



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo de un recorrido virtual interactivo 3D para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo

Bloque A:

Mejía Palacios Jordy Paul

Quizhpe Cuzme Alexander Miguel

Bloque B:

Galarza Jaramillo John Fernando

Pantoja Chávez Andrés David





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

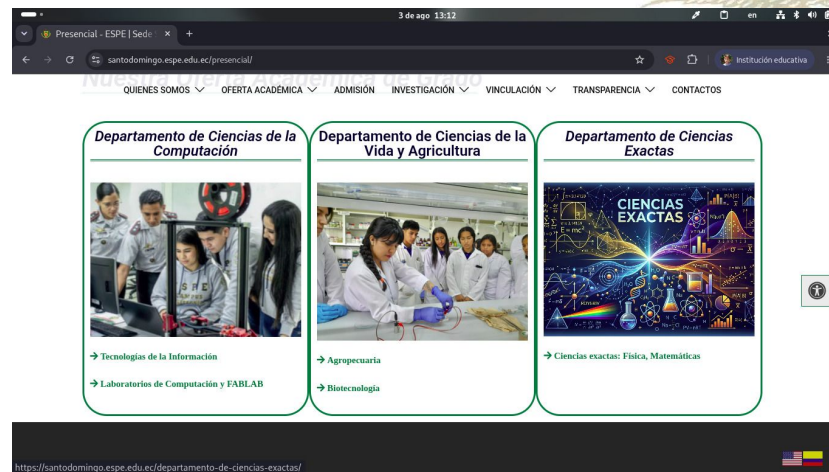
- Problemática
- Preguntas de Investigación
- Objetivos
- Justificación
- Tecnologías utilizadas
- Enfoque de investigación
- Metodología Scrum
- Arquitectura del sistema
- Adaptación de los modelos 3D
- Funcionalidades desarrolladas
- Comparación de carga inicial
- Resultados de rendimiento
- Resultados de accesibilidad
- Resultados de usabilidad
- Conclusiones
- Recomendaciones



Problemática



Actualmente, el sitio web institucional de la ESPE sede Santo Domingo presenta información estática sobre la infraestructura universitaria, sin ofrecer una herramienta web interactiva que permita recorrer y explorar virtualmente sus instalaciones.



Preguntas de investigación



¿Qué tecnologías web y herramientas de modelado 3D son más adecuadas para desarrollar un recorrido virtual interactivo del Bloque A y B de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo?



¿Cómo afecta la optimización de los modelos 3D al rendimiento del recorrido virtual interactivo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo?



¿Cuál es el nivel de accesibilidad y usabilidad del recorrido virtual interactivo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo?

Objetivo General



Desarrollar un recorrido virtual interactivo del Bloque A y B de la Universidad de las Fuerzas Armadas Sede Santo Domingo, mediante el uso de modelado 3D y Babylon.js como tecnología web, con la finalidad de proporcionar un medio de difusión desde entornos web.

Objetivos Específicos



Adaptar los espacios y objetos tridimensionales empleando Blender, para su integración en una aplicación web interactiva.



Desarrollar el recorrido utilizando Babylon.js, para que los usuarios puedan explorar las instalaciones universitarias, moverse por el entorno e interactuar con los espacios en tiempo real.



Evaluar el rendimiento, la usabilidad y la accesibilidad del recorrido virtual mediante pruebas técnicas y funcionales, en el marco de su aplicación como herramienta de apoyo a la difusión institucional de la ESPE Santo Domingo.

Justificación

Institucional: Fortalece la difusión de la infraestructura de la ESPE mediante una herramienta web innovadora e interactiva.



Tecnológica: Implementa tecnologías Web3D modernas para ofrecer una experiencia inmersiva desde el navegador, sin instalar software adicional.

Social: Permite que aspirantes, visitantes y la comunidad conozcan las instalaciones de forma remota, ampliando el acceso a la información del campus.

Tecnologías Utilizadas



Blender

Software libre
usado para la
creación de
contenido 3D.



GLB

Formato
binario para
modelos 3D
optimizados.



Babylon.js

Motor gráfico
para
desarrollar
aplicaciones
3D.



WebGL

API para
gráficos 3D
en
navegadores.



WebXR

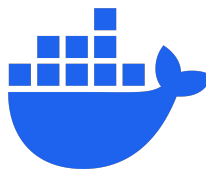
Ejecuta
realidad virtual
directo en el
navegador

Tecnologías Utilizadas



Cloudflare R2

Servicio de
almacenamiento
o distribuido.



Docker

Empaqueta
aplicaciones y
dependencias.



Github Actions

Automatiza
pruebas,
compilación y
despliegue
continuo.



Estándares y criterios de evaluación

Accesibilidad Web (WCAG)

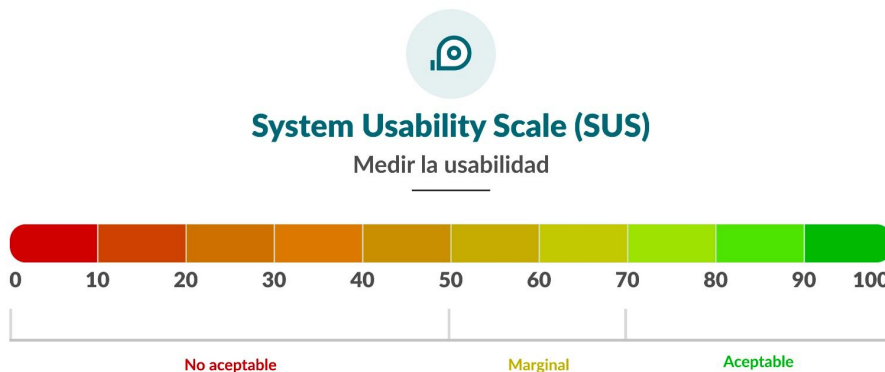
Conjunto de directrices internacionales desarrolladas por el W3C que orientan el diseño de aplicaciones web accesibles. Estas pautas se fundamentan en cuatro principios: Perceptible, Operable, Comprensible y Robusto (POUR), permitiendo mejorar la experiencia de uso para la mayor cantidad posible de usuarios.



Estándares y criterios de evaluación

System Usability Scale (SUS)

Cuestionario estandarizado de diez preguntas, basado en una escala Likert de cinco niveles, utilizado para medir la usabilidad percibida de sistemas interactivos. Su resultado se expresa en una puntuación entre 0 y 100.



Enfoque de investigación

Componente cuantitativo:

- Evaluación técnica del sistema.
- Indicadores: rendimiento, usabilidad (SUS) y accesibilidad.

Componente cualitativo:

- Entrevista informal
- Evaluación de la primera versión del recorrido virtual

Tipo de investigación



TIPO

Descriptiva



DISEÑO

No experimental



CORTE

Transversal



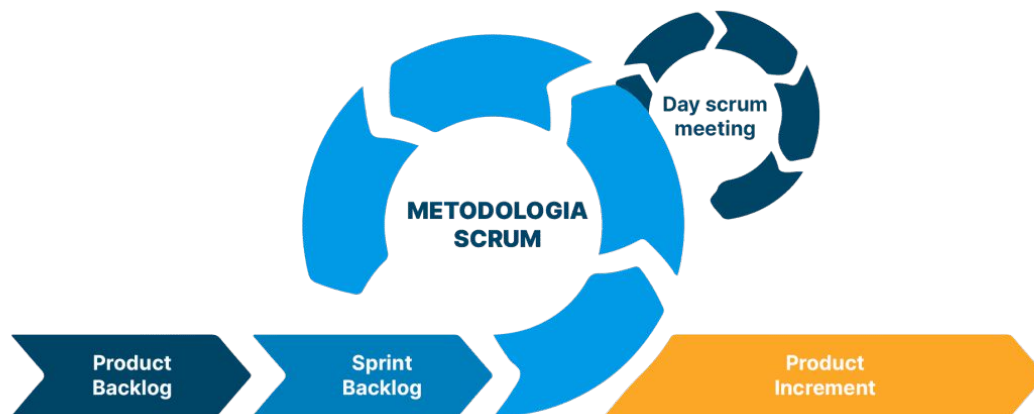
FUENTES

Documental y de campo



Metodología Scrum

- Iterativo e incremental mediante Sprints.
- Planificación continua y validación periódica de avances



Metodología Scrum - Roles

Equipo Bloque A

Rol	Integrante
Product Owner	Ing. Christian Coronel
Scrum Master	Ing. Christian Coronel
Developer 1	Alexander Quizhpe
Developer 2	Jordy Mejia

Equipo Bloque B

Rol	Integrante
Product Owner	Ing. Andrea Lopez
Scrum Master	Ing. Andrea Lopez
Developer 1	Andres Pantoja
Developer 2	John Galarza

Requerimientos funcionales

Visualización web

Puntos interactivos

Navegación 3D

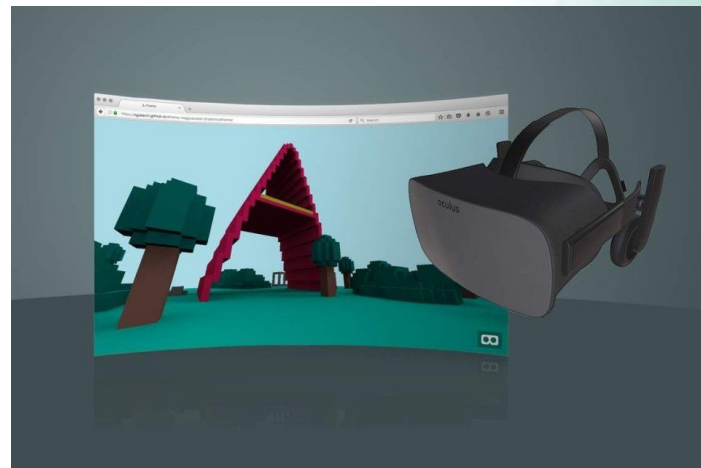
Pantalla de Carga

Modelos 3D

Mini mapa

Fotos 360

WebXR



Requerimientos no funcionales

Rendimiento

Mantenibilidad

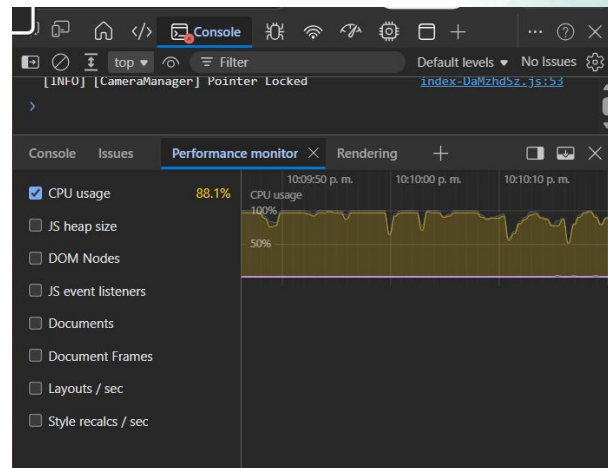
Compatibilidad

Disponibilidad

Accesibilidad

Usabilidad

Escalabilidad



Metodología Scrum - Product Backlog

25 actividades agrupadas

Fase	Actividades principales
Configuración	GitHub, Docker, CI/CD
Modelado 3D	Optimización en Blender y exportación GLB
Desarrollo	Babylon.js, navegación, colisiones, iluminación
Funcionalidades	Mini mapa, puntos interactivos, multimedia, pantalla de carga
Optimización	Cloudflare, compatibilidad WebXR, arquitectura de software
Pruebas y documentación	Testing, usabilidad, documentación

Metodología Scrum - Sprint Equipo A

Sprint	Descripción
Sprint 1	Configuración de versionamiento y despliegue.
Sprint 2	Configuración de escena e integración de modelos GLB
Sprint 3	Navegación tridimensional. físicas y colisiones.
Sprint 4	CI/CD, puntos de interacción.
Sprint 5	Desarrollo de mini mapa, captura de fotografías 360.
Sprint 6	Compatibilidad WebXR, Cloudflare R2
Sprint 7	Compatibilidad de navegadores, organización código.
Sprint 8	Compatibilidad diferentes dispositivos, pruebas, README.md



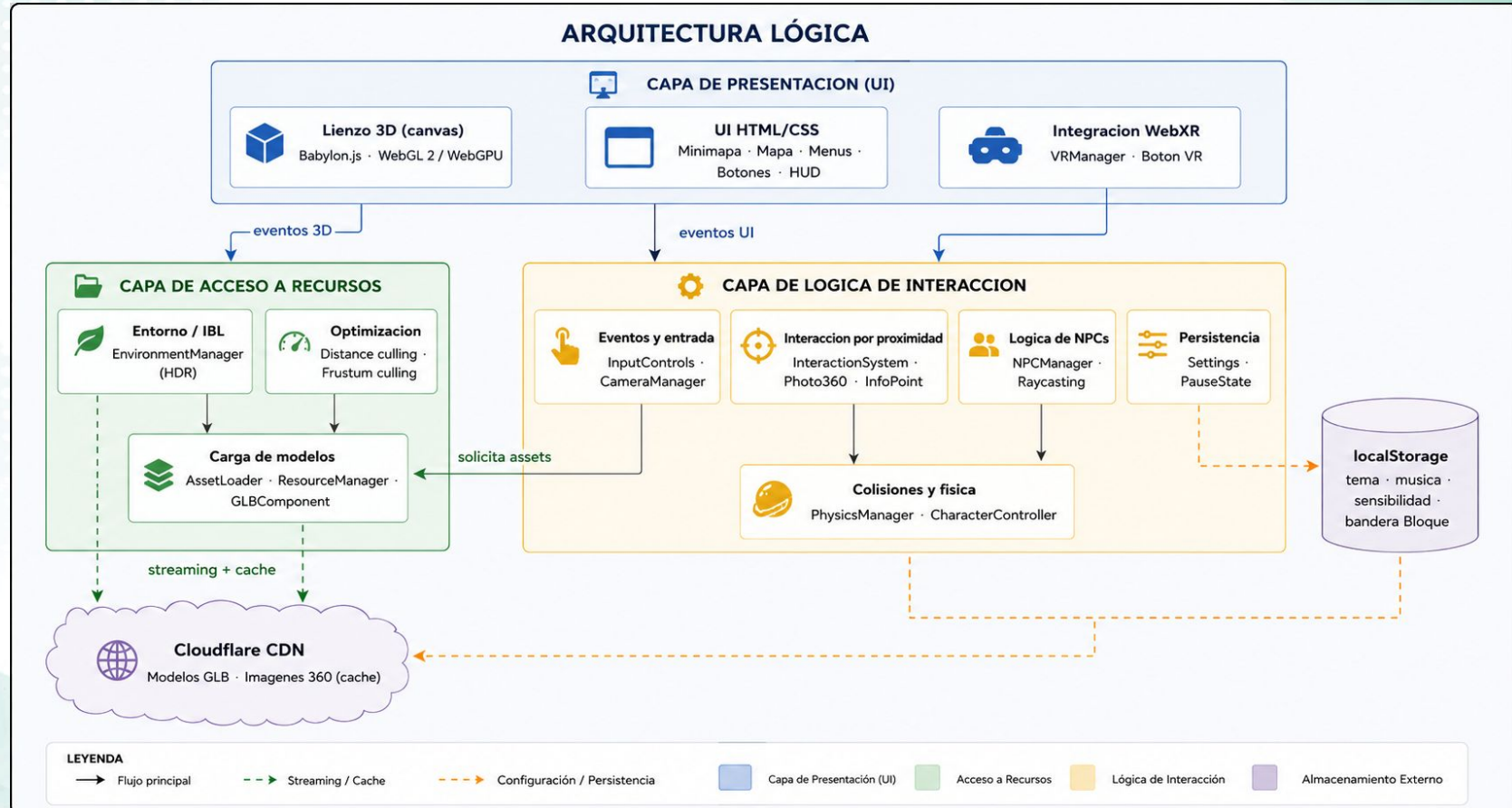
Metodología Scrum - Sprint Equipo B

Sprint	Descripción
Sprint 1	Configuración de versionamiento y montaje de escena
Sprint 2	Controles de navegación, integración de GLB
Sprint 3	Puntos interactivos, minimapa, incorporación de imágenes
Sprint 4	Integración Cloudflare R2
Sprint 5	CI/CD, compatibilidad WebXR, organización código
Sprint 6	Compatibilidad navegadores, diferentes dispositivos, pruebas, README.md



Arquitectura del sistema

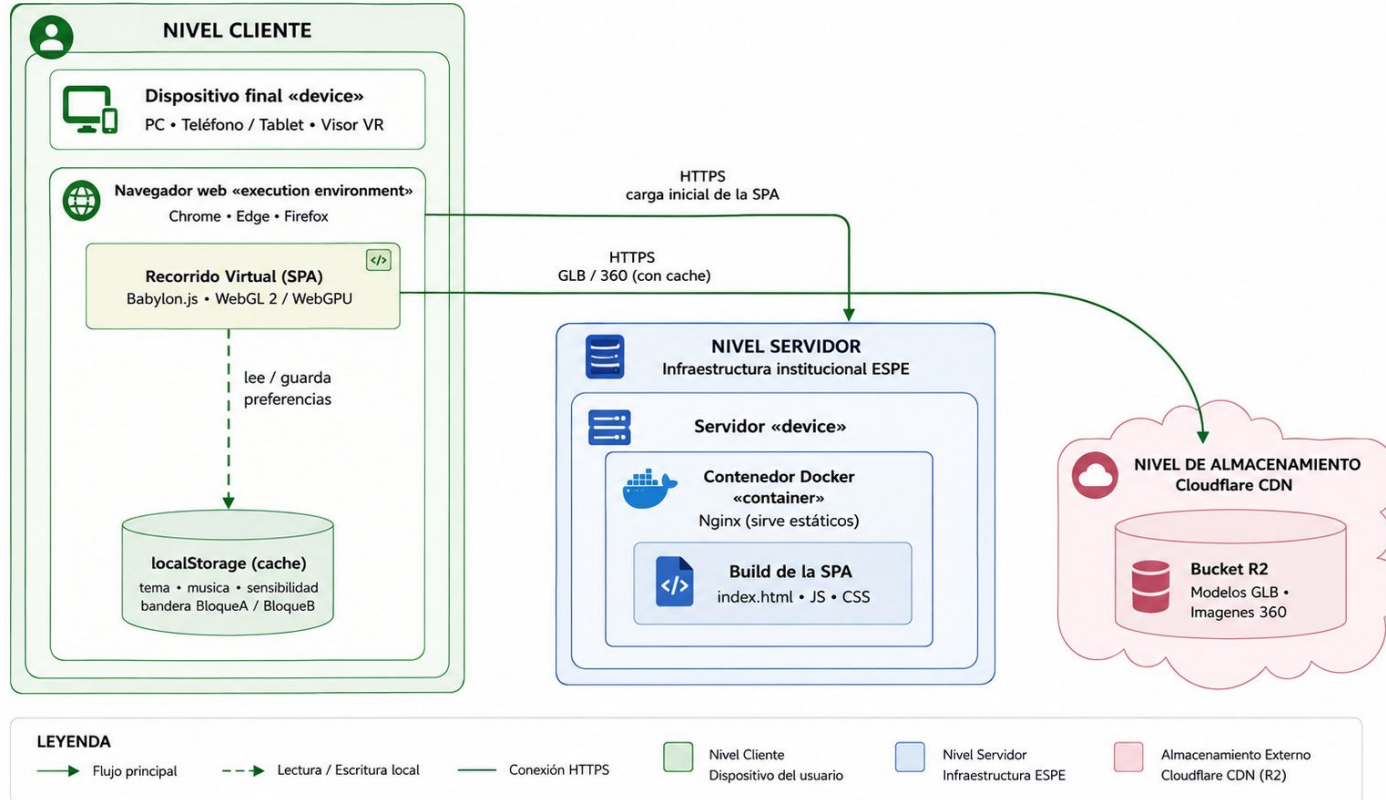
- Arquitectura Lógica



Arquitectura del sistema

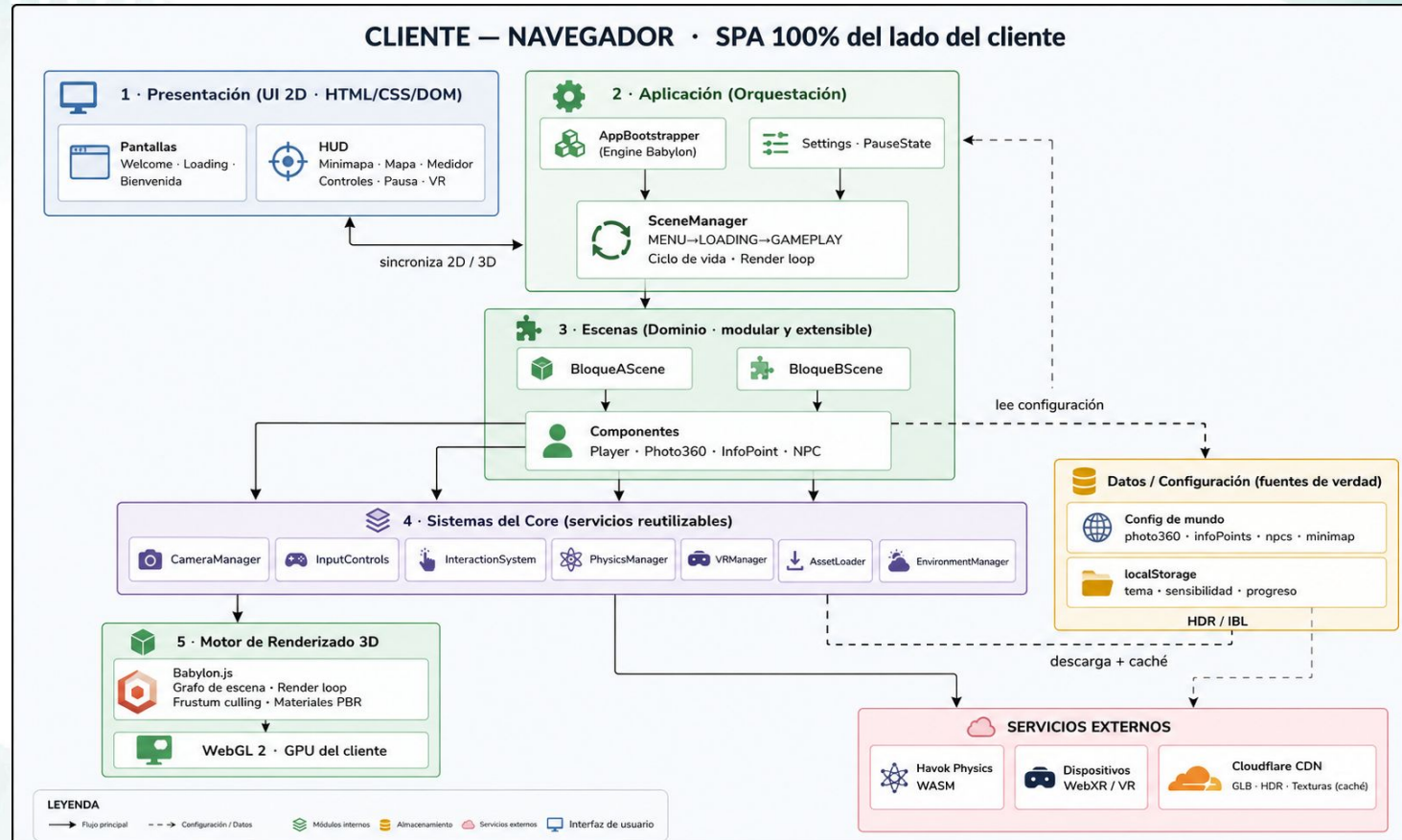
- Arquitectura Física

ARQUITECTURA FÍSICA — DIAGRAMA DE DESPLIEGUE (3 NIVELES)



Arquitectura del sistema

- Arquitectura del software en general

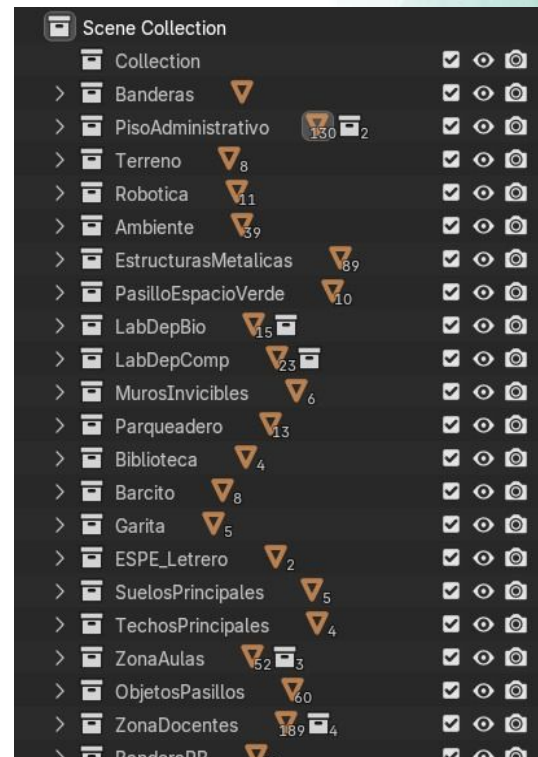
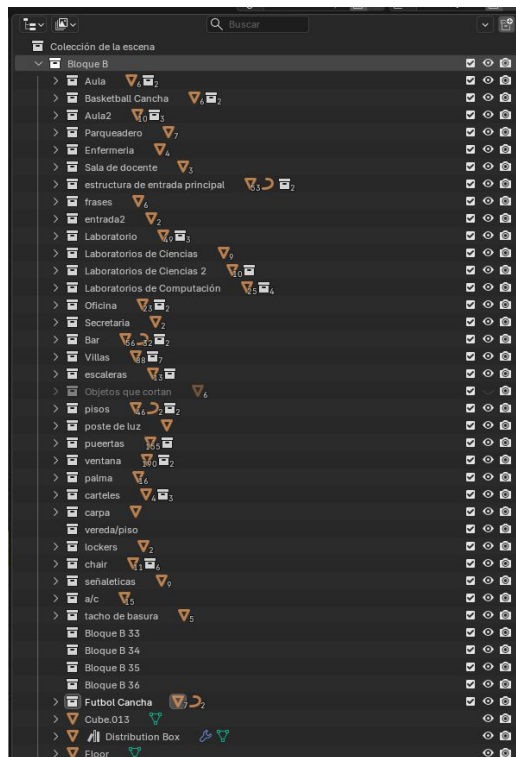
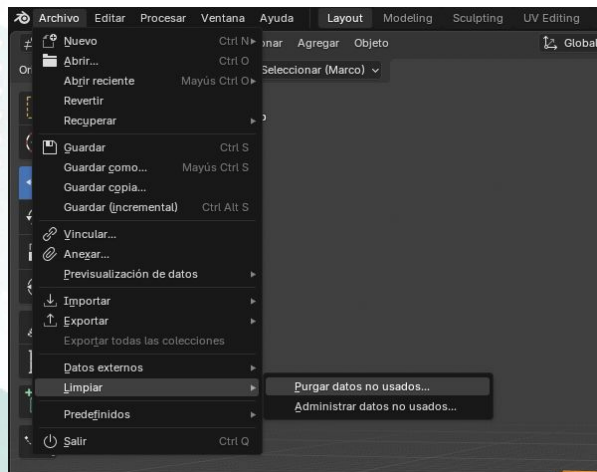


Adaptación de los modelos 3D

Eliminación de archivos
innecesarios



Optimización

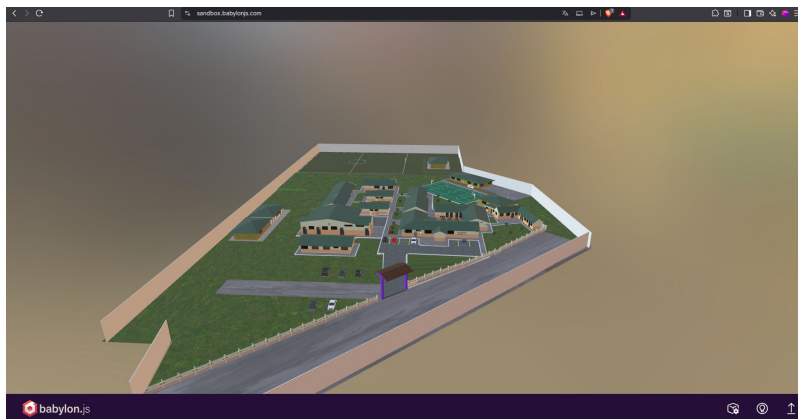
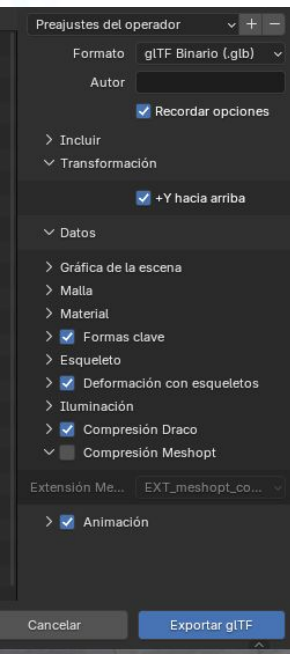


Adaptación de los modelos 3D

Compresión



Verificación



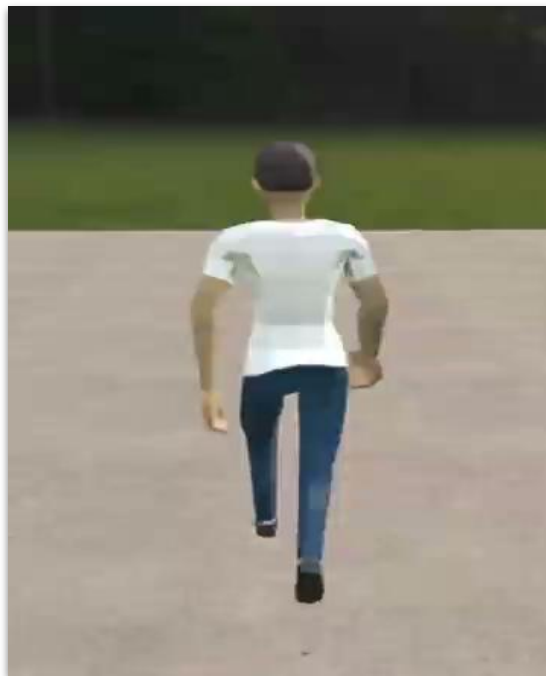
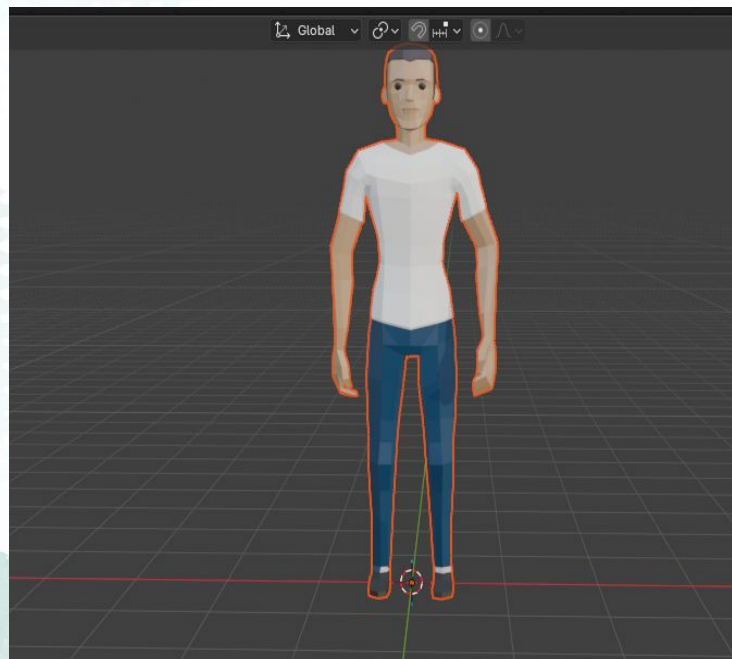
Nombre	Propietario	Fecha de modificación ↑	Tamaño del
 BloqueB_Antiguo_SinDraco.glb 	 yo	29 jul yo	183.8 MB
 bloqueB_V2.0_ConDraco.glb 	 yo	12:41 a.m. yo	19.6 MB

Funcionalidades desarrolladas

Personaje



Controles



Funcionalidades desarrolladas

Primera persona



Tercera persona



Funcionalidades desarrolladas



Colisiones



Límites



Funcionalidades desarrolladas

Puntos de interés



NPC · ESPE

Cancha de Basket

PUNTO DE INTERÉS

Esta cancha es escenario de campeonatos y actividades deportivas que reúnen a estudiantes, docentes y personal de la universidad. Más que un espacio para competir, promueve el trabajo en equipo, el compañerismo y el espíritu que caracteriza a la comunidad ESPE.

 PARA SALIR

ENTENDIDO ✓

Funcionalidades desarrolladas

Puntos 360



Funcionalidades desarrolladas

Minimapa



Mapa expandido



Funcionalidades desarrolladas

Sistema de Misiones



Funcionalidades desarrolladas

Gamificación



Exploración Libre

El usuario navega libremente por el campus 3D.

Descubrimiento de POI / Foto 360°

El usuario encuentra puntos de interés (POI) y visualiza contenido en 360°.

Registro de Mision Completada

El sistema registra la misión como completada.

Difusión informativa efectiva

La información llega de forma atractiva y efectiva al usuario.

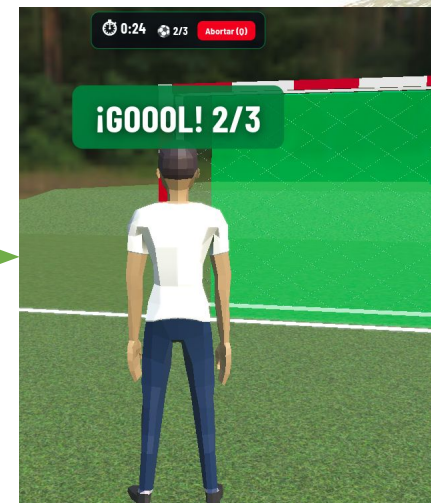
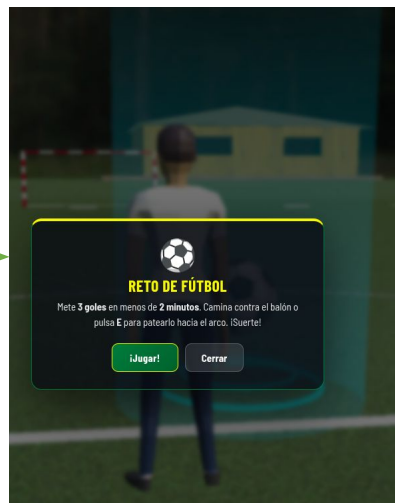
Visualización de Progreso

El usuario puede ver su progreso y las misiones completadas.



Funcionalidades desarrolladas

Minijuego Futbol

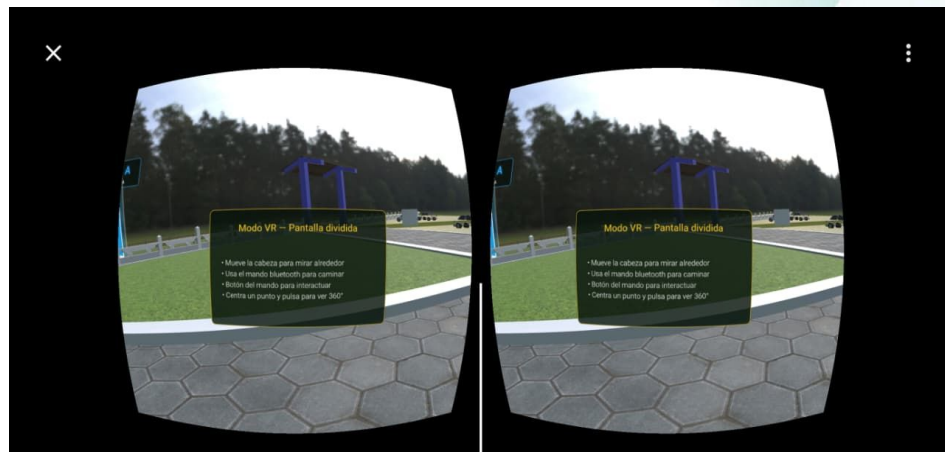


Funcionalidades desarrolladas

Ejecución en móvil



Modo estereoscópico en
móvil

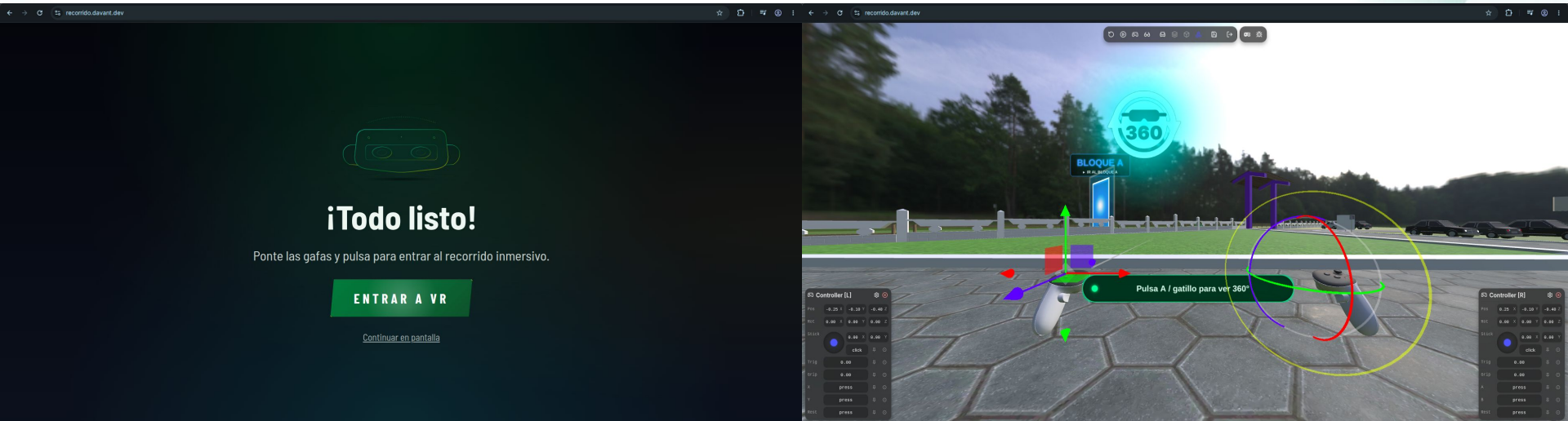


Funcionalidades desarrolladas

WebXR



Gafas VR



Comparación de carga inicial

- Google PageSpeed Insights



Rendimiento

Los valores son estimaciones y pueden variar. La [puntuación del rendimiento se calcula](#) directamente a partir de estas métricas. [Ver calculadora.](#)

▲ 0-49 ■ 50-89 ● 90-100

MÉTRICAS

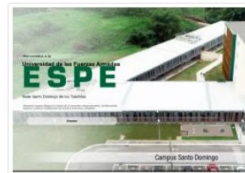
■ First Contentful Paint
1,0 s

▲ Total Blocking Time
19.170 ms

▲ Speed Index
8,9 s

▲ Renderizado del mayor elemento con contenido
53,5 s

● Cambios de diseño acumulados
0.002



[Ampliar vista](#)



Rendimiento

Los valores son estimaciones y pueden variar. La [puntuación del rendimiento se calcula](#) directamente a partir de estas métricas. [Ver calculadora.](#)

▲ 0-49 ■ 50-89 ● 90-100

MÉTRICAS

● First Contentful Paint
0,9 s

▲ Total Blocking Time
360 ms

▲ Speed Index
2,7 s

▲ Renderizado del mayor elemento con contenido
3,3 s

● Cambios de diseño acumulados
0.003



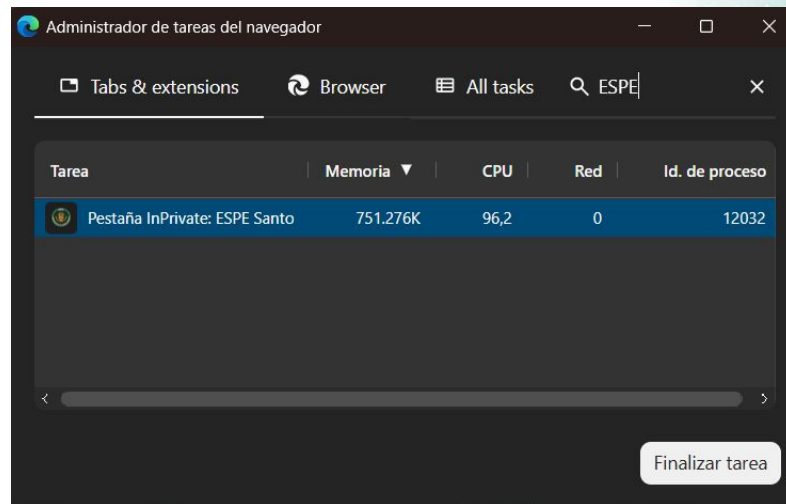
[Ampliar vista](#)

Resultados de rendimiento

Máquinas usadas:

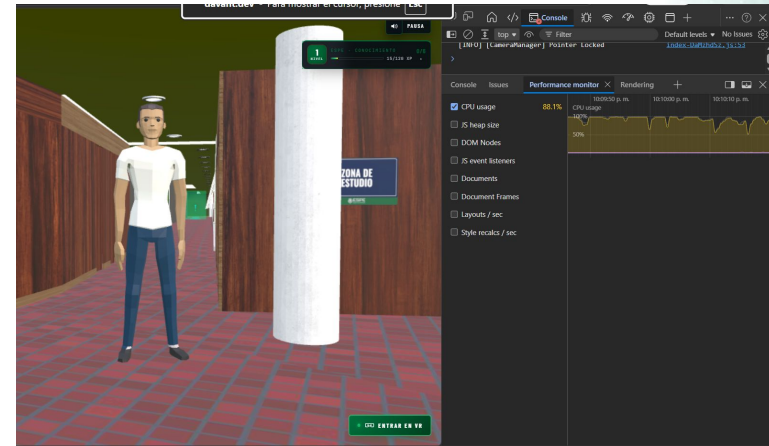
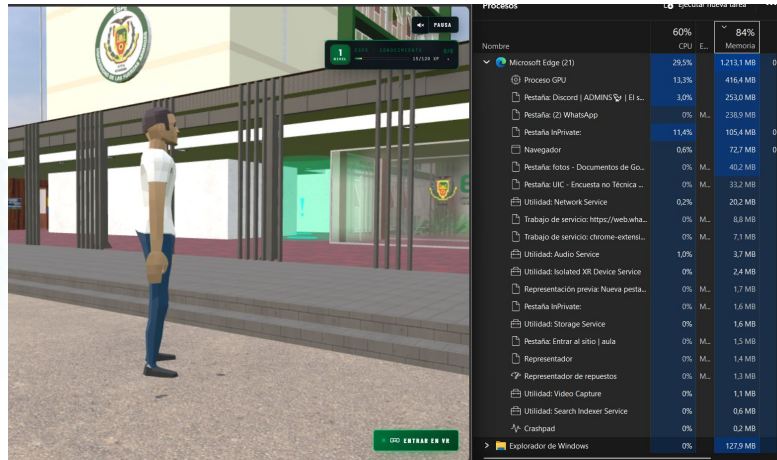
Máquina	Procesador	Gráfica	RAM
1	● Intel Core i7 - 11va Gen	Intel Iris Xe	8GB
2	● Intel Core i5 - 12va Gen	Nvidia RTX 3060	32GB
3	● Intel Core i5 - 11va Gen	Nvidia GTX 1650	16GB
4	● Intel Celeron N4020	Intel UHD Graphics 600	4GB

FPS, CPU, RAM, VRAM



Resultados de rendimiento

Herramientas usadas:



Resultados de rendimiento

- Bloque A

Equipo	Implementación	FPS	CPU (%)	RAM (MB)	GPU / VRAM (MB)
Máquina 1	Three.js (trabajos previos)	60	64	1436.45	750.9
	Babylon.js	42.6	88.1	751.27	416.4
Máquina 2	Three.js (trabajos previos)	180	96	1279.20	637.0
	Babylon.js	180	98	682.62	515.2
Máquina 3	Three.js (trabajos previos)	93	98.3	1349.00	1831.1
	Babylon.js	52	83.8	757.00	1513.4
Máquina 4	Three.js (trabajos previos)	24	35	1598.72	1440.1
	Babylon.js	13	53	987.25	1327.2

Menor tasa de FPS, mayor funcionalidad y menor consumo.

Resultados de rendimiento

- Bloque B

Equipo	Implementación	FPS	CPU (%)	RAM (MB)	GPU / VRAM (MB)
Máquina 1	Three.js (Versión anterior)	49	98.0	1498.07	666.5
	Babylon.js (Propuesta actual)	34	62.0	1000.68	1107.4
Máquina 2	Three.js (Versión anterior)	180	98.0	1738.40	668.7
	Babylon.js (Propuesta actual)	180	97.0	1237.40	549.4
Máquina 3	Three.js (Versión anterior)	48	98.5	1527.14	3254.2
	Babylon.js (Propuesta actual)	54	62.0	1083.60	2662.0
Máquina 4	Three.js (Versión anterior)	20	48.0	1765.02	1620.1
	Babylon.js (Propuesta actual)	9	45.0	1424.77	2574.1

Menor tasa de FPS, mayor funcionalidad y menor consumo.

Resultados de accesibilidad

- WAI (Web Accessibility Initiative)
- WCAG 2

Pauta principal	Criterio considerado	Cumplimiento
Perceptible	Proporcionar alternativas textuales para contenido no textual.	No aplica
	Proporcionar subtítulos y otras alternativas para contenido multimedia.	No aplica
	Presentar el contenido de diferentes formas sin pérdida de información.	Parcial
	Facilitar que los usuarios puedan ver el contenido.	Cumple



Resultados de accesibilidad

Pauta principal	Criterio considerado	Cumplimiento
Operable	Proporcionar acceso a las funcionalidades mediante el teclado.	Cumple
	Conceder tiempo suficiente para leer y utilizar el contenido.	Cumple
	Evitar contenido que pueda provocar convulsiones o reacciones físicas.	Cumple
	Facilitar la navegación y localización del contenido.	Cumple
	Proporcionar métodos de entrada diferentes al teclado.	Cumple

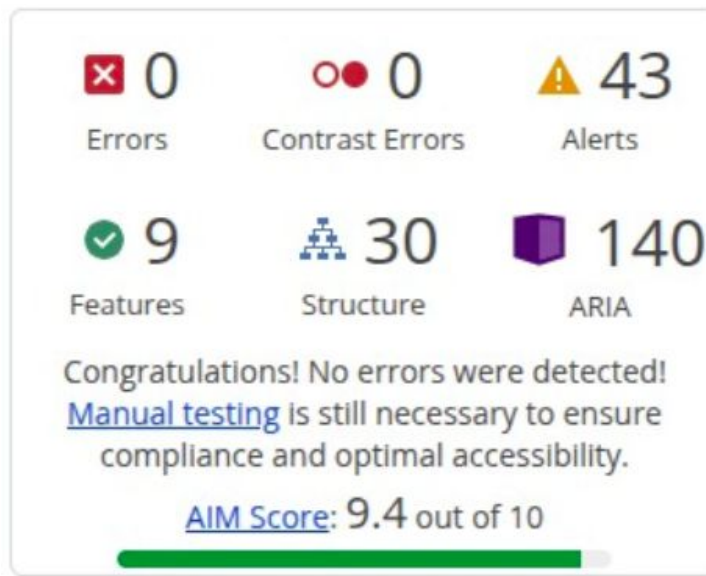


Resultados de accesibilidad

Pauta principal	Criterio considerado	Cumplimiento
Comprensible	Proporcionar texto legible y comprensible.	Cumple
	Mantener una apariencia y funcionamiento predecibles.	Cumple
	Ayudar a prevenir errores de interacción.	Cumple
Robusto	Maximizar la compatibilidad con herramientas y tecnologías actuales y futuras.	Cumple

Resultados de accesibilidad

- WAVE
- AIM Score: 9,4/10



Resultados de usabilidad

- Participantes: 105
- SUS Score: 83,48/100
- Referencia: 68
- Categoría: A



Grade



SUS Score



Documentación del Proyecto

- Diseño
- Operación



Monitoreo (Extra)

- Datos
- Sesiones



Video Recorrido



ESPE



Conclusiones

1

Blender permitió optimizar los modelos 3D para su integración en entornos Web3D, conservando la calidad visual y reduciendo el consumo de recursos.

2

Babylon.js facilitó el desarrollo de un recorrido virtual interactivo, modular y compatible con navegadores, dispositivos móviles y tecnologías WebXR.

3

La evaluación técnica evidenció menor consumo de memoria frente a Three.js, con una reducción de FPS debido a la incorporación de nuevos elementos.

4

La evaluación de calidad obtuvo 9.4/10 en WAVE y 83.48 puntos en SUS, confirmando una alta accesibilidad y excelente percepción de usabilidad.

Recomendaciones

1

Ampliar el recorrido hacia otros bloques del campus.

2

Fortalecer la accesibilidad.

3

Continuar optimizando la carga inicial.

4

Integrar servicios y contenidos institucionales.

5

Evaluar futuras tecnologías

**Gracias por
su atención.**

