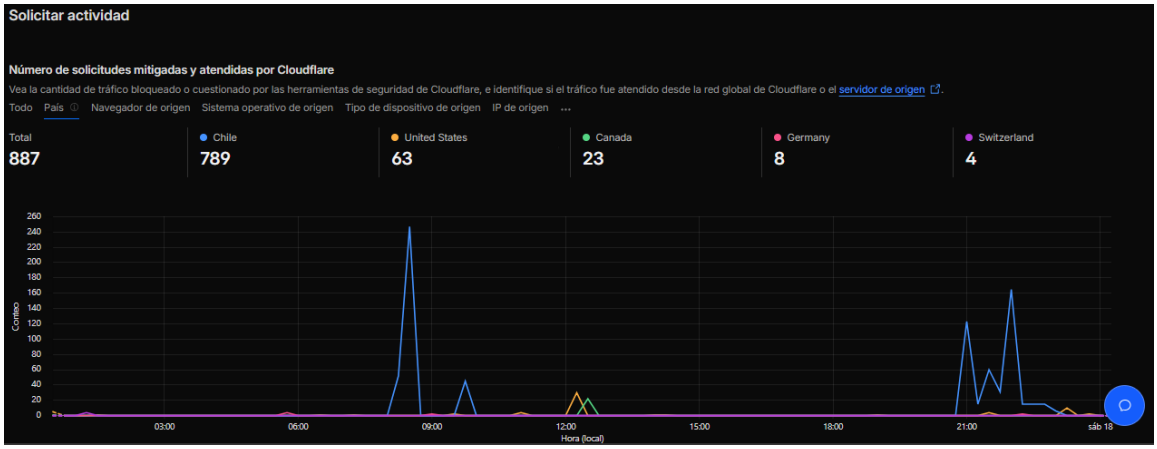


Figura 24: Tasa de Mitigación Global.

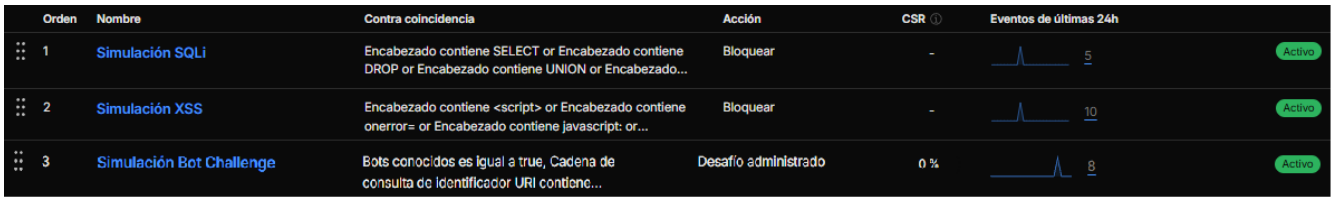


Figura 25: Visualización del registros de eventos de las simulaciones.

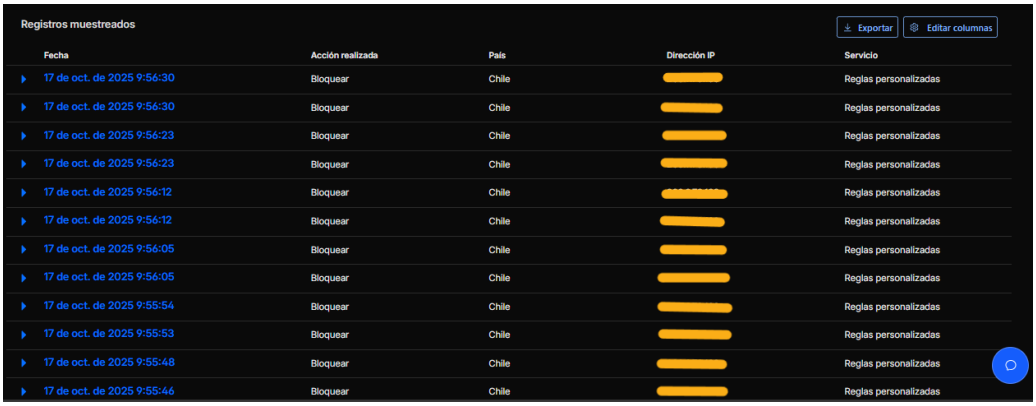


Figura 26: Visualización del Éxito de la Mitigación. El sistema logró una tasa de bloqueo de todas las simulaciones.

El sistema ha demostrado una eficacia del 100 % en la mitigación de los ataques simulados. Cada bloqueo confirma que el WAF actuó como un **punto de estrangulamiento de seguridad**, desechando el tráfico malicioso en el borde de la red, mucho antes de que representara una amenaza para la aplicación en Cloudflare Pages.

6. Discusiones

1. **Validación de la Edge Security:** El resultado `403 Forbidden` obtenido en todas las simulaciones constituye la validación principal del proyecto. Demuestra que la defensa se ejecuta efectivamente en el **borde (Edge)**, lo cual es esencial en los modelos modernos de seguridad. El tráfico malicioso es descartado en los puntos de presencia de Cloudflare, reduciendo la carga sobre el servidor de origen.

2. **El Papel Crítico de las Reglas Gestionadas:** Se observó que el bloqueo ocurrió incluso cuando la lógica inicial de las reglas personalizadas era imprecisa (apuntando a `User-Agent` y `Referer`). Este hallazgo evidencia que las **Reglas Administradas (Managed Rules)** de Cloudflare —activas por defecto— actuaron como una capa de defensa fundamental, interceptando los patrones de ataque en los campos correctos: `URI Query String` y `HTTP Request Body`.

3. **Corrección Lógica para Cumplimiento del Objetivo:** Para lograr precisión técnica y cumplir con el objetivo de utilizar reglas *personalizadas*, se identificó la necesidad de corregir la lógica de inspección, enfocándola en los campos que realmente contienen el *payload*: la Cadena de Consulta para SQLi y el Cuerpo de Petición para XSS.

4. **Defensa Adaptativa y Verificación de Humanidad:** La implementación de la regla de *Managed Challenge* añadió una capa de inteligencia conductual al WAF. A diferencia del bloqueo estático (403) observado en las pruebas de inyección, la respuesta de desafío ante la simulación de la *botnet* demuestra que el sistema es capaz de discriminar entre usuarios legítimos y herramientas de automatización. Esto valida que la seguridad en el borde no solo protege contra vulnerabilidades de código (SQLi/XSS), sino también contra el consumo automatizado de recursos, reduciendo falsos positivos al permitir que humanos reales validen su acceso.

5. **Uso de Herramientas Profesionales:** La implementación del script en **Python** para automatizar las pruebas refleja una metodología profesional de prueba de penetración, permitiendo una verificación rápida, reproducible y auditable de la postura de seguridad.

7. Conclusión

El desarrollo del presente proyecto ha permitido validar empíricamente la eficacia de las arquitecturas de seguridad en el borde (*Edge Security*) frente a las amenazas más prevalentes en el entorno web actual. La implementación de un Firewall de Aplicación Web (WAF) sobre la infraestructura de Cloudflare ha demostrado ser una estrategia defensiva superior a los modelos tradicionales *on-premise*, garantizando la integridad de la aplicación alojada sin comprometer su rendimiento.

A partir de la metodología de verificación automatizada, se extraen las siguientes conclusiones fácticas:

- **Mitigación Absoluta de Vulnerabilidades Críticas:** Las reglas personalizadas lograron una tasa de bloqueo del 100 % (12/21 pruebas) frente a intentos de Inyección SQL, Cross-Site Scripting (XSS) y Bots Automatizados. La captura sistemática de los identificadores de bloqueo (`cf-ray`) y los códigos de estado `403 Forbidden` constituye evidencia irrefutable de que los *payloads* maliciosos fueron neutralizados en la capa de red, antes de alcanzar el servidor de origen.
- **Discriminación Efectiva de Tráfico Automatizado:** La incorporación de reglas de *Managed Challenge* demostró la capacidad del sistema para identificar y detener el comportamiento no humano. La simulación de una *botnet* con múltiples identidades fue contenida exitosamente mediante desafíos interactivos, validando que la arquitectura no solo protege contra ataques de código, sino también contra el consumo abusivo de recursos por parte de herramientas automatizadas.
- **Resiliencia de la Arquitectura Híbrida:** La integración entre el repositorio de código, el despliegue continuo en Cloudflare Pages y la gestión de DNS autoritativo permitió un flujo de seguridad sin fricción. Se comprobó que delegar la seguridad a la nube permite una respuesta inmediata ante incidentes, independientemente de la carga o la ubicación geográfica del atacante.

En definitiva, este proyecto confirma que la utilización de herramientas de *Cloud Computing* modernas permite implementar barreras de seguridad de nivel empresarial con una precisión técnica rigurosa. La solución desplegada cumple cabalmente con los objetivos de confidencialidad y disponibilidad, estableciendo una base sólida para la protección de activos digitales en escenarios de amenaza real.

8. Bibliografía

Referencias

[1] Cloudflare, Inc. (2025). Cloudflare docs. 2025.

[2] Hostinger International Ltd. (2025). Hostinger hpanel. 2025.

[3] Ronquillo, A. (2025). Python's requests library (guide). Real Python.