



**Análisis de seguridad carcelaria externa para el Grupo de Monitoreo y Reconocimiento
Electrónico (GMREC) mediante el uso de herramientas geoinformáticas y su
visualización mediante realidad mixta.**

Ramos Noroña, David Israel y Sánchez Changuán, María José

Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Geoespacial

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Geoespacial

Ing. Padilla Almeida Oswaldo Vinicio PhD

10 de marzo de 2023

Herramienta de similitud de contenidos



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

MIC_RAMOS_SANCHEZ



OSWALDO VINICIO
PADILLA ALMEIDA

9% Similitudes

10% Texto entre comillas
2% similitudes entre comillas

0% Idioma no reconocido

Nombre del documento: MIC_RAMOS_SANCHEZ.pdf
ID del documento: 2ab6ccbada5db15cf13616c51688300b039488f55
Tamaño del documento original: 9,24 Mo

Depositante: WILSON OSWALDO JÁCOME ENRÍQUEZ
Fecha de depósito: 27/2/2023
Tipo de carga: Interface
fecha de fin de análisis: 27/2/2023

Número de palabras: 16.334
Número de caracteres: 120.405

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes

Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 www.metashape-la.com MetaShape <small>https://www.metashape-la.com/ 6 fuentes similares</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (128 palabras)
2	 av3aerovisual.com ¿Qué es y para qué sirve la fotogrametría? AV3 AEROVISUAL <small>https://av3aerovisual.com/que-es-y-para-que-sirve-la-fotogrametria/#:~:text=La fotogrametria moderna...</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (107 palabras)
3	 www.edrobotics.com Realidad Virtual, ¿qué es y para qué sirve? 9 Aplicaciones <small>https://www.edrobotics.com/blog/realidad-virtual-que-es/#:~:text=¿Qué es la realidad virtual? La Real...</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (116 palabras)
4	 www.telematica.com.pe ¿Qué es GIS? - Sistema de Información Geográfica <small>https://www.telematica.com.pe/plataforma/que-es-gis/</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (102 palabras)
5	 aradoc.uva.es Realidad aumentada para la visualización e interacción con objetos ... <small>https://aradoc.uva.es/handle/10324/47964</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (89 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 repositorio.espe.edu.ec Simulación de inundaciones producidas por fenómenos n... <small>http://repositorio.espe.edu.ec/8080/bitstream/21000/27702/5/T-ESPE-018163.pdf.txt</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (32 palabras)
2	 Documento de otro usuario #711743 <small>El documento proviene de otro grupo</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (20 palabras)
3	 Documento de otro usuario #322bac <small>El documento proviene de otro grupo</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (15 palabras)
4	 doi.org Análisis del cumplimiento de las atribuciones del organismo técnico encarg... <small>https://doi.org/10.56048/MQR20225.6.4.2022.205-248</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (20 palabras)
5	 inredh.org Crisis en el sistema penitenciario: de la raíz del problema al surgir de u... <small>https://inredh.org/crisis-en-el-sistema-penitenciario/</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (20 palabras)

Fuentes ignoradas

Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 hdl.handle.net La realidad virtual y la realidad aumentada en el proceso de market... <small>http://hdl.handle.net/10810/24010</small>	5%		Palabras idénticas : 5% (922 palabras)
2	 www.profesionalreview.com Qué es Blender, características y formatos <small>https://www.profesionalreview.com/2022/02/20/blender-que-es-y-para-que-se-utiliza/</small>	2%		Palabras idénticas : 2% (375 palabras)



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Geoespacial

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular, “**Análisis de seguridad carcelaria externa para el Grupo de Monitoreo y Reconocimiento Electrónico (GMREC) mediante el uso de herramientas geoinformáticas y su visualización mediante realidad mixta.**”, fue realizado por los estudiantes **Ramos Noroña, David Israel y Sánchez Changuán, María José**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido, por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 10 de marzo de 2023



Ing. Padilla Almeida Oswaldo Vinicio PhD

C. C. 1709776650



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Geoespacial

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Ramos Noroña, David Israel y Sánchez Changuán, María José**, con cédula de identidad n° 1718904350 y 0401441670, declaramos que el contenido, ideas y criterios de trabajo de Integración Curricular **"Análisis de seguridad carcelaria externa para el Grupo de Monitoreo y Reconocimiento Electrónico (GMREC) mediante el uso de herramientas geoinformáticas y su visualización mediante realidad mixta."** es de nuestra autoría y responsabilidad cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 10 de marzo de 2023

**Ramos Noroña,
David Israel**
C.C: 1718904350

**Sánchez Changuán,
María José**
C.C: 0401441670



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Geoespacial

Autorización de Publicación

Nosotros, **Ramos Noroña, David Israel y Sánchez Changuán, María José**, con cédula de identidad n° 1718904350 y 0401441670, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de Integración Curricular "**Análisis de seguridad carcelaria externa para el Grupo de Monitoreo y Reconocimiento Electrónico (GMREC) mediante el uso de herramientas geoinformáticas y su visualización mediante realidad mixta.**" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 10 de marzo de 2023

**Ramos Noroña,
David Israel**
C.C: 1718904350

**Sánchez Changuán,
María José**
C.C: 0401441670

Dedicatoria

Hijo, eres mi orgullo y mi gran motivación, gracias por la tolerancia y por cederme nuestro tiempo de juegos y diversión a cambio de horas de trabajo y estudio, a ti mi infinito amor y cariño.

Ramos Noroña David Israel

Dedicatoria

A mi esposo, mi hijo y mi familia, que han sido el principal apoyo en momentos de flaqueza y debilidad, ya que con sus consejos, enseñanzas y tolerancia me han brindado ese respaldo incondicional para cumplir esta etapa de mi vida.

Sánchez Changuán María José

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme dado una familia maravillosa, de la cual me siento muy orgulloso, quienes siempre creyeron en mí y me han dado ejemplo de superación y humildad.

Así mismo agradezco a mis docentes, quienes supieron guiarme no solo por el camino de la ciencia sino también el camino de la verdad con principios y valores.

Ramos Noroña David Israel

Agradecimiento

Agradezco primero a Dios por darme la sabiduría y fortaleza para alcanzar mis objetivos.

A las FF.AA por haberme permitido cursar una nueva carrera y con ella apoyar a las necesidades de la Institución.

A mis Docentes por su tiempo, conocimiento, experiencia y amistad.

Sánchez Changuán María José

Índice de contenidos

Herramienta de similitud de contenidos	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	2
Dedicatoria.....	3
Agradecimiento	4
Agradecimiento	5
Resumen	15
Abstract.....	16
Capítulo I Generalidades	17
Introducción.....	17
Antecedentes	17
Planteamiento del problema	20
Justificación e importancia.....	21
Área de estudio	22
Objetivos	23
<i>Objetivo General</i>	23
<i>Objetivos Específicos</i>	23
Capítulo II Marco Teórico	24
Tecnologías de Información Geográfica (TIG)	24
<i>Fotogrametría</i>	25
<i>Sistemas de Información Geográfica (SIG)</i>	27
Realidad Mixta.....	33

<i>Realidad virtual</i>	34
<i>Características de la Realidad Virtual</i>	38
<i>Tipos de Realidad Virtual</i>	38
<i>360 VR Experience</i>	39
<i>Realidad Aumentada</i>	40
<i>¿Cómo funciona la Realidad Aumentada?</i>	41
<i>Tipos de Realidad Aumentada</i>	43
<i>Niveles de la Realidad Aumentada</i>	44
Gestión de Riesgos	48
<i>Riesgo</i>	49
<i>Amenazas</i>	49
<i>Vulnerabilidades</i>	50
Seguridad Penitenciaria	51
<i>Seguridad física en el contexto penitenciario</i>	51
Capítulo III Proceso fotogramétrico, generación y visualización de escenarios virtuales	53
Metodología	53
<i>Recopilación de la información</i>	53
Reconstrucción de objetos de interés en SketchUp Pro	58
Generación modelo 3D	59
<i>Generación del MDE y modelo 3D de la zona de interés en CityEngine</i>	59
<i>Transformación del MDE a formato compatible de CityEngine a Blender en QGIS</i>	64
<i>Simulación de explosión en Blender</i>	65
Generación de Realidad Aumentada en Unity	76
Generación y visualización de la Realidad Virtual en Unity	89
Generación de Realidad virtual con 360 VR Experience	96
Generación de rutas más probables de fuga en ArcGIS	101

Capítulo IV Resultados	105
Realidad Mixta.....	106
Análisis de la seguridad externa del CPL - Los Ríos #2	110
<i>Informe de Inteligencia Militar del Ejército Ecuatoriano</i>	110
<i>Entrevista directora del CPL – Los Ríos #2</i>	111
<i>Análisis Físico</i>	112
<i>Accesibilidad</i>	113
<i>Control</i>	113
<i>Análisis de Rutas Óptimas</i>	114
Conclusiones	115
Recomendaciones	116
Bibliografía.....	117
Apéndices	120

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>¿Cómo funciona un SIG?</i>	28
Tabla 2	<i>Dispositivos empleados en la Realidad Virtual</i>	36
Tabla 3	<i>Niveles de la Realidad Virtual</i>	44
Tabla 4	<i>Fuentes de información utilizadas en el proyecto</i>	54
Tabla 5	<i>Software y hardware utilizados en el proyecto</i>	54

Índice de Figuras

Figura 1	<i>Ubicación geográfica CPL - LOS RÍOS #2 (Quevedo)</i>	22
Figura 2	<i>Fotogrametría aérea</i>	26
Figura 3	<i>Network Analyst – Análisis de redes</i>	30
Figura 4	<i>Entornos Urbanos</i>	31
Figura 5	<i>Creación y edición</i>	32
Figura 6	<i>Visualización 3D</i>	32
Figura 7	<i>Realidad Mixta</i>	34
Figura 8	<i>Tipos de gafas de realidad virtual</i>	37
Figura 9	<i>Proceso de la Realidad Aumentada</i>	42
Figura 10	<i>Actores del Sistema Nacional descentralizado de Gestión de Riesgos</i>	48
Figura 11	<i>Categorías de las Amenazas</i>	49
Figura 12	<i>Amenaza antrópica tecnológica: explosión</i>	50
Figura 13	<i>Nube de puntos CPL- Los Ríos #2</i>	53
Figura 14	<i>Modelo Cartográfico de procesamiento fotogramétrico</i>	55
Figura 15	<i>Procesamiento de la nube de puntos</i>	56
Figura 16	<i>Errores encontrados en la generación de la malla y texturas</i>	56
Figura 17	<i>Reclasificación de la nube de puntos y cortes de la zona de interés</i>	57
Figura 18	<i>Generación de la malla y texturas del muro externo</i>	57
Figura 19	<i>Reconstrucción del edificio principal de la cárcel de Quevedo</i>	58
Figura 20	<i>Reconstrucción del muro de la cárcel de Quevedo</i>	58
Figura 21	<i>Visualización de los objetos reconstruidos</i>	59
Figura 22	<i>Modelo cartográfico de la generación del MDE</i>	59
Figura 23	<i>Creación del proyecto y escena</i>	60

Figura 24	<i>Ubicación de la zona de estudio</i>	61
Figura 25	<i>Visualización del MDE de la zona de estudio</i>	61
Figura 26	<i>Asignación de reglas a las vías</i>	62
Figura 27	<i>Alineación de las vías con el terreno</i>	62
Figura 28	<i>Asignación de las reglas a las edificaciones</i>	63
Figura 29	<i>Visualización del modelo 3D con los objetos de interés</i>	63
Figura 30	<i>Metodología para transformar a un formato compatible con Blender</i>	64
Figura 31	<i>Creación de la capa ráster</i>	64
Figura 32	<i>Nuevo formato de la capa ráster compatible con Blender</i>	65
Figura 33	<i>Modelo cartográfico para generar la simulación en Blender</i>	66
Figura 34	<i>Activación del Plugin GIS</i>	67
Figura 35	<i>MDE con el formato compatible para Blender</i>	67
Figura 36	<i>Textura del MDE</i>	68
Figura 37	<i>Visualización del modelo 3D en Blender</i>	68
Figura 38	<i>Generación de la esfera para la simulación</i>	69
Figura 39	<i>Generación de las partículas para la explosión</i>	70
Figura 40	<i>Visualización de las partículas de humo</i>	70
Figura 41	<i>Visualización del dominio</i>	71
Figura 42	<i>Configuración de la esfera</i>	72
Figura 43	<i>Configuración de la esfera</i>	72
Figura 44	<i>Configuración del dominio</i>	73
Figura 45	<i>Configuración de salida</i>	74
Figura 46	<i>Visualización de la simulación</i>	74
Figura 47	<i>Visualización de la simulación en el modelo 3D</i>	75
Figura 48	<i>Exportación del modelo y la simulación en formato .FBX</i>	75
Figura 49	<i>Modelo cartográfico de la generación de la Realidad Aumentada en Unity</i>	76

Figura 50	<i>Descarga del paquete de Vuforia</i>	77
Figura 51	<i>Generación de la licencia de Vuforia</i>	78
Figura 52	<i>Añadir QR a Vuforia</i>	78
Figura 53	<i>Interfaz de Unity</i>	79
Figura 54	<i>Instalación del paquete de Vuforia</i>	79
Figura 55	<i>Cámara AR de Vuforia</i>	80
Figura 56	<i>Configuración de Vuforia</i>	80
Figura 57	<i>Configuración para añadir el QR</i>	81
Figura 58	<i>Configuración de Image Target - QR</i>	81
Figura 59	<i>Extracción de las texturas y materiales del modelo 3D</i>	82
Figura 60	<i>Visualización del modelo 3D</i>	82
Figura 61	<i>Creación del efecto de sistemas de partículas</i>	83
Figura 62	<i>Configuración del sistema de partículas</i>	83
Figura 63	<i>Configuración de los materiales del sistema de partículas</i>	84
Figura 64	<i>Textura del material fuego</i>	85
Figura 65	<i>Configuración de Particle System</i>	85
Figura 66	<i>Visualización del modelo 3D y la simulación de la explosión</i>	86
Figura 67	<i>Visualización de la herramienta Build Settings</i>	86
Figura 68	<i>Configuración de Player "Other Settings"</i>	87
Figura 69	<i>Configuración de Player "Identification"</i>	87
Figura 70	<i>Construcción de la APK</i>	88
Figura 71	<i>Procedimiento para la visualización del modelo en RA</i>	88
Figura 72	<i>Modelo Cartográfico para la generación de la Realidad Virtual</i>	89
Figura 73	<i>Procedimiento para crear un plano en Unity</i>	89
Figura 74	<i>Procedimiento para la instalación de SteamVR Plugin</i>	90
Figura 75	<i>Procedimiento para la instalación de SteamVR Plugin</i>	90

Figura 76	<i>Procedimiento para la instalación de SteamVR Plugin</i>	91
Figura 77	<i>Activación del Player</i>	91
Figura 78	<i>Configuración del Player</i>	92
Figura 79	<i>Script Show Controllers</i>	92
Figura 80	<i>Teleporting</i>	93
Figura 81	<i>Script Teleporting</i>	93
Figura 82	<i>Generación de los Teleportpoint</i>	94
Figura 83	<i>Generación de los Teleport_area</i>	95
Figura 84	<i>Visualización de Complemento Teleport_area</i>	95
Figura 85	<i>Configuración de los botones de los mandos</i>	96
Figura 86	<i>Script Player Controller</i>	96
Figura 87	<i>Generación de Bookmarks</i>	97
Figura 88	<i>Pasos para exportar en 360 VR Experience</i>	97
Figura 89	<i>Pasos para exportar en 360 VR Experience</i>	98
Figura 90	<i>Pasos para cargar el escenario en ArcGIS Online</i>	98
Figura 91	<i>360 VR Experience Package</i>	99
Figura 92	<i>Item Description</i>	99
Figura 93	<i>Sharing</i>	100
Figura 94	<i>Visualización en ArcGIS Online</i>	100
Figura 95	<i>Modelo Cartográfico de rutas óptimas</i>	101
Figura 96	<i>Tabla de atributos</i>	102
Figura 97	<i>Corrección de la topología</i>	102
Figura 98	<i>Herramienta Network Analyst</i>	103
Figura 99	<i>Propiedades de las rutas</i>	103
Figura 100	<i>Ruta más probable de fuga</i>	104
Figura 101	<i>Plataformas utilizadas en el proyecto</i>	105

Figura 102	<i>Modelo 3D del CPL- Los Ríos #2 en CityEngine</i>	<i>106</i>
Figura 103	<i>Modelo 3D del CPL - Los Ríos #2 en Unity</i>	<i>107</i>
Figura 104	<i>Visualización del modelo 3D y simulación en RA.</i>	<i>108</i>
Figura 105	<i>Visualización del modelo 3D en RV con gafas HTV Vive PRO</i>	<i>109</i>
Figura 106	<i>Visualización del Escenario 360 VR en ArcGIS Online.....</i>	<i>109</i>
Figura 107	<i>Posibles rutas de fuga.....</i>	<i>110</i>
Figura 108	<i>Organización de pabellones CPL- Los Ríos #2</i>	<i>111</i>

Resumen

Durante los últimos años el sistema penitenciario del Ecuador ha presentado una crisis con problemas estructurales, de hacinamiento y violencia dentro de los centros de rehabilitación social. Esta situación necesita de la intervención de las Fuerzas Armadas del Ecuador en apoyo a la Policía Nacional, es por eso que en el presente proyecto se ha realizado un análisis de la seguridad carcelaria externa del Centro de Rehabilitación Social Regional Centro Sur “CRS-Turi” con la ayuda de las tecnologías y los sistemas de información geográfica y su visualización en realidad mixta.

El desarrollo del proyecto se apoyó en el uso de las tecnologías de la información geográfica como es la fotogrametría para la obtención de los datos y los sistemas de información geográfica (TIG) para el modelamiento, correcciones y análisis pertinentes, además se incluyó tecnologías de vanguardia como es la visualización en realidad mixta que permite la interacción del usuario con el entorno digital con sistemas inmersivos y semi-inmersivos. Dando así una perspectiva más clara de los escenarios externos a los centros de rehabilitación social en estudio y con el apoyo del manual publicado por La Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito (UNODC), “Manual de SEGURIDAD DINÁMICA E INTELIGENCIA PENITENCIARIA”, se realizó el análisis de la seguridad externa de los establecimientos.

El uso de tecnologías de vanguardia ha permitido el análisis y posterior toma de decisiones en diferentes campos. En este proyecto se pudo aplicar los conocimientos al ámbito Militar, obteniendo insumos que facilitan el control, el mando y planificación de futuros escenarios, lo que permitiría la actualización de planes de contingencia y entrenamiento militar. Fomentar el uso de las nuevas tecnologías dentro del ámbito militar, en las operaciones y preparación del personal, para obtener un panorama más claro de la situación carcelaria, por lo cual es necesario ampliar el proyecto a los demás Centros Penitenciarios de interés en el país.

Palabras clave: crisis, análisis de seguridad externa, realidad mixta.

Abstract

In recent years, the Ecuadorian prison system has presented a crisis with structural problems, overcrowding and violence within the social rehabilitation centers. This situation requires the intervention of the Armed Forces of Ecuador in support of the National Police, so this project has an analysis of the external prison security of the Quevedo Social Rehabilitation Center and the Regional Central South "CRS-Turi" Social Rehabilitation Center with the help of technologies and geographic information systems and their visualization in mixed reality.

The development of the project was supported by the use of geographic information technologies such as photogrammetry to obtain data and geographic information systems for modeling, corrections and pertinent analysis, as well as cutting-edge technologies such as visualization in mixed reality that allows user interaction with the digital environment with immersive and semi-immersive systems. Thus, giving a clearer perspective of the external scenarios to the social rehabilitation centers under study and with the support of the manual published by the United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC), "Manual of DYNAMIC SECURITY AND PRISON INTELLIGENCE", the analysis of the external security of the establishments was carried out.

The use of cutting-edge technologies has allowed analysis and subsequent decision-making in different fields. In this project it was possible to apply the knowledge to the Military field, obtaining inputs that facilitate the control, command and planning of future scenarios, which would allow the updating of contingency plans and military training. Promote the use of new technologies within the military sphere, in the operations and preparation of personnel, to obtain a clearer picture of the prison situation, for which it is necessary to extend the project to other Penitentiary Centers of interest in the country.

Key words: crisis, external security analysis, mixed reality.

Capítulo I

Generalidades

El presente apartado se hace referencia a los antecedentes del sistema penitenciario del Ecuador, justificación e importancia, definición del problema, objetivos y metas que persigue el análisis de la seguridad carcelaria externa mediante el uso de técnicas geoinformáticas y su visualización utilizando realidad mixta.

Introducción

“Los hechos de violencia surgidos en los centros de privación de libertad en los últimos años han visibilizado la urgencia de acciones enfocadas en abordar los problemas estructurales que aquejan al Sistema Nacional de Rehabilitación Social del Ecuador” (SNAI, 2022)

“La sobrepoblación, hacinamiento y violencia en las cárceles son considerados fenómenos que se relacionan con la crisis que atraviesa la institución penitenciaria” (Núñez, 2006), por tanto, se ha visto la necesidad de la intervención de las Fuerzas Armadas (FF.AA) en apoyo a la Policía Nacional.

En el presente proyecto se realizará un análisis de la seguridad carcelaria externa con la ayuda de los sistemas y tecnologías de información geográfica y su visualización en realidad mixta.

Antecedentes

Como menciona Álvarez (2022) en su artículo:

La realidad del sistema penitenciario del Ecuador es alarmante, así como en otros países de América Latina siendo su principal problema la falta de organización y el hacinamiento de las personas privadas de libertad (PPL) en una infraestructura que posee poco espacio; muchos de estos reos no tienen sentencia y no existe una distribución adecuada que separe a los PPL por su grado de peligrosidad.

El problema, lejos de disminuir, cada vez se hace más grande. Desde el año 2000, la población reclusa en nuestra región ha aumentado su tamaño en un 120% mientras en el resto del mundo lo hizo en un tímido 24%. El crecimiento alarmante de la población carcelaria ha colapsado los sistemas penitenciarios y está poniendo en riesgo el principal propósito de la cárcel: la reinserción social de los internos. En la última década, la tasa de encarcelamiento en la región de América Latina y el Caribe ha aumentado alrededor de un 28%, especialmente entre los grupos poblacionales de las mujeres y los jóvenes. En el caso particular de las mujeres, por ejemplo, la tasa de encarcelamiento se ha incrementado en un 52%. (Alvarado, Vélez, & Banco Interamericano de Desarrollo., 2019).

En el caso de Ecuador la precariedad carcelaria llamó la atención iniciando el año 2000, sin recibir ninguna respuesta; es en el 2007 en el gobierno de Rafael Correa que se toma algunas medidas para bajar la población existente en las cárceles tales como la creación de la Defensa Pública (2007) y el implementar un censo penitenciario (2008); acto que dejó en evidencia según los datos obtenidos en el artículo de Álvarez (2022) “Las cárceles de la muerte en Ecuador” menciona que:

Casi la mitad de los presos de ese entonces no poseían sentencia lo que llevó al gobierno a disponer un indulto general a personas detenidas por trasladar cantidades pequeñas de drogas dejando así a 2221 personas en libertad. Así mismo en el 2009 se establece una reforma legal que permite adoptar medidas que reemplacen al encarcelamiento, es por eso, que en ese año la población carcelaria llegó a su mínimo histórico de 11.517 personas.

De igual forma describe que:

En el 2013 empezó la construcción de nuevas infraestructuras carcelarias que pasó de 34 cárceles que se tenía desde el 2004 a 53 en el año 2015. En el 2014 se emite una nueva ley penal que buscaba garantizar los derechos pero a la vez aumentó el tiempo de condena de 16

a 30 años, así mismo incrementó las faltas penales y disminuyó la opción de utilizar alternativas a la prisión, todo esto provocó que la población carcelaria vuelva a crecer. (Álvarez, 2022)

En conclusión Álvarez (2022) indica:

Este período marcó el inicio de una política masiva de encarcelamiento y de endurecimiento de penas, en concordancia con la tendencia latinoamericana en el período 2000-2016. No obstante, la particularidad del caso ecuatoriano es que no existió una distancia sustancial entre la capacidad oficial de las cárceles y la población carcelaria y, aunque son cuestionables los beneficios sociales de las políticas punitivas, estas estuvieron acompañadas de la construcción de infraestructuras y de la dotación de recursos económicos.

Álvarez (2022) hace referencia que:

Durante la presidencia de Lenin Moreno en el año 2017, el sistema penitenciario sufrió significativos recortes económicos, ya que su gobierno se concentró en reducir los gastos públicos, así mismo con la llegada de la COVID-19 se ajustaron aún más los presupuestos, lo que impidió la contratación de nuevos guías penitenciarios, mantenimiento de la infraestructura y su equipamiento tecnológico. Es decir que la ausencia de recursos permanecía y crecía así como el sistema judicial enviaba a más personas a las cárceles hasta saturarse.

En mayo de 2021, asumió la presidencia Guillermo Lasso, quién debió enfrentar tres de las cuatro masacres ocurridas durante los siete primeros meses de su mandato. Durante estos meses, el gobierno adoptó un discurso que responsabiliza directamente a las bandas de narcotraficantes por la violencia carcelaria, desconociendo la falta de control, las condiciones inhumanas, así como la responsabilidad del Estado sobre esa situación.

Según la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2022) , al 2022 existen 58 Centros de Rehabilitación Social, con un promedio de población penitenciaria de 33 337, a pesar de contar con la capacidad de albergar a 30 169 personas, dando resultado al 10.5% de hacinamiento datos obtenidos del (SNAI & DAI, 2022), provocando condiciones de insalubridad, violencia y falta de recursos para el control.

Arévalo y Maldonado (2022) mencionan en su artículo que:

Durante los últimos meses el Ecuador ha atravesado por una grave crisis penitenciaria de naturaleza estructural, caracterizada por niveles de violencia y corrupción sin precedentes dentro de las prisiones, y que responde al abandono del sistema penitenciario por parte del Estado desde hace años atrás, así como a la ausencia de una política criminal integral.

Álvarez (2022) menciona también que:

El sistema carcelario carece de suficientes guías penitenciarios para controlar las actividades que los reos realizan; según sus datos menciona que existen 1.500 celadores encargados de controlar a más o menos 39000 personas a quienes se les ha privado de su libertad y que la Organización de Naciones Unidas (ONU) aconseja que debería existir un guía penitenciario por cada diez presos lo que en Ecuador y sus cárceles no se cumple mostrando un dato alarmante ya que en la realidad en los sistemas carcelarios cada guía debe hacerse cargo del control de hasta 193 reos.

Planteamiento del problema

Realizando un análisis de la Secc. Antecedentes, en los años 2021 y 2022 nuestro país ha atravesado por una grave crisis penitenciaria caracterizada por: niveles de violencia, corrupción, abandono del sistema penitenciario por parte del Estado y la ausencia de una política criminal integral.

Las Fuerzas Armadas (FF.AA.) del Ecuador se han enfrentado a varias crisis, por lo que, se ha visto en la obligación de ejecutar misiones de empleo en apoyo a otras instituciones del Estado sobre la base de los acuerdos interinstitucionales vigentes, como el de la crisis carcelaria debido a acciones violentas atribuidas a la pugna de poderes entre las diferentes bandas delictivas en los centros penitenciarios, empleando un amplio contingente humano y logístico.

Ante esta problemática, es necesario generar una propuesta para la toma acciones inmediatas mediante el uso de las tecnologías de vanguardia, ya que sin ellas el apoyo en la

toma de decisiones se vería afectado, corriendo el riesgo de incrementar los niveles de amenazas y vulnerabilidades de los centros penitenciarios, del personal militar y población civil.

Justificación e importancia

En los últimos años se ha podido observar durante los últimos meses que el Ecuador ha atravesado una grave crisis penitenciaria de naturaleza estructural, caracterizada por niveles de violencia y corrupción sin precedentes dentro de las prisiones, y que responde al abandono del sistema penitenciario por parte del Estado desde hace años atrás, así como a la ausencia de una política criminal integral (CIDH, 2022)

Las consecuencias de un mundo globalizado y dinámico han provocado la aparición de nuevas amenazas y riesgos, como es, la formación de mafias dentro de los centros penitenciarios mismas que han provocado un sin número de conflictos internos en su afán de tomar el control y poder de estos centros de rehabilitación.

Este dinamismo ha ocasionado que las Fuerzas Armadas (FF.AA.) a parte de cumplir con su misión fundamental que corresponde a la “defensa de la soberanía y la integridad territorial” (Constitución de la República del Ecuador, 2008) intervengan en actividades de control interno de los centros penitenciarios del país en apoyo a la Policía Nacional, precautelando de esta manera la protección de los derechos, libertades y garantías de los ciudadanos.

Ante la situación actual se ha puesto en marcha lo estipulado en el Plan Nacional de Seguridad Integral 2019 - 2030 (PNSI, 2019) Anexo A, sobre los principios de la Seguridad Pública y del Estado en el Art. 35 el cual menciona:

Declarado el estado de excepción y siempre que el Presidente de la República haya dispuesto el empleo de las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional, deberán coordinar acciones para que las Fuerzas Armadas apoyen a la Policía Nacional, responsable del mantenimiento del orden público, hasta que éste haya sido restablecido. Será el ministro de Gobierno, Policía

y Cultos el responsable de la coordinación de las acciones entre la Policía Nacional y las Fuerzas Armadas.

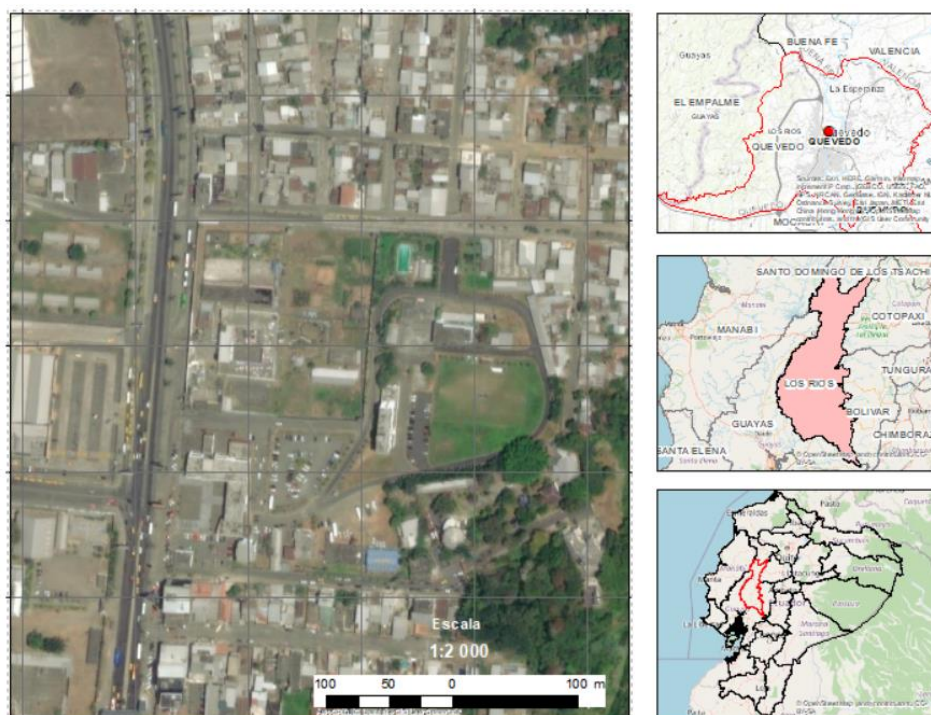
Por tal motivo, es que las FF.AA realicen el análisis de la seguridad carcelaria externa a través de herramientas geoinformáticas y realidad mixta es de vital importancia ya que en la actualidad las operaciones militares se basan en los sistemas de Comando, Control, Comunicaciones, las mismas que permitirán un rendimiento óptimo en las tareas asignadas en ambientes hostiles.

Área de estudio

El Centro de Privación de Libertad Los Ríos # 2 se encuentra ubicado en el Cantón Quevedo, provincia de Los Ríos como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Ubicación geográfica CPL - LOS RÍOS #2 (Quevedo)



Nota. La figura muestra la ubicación geográfica. Tomado de *Rehabilitación Social Regional Sierra Centro Sur "CRS-TURI*, por García, 2017, PNSI.

La información obtenida sobre la situación actual del Centro de Privación de Libertad Los Ríos #2 se dio mediante una entrevista realizada a la Abg. Erica Lalangui, directora del Centro Penitenciario, menciona:

El área de construcción es de 21.300 m², el centro penitenciario cuenta con un total de cuatro pabellones para hombres, uno para mujeres y uno para contravenciones, a enero del 2023 el Centro Penitenciario alberga a 588 hombres y 23 mujeres y 18 extranjeros privados de libertad. Además para la seguridad de los PPL se dispone de un total de 54 guías penitenciarios. (Lalangui, 2022)

Objetivos

Objetivo General

Analizar la situación de seguridad carcelaria de los centros de rehabilitación social Regional Sierra Centro Sur “CRS-TURI” y Quevedo mediante el uso de técnicas geoespaciales y su visualización utilizando realidad mixta.

Objetivos Específicos

Generar el modelo virtual mediante procesos aerofotogramétricos en el Centro de Rehabilitación Social Quevedo para el análisis de seguridad externa, amenazas y vulnerabilidades antrópicas de las instalaciones a través de la visualización de escenarios en realidad mixta.

Metas

Generar escenarios virtuales mediante procesos aerofotogramétricos del Centro de Rehabilitación Social Quevedo.

Informe de las diferentes amenazas a la seguridad externa y vulnerabilidades de las instituciones.

Análisis y visualización de amenazas y vulnerabilidades en escenarios virtuales creados con realidad mixta.

Capítulo II

Marco Teórico

Desde finales del siglo pasado la disciplina geográfica ha permanecido estable, en lo que concierne a los campos de conocimiento y de interés que la caracterizan. Los cambios y progresos que se han percibido a lo largo del siglo XX tienen que ver sobre todo con nuevos enfoques, perspectivas u orientaciones, desde donde se abordan los temas a investigar, e innovaciones teóricas y metodológicas relacionadas con el avance tecnológico.

Tecnologías de Información Geográfica (TIG)

Siguiendo la opinión de varios autores Goodchild, 1997; Bosque, 1999; Chen y Lee, 2001, citado por (Chuvienco, y otros, 2005) pueden considerarse como parte de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) todas aquellas disciplinas que permiten generar, procesar o representar información geográfica, entendiendo por información geográfica cualquier variable que está, georreferenciada en el espacio. Es decir, las TIG incluyen diferentes disciplinas variadas, como la Cartografía (tanto temática, como topográfica), los Sistemas de Posicionamiento por Satélite (GPS – Glonass – Galileo, entre otros), los Sistemas de Información Geográfica (SIG), y la Teledetección.

Además, “las TIG proporcionan un recurso de gran potencia para abordar los enfoques más consolidados en la investigación geográfica tradicional: generar información espacial, localizar fenómenos, abordar su análisis espacial y realizar un seguimiento de su dinámica temporal.” (Chuvienco, y otros, 2005)

Con lo anteriormente expuesto se puede decir que las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) son un conjunto de técnicas y métodos mismos pueden ser utilizados en varios entornos como: fotointerpretación, cartografía, Sistemas de información Geográfica, teledetección. Dentro de las diferentes tecnologías se detallan las siguientes:

Fotogrametría

La fotogrametría es una técnica que permite realizar medidas 3D y obtener volúmenes a partir de fotografías. Esta técnica (la denominada fotogrametría aérea) ha sido tradicionalmente empleada en la creación de mapas y su correspondiente levantamiento en 3D usando modelos digitales del terreno (DEM – Digital Elevation Model). Sin embargo, hoy en día, el aumento de potencia de sistemas y la mejora en los algoritmos de reconocimiento de patrones en imágenes digitales ha hecho posible que esta técnica se incorpore con más fuerza para la generación de modelos tridimensionales. Esta última posibilidad es la que se conoce como fotogrametría de alcance corto. (Caro, 2012)

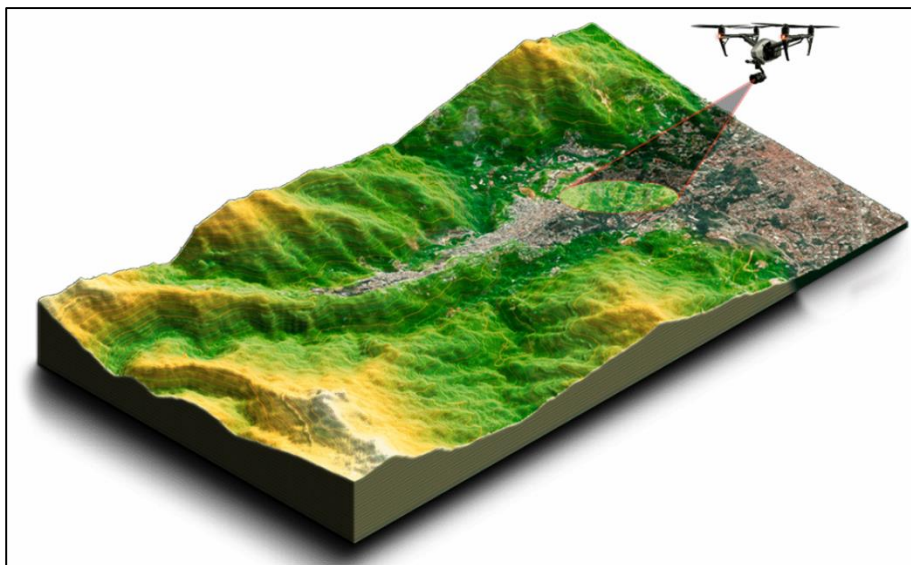
“La fotogrametría moderna tiene un extenso uso para aplicaciones industriales y científicas en diversos campos como Inspección de activos, Construcción, Geotecnia, Geología, Geofísica, Obra Civil, Topografía, Catastro, Arqueología y más.” (Olivares, 2023)

Además Olivares (2023) menciona que:

Esta técnica tiene alrededor de 50 años de desarrollo y continúa perfeccionándose hacia mayores precisiones y nuevas aplicaciones: desde la innovación en el uso de drones y cámaras de alta resolución, hasta la incorporación de tecnologías adicionales como el LIDAR, y los avances en software y algoritmos de interpretación y generación de resultados para análisis de distintos tipos de activos industriales como torres de telecomunicaciones, aerogeneradores eólicos, fachadas, tubería, etc.

Figura 2

Fotogrametría aérea



Nota. Tomado de *Generación de resultados para análisis de distintos tipos de activos industriales*, por Armijos, 2022, LATAM.

Una de las plataformas que se utilizará para este proyecto es Agisoft Metashape:

Agisoft Metashape es un producto de software autónomo que realiza el procesamiento fotogramétrico de imágenes digitales y genera datos espaciales en 3D para su uso en aplicaciones SIG, documentación del patrimonio cultural y producción de efectos visuales, así como para mediciones indirectas de objetos de diversas escalas (Metashape, 2021)

Una técnica de fotogrametría digital bien implementada y aplicada con métodos de visión por computador da como resultado un sistema de procesamiento automatizado inteligente que, por un lado, puede ser gestionado por un recién llegado en el campo de la fotogrametría y, por otro, tiene mucho que ofrecer a un especialista que puede ajustar el flujo de trabajo a numerosas tareas específicas y a diferentes tipos de datos. A través de varios

casos de estudio, Metashape demuestra producir resultados precisos y de calidad (Metashape, 2021)

- Agisoft Metashape se caracteriza por:
- Triangulación fotométrica
- Nube de puntos densa (edición y clasificación)
- Modelo digital de elevación (exportación DSM/DTM)
- Exportación de ortomosaicos georeferenciados
- Medidas (distancias, áreas, volúmenes)
- Puntos de control en tierra (levantamiento topográfico)
- Scripts Python (personalizar el flujo de trabajo de procesamiento)
- Procesamiento de imágenes multiespectrales
- Modelo 3D (generación y texturizado)
- Modelado 4D para escenas dinámicas
- Armado de panoramas 360
- Red de procesamiento

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

En las últimas cinco décadas, los sistemas de información geográfica (SIG) han evolucionado desde un concepto a una ciencia. La magnífica evolución de los SIG de ser una herramienta rudimentaria a convertirse en una poderosa plataforma para comprender y planificar nuestro mundo, está marcada por diversos hitos (AEROTERRA, 2022)

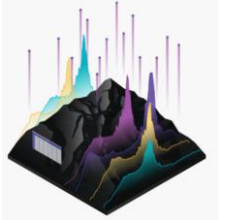
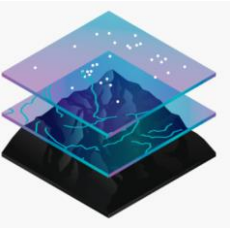
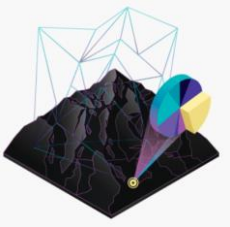
Un SIG es un marco de trabajo para reunir, gestionar y analizar datos. Arraigado en la ciencia geográfica, SIG integra diversos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información para su visualización, utilizando mapas y escenas 3D. Con esta capacidad única, SIG revela el conocimiento más profundo escondido en los datos, como

patrones, relaciones y situaciones, ayudando a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes (AEROTERRA, 2022).

AEROTERRA (2022) menciona que “La tecnología de SIG aplica la ciencia geográfica a través de herramientas para la comprensión y la colaboración. Ayuda a las personas a alcanzar un objetivo común: ganar inteligencia accionable a partir de todo tipo de datos.”

Tabla 1

¿Cómo funciona un SIG?

Tipo	Definición	
Datos	<p>SIG integra diversos tipos de capas de datos que utilizan la ubicación espacial. La mayoría de los datos tienen un componente geográfico. Los datos SIG incluyen imágenes, atributos y mapas base vinculados a hojas de cálculo y tablas.</p>	
Mapas	<p>Los mapas son el contenedor geográfico para las capas de datos y análisis con los que quieras trabajar. Los mapas SIG se pueden compartir y embeber en aplicaciones fácilmente, y son accesibles para todos, desde cualquier lugar.</p>	
Análisis	<p>El análisis espacial permite realizar evaluaciones en términos de adecuación y capacidad, estimar y predecir, interpretar y comprender, y mucho más, ofreciendo nuevas perspectivas a tu conocimiento y toma de decisiones.</p>	

Tipo	Definición
Aplicaciones	<p>Las aplicaciones proporcionan experiencias de usuario focalizadas para trabajar y hacer que los SIG estén disponibles para todos. Funcionan en cualquier dispositivo: en teléfonos móviles, tabletas, buscadores web y computadoras de escritorio.</p>



Nota. La tabla muestra cómo funciona un SIG. Tomado de *La tecnología de sistemas de información geográfica (SIG) aplica la ciencia geográfica*, por García, 2022, AEROTERRA.

Dentro de los Sistemas de información geográfica se detallan los siguientes:

QGIS es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU - General Public License . QGIS es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Corre sobre Linux, Unix, Mac OSX, Windows y Android y soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos ráster y bases de datos (QGIS, s.f)

“El software trabaja con los modelos de datos vectorial y ráster, además ofrece diferentes funciones y complementos SIG, desde herramientas básicas hasta herramientas de análisis.” (QGIS, 2022)

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Es la plataforma líder mundial para crear y utilizar Sistemas de Información Geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios (SIGSA, s.f)

ArcGIS cuenta con dos herramientas potentes para análisis espacial y visor de archivos mismos se describen a continuación:

Network Analyst. ArcGIS Network Analyst es una potente extensión que proporciona análisis espaciales basados en la red, incluyendo rutas, direcciones de viaje, instalaciones más

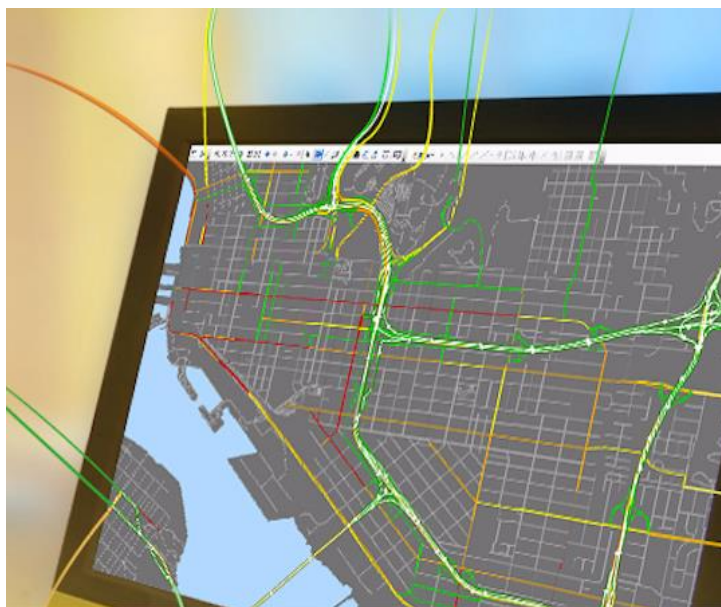
cercanas y análisis de área de servicio. Utilizando un sofisticado modelo de datos de red, los usuarios pueden crear fácilmente redes a partir de los datos de sus sistemas de información geográfica (SIG) con ArcGIS Network Analyst. (ESRIespaña, s.f)

ArcGIS Online. Es un software basado en la nube, que permite conectar a personas, lugares y datos con mapas interactivos creados con ArcGIS Online., es decir, puede utilizarse en cualquier lugar y en cualquier momento. Además, permite trabajar con estilos inteligentes basados en datos y herramientas de análisis intuitivas que proporcionan inteligencia geográfica, compartir ideas con el resto del mundo o con grupos específicos. (ESRI, 2022)

ArcGIS Online permite: crear mapas, compartir mapas y aplicaciones, colaborar, analizar datos y trabajar con datos propios.

Figura 3

Network Analyst – Análisis de redes



Nota. Tomado de Diseño de modelos 3D para mostrar cambios planificados y diseños alternativos (p,12), por López, 2020, Eri.com

CityEngine es un software de modelado 3D avanzado para crear entornos urbanos enormes, interactivos e inmersivos en menos tiempo que con técnicas tradicionales de modelado. Las ciudades creadas utilizando CityEngine pueden basarse en datos SIG del mundo real o mostrar una ciudad ficcional del pasado, presente o futuro (ESRI, s.f)

Este software nos permite:

- Crear ciudades enteras en 3D.- Realiza ajustes rápidos al estilo arquitectónico u otras características de la ciudad para que se puedan crear fácilmente múltiples escenarios de diseño.
- Diseñar entornos urbanos.- Diseña modelos 3D para mostrar cambios planificados y diseños alternativos.

Figura 4

Entornos Urbanos

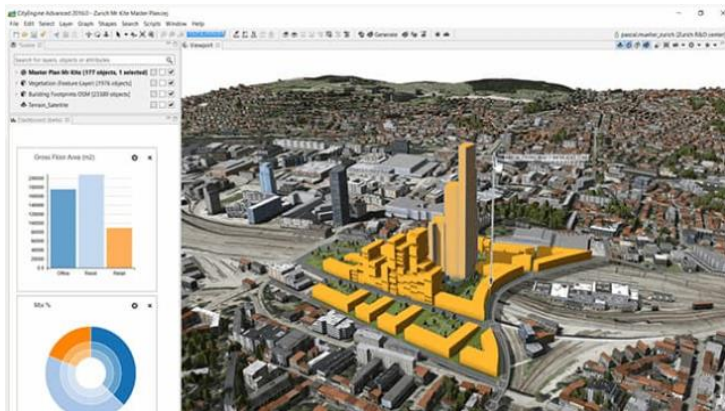


Nota. Tomado de *Diseño de modelos 3D para mostrar cambios planificados y diseños alternativos* (p,12), por López, 2020, Eri.com

Domina la creación de contenido 3D.- Se integra rápidamente al flujo de trabajo de creación. permite traer los edificios principales u otros activos para construir un contexto 3D alrededor. Exportar el trabajo y llevarlo a un software de visualización o motor de juegos.

Figura 5

Creación y edición



Nota. Tomado de *Diseño de modelos 3D para mostrar cambios planificados y diseños alternativos* (p,12), por López, 2020, Eri.com

Da vida a la visión de la comunidad.- Ayuda a tomar decisiones de calidad que beneficiarán a la comunidad. Se utiliza para desarrollar experiencias de visualización 3D creativas y dinámicas, su poder de visualización muestra las relaciones, factibilidad e implementación.

Figura 6

Visualización 3D



Nota. Tomado de *Diseño de modelos 3D para mostrar cambios planificados y diseños alternativos* (p,12), por López, 2020, Eri.com

CityEngine es una aplicación de escritorio independiente que puede importar cualquier dato vectorial geoespacial para impulsar la creación de una ciudad. CityEngine soporta el archivo de base de datos geográfica (incluyendo multiparcelas texturadas) y el formato de shapefile de ESRI. Conectar con CityEngine a ArcGIS Online para llevar datos de terreno 3D y mapas base y para publicar las escenas 3D en la nube. (ESRI, s.f)

Hippolyte (s.f) menciona que “SkecthUp es un programa de modelado tridimensional desarrollado en el año 2000 por la empresa Last Software”. El software facilita la construcción de objetos tridimensionales (3D) debido a las herramientas que dispone:

- Herramientas de dibujo de primitivas
- Herramientas de edición y transformación
- Herramientas de visualización
- Herramientas de selección

“El programa impone un nuevo paradigma dentro de las aplicaciones CAD; por una parte, al constituirse en una verdadera herramienta digital de modelado 3D y por otra, al permitirnos convertir un objeto primitivo en un elemento complejo mediante sencillas operaciones de transformación” (Hippolyte, s.f).

Realidad Mixta

Microsoft (2023) en uno de sus artículos menciona que:

La realidad mixta es la nueva ola en la informática seguida por sistemas centrales, equipos y smartphones. La realidad mixta es cada vez más popular entre consumidores y empresas. La realidad mixta es una mezcla de universos físicos y digitales, que permite interacciones 3D naturales e intuitivas entre personas, equipos y el entorno. Esta nueva realidad se basa en la visión artificial, el procesamiento gráfico, las tecnologías de visualización, los sistemas de entrada y la informática en la nube.

La Realidad Mixta se basa en una combinación entre la Realidad Virtual con la Realidad Aumentada. Es por ello que también es conocida como realidad híbrida Cuyo objetivo de la

Realidad Mixta no es otro que el de crear objetos virtuales y modificarlos a través de la interacción con el entorno real (Chalaky, 2020)

Figura 7

Realidad Mixta



Nota. La figura muestra la realidad mixta. Tomado de *La Realidad Virtual: un sistema informático*, por Chakali, 2020, Virtual.com.

Realidad virtual

Muchos expertos han tratado de definir lo que significa la Realidad Virtual (RV), en el artículo escrito por (Otegui, 2017) cita tres definiciones de expertos que más relevancia han tenido en este campo:

"La Realidad Virtual es un sistema informático usado para crear un mundo artificial en el cual el usuario tiene la impresión de estar y la habilidad de navegar y manipular objetos en él" (Manetta C. y R. Blade, 1995).

"La Realidad Virtual permite al usuario explorar un mundo generado por ordenador a través de su presencia en él" (Hodder y Stoughton, s/a).

"La Realidad Virtual es un camino que tienen los humanos para visualizar, manipular e interactuar con ordenadores y con información extremadamente compleja" (Aukstakalnis, 1992).

Tomando en cuenta estas definiciones (Otegui, 2017) define a la realidad virtual como "Un sistema informático usado para crear un mundo artificial generado por un ordenador o por una cámara virtual que permite al usuario visualizar, manipular e interactuar con ese mundo en tiempo real a través de un dispositivo que permita su presencia en él".

En la actualidad se puede decir que la Realidad Virtual (RV) describe al conjunto de tecnologías inmersivas que buscan posicionar al usuario dentro de entornos virtuales simulados por ordenador. Dependiendo del objetivo que se pretenda alcanzar con las simulaciones, es posible que las imágenes sean realistas o no (EDS_Robotics, 2021)

Para llevarse a cabo, la RV hace uso de dispositivos llamados lentes o cascos de realidad virtual. Estos hacen posible que los usuarios perciban escenarios en 360° con alta definición. La incorporación de audio y sensores de movimiento, permiten una interacción única con el entorno, lo que le da a la experiencia una característica realista muy útil (EDS_Robotics, 2021)

Estos dispositivos permiten al usuario se vuelva protagonista de un escenario sin salir de un entorno controlado.

EDS_Robotics (2021) menciona que "La realidad virtual, a nivel industrial, permite a los operadores puedan familiarizarse con entornos de riesgo sin exponerse, médicos pueden practicar procedimientos complejos, equipo técnico asistir a distancia y mucho más."

En este caso de estudio, la tecnología de la realidad virtual ofrece una solución tecnológica en el campo militar, ya que, el entrenamiento de combate en entornos simulados resulta muy atractivo, funcionando prácticamente igual que los videojuegos de combate modernos (EDS_Robotics, 2021).

Tabla 2*Dispositivos empleados en la Realidad Virtual*

Instrumento	Concepto
Smartphone para la RV	Se trata de un medio tecnológico que permite visualizar contenidos virtuales a través de su pantalla y de un giroscopio, el cual detecta el movimiento de la cabeza del usuario cuando éste la mueve. Sin esta característica no sería posible visualizar un entorno de 360 grados.
PC para la RV	A diferencia del Smartphone, el PC no detecta el movimiento de la cabeza del usuario. Por lo tanto, resulta imposible acceder a un entorno de 360 grados sin utilizar unas gafas como accesorio.
Gafas de RV para Smartphone	Son el accesorio de RV más comercializado en la actualidad. Su objetivo es la visualización de contenidos virtuales inmersivos a través del giroscopio y la pantalla del Smartphone. El catálogo de gafas de RV es elevado, pues va desde las Cardboard (gafas corrientes de cartón) hasta las lentes más sofisticadas del mercado.
Gafas de RV para PC	El hecho de que sean menos comerciales no significa que sean peores; cada usuario elegirá el tipo de gafas en base a sus preferencias. De las gafas de PC se dice que son las que mayor experiencia reportan al usuario puesto que se utilizan en mayor medida en videojuegos. Las más reconocidas son las Oculus y las HTC Vive.
Videojuegos	Empresas como Sony y Microsoft han apostado fuerte por la Realidad Virtual en sus videojuegos, creando una gran expectación en el usuario debido a su novedoso estilo de jugabilidad.
Otros accesorios	Guantes, plataformas, simuladores... que permiten hacer

Instrumento	Concepto
Cámara de 360 grados	<p>más real la experiencia virtual del usuario.</p> <p>Se trata de una cámara que graba vídeos panorámicos en 360 grados y que permiten al usuario poder crear su propio entorno virtual y subirlo a plataformas como Youtube 360°. Una manera Low Cost de creación de contenido.</p>

Nota. La tabla muestra los instrumentos de realidad virtual. Tomado de *Caso de estudio: Una solución tecnológica en el campo militar*, García, 2017, Robotics.com.

Figura 8

Tipos de gafas de realidad virtual



Nota. Tomado de *Caso de estudio: Una solución tecnológica en el campo militar*, García, 2017, Robotics.com.

Características de la Realidad Virtual

Según SABIA (s/a) citado por (Otegui, 2017), una sección de la Universidad de La Coruña dedicada a la Inteligencia Artificial, plantea las características de la RV como las 3"l": Inmersión, interacción e imaginación.

Inmersión. El usuario percibe únicamente los estímulos del mundo virtual, de manera que pierde todo contacto con la realidad. El grado de inmersión dependerá del contacto que éste posea con el entorno real.

Interacción. El usuario interactúa con el mundo virtual a través de diferentes dispositivos y recibe la respuesta en tiempo real a través de sus sentidos.

Imaginación. A través del mundo virtual el usuario puede concebir y percibir realidades no existentes.

Tipos de Realidad Virtual

Según Open Future (2017), un blog de Telefónica y Stereo in Motion (2016) citado por (Otegui, 2017), una empresa dedicada al desarrollo e innovación de tecnología inmersiva, son 3 los tipos de Realidad Virtual existentes: Los sistemas inmersivos, los sistemas semi-inmersivos y los sistemas no inmersivos.

Sistemas Inmersivos. Se los define como sistemas que permiten al usuario sentirse parte del mundo virtual sin tener contacto alguno con la realidad. Para que el usuario logre sumergirse por completo en ese mundo virtual precisaría portar obligatoriamente una serie de dispositivos como gafas de RV para Smartphone o para PC. De este modo consigue evadir el mundo real y adentrarse en un mundo 100% digital.

Sistemas Semi-inmersivos o sistemas o proyección. La proyección incluye 4 pantallas en forma de cubo (3 situadas en las paredes y otra en el suelo), las cuales rodean al usuario permitiéndole mantener algún contacto con elementos que forman parte del mundo real. Para interactuar con las diferentes pantallas, el usuario necesita de unas gafas y de un dispositivo de seguimiento de movimientos de la cabeza. La única similitud que guarda este tipo de sistemas

con respecto a los sistemas inmersivos es la necesidad de dispositivos para interactuar con el mundo virtual, mientras que la diferencia con los mismos radica principalmente en la experiencia de usuario y en el desarrollo tecnológico:

Experiencia de usuario: Los sistemas semi-inmersivos no sumergen completamente al usuario en un mundo virtual, sino que permiten que éste mantenga un contacto mínimo con la realidad. Los sistemas inmersivos, en cambio, distorsionan los sentidos del usuario y lo evaden de la realidad en la que está presente.

Desarrollo tecnológico: En el caso de los sistemas inmersivos hay sectores en los que la tecnología tiene un nivel de desarrollo medio-alto, es decir, todavía no están del todo desarrollados y aún quedan algunos problemas por resolver. Uno de ellos es el movimiento. Durante una experiencia que cuenta con mucho movimiento la vista y el oído interno no se coordinan. En otras palabras, la vista envía una señal de movimiento al cerebro mientras que el oído interno percibe que no existe ningún movimiento, por lo que envía al cerebro una señal de que el cuerpo se encuentra total o parcialmente parado.

Sistemas No-Inmersivos o sistemas de escritorio. Lo único que se necesita para acceder al mundo virtual es una pantalla. Los accesorios que permiten la interacción del usuario en este tipo de sistemas son el teclado, el ratón y el micrófono entre otra serie de gadgets. De este modo se convierten especialmente en un medio de trabajo o de entretenimiento.

La realidad virtual cuenta con algunas plataformas para la visualización de escenarios virtuales, uno de ellos es el 360 VR Experience que se describe a continuación:

360 VR Experience

La realidad virtual ofrece varias posibilidades para realizar análisis de proyectos, como es el caso del 360 VR con el cual se puede crear experiencias desde sus escenas web.

360 VR es la solución ligera y todo en uno de Esri para crear y ver experiencias de realidad virtual panorámicas de 360 grados. Permite a los profesionales de GIS, urbanistas y

arquitectos que utilizan Web Scenes o CityEngine crear experiencias de realidad virtual que consisten en imágenes panorámicas generadas por computadora, múltiples puntos de vista y, cuando se usa CityEngine, escenarios de diseño. (Arisona & Fabricio, 2022)

Las experiencias se comparten con los usuarios en ArcGIS Online y se pueden ver en un navegador web en dispositivos XR, dispositivos móviles y computadoras de escritorio.

Realidad Aumentada

Heras y Villarreal (2004) menciona en su artículo que:

La realidad aumentada es una tecnología que integra señales captadas del mundo real (típicamente video y audio) con señales generadas por computadores (objetos gráficos tridimensionales); las hace corresponder para construir nuevos mundos coherentes, complementados y enriquecidos hace coexistir objetos del mundo real y objetos del mundo virtual en el ciberespacio.

Esta tecnología aprovecha las tecnologías derivadas de la visualización para construir aplicaciones y contenidos con las cualidades que estas áreas han madurado en las últimas décadas. Del procesamiento de imágenes toma la cualidad de resaltar aspectos en las imágenes captadas por la cámara de video, estos rasgos son analizados por procesos de visión para extraer propiedades geométricas del entorno y los objetos (posición tridimensional, patrones fiduciaros para el reconocimiento y ubicación de objetos susceptibles a sustitución, etc.). De los gráficos por computadora toma la síntesis de objetos tridimensionales y sus transformaciones, mientras que gracias a la teoría de interfaces gráficas ha sido posible la construcción de nuevas metáforas dentro de estos mundos mixtos.

Las características con las cuales se puede definir a la realidad aumentada son:

Combina objetos reales y virtuales en nuevos ambientes integrados.

Las señales y su reconstrucción se ejecutan en tiempo real.

Las aplicaciones son interactivas.

Los objetos reales y virtuales son registrados y alineados geoméricamente entre ellos y dentro del espacio, para darles coherencia espacial.

¿Cómo funciona la Realidad Aumentada?

Según menciona Innovae (s.f), la realidad aumentada es la combinación de dos tecnologías, la visión artificial y los motores gráficos.

Motor Gráfico. “El motor gráfico se ocupa de renderizar los contenidos, típicamente en 3D, que muestra la Realidad Aumentada, es decir, que el principal elemento que interviene en la parte gráfica sería el renderizado. Este proceso consiste en la interpretación por parte del ordenador de una escena de tres dimensiones para crear una imagen bidimensional.

La información que se procesa para realizar el render es la geometría del modelo 3D, las características de su superficie (color y material), la iluminación de la escena y la posición de la cámara”.

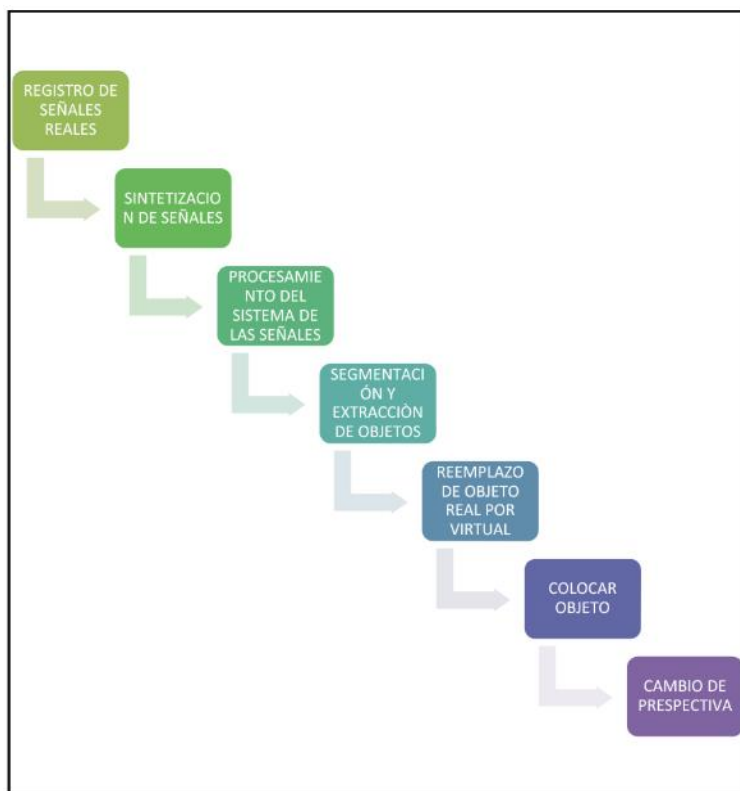
Visión Artificial. “Las técnicas de visión artificial que se aplican en Realidad Aumentada son muy variadas, y se denominan principalmente tecnología de seguimiento o tracking. Existen muchos tipos, por ejemplo, el tracking facial, que permite detectar y seguir la posición de una cara, o el tracking de texturas, que posiciona una imagen de referencia en un sistema de coordenadas tridimensional. Las técnicas de visión artificial más novedosas que se emplean actualmente incorporan sensores activos basados en luz estructurada, tracking SLAM o tracking 3D.

Para que una experiencia de Realidad Aumentada sea satisfactoria, debe funcionar en tiempo real. Esto quiere decir que cada uno de los dos módulos debe hacerlo también, y ambos son muy exigentes con el uso de los recursos computacionales. Así que el módulo de render debe ser capaz de pintar unas 60 imágenes por segundo, y el módulo de tracking de igual modo, ser capaz de analizar y extraer la información de 60 imágenes por segundo (Innovae, s.f)

En el artículo de Rigueros (2017) se describe el proceso de la realidad aumentada en el diagrama presentado a continuación.

Figura 9

Proceso de la Realidad Aumentada



Nota. La figura muestra la realidad mixta. Tomado de *La Realidad Virtual: un sistema informático*, por Chakali, 2020, Virtual.com.

Para que el proceso de realidad aumentada sea posible es necesario:

Un dispositivo que toma las imágenes reales que observan los usuarios.

Un dispositivo en el cual se proyecta la combinación de las imágenes reales con las virtuales.

Un dispositivo de procesamiento para interpretar la información del mundo real y generar la información virtual para combinarla.

Un activador de realidad aumentada, por ejemplo, GPS, códigos QR, entre otros. Este último integrado actualmente en cualquier dispositivo Smartphone, tableta, computador portátil, algunas cámaras y gafas como las Hololens.

Tipos de Realidad Aumentada

Reinoso (2016) menciona en su artículo tres tipos de realidad aumentada:

Realidad aumentada basada en el reconocimiento de patrones o marcas. En esta forma de Realidad Aumentada se emplea como componente físico activado un patrón, marcador o marca, símbolos impresos en papel sobre los que se superpone algún tipo de información digital (generalmente modelos 3D), cuando son reconocidos por el software de Realidad Aumentada. Esta tecnología es una de las más empleadas en educación, permitiendo la inserción de elementos 3D virtuales en la realidad de una forma rápida y sencilla.

Realidad aumentada basada en el reconocimiento de imágenes. A diferencia de los sistemas de Realidad Aumentada basada en patrones, en los sistemas basados en el reconocimiento de imágenes también llamados markerless, se pueden utilizar imágenes del entorno como elementos activadores, con el fin de situar contenido virtual sobre las mismas (imágenes, videos, modelos 3D...). En lugar de los patrones o marcadores, el elemento activador es la propia imagen, y por lo tanto, no hay elementos intrusivos en las escenas.

Realidad aumentada basada en la geolocalización. Los dispositivos móviles, en combinación con software de Realidad Aumentada geolocalizada, permiten localizar los puntos de interés (POIs) de una ubicación determinada y mostrarlos en la pantalla del dispositivo móvil. Cuando el usuario localiza alguna de estas ubicaciones físicas, puede acceder a la información asociada (descripción, imagen, vídeo, sonido, modelos 3D, etc.), pudiendo mostrar ésta a modo de capas que complementan la visión del entorno.

Niveles de la Realidad Aumentada

“La incorporación de datos e información digital en un entorno real, por medio del reconocimiento de patrones o geoposición a través de un software.” (AD/alfabetización_digital, 2018)

Tabla 3

Niveles de la Realidad Virtual

Niveles	Descripción
Nivel 0	Asociado a códigos QR. Estos nos permiten generar hiperenlaces a espacios web u otras informaciones tales como geoposición, número de teléfono, contraseñas wifi, etc..
Nivel 1	Este nivel está asociado a la realidad aumentada basada en marcadores. Estos marcadores son los patrones que a través de un software o app nos muestra la RA.
Nivel 2	En este nivel se encuentra la realidad aumentada sin marcadores. En la que no es necesario un patrón prefijado.
Nivel 3	Es la llamada realidad aumentada geolocalizada, en la que gracias a dispositivos móviles y su mejora en su hardware nos permite localizar nuestra posición en todo momento.
Nivel 4	Asociado a los dispositivos Head Mounted Display (HMD) o los cascos de realidad aumentada, cuya evolución está dando lugar a la llamada realidad mixta.

Nota. La tabla muestra los instrumentos de realidad virtual. Tomado de *Caso de estudio: Una solución tecnológica en el campo militar*, García, 2017, Robotics.com.

Las plataformas utilizadas para la generación de la realidad mixta se detallan a continuación:

González (2022) menciona que:

Blender es una herramienta muy conocida por brindar facilidades a los usuarios profesionales en el diseño, artistas, así como diseñadores de multimedia. Es muy amigable ya

que se puede utilizar con varias plataformas orientadas a crear modelos 3D o videos de alta calidad.

Otro de los beneficios de este programa es que Blender es gratuito y de código abierto, es decir que cualquier usuario puede acceder así también la colaboración del programa es totalmente abierta logrando así conseguir más beneficios en el modelado 3D.

“Este programa además de modelos 3D y videos de alta calidad, también permite el uso de pintura, escultura y composición digital, se puede crear un modelo de videojuego gracias a su motor interno de videojuegos.” (González C. , 2022)

A continuación, detallaremos todas las opciones de trabajo que Blender nos brinda.

Modelado 3D: Esta herramienta es muy popular para los usuarios que se dedican al diseño y modelado 3D, tanto para la elaboración de escenarios, elementos y objetos. Tiene la particularidad de ser un programa sencillo de usar ya que posee una interfaz intuitiva lo que facilita el trabajo con las piezas 3D, posee atajos en el teclado ayudando así que el modelado de la pieza sea eficaz, ahorrando tiempo para el usuario (González C. , 2022)

Pintura Digital: Esta herramienta es muy útil ya que nos permite pintar nuestros modelos en forma tridimensional y en tiempo real; estas acciones se las puede realizar de diferentes maneras como exportando una plantilla y editándose en Photoshop o también con el uso de nodos creando así materiales procedurales (González C. , 2022)

Animación 3D: En este software se puede realizar distintas animaciones 3D usando objetos, así como crear personajes, “Blender ofrece una opción que permite colocar huesos al modelo, esto se puede hacer de dos maneras, manualmente o usando un plugin llamado Rigify que viene incluido” (González C. , 2022).

Si nos dirigimos a la parte de animación de la herramienta, podemos ver diferentes funciones para trabajar con las animaciones como son los keyframe o las curvas de animación. Cuando tengamos las animaciones creadas, podemos hacer clips reutilizables, es decir que

podremos repetir un ciclo de caminado para que este sea infinito y así no animar todo el rato lo mismo (González C. , 2022)

Estructura Digital: Esta capacidad que nos ofrece Blender nos permite esculpir de forma sencilla nuestros modelos, según González en su artículo nos habla de un mejor modelado cal combinarlo con otro software, “Otra de las ventajas que nos ofrece el programa, es que podemos llevar el modelo de Blender a Zbrush para terminar de darle detalles que quieras a la pieza o personajes” (González C. , 2022)

Impresión 3D: “Otra de las opciones que podemos encontrar en el programa es la preparación de modelos para la impresión 3D. Con las herramientas básicas que nos ofrece, se puede exportar el modelo a los formatos OBJ o STL para poder después abrirlo en nuestra impresora 3D. Podemos encontrar addon que nos permiten corregir rápidamente los modelos en caso de que haya algún error a la hora de imprimirlos con nuestra impresora 3D” (González C. , 2022)

Cómics: “Desde la versión de blender 2.8 contamos con una herramienta llamada grease pencil, esta nos permite crear una suite de dibujo y pintura completa. Esto nos permite la creación de cómics de una manera sencilla y rápida ofreciéndonos herramientas para el proceso de desarrollo de este. También podemos crear la escena para cambiar el tamaño de las opciones de cámara para así ajustarla como nosotros deseamos en nuestro proyecto” (González C. , 2022)

Animación 2D: “La herramienta que nos permite hacer los cómics, también nos permite hacer animación 2D. Para poder hacer la animación en 2D, tenemos que seguir los mismos pasos que para el cómic, pero con la diferencia de que hay que mover la línea de tiempo. Tendremos que hacer nuevos trazos para crear frames” (González C. , 2022)

Edición de vídeo: “Dentro del programa de Blender, podemos editar videos. Este proceso puede ser un poco complicado, pero puede ser útil en caso de que no tengamos otros

editores de vídeo a mano. Con la edición de vídeo con Blender podemos colocar varios vídeos, cortarlos y reorganizarlos” (González C. , 2022)

González I. (2019) menciona que Unity:

Es un entorno de desarrollo integrado para la creación de escenas en Realidad Virtual, fue creada por la empresa Unity Technologies en el año 2005. La herramienta tiene las siguientes utilidades: renderizado de imágenes, físicas de 2D/3D, audio, animaciones y demás motores como navegaciones para inteligencia artificial. Además de que Unity tiene compatibilidad con multitud de programas como: Blender, 3ds Max, Maya, Softimage, Modo, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photoshop, Adobe Fireworks y Allegorithmic Substance.

“Uno de los beneficios de este motor es que cuando se importan objetos(assets) a Unity y se hacen cambios en ellos, se actualizan automáticamente en todas las instancias del proyecto sin necesidad de importar manualmente.” (González I. , 2019)

El software ofrece ventajas como manejar el lenguaje C++, siendo uno de los más sencillos para empezar a programar, y al ser un editor visual es un interfaz fácil de entender. Otra de las ventajas es su gratuidad hasta alcanzar el umbral de 1000 visitas donde ya se necesita pagar una licencia (González C. , 2022)

Vuforia

“Vuforia Engine es un desarrollador de realidad aumentada y realidad mixta. Esta plataforma permite la interacción con aplicaciones de Android, iOS y Windows, por lo que se puede desarrollar junto con Unity Editor” (Unity, 2018).

“Permite reconocer imágenes, objetos y entornos para la configuración de aplicaciones y su interacción con el mundo real.” (Vuforia, s.f).

“Mediante un registro de imágenes, permite que los desarrolladores puedan posicionar y orientar objetos virtuales, como modelos en 3D y otros medios, en relación con objetos del mundo real cuando se ven a través de la cámara de un dispositivo móvil. El objeto virtual luego

rastrea la posición y la orientación de la imagen en tiempo real para que la perspectiva del usuario en el objeto corresponda con la perspectiva del objetivo. De este modo se logra tener la perspectiva de que el objeto virtual es parte de la escena del mundo real.” (Sua, 2020)

Todas las tecnologías de información geográfica pueden ser utilizadas en diferentes ámbitos, uno de ellos es la Gestión de Riesgos como se describe a continuación.

Gestión de Riesgos

“La Secretaría de Gestión de Riesgos, entidad que forma parte del sector seguridad tiene competencias que permiten normar, regular, coordinar y asesorar al Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos (SNDGR) para conllevar la gestión del riesgo ante la ocurrencia de eventos peligrosos.” (SNGRE, 2018)

Figura 10

Actores del Sistema Nacional descentralizado de Gestión de Riesgos



Nota. Tomado de *Diseño de modelos 3D para mostrar cambios planificados y diseños alternativos* (p,12), por López, 2020, Eri.com

Riesgo

“Es la probable pérdida de vidas o daños ocurridos en una sociedad o comunidad en un período de tiempo específico, que está determinado por la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta.” (SNGRE, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2019).

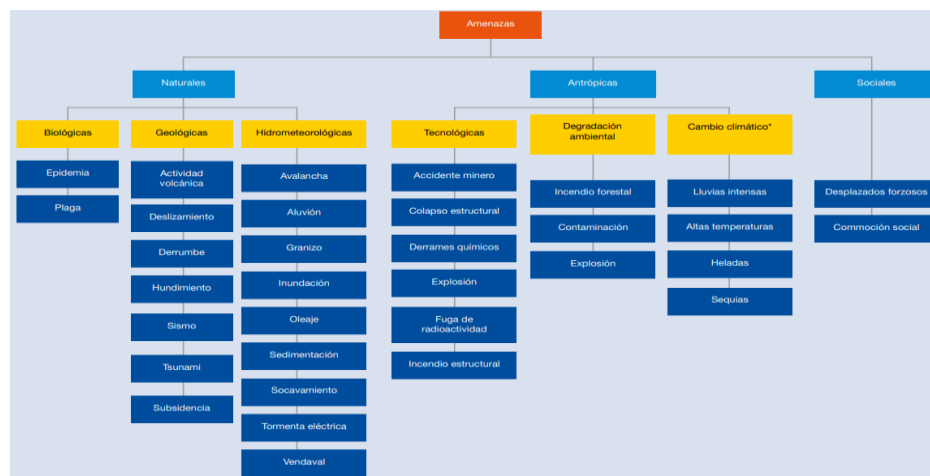
Amenazas

“Una amenaza es un proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, disrupciones sociales y económicas o daños ambientales.” (SNGRE, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2019)

Según el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias las amenazas se categorizan según la Figura 11:

Figura 11

Categorías de las Amenazas




Nota. Tomado de *Diseño de modelos 3D para mostrar cambios planificados y diseños alternativos* (p,12), por López, 2020, Eri.com

Dentro de las amenazas antrópicas se encuentran las de tipo tecnológico las mismas que según el (SNGRE, 2018) menciona: “Amenazas tecnológicas: Amenaza originada por accidentes tecnológicos o industriales, procedimientos peligrosos, fallos de infraestructura o de ciertas actividades humanas, que pueden causar muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental.”

Figura 12

Amenaza antrópica tecnológica: explosión

Evento	Simbología	Concepto	Posibles causas	Efectos observados	Entidad Competente
Explosión		Es una súbita de liberación de gas a alta presión en el ambiente. Las explosiones se encuentran asociadas con las actividades humanas.	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulación errónea de explosivos • Acumulación de gases • Presión • Temperatura • Propagación de gases inflamables • Derrames de líquidos inflamables 	<ul style="list-style-type: none"> • Daños de la propiedad privada y pública • Daños en el ecosistema • Quemaduras en seres humanos • Bienes • Pérdidas humanas • Pérdida de la economía familiar • Pérdida de la economía pública 	Cuerpo de Bomberos

Nota. Tomado de *Diseño de modelos 3D para mostrar cambios planificados y diseños alternativos* (p,12), por López, 2020, Eri.com

Vulnerabilidades

“Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas.” (SNGRE, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2019)

De acuerdo al Plan Específico de Gestión de Riesgos 2019-2030 (SNGRE, 2019), las Fuerzas Armadas forman parte de los Actores Respondientes “con la finalidad de contribuir, de manera permanente, a la consecución y mantenimiento de la seguridad integral ciudadana.”

Seguridad Penitenciaria

De acuerdo a la exposición realizada por el profesor Juan Manuel Pantoja Covarrubias en la ciudad de México en el año 2006, citado por (Játiva & Segura, 2022) manifiesta que la seguridad penitenciaria:

Es el conjunto de medidas y acciones sistematizadas y relacionadas entre sí, que tienen como propósito fundamental, prevenir, minimizar y en su caso, enfrentar acontecimientos que pongan en riesgo la tranquilidad e integridad del establecimiento, de los internos, del personal y de los visitantes. Además de garantizar la presentación de los internos indiciados y procesados ante la autoridad competente en el momento en que ésta los requiera, garantizando además la permanencia de los internos sentenciados y ejecutoriados dentro de la institución penal el tiempo que legalmente corresponda.

La Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito (UNODC) publicó el “Manual de SEGURIDAD DINÁMICA E INTELIGENCIA PENITENCIARIA”, como parte de una serie de manuales de justicia penal, en el año 2016. Fue destinado, como documento de referencia o herramienta de capacitación, para todo el personal involucrado en el sistema penitenciario y otras personas interesadas en el campo de la justicia penal y reforma penitenciaria, en el cual se menciona:

El tema del manual es la seguridad penitenciaria, es decir, los medios mediante los cuales se previenen las fugas y otros delitos. Se concentra principalmente en los aportes de la seguridad dinámica y destaca un elemento particular, la inteligencia penitenciaria, que ofrece información de inteligencia importante para su utilización dentro de los establecimientos penitenciarios a fin de prevenir fugas y mantener el orden y el control. (Naciones_Unidas, 2016)

Seguridad física en el contexto penitenciario

“La seguridad física dentro del sistema penitenciario, es todo sistema o estructura tangible, diseñado con el objeto de detectar, resistir y disuadir al mínimo la materialización de un evento propio de este sistema.” (Játiva & Segura, 2022)

De acuerdo a El Manual de Seguridad Dinámica e Inteligencia Penitenciaria, que hace referencia a la seguridad física dentro de un sistema penitenciario como:

Uno de los aspectos fundamentales de la seguridad penitenciaria es la seguridad física de la institución. Entre los diferentes aspectos de la seguridad física, se incluyen la arquitectura de los edificios donde funcionan los establecimientos penitenciarios la solidez de los muros de esos edificios, las rejas de las ventanas, las puertas y las paredes de las unidades de alojamiento, así como las especificaciones de los cercos y las murallas perimetrales y las torres de vigilancia. Asimismo, se puede mencionar la disponibilidad de dispositivos de soporte para la coerción física, como cerraduras, cámaras y sistemas de alarma (internos y externos), escáneres de rayos X, detectores de metal, radios, esposas y similares. (UNODC, 2015, pág. 11)

Según el CIIFEN (2016) citado por (Játiva & Segura, 2022) explica que:

En torno a la seguridad penitenciaria, dentro de una etapa de máxima seguridad, el nivel de amenaza es alto, en donde el rol de seguridad es minimizar al máximo el nivel de vulnerabilidad, ya que a menor vulnerabilidad menor riesgo de materialización de amenazas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad (CIIFEN, 2016). Para poder medir el riesgo, la expresión más generalizada es el producto de la probabilidad de la ocurrencia del evento considerado por las consecuencias esperadas: $\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$.

Capítulo III

Proceso fotogramétrico, generación y visualización de escenarios virtuales

En este capítulo se muestra la metodología empleada a lo largo del desarrollo del proyecto, la misma que muestra un proceso sistemático utilizando varias tecnologías de información geográfica con el fin de cumplir con las metas planteadas en este proyecto.

Metodología

Recopilación de la información

La recopilación de la información se realizó mediante el apoyo del Instituto Geográfico Militar (IGM), la carrera de Ingeniería Geoespacial y SNAI con información fundamental del Centro de Privación de Libertad Los Ríos #2 de la ciudad de Quevedo.

La nube de puntos obtenida por parte del IGM y las fotografías terrestres tomadas al muro de la cárcel fueron procesadas mediante el uso de herramientas de procesamiento fotogramétrico de imágenes digitales, software de modelado 3D para su uso en aplicaciones SIG y la obtención de formatos compatibles con las distintas plataformas utilizadas en el proyecto para la generación de los escenarios de realidad mixta.

Figura 13

Nube de puntos CPL- Los Ríos #2



En la Tabla 4 se muestran los formatos y fuentes de la información utilizada en la metodología.

Tabla 4

Fuentes de información utilizadas en el proyecto

Información	Fuente	Formato	Descripción
Nube de puntos del Centro de Privación de Libertad Los Ríos	IGM	.LAS .OBJ	Fotografías aéreas del Centro de Privación de Libertad Los Ríos de la ciudad de Quevedo proporcionadas por la Gestión de Fotogrametría del IGM.
Fotografías Terrestre	Autores	.JPG	Fotografías terrestres del muro del Centro de Privación de Libertad de Quevedo
MDE	ESRI	.tif	
vías	Open Street Map	.shp	MDE, vías y edificios de la zona de estudio.
edificios		.obj	

En la Tabla 5 se muestran los software y hardware empleados para el desarrollo del proyecto.

Tabla 5

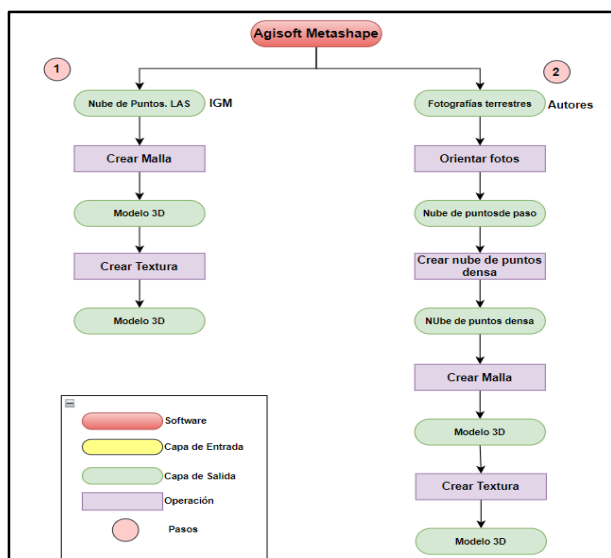
Software y hardware utilizados en el proyecto

Software / Hardware	Versión	Producto	Formato
ArcGIS	10.8	Modelo 3D del terreno	.obj
QGIS	3.28	DEM del terreno textura del terreno	.tif .jpg
SKETCHUP PRO	2022	Reconstrucción: Cárcel y muro	.obj

Software / Hardware	Versión	Producto	Formato
CITY ENGINE	2022	Modelo 3D de la zona de estudio	.fbx
BLENDER	2.83	Modelo 3D de la zona de estudio	.fbx
UNITY (RA)	2020.3.44f1	Modelo 3D de la zona de estudio	APK - Realidad Aumentada
UNITY (RV)	2021.3.19f1	Modelo 3D de la zona de estudio	Realidad Virtual
360 VR Experience		Escenario 3D en ArcGIS Online	Realidad Virtual
GAFAS HTC VIVE PRO	-	-	-

Figura 14

Modelo Cartográfico de procesamiento fotogramétrico



Para este procesamiento se cargó la nube de puntos proporcionada por el IGM y de las fotografías terrestres correspondientes al muro externo de la cárcel en Agisoft Metashape como se muestra en las Figuras 15 y 16 con la generación de la malla y textura, mostrando algunos

errores que afectan al modelo, por lo que se realizó una reconstrucción en SketchUp del edificio principal de la cárcel.

Figura 15

Procesamiento de la nube de puntos

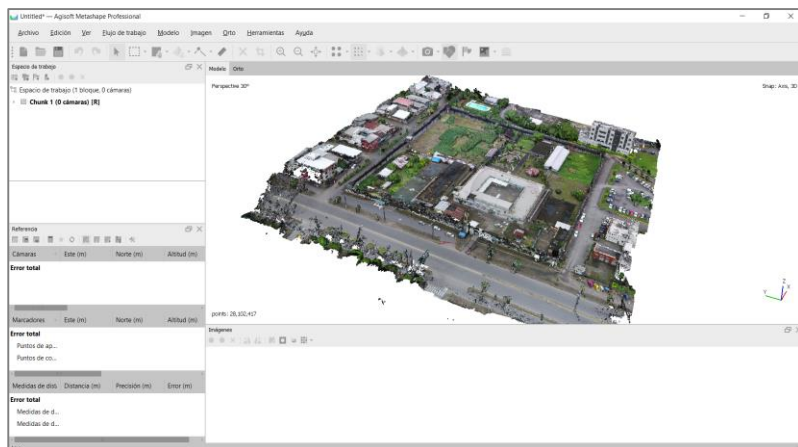
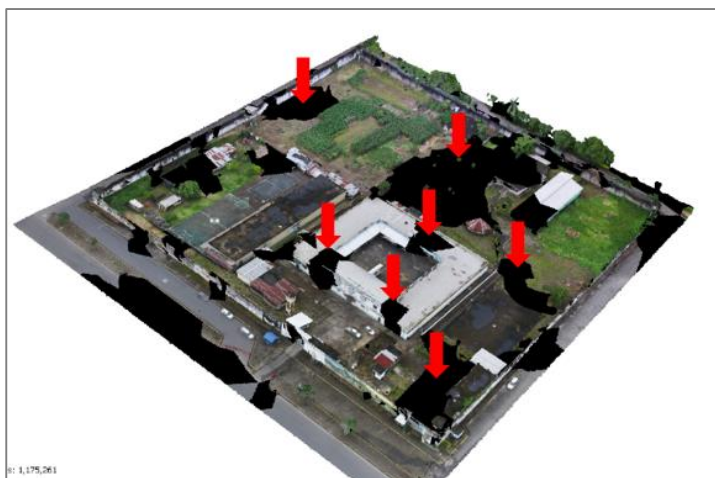


Figura 16

Errores encontrados en la generación de la malla y texturas



Para obtener una mejor visualización del modelo final, se procedió hacer una reclasificación de los objetos de la zona de estudio, eliminando el edificio de la cárcel y muro como se muestra en la Figura 17.

Figura 17

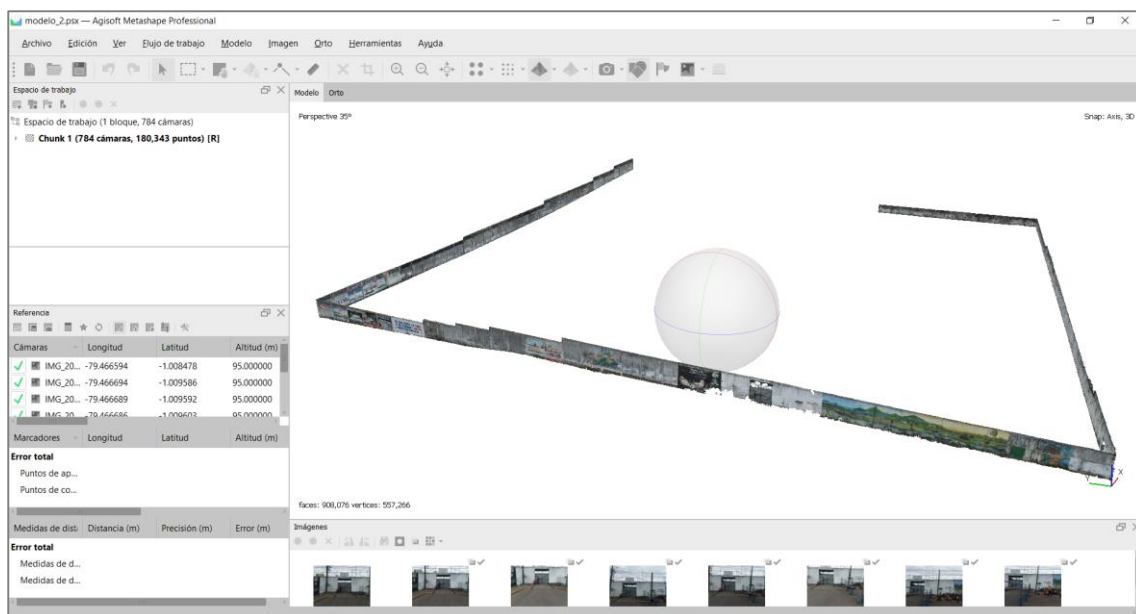
Reclasificación de la nube de puntos y cortes de la zona de interés



En la Figura 18 se puede observar el procesamiento de la malla y texturas del muro externo, mismo presenta un error de orientación de las imágenes en la parte posterior del muro, por lo que, es necesario realizar una reconstrucción del mismo utilizando el software SketchUp.

Figura 18

Generación de la malla y texturas del muro externo



Reconstrucción de objetos de interés en SketchUp Pro

En las Figuras 19 y 20 se muestra la recreación de los objetos de interés en Sketchup (muro y edificio principal de la Cárcel de Quevedo) utilizando las diferentes herramientas de dibujo y edición que brinda el software.

Figura 19

Reconstrucción del edificio principal de la cárcel de Quevedo

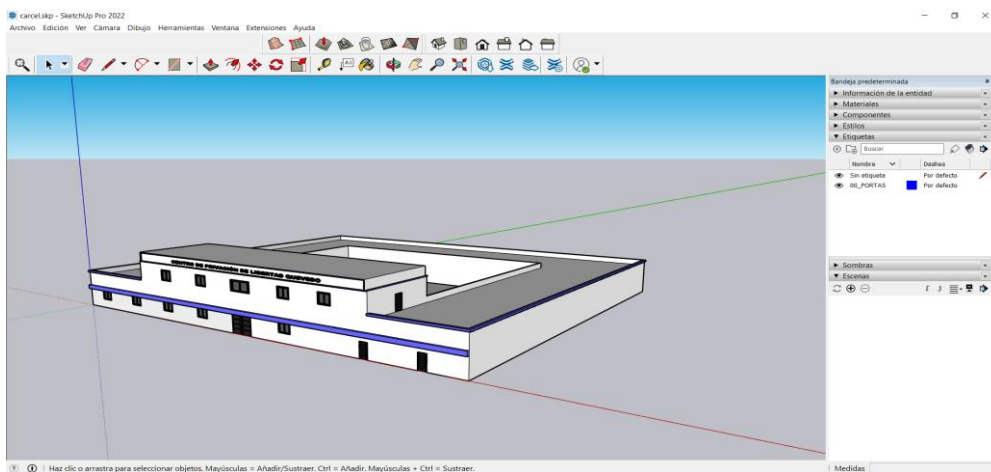
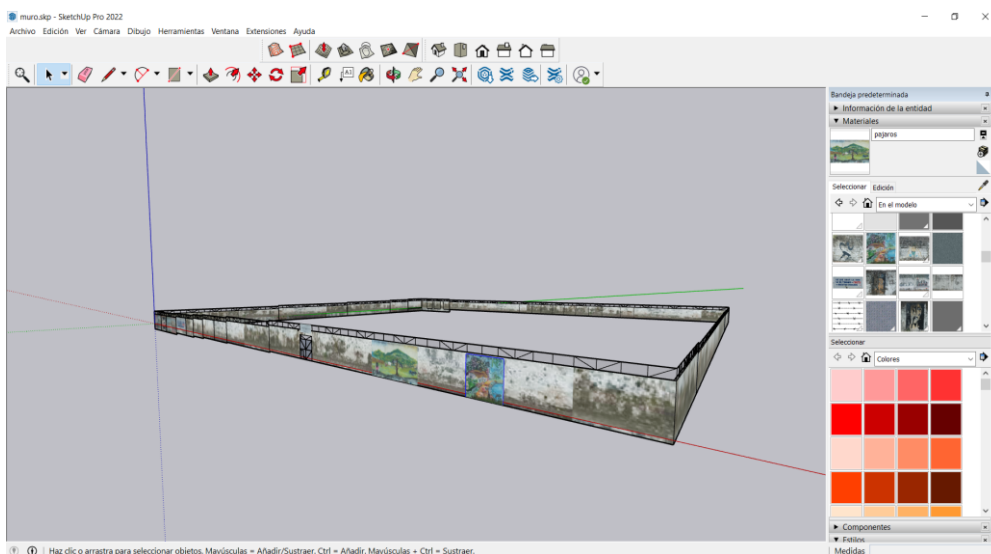


Figura 20

Reconstrucción del muro de la cárcel de Quevedo



En la Figura 21 se puede observar los resultados de la reconstrucción del muro y el edificio principal de la cárcel junto con el modelo del terreno.

Figura 21

Visualización de los objetos reconstruidos

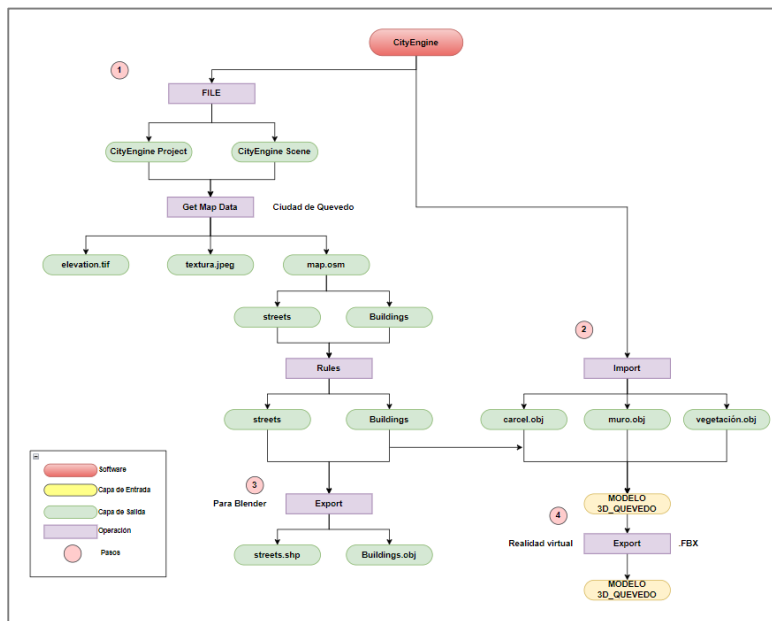


Generación modelo 3D

Generación del MDE y modelo 3D de la zona de interés en CityEngine

Figura 22

Modelo cartográfico de la generación del MDE



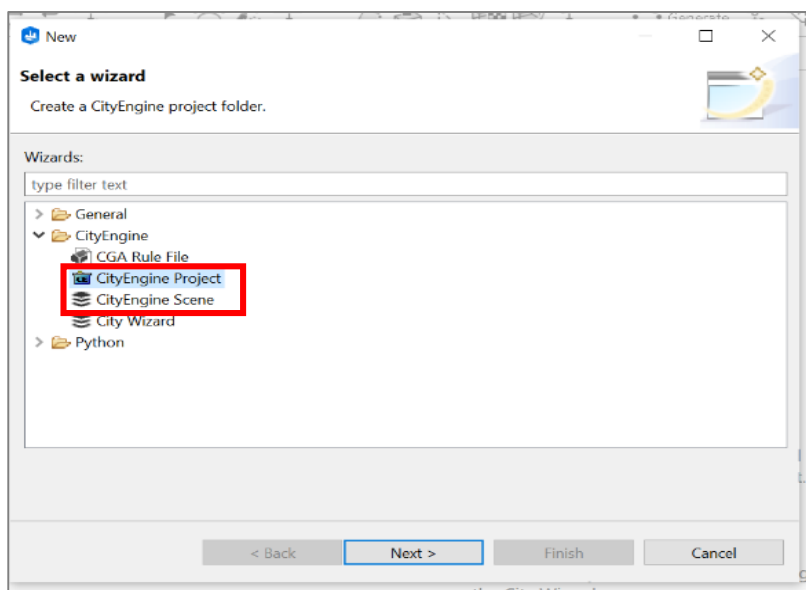
Para obtener el MDE se genera en primer lugar un proyecto nuevo seguido de la escena, posteriormente se carga la imagen satelital; para ello hacer clic en el menú File escoger la opción “Get Map Data” con 12m de resolución como se muestra en las Figuras 23, 24 y 25.

Para crear un proyecto en la opción File → New → CityEngine Project → Nombre del proyecto.

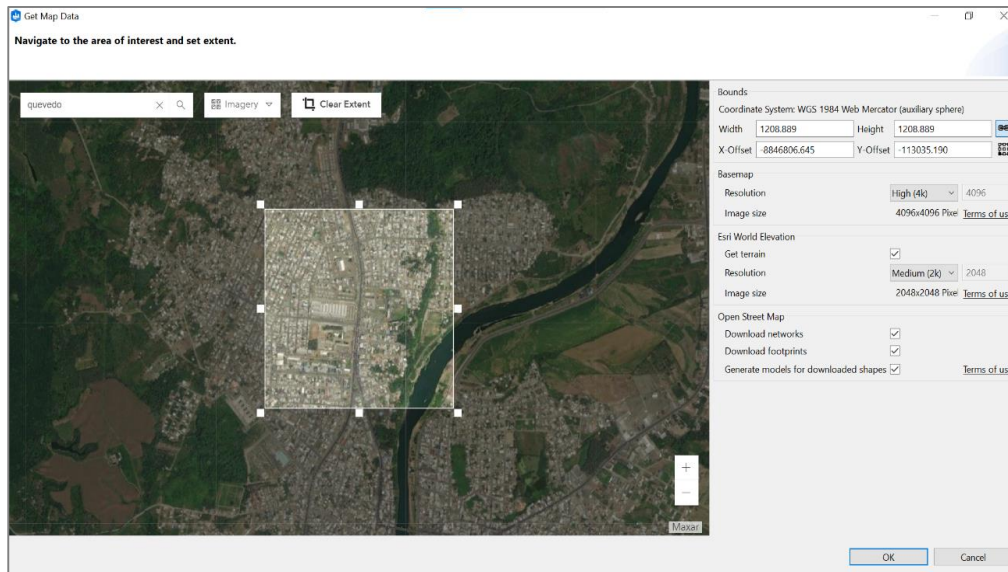
Posteriormente para crear la escena, en la opción File → New → CityEngine Scene → Nombre de la escena.

Figura 23

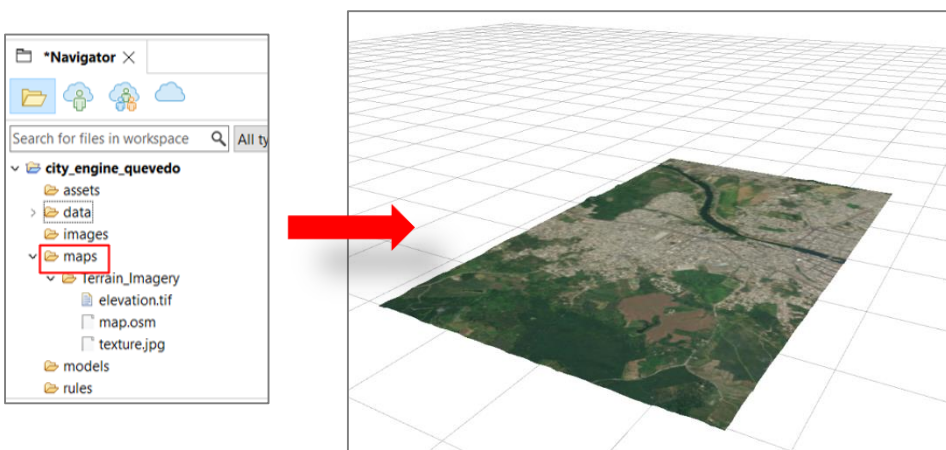
Creación del proyecto y escena



Para definir la zona de estudio cargar la imagen satelital que viene incluida en CityEngine desde el menú File → Get Map Data (la descarga se almacenará automáticamente en la subcarpeta Maps del proyecto).

Figura 24*Ubicación de la zona de estudio*

En la ventana de Navigator ubicarse en la carpeta del proyecto creado y desde la carpeta "Maps" cargar en el espacio de trabajo "3D VIEW" los archivos elevation.tif y textura.jpg

Figura 25*Visualización del MDE de la zona de estudio*

Cuando se descarga el modelo del terreno desde CityEngine conjuntamente se

Descargan las vías y las edificaciones a las cuales se le asignan reglas predefinidas por ESRI.lib y se alinean con el terreno como se muestran en las Figuras 26, 27 y 28.

Figura 26

Asignación de reglas a las vías

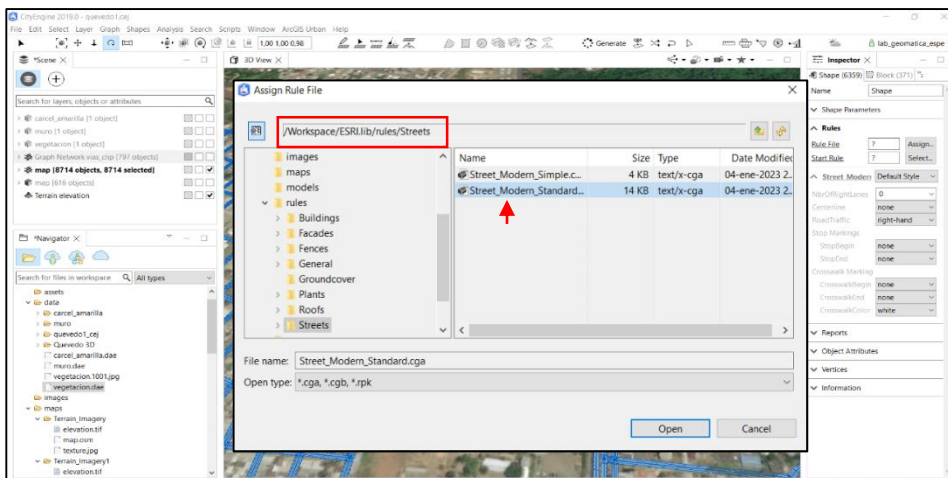


Figura 27

Alineación de las vías con el terreno

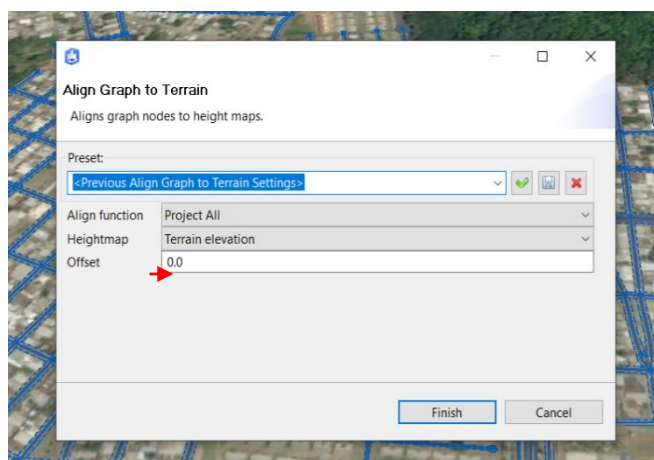
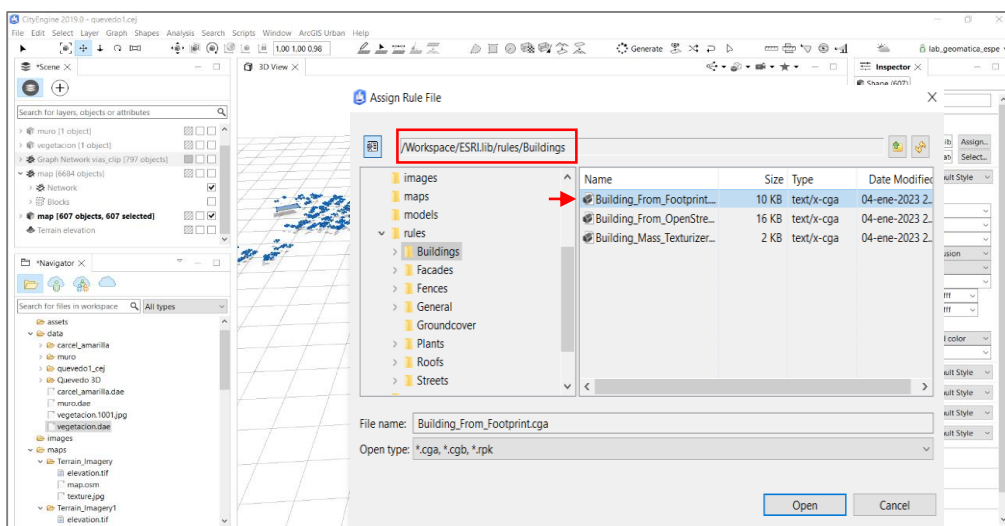


Figura 28

Asignación de las reglas a las edificaciones



Para importar la cárcel y el muro reconstruidos en SketchUp y el modelo obtenido desde Agisoft, previamente se debe guardar los archivos en la carpeta “data” del proyecto de City Engine y arrastrarlos al espacio de trabajo “3D VIEW”

Figura 29

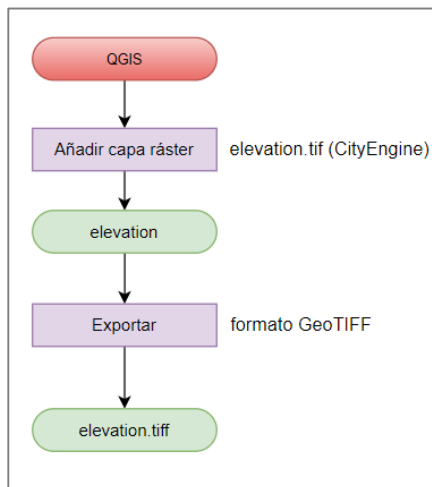
Visualización del modelo 3D con los objetos de interés



Transformación del MDE a formato compatible de CityEngine a Blender en QGIS

Figura 30

Metodología para transformar a un formato compatible con Blender



Para este proceso en la plataforma de QGIS se debe añadir una nueva capa, para ello ir a: añadir capa ráster → seleccionar el archivo obtenido de CityEngine en formato .tif → ok

Seguidamente exportar la capa con formato GeoTIFF el mismo servirá para importar a Blender como se muestra en las Figuras 31 y 32

Figura 31

Creación de la capa ráster

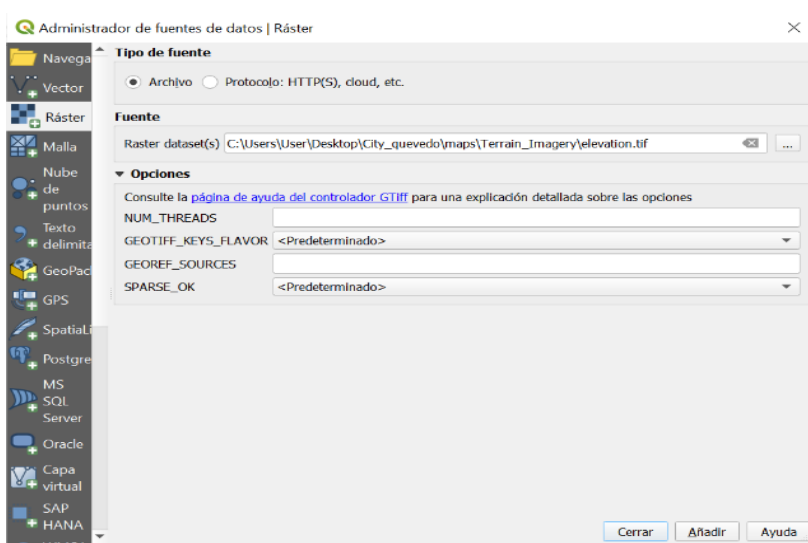
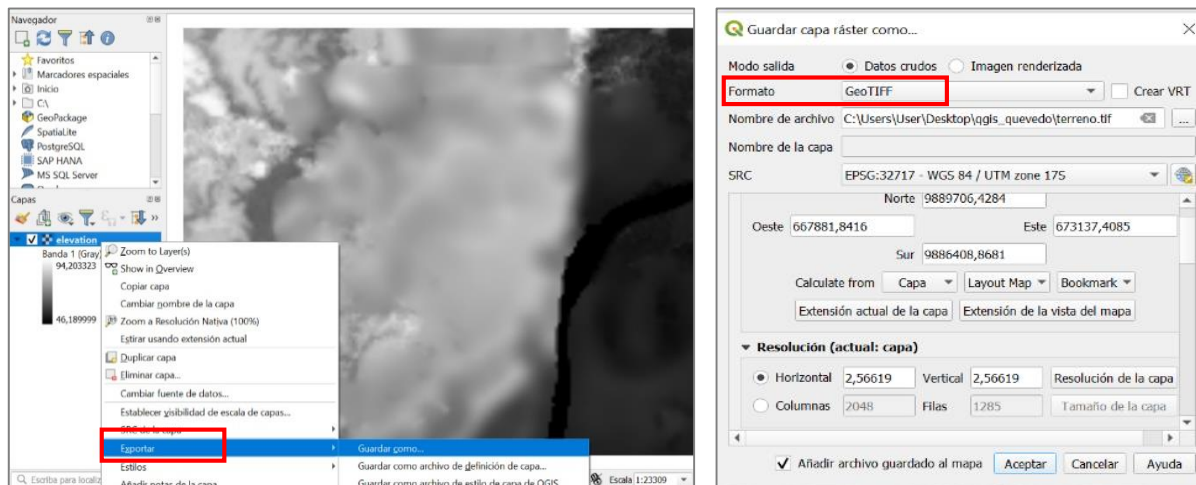


Figura 32

Nuevo formato de la capa ráster compatible con Blender

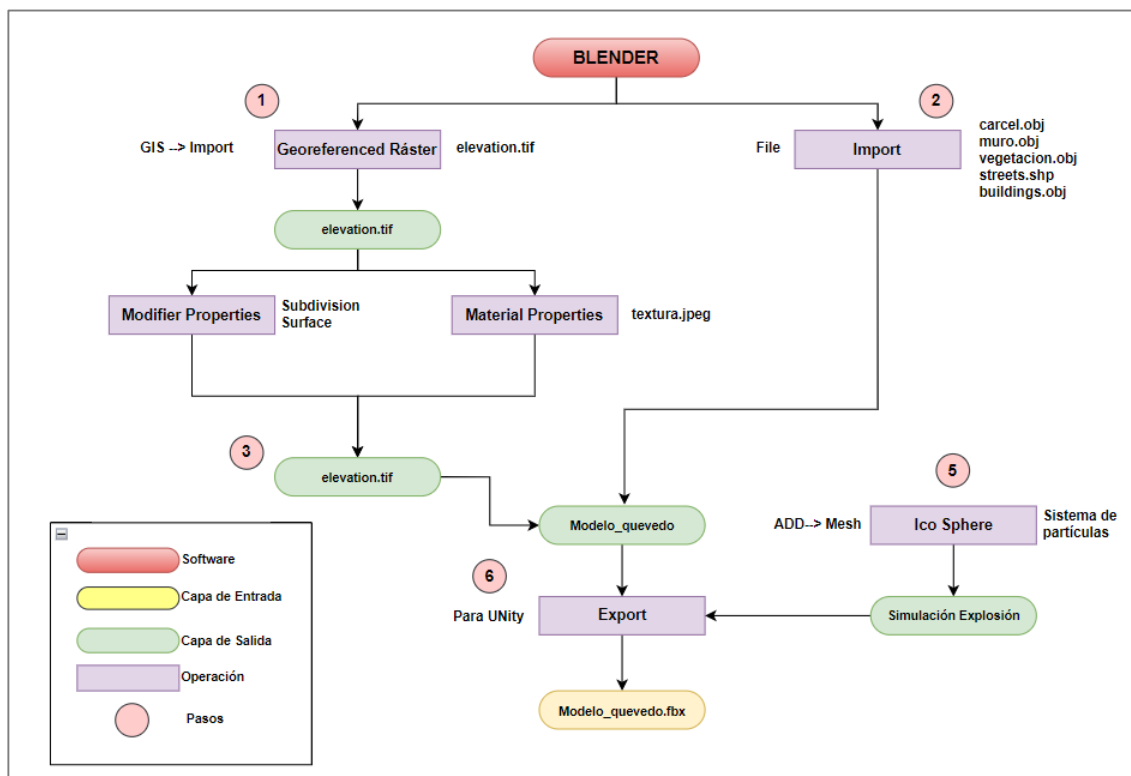


Simulación de explosión en Blender

El software Blender permitirá crear en el modelo en 3D obtenido de CityEngine de la zona de estudio una animación la misma que simulará una explosión en la infraestructura del edificio de la cárcel (Caso hipotético: explosión ocasionada por una carga explosiva transportada por un dron).

Figura 33

Modelo cartográfico para generar la simulación en Blender

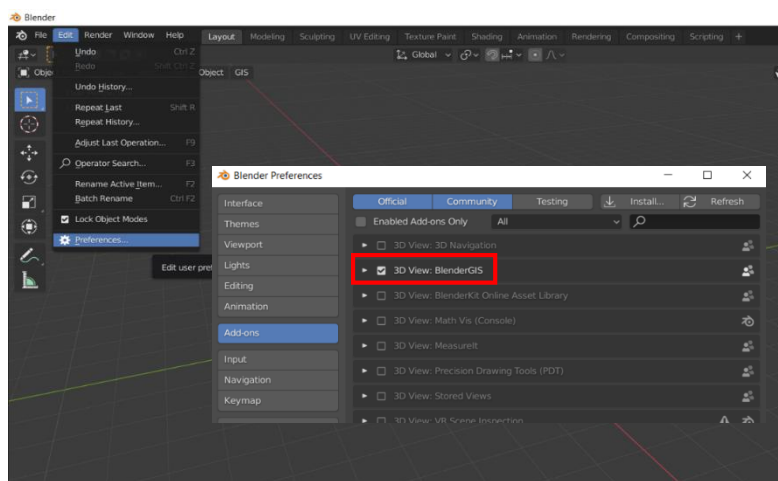


Para la creación del modelo en Blender, se importó el MDE de Quevedo, el edificio, el muro y el terreno de la cárcel, las vías y los edificios obtenidos desde City Engine en formato .shp y .obj respectivamente.

Para empezar a trabajar en Blender previamente se debe activar el Plugin GIS, para ello realizar el siguiente procedimiento: Edit → Preferences → Add on → BlenderGIS como se muestra en la Figura 34.

Figura 34

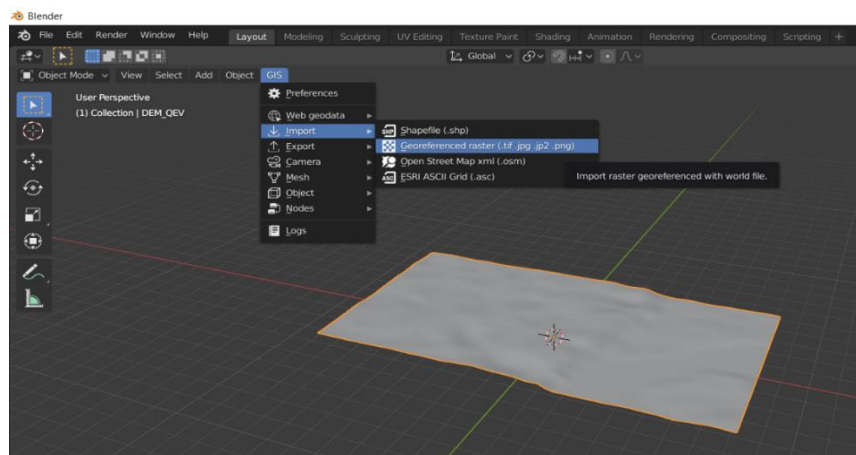
Activación del Plugin GIS



Para importar el MDE hacer clic en GIS → import → Georeferenced raster

Figura 35

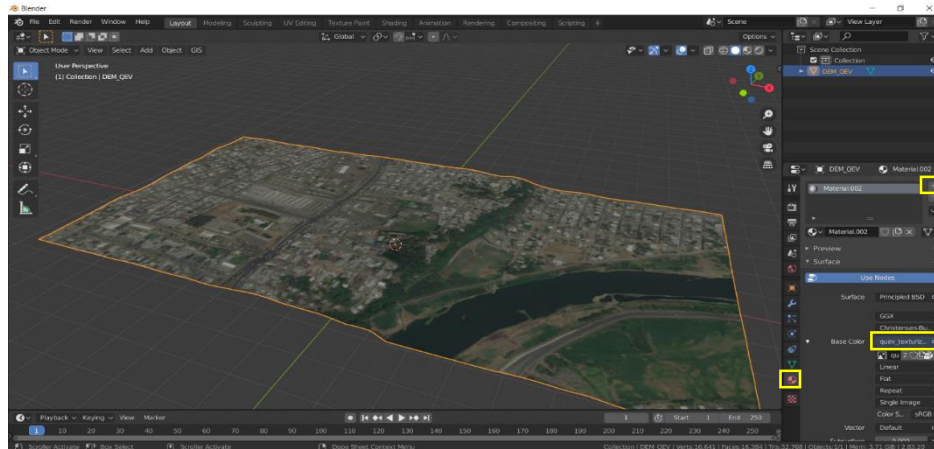
MDE con el formato compatible para Blender



Una vez importado se realizan varias configuraciones para obtener el modelo y añadimos la textura como se muestra en la Figura 36.

Figura 36

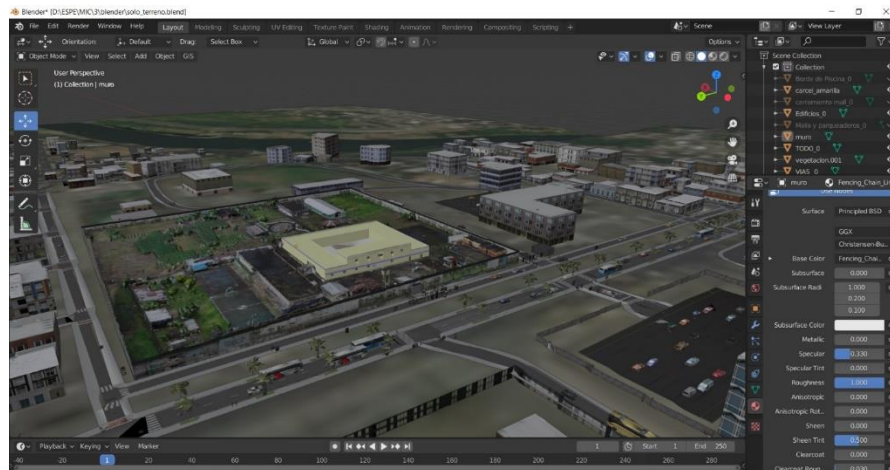
Textura del MDE



Importar el modelo 3D de la zona de estudio generado en City Engine como se muestra en la Figura 37.

Figura 37

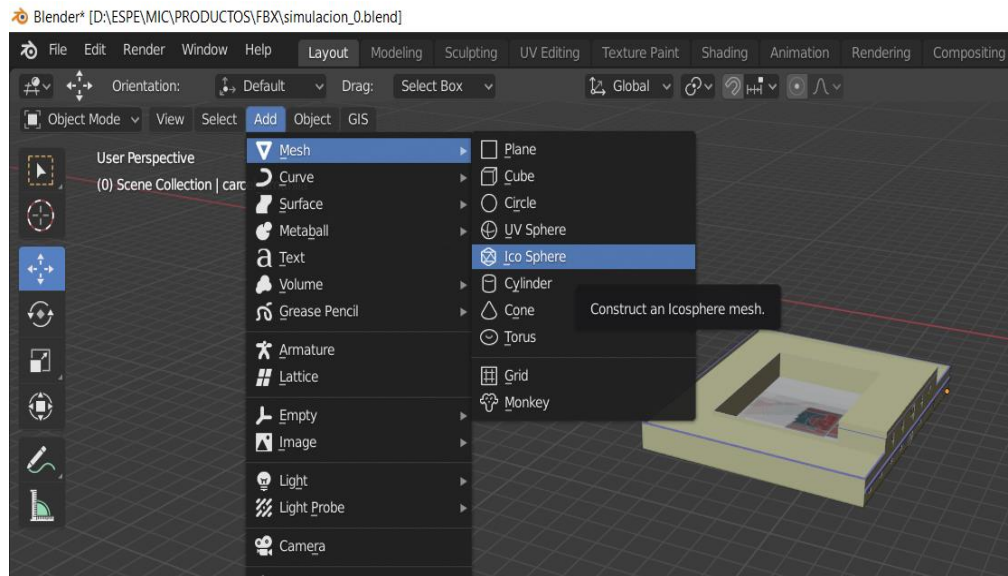
Visualización del modelo 3D en Blender



Para generar una explosión por partículas se necesita de una esfera, para ello en la opción Add → Mesh → escoger la opción **Ico Sphere**.

Figura 38

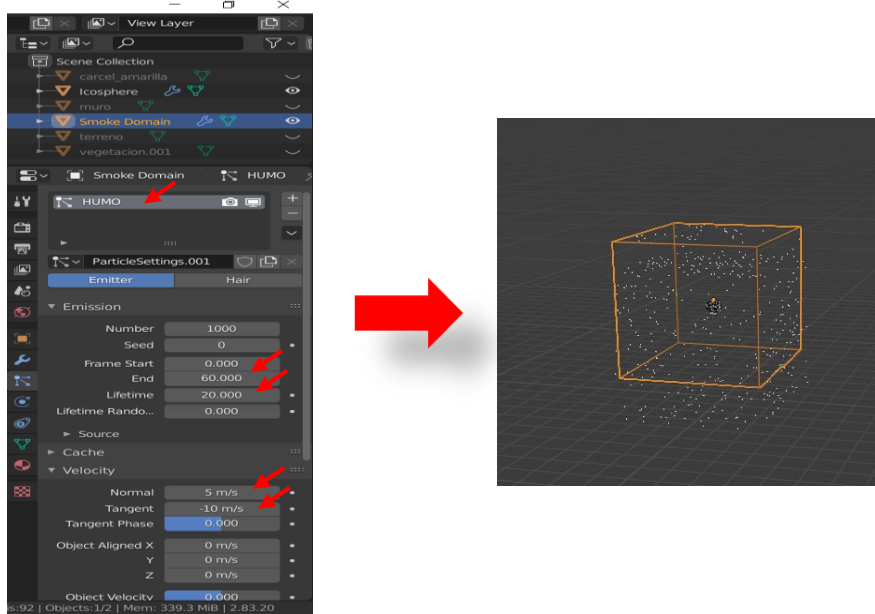
Generación de la esfera para la simulación



Para la generación de la explosión es necesario hacerla a partir de partículas, para lo cual se realiza el siguiente procedimiento: clic en **Particle System** (cambiar el nombre) → cambiar los parámetros de emisión y velocidad como se muestra en la Figura 39.

Figura 39

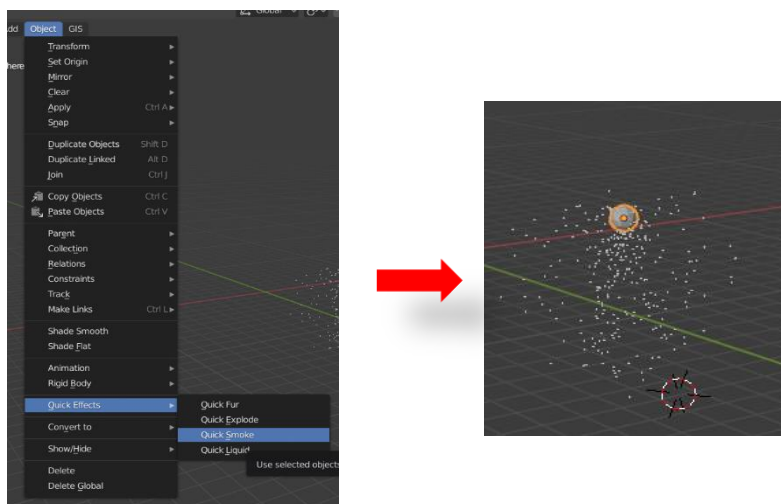
Generación de las partículas para la explosión



Para visualizar las partículas del humo, en la barra superior clic en Object → Quick effects → Quick Smoke.

Figura 40

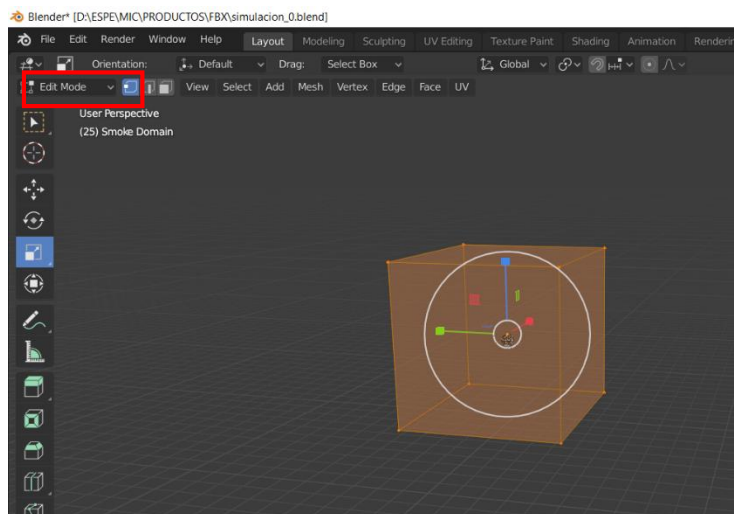
Visualización de las partículas de humo




Para escalar el dominio en donde se va a crear el efecto de la explosión se debe activar en la barra superior Edit Mode → modo caras

Figura 41

Visualización del dominio



Para modificar la esfera clic en  → Modificar la configuración de Settings y Flow Scene, como se muestra en la Figura 42.

Para crear el fuego se duplica la esfera inicial “Humo” a continuación  “Fuego” → editar la configuración de emisión y velocidad.


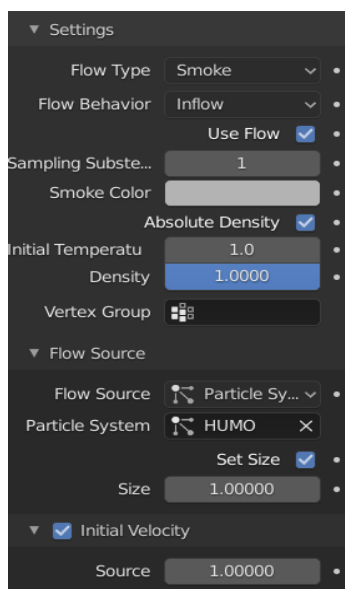
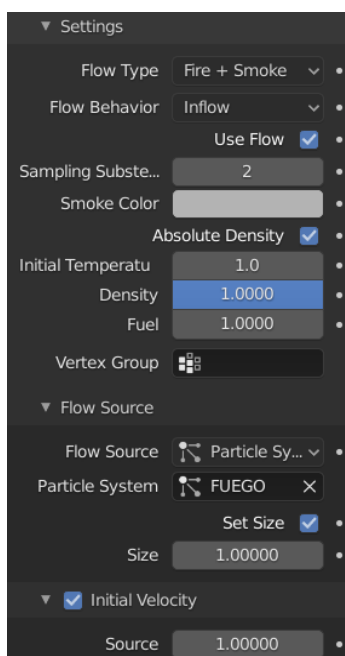
En  configurar Setting y Flow Type, como se muestra en la Figura 43.

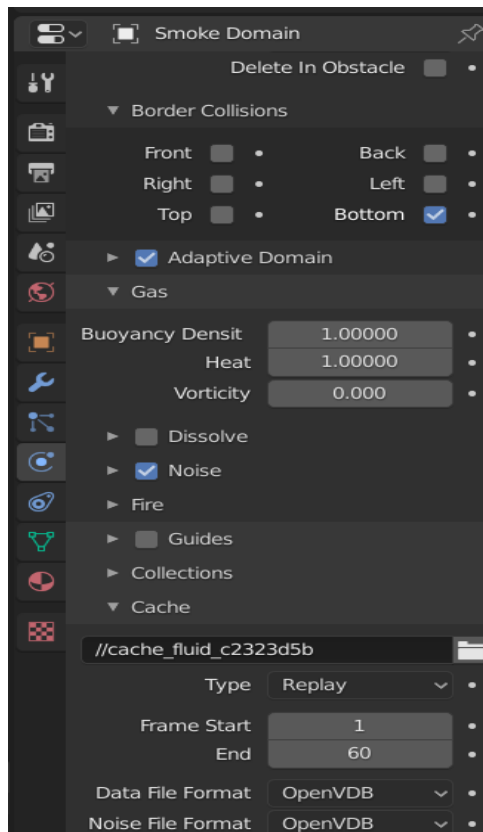
Figura 42*Configuración de la esfera***Figura 43***Configuración de la esfera*

Para modificar el dominio activar las siguientes opciones como se indica en la Figura

44.

Figura 44

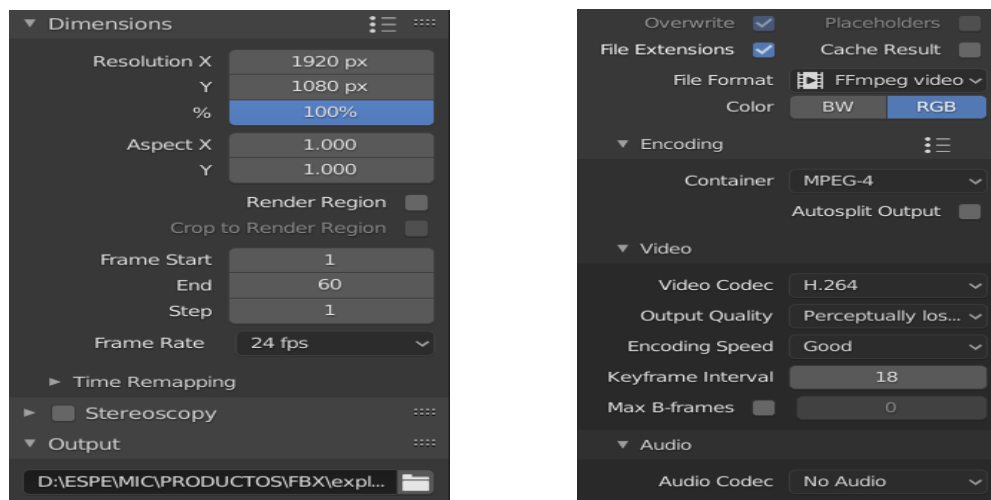
Configuración del dominio



Para configurar la salida realizar las siguientes modificaciones:

Figura 45

Configuración de salida



Para visualizar la animación en la opción View → Viewport Render Animation

Figura 46

Visualización de la simulación

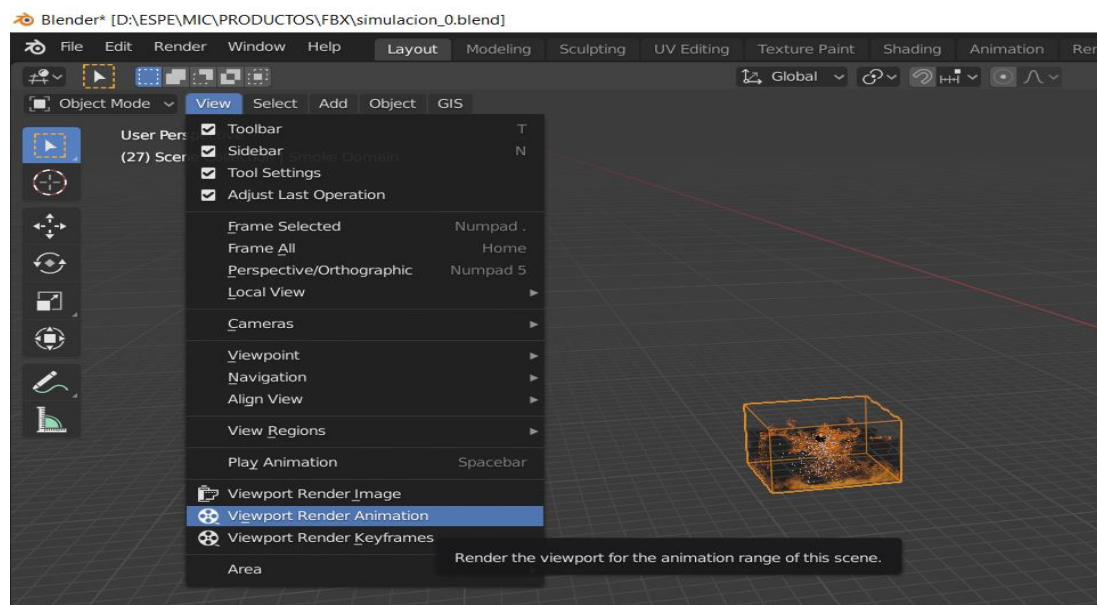


Figura 47

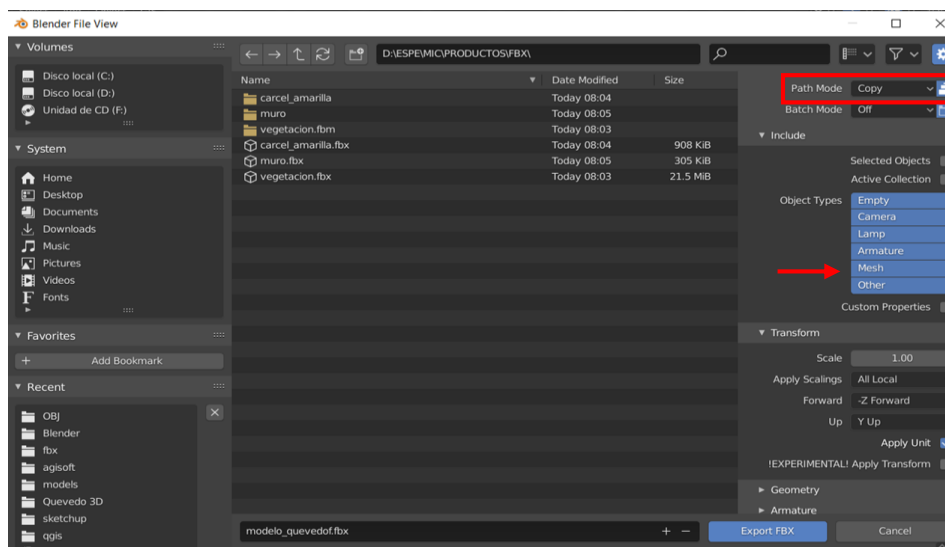
Visualización de la simulación en el modelo 3D



Para exportar el modelo hacer clic en File → export → FBX → Path Mode → Copy → clic en la caja → mesh → export FBX

Figura 48

Exportación del modelo y la simulación en formato .FBX

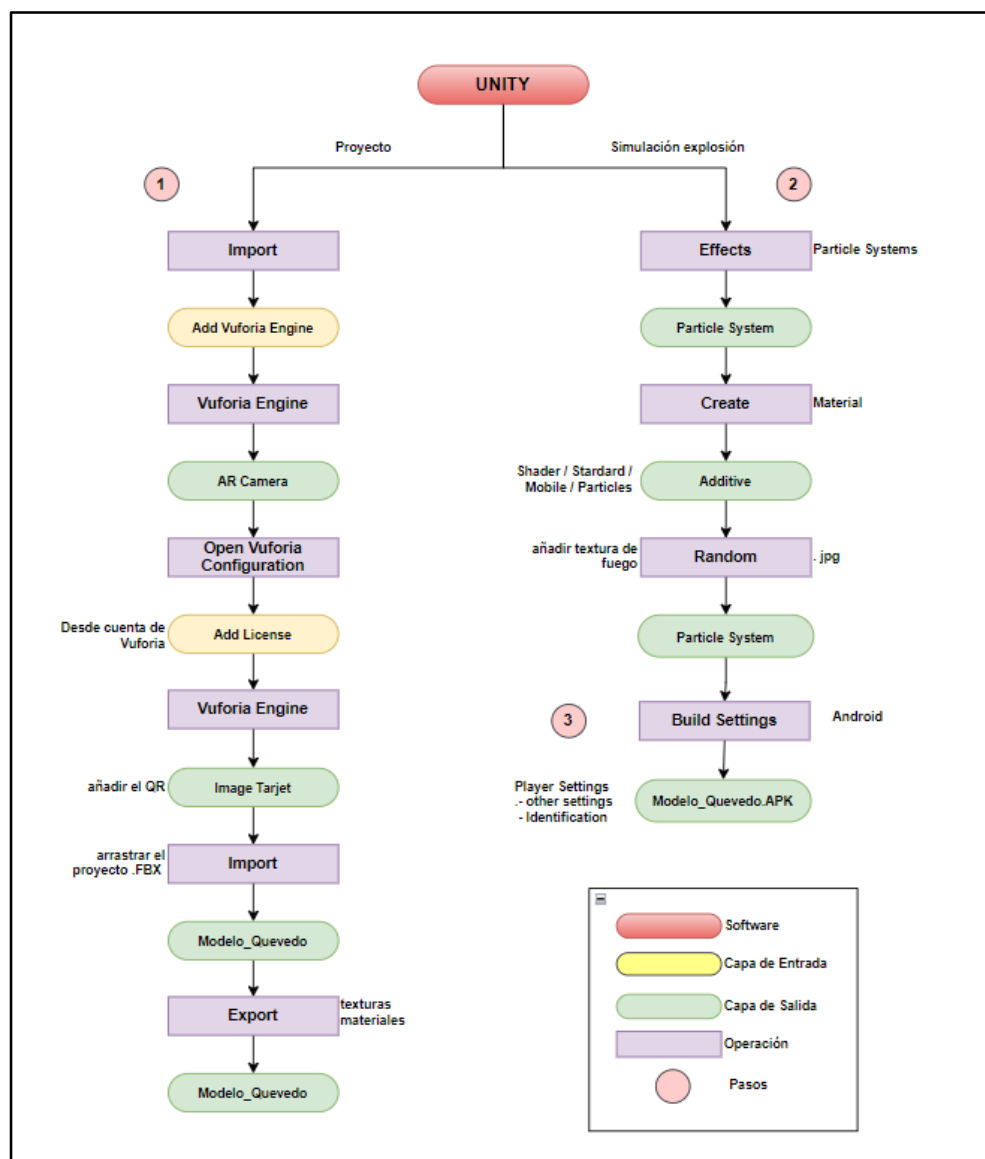


Generación de Realidad Aumentada en Unity

Para visualizar el modelo 3D de la zona de estudio en realidad aumentada es necesario generar una APK con código QR el mismo podrá ser utilizado a través de un equipo móvil con sistema Android.

Figura 49

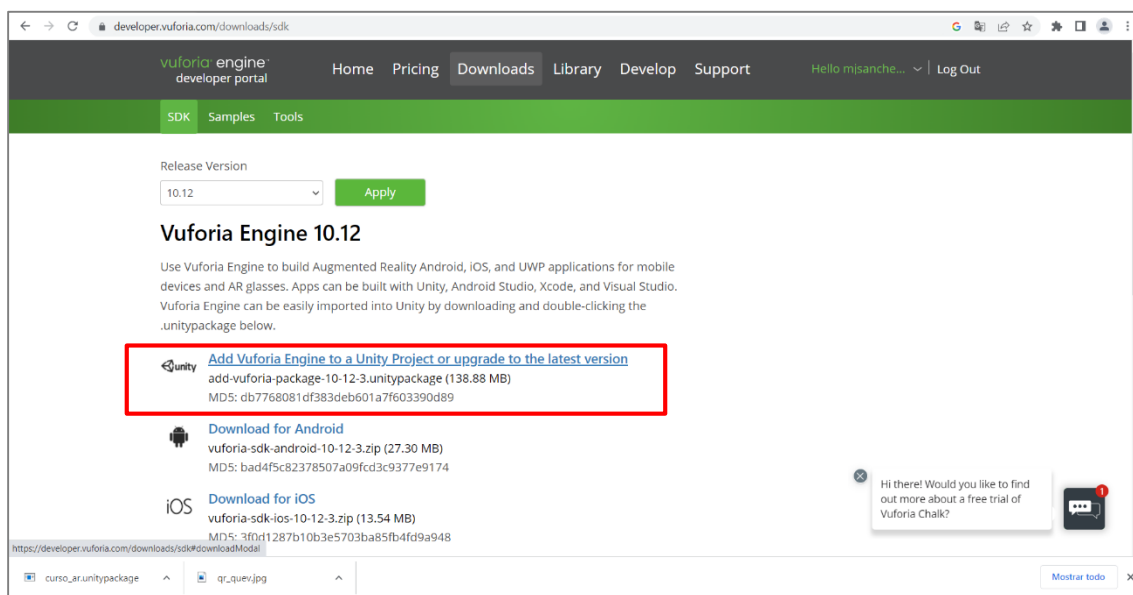
Modelo cartográfico de la generación de la Realidad Aumentada en Unity



Previamente se debe instalar Vuforia y crear una cuenta, misma que permitirá el desarrollo de aplicaciones en realidad aumentada y mixta tanto para dispositivos móviles como con visores VR.

Figura 50

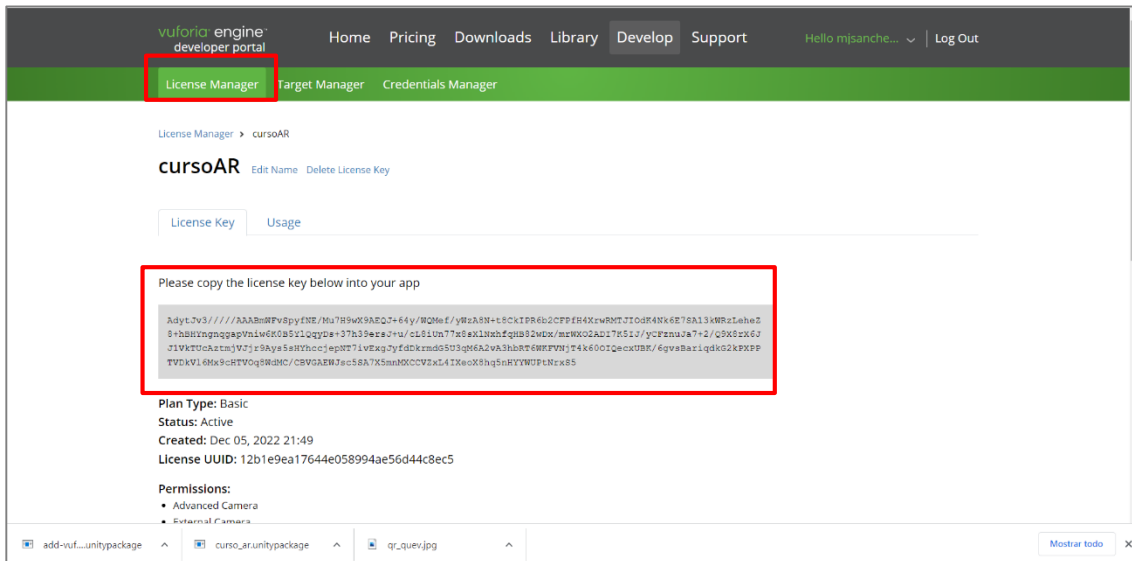
Descarga del paquete de Vuforia



Para el desarrollo del modelo, es necesario la generación de una licencia de Vuforia.

Figura 51

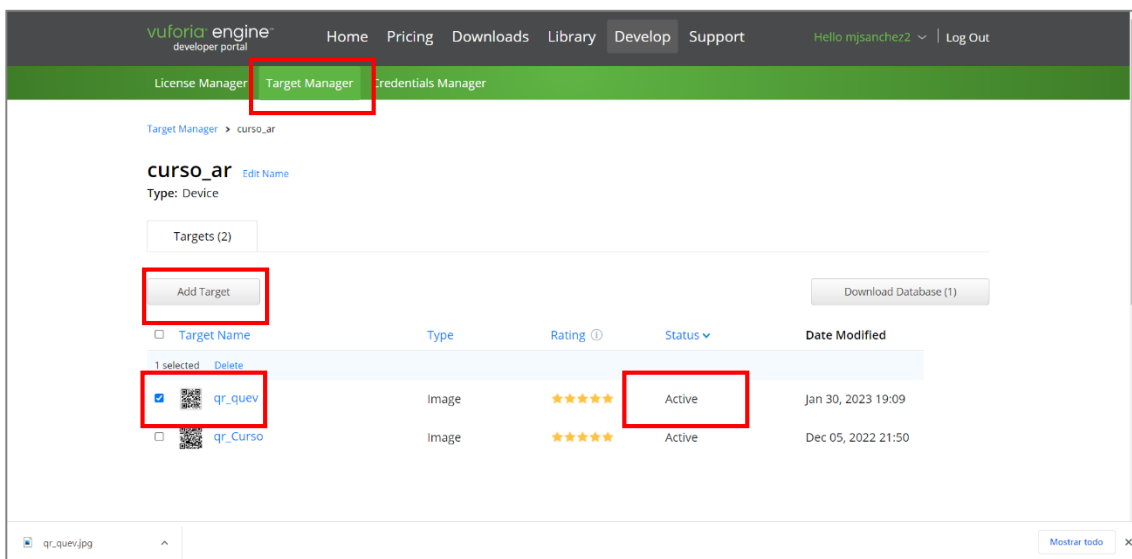
Generación de la licencia de Vuforia



Para la visualización del modelo en realidad aumentada es necesario cargar en vuforia la imagen del QR de preferencia en la opción Add Target.

Figura 52

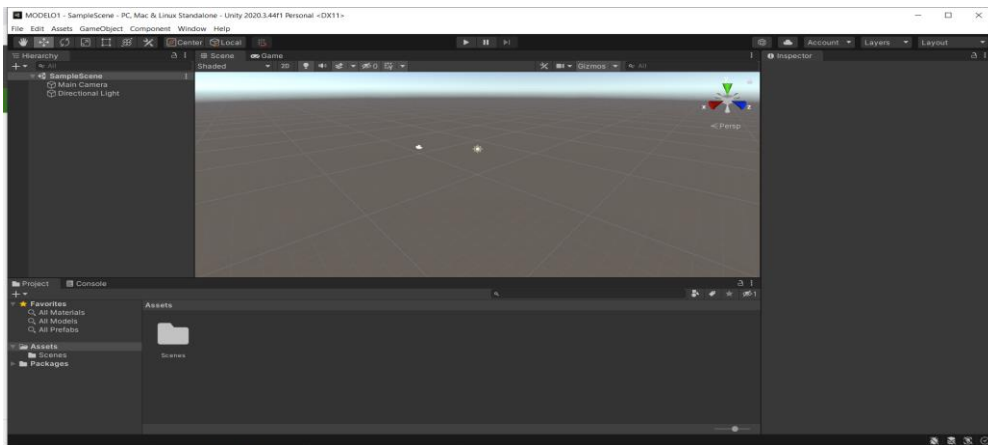
Añadir QR a Vuforia



Una vez realizados los pasos previos en Vuforia, crear un proyecto nuevo en Unity

Figura 53

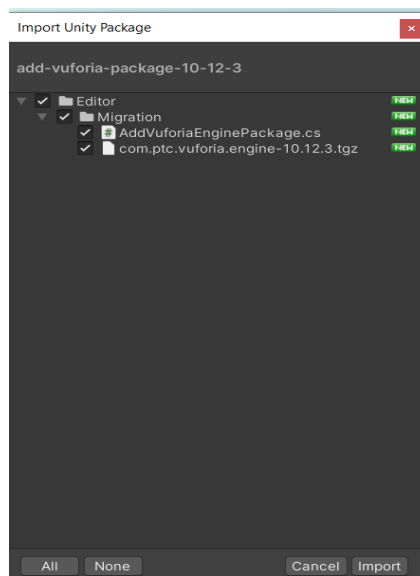
Interfaz de Unity



Importar el paquete de Vuforia, arrastrando desde la carpeta donde se encuentra ubicado el archivo hacia la ventana inferior de Unity “Assets” → Import

Figura 54

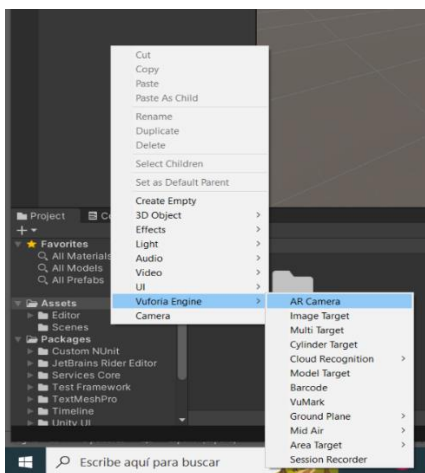
Instalación del paquete de Vuforia



Eliminar Main Camera y añadir una nueva cámara AR, para ello hacer clic derecho en la ventana izquierda → Vuforia Engine → AR Camera

Figura 55

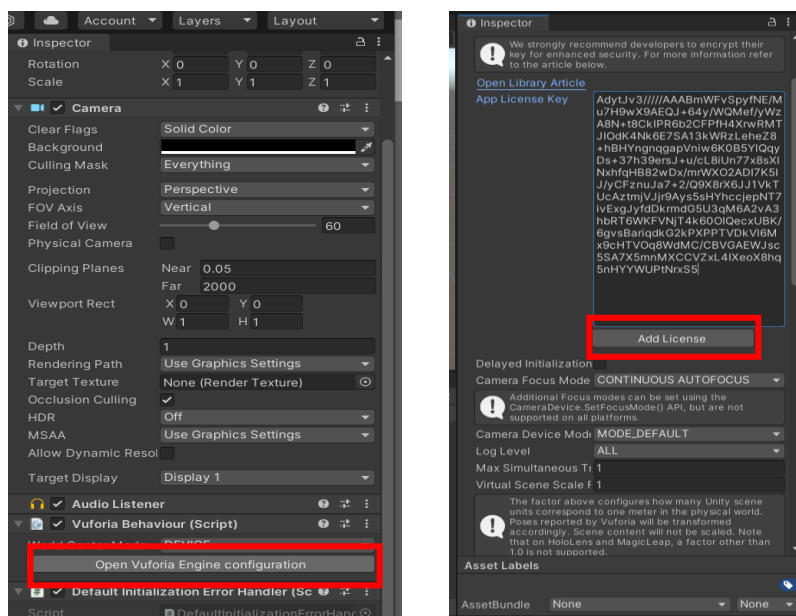
Cámara AR de Vuforia



Clic sobre AR Camera, en la ventana de Inspector (derecha) en la parte inferior escoger la opción **Open Vuforia Engine Configuration** → en la parte superior Add license (copiar y pegar la licencia obtenida previamente de Vuforia)

Figura 56

Configuración de Vuforia

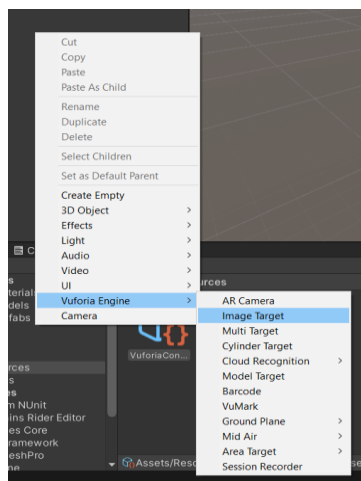


Una vez configurado Vuforia se debe añadir el código QR para ello hacer clic derecho

→ Vuforia Engine → Image Target

Figura 57

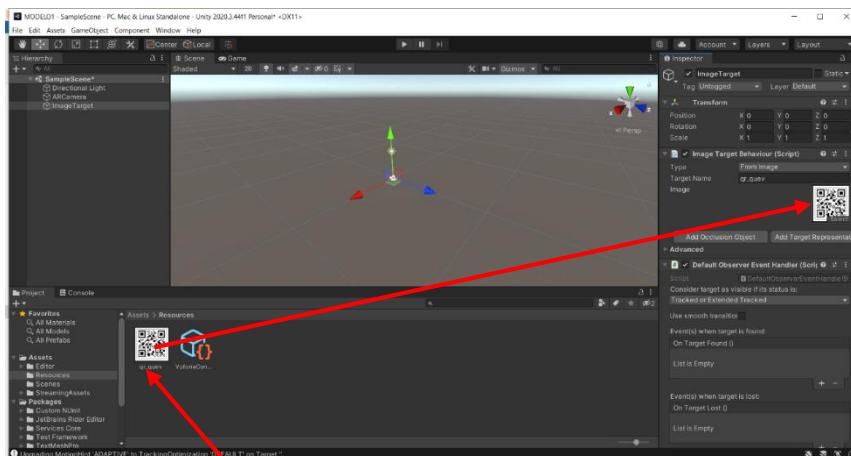
Configuración para añadir el QR



Arrastrar el QR previamente descargado a la ventana inferior del proyecto. En Inspector configurar Image Target

Figura 58

Configuración de Image Target - QR



Arrastrar el modelo 3D de la zona de estudio obtenido desde Blender en formato .fbx y extraer las texturas y materiales desde la ventana de Inspector. Para ello se recomienda crear dentro de la Carpeta Resource una carpeta para las texturas y otra para los materiales como se muestra en las Figuras 59 y 60.

Figura 59

Extracción de las texturas y materiales del modelo 3D

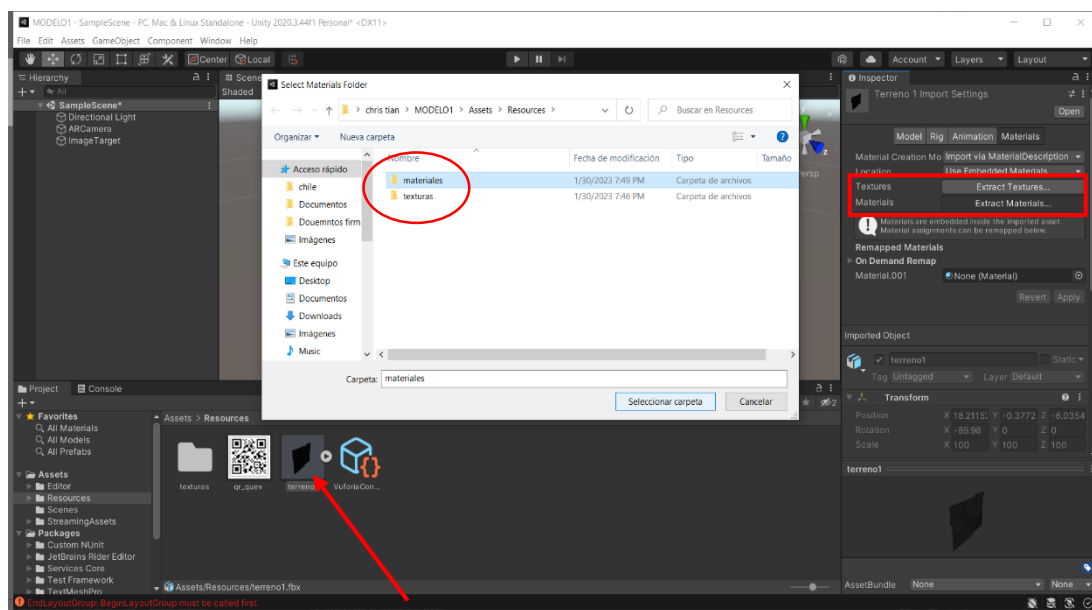


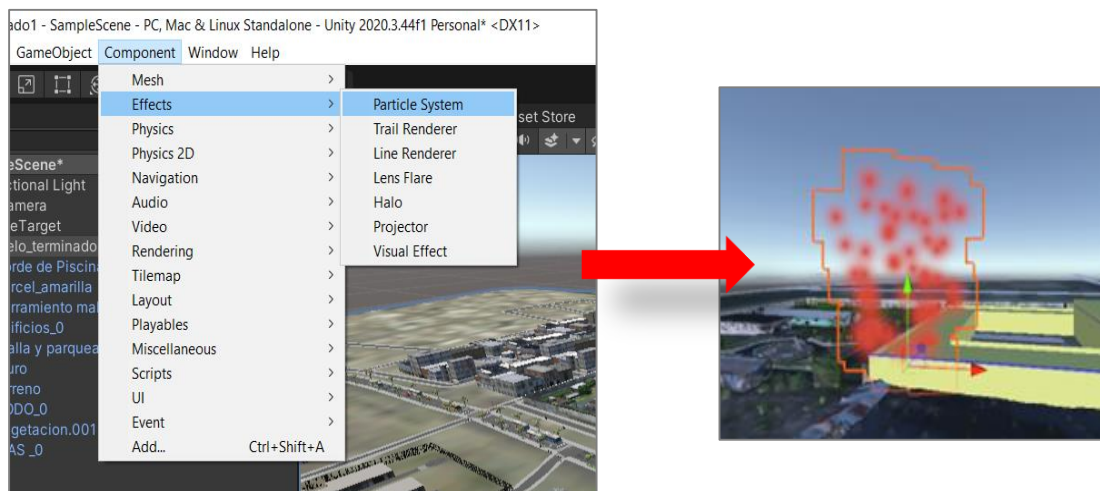
Figura 60

Visualización del modelo 3D



Figura 61

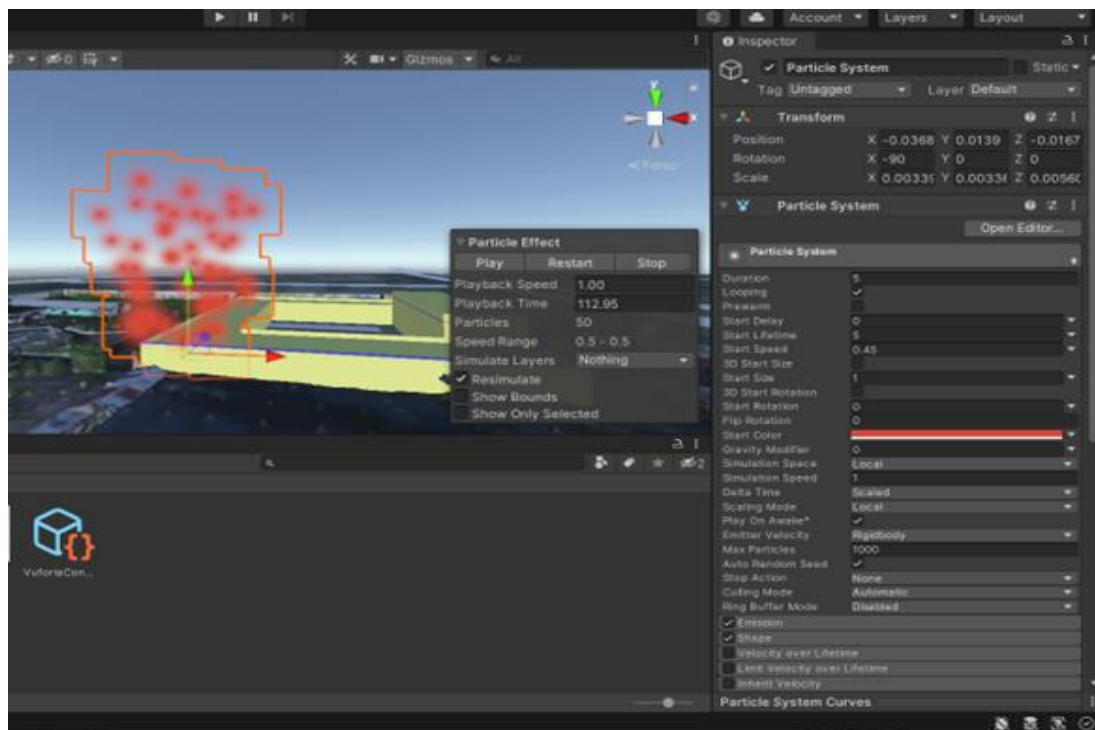
Creación del efecto de sistemas de partículas



En la ventana de Inspector realizar las configuraciones que se muestra en la Figura 58.

Figura 62

Configuración del sistema de partículas

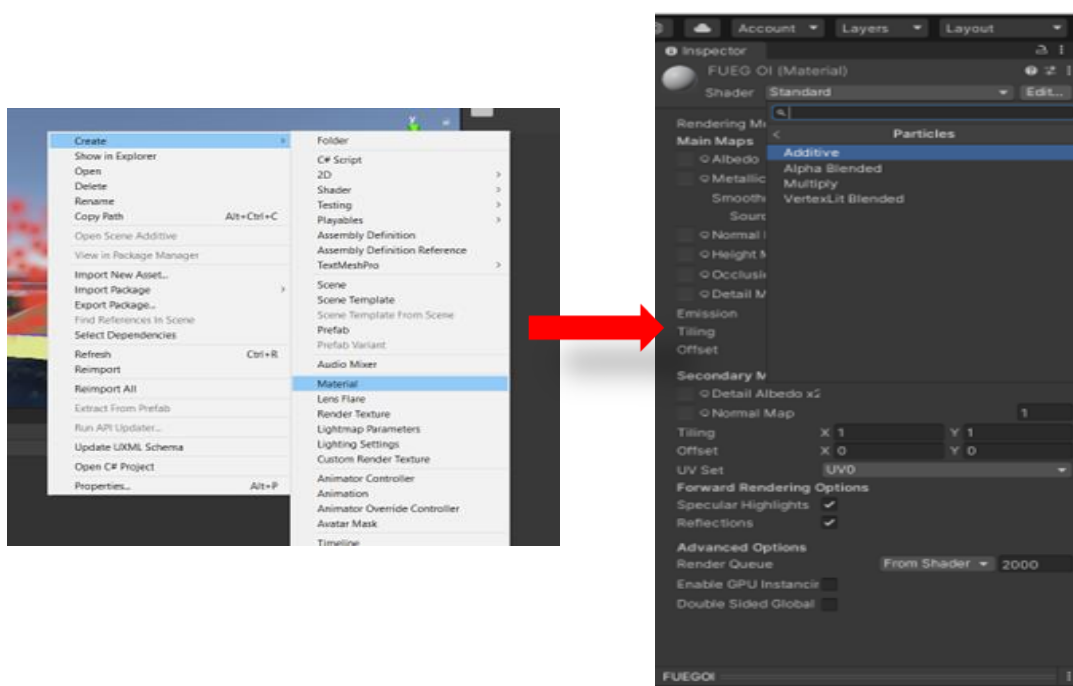


Para darle el efecto de fuego a las partículas es necesario crear los materiales, para ello hacer clic derecho sobre el espacio de trabajo → Create → Material

Para configurar los materiales, en la ventana de Inspector: Shader → Standard → mobile → particles → Additive

Figura 63

Configuración de los materiales del sistema de partículas



Continuando con la configuración, en la opción de Renderer; al material de fuego es necesario agregar una textura para lo cual se descarga una imagen del navegador y guardar en la carpeta Assets → texturas

Figura 64

Textura del material fuego

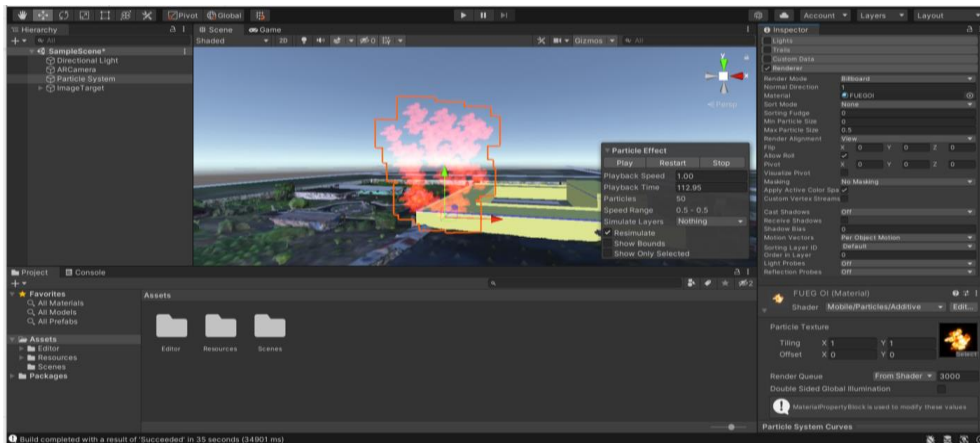


Figura 65

Configuración de Particle System

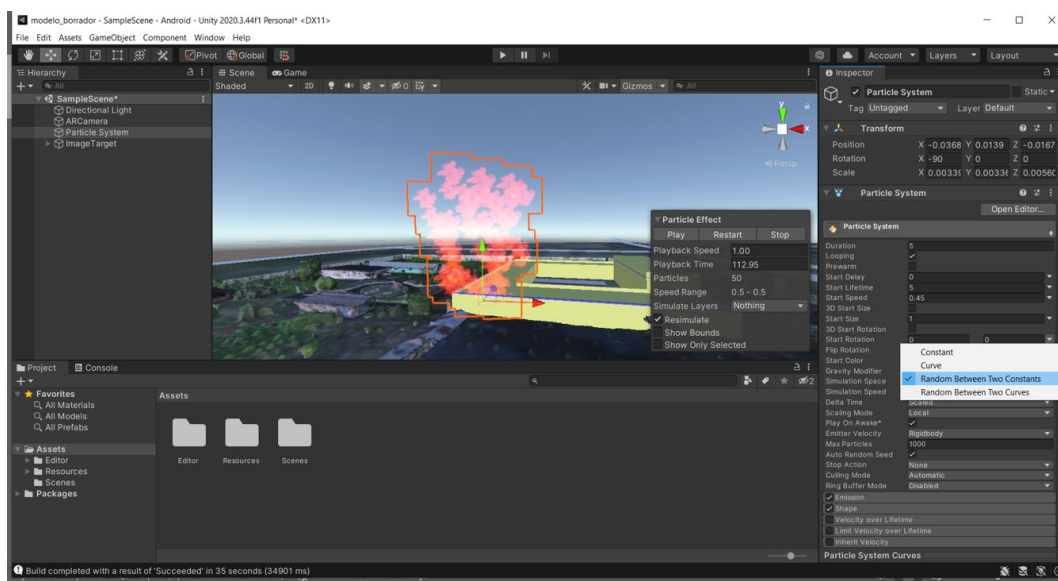


Figura 66

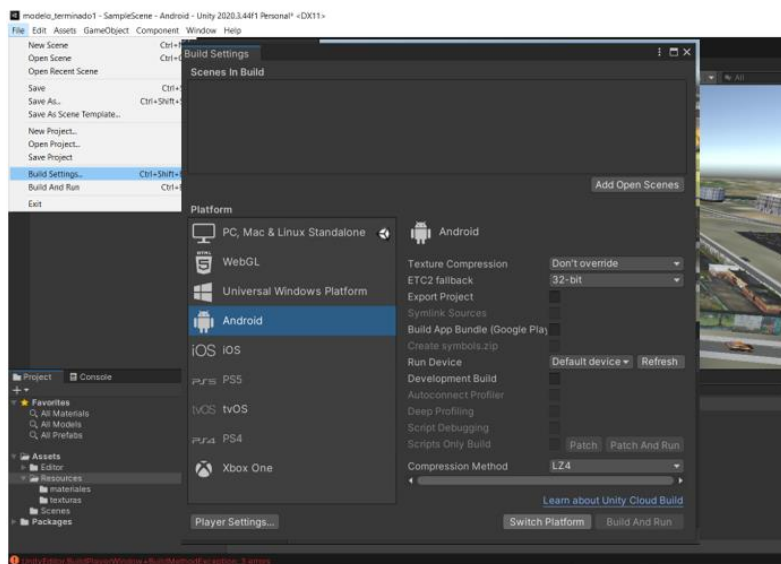
Visualización del modelo 3D y la simulación de la explosión



Para generar la aplicación APK y visualizar el modelo en Realidad Aumentada desde el móvil Android realizar los siguientes pasos:

Figura 67

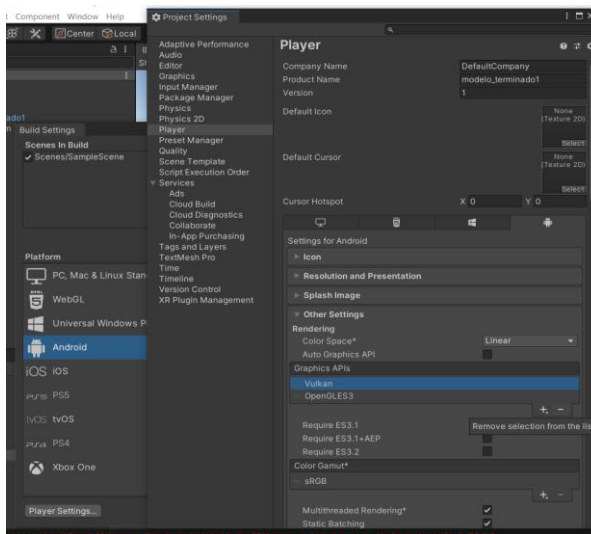
Visualización de la herramienta Build Settings



En la opción de Android → Player → Other Settings → Graphics API eliminar Vulkan con el signo (-)

Figura 68

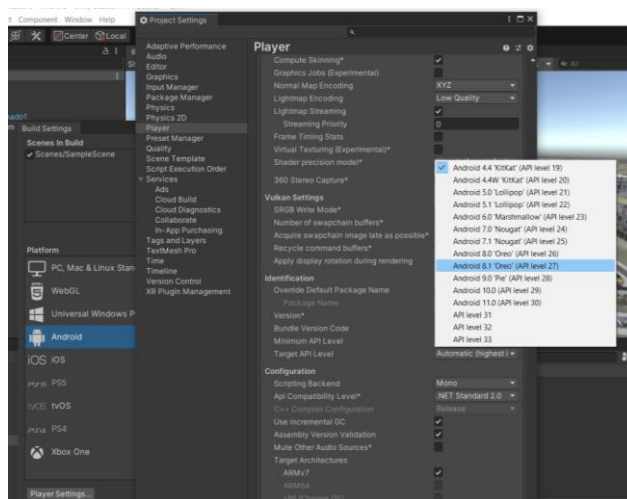
Configuración de Player “Other Settings”



Identification → Minimum API level → escoger nivel 27 → cerrar la ventana

Figura 69

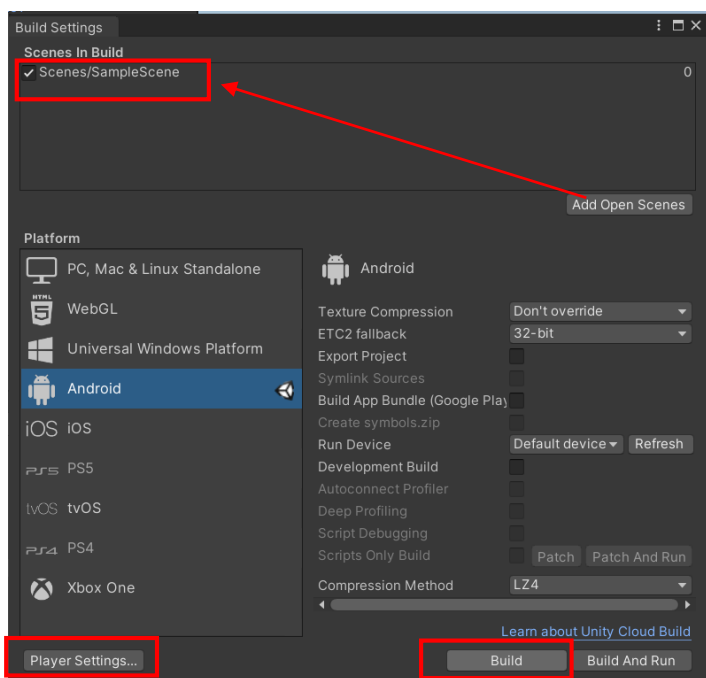
Configuración de Player “Identification”



Cargar la escena con Add Open Scenes → Presionar Player Settings → presionar Build

Figura 70

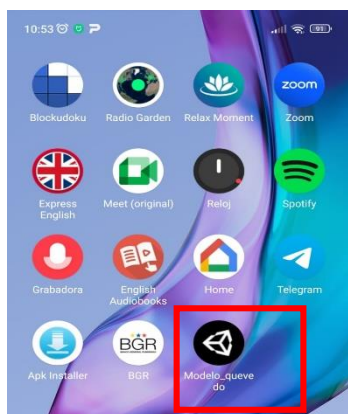
Construcción de la APK



Una vez generado la APK se lo debe instalar en el móvil (con sistema android) y escanear el código QR .

Figura 71

Procedimiento para la visualización del modelo en RA



Generación y visualización de la Realidad Virtual en Unity

Antes de importar el modelo 3D generado anteriormente, se debe crear un proyecto nuevo en Unity y realizar una serie de configuraciones como se detalla a continuación:

Crear un plano haciendo clic derecho sobre el panel izquierdo → Object → Plane

Figura 72

Modelo Cartográfico para la generación de la Realidad Virtual

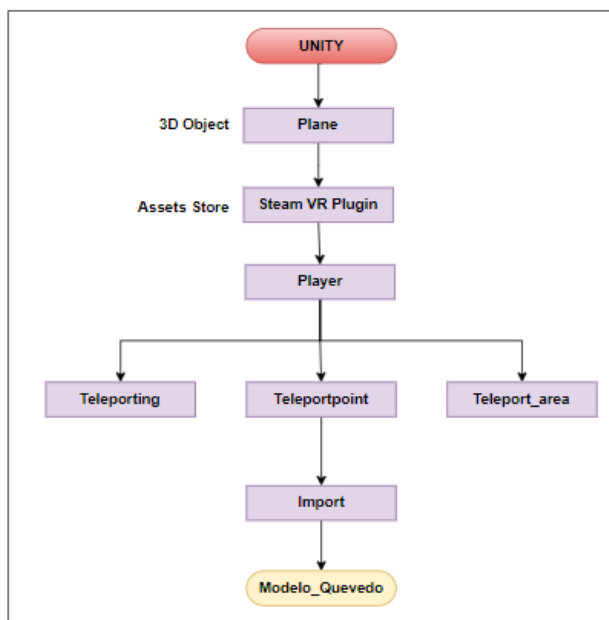
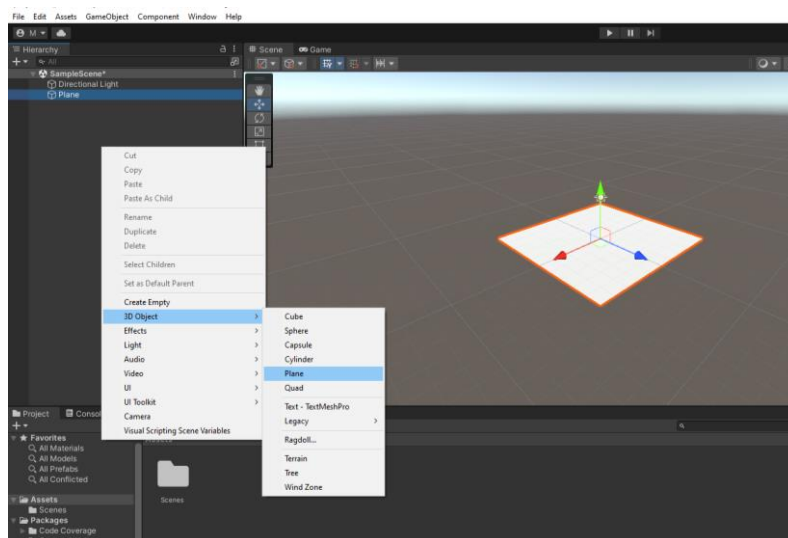


Figura 73

Procedimiento para crear un plano en Unity



Instalar el Plugin de Steam VR mismo que permitirá la configuración de los visores HTC VIVE PRO. Para ello clic en la pestaña de Assets Store → buscar Steam VR Plugin → FREE → Import → Accept All

Figura 74

Procedimiento para la instalación de SteamVR Plugin

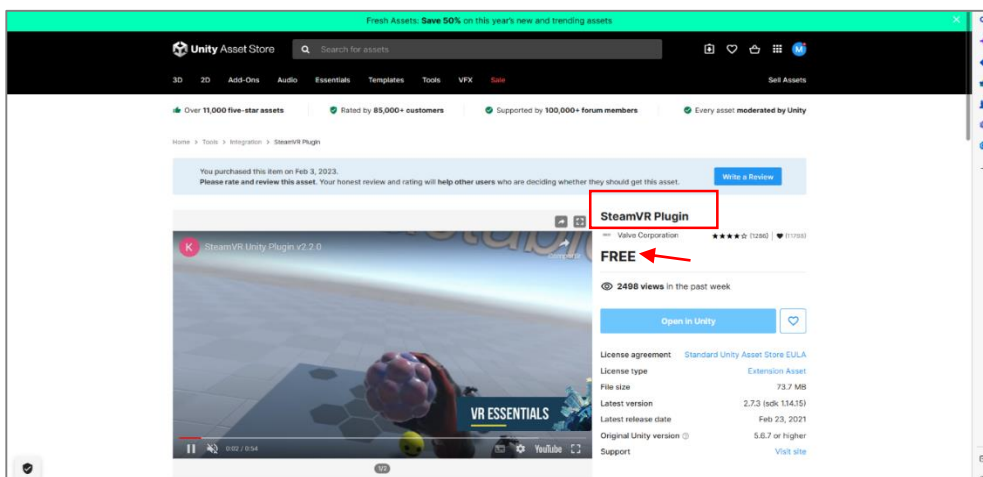
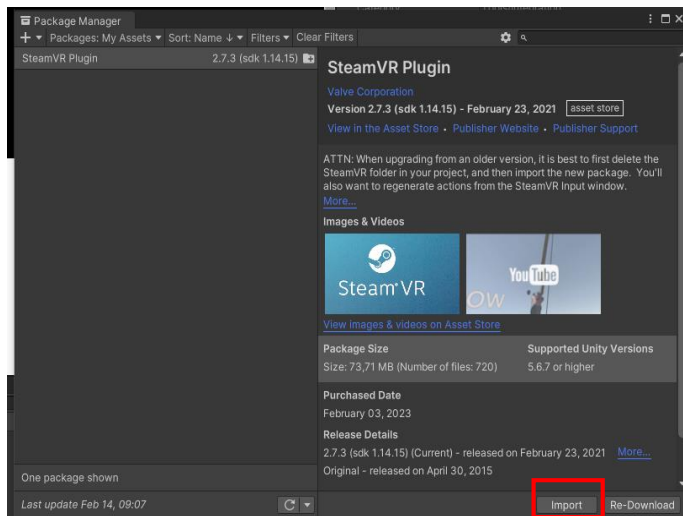


Figura 75

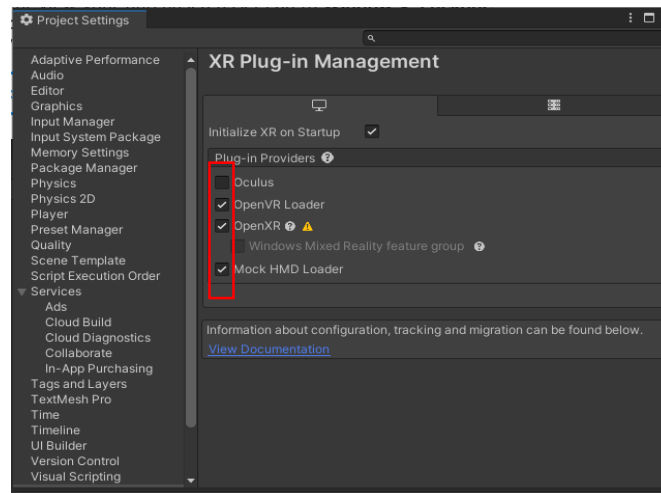
Procedimiento para la instalación de SteamVR Plugin



Para la configuración del plugin hacer clic derecho → Project Settings → activar las opciones como se indica en la Figura 76.

Figura 76

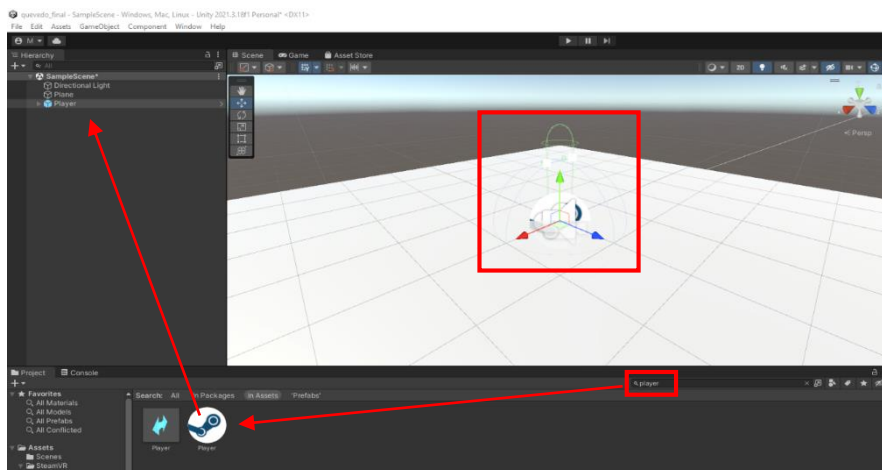
Procedimiento para la instalación de SteamVR Plugin



En la ventana de Project buscar “Player” y arrastrar a la ventana de Jerarquías como se indica en la Figura 77.

Figura 77

Activación del Player



Para la configuración del Player es necesario añadir un nuevo controlador el mismo permitirá configurar los mandos del visor a través de un script.

Figura 78

Configuración del Player

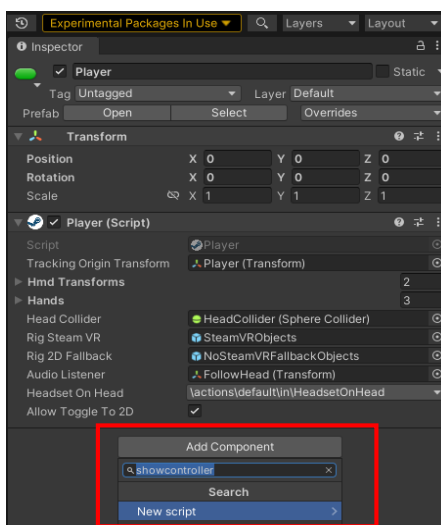
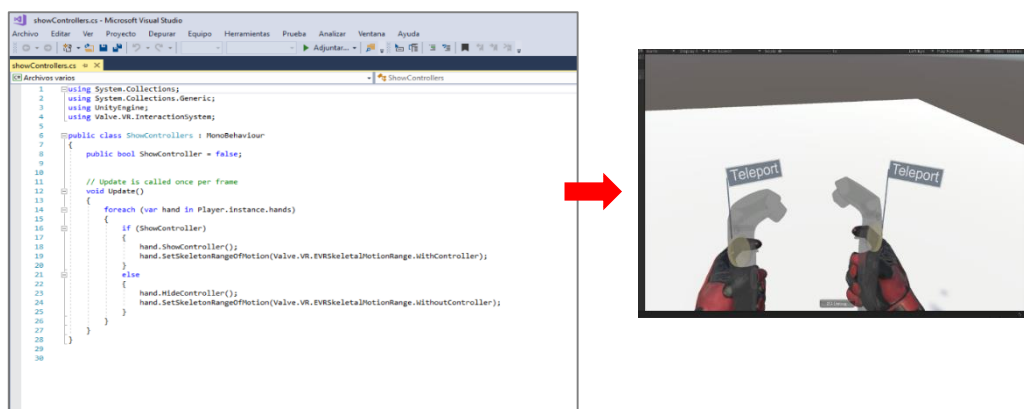


Figura 79

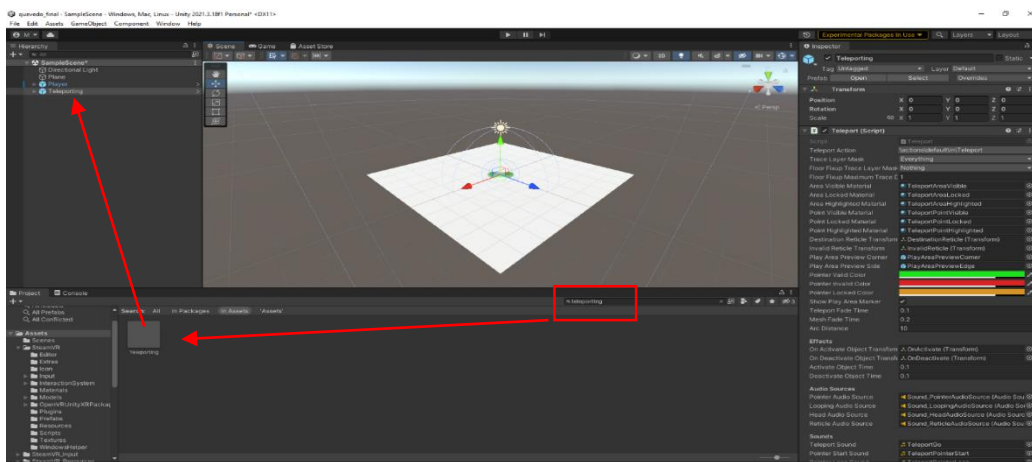
Script Show Controllers



Para poder moverse dentro de la escena es necesario crear saltos, para lo cual en la ventana de Project buscar Teleporting y Teleportpoint como se indica en las Figuras 80, 81 y 82 respectivamente.

Figura 80

Teleporting



Para poder ejecutar el teleporting desde los mandos es necesario configurar el script de teleporting.

Figura 81

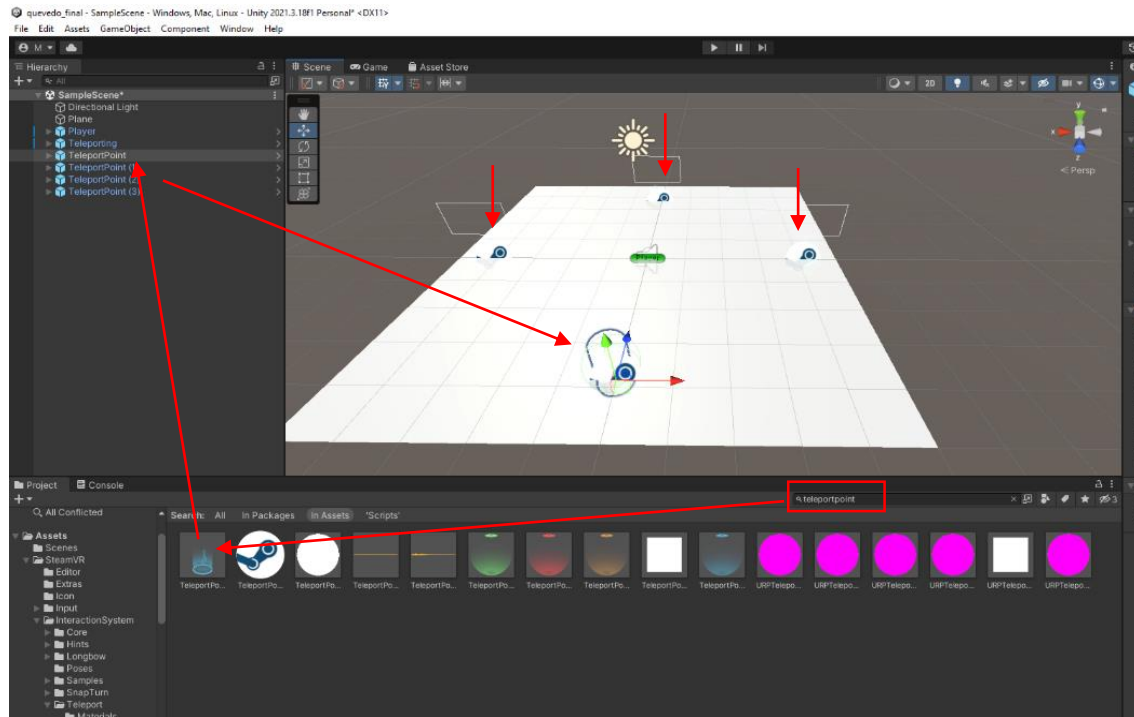
Script Teleporting

```

Teleport.cs - Microsoft Visual Studio
Archivos varios
1 ////////////////////////////////////////////////////// Copyright (C) Valve Corporation, All rights reserved.
2 //
3 // Purpose: Handles all the teleport logic
4 //
5 //
6 //
7 using UnityEngine;
8 using UnityEngine.Events;
9 using System.Collections;
10
11
12 namespace Valve.VR.InteractionSystem
13 {
14     //////////////////////////////////////////////////////
15     public class Teleport : MonoBehaviour
16     {
17         public SteamVR_Action_Boolean teleportAction = SteamVR_Input.GetActionOrName("Teleport");
18
19         public bool showItems = false;
20
21         public LayerMask trackLayerMask;
22         public LayerMask floorLayerMask;
23         public float floorToCeilingDistance = 1.0f;
24         public Material arrowMaterial;
25         public Material pointMaterial;
26         public Material pointLightMaterial;
27         public Material pointLockMaterial;
28         public Transform destinationTransform;
29         public Transform destinationLightTransform;
30         public GameObject playerReference;
31         public GameObject playerReferenceCenter;
32         public Color pointerColor;
33         public Color pointerLockColor;
34         public bool showReference = true;
35
36         public float teleportTime = 0.3f;
37         public float meshRadius = 0.2f;
38
39         public float arcDistance = 20.0f;
40
41         [Header("Effects")]
42         public Transform destinationObjectTransform;
43         public Transform deactivationObjectTransform;
44         public float activationObjectTime = 1.0f;
45         public float deactivationObjectTime = 1.0f;
46
47         [Header("Audio Sources")]
48         public AudioSource pointerStartSource;
49         public AudioSource deactivationSource;
50         public AudioSource meshSource;
51         public AudioSource activationSource;
52
53         [Header("Sounds")]
54         public AudioClip teleportSound;
55         public AudioClip pointerStartSound;
56         public AudioClip pointerEndSound;
57         public AudioClip pointerStartSound;
58         public AudioClip pointerEndSound;
59         public AudioClip pointerStartSound;
60         public AudioClip pointerEndSound;
61     }

```

Figura 82

Generación de los Teleportpoint

Para poder caminar sobre el escenario se debe crear un área específica, para lo cual se debe añadir un nuevo complemento denominado `Teleport_area` desde la ventana de inspector como se muestra en a Figura 83.

Figura 83

Generación de los *Teleport_area*

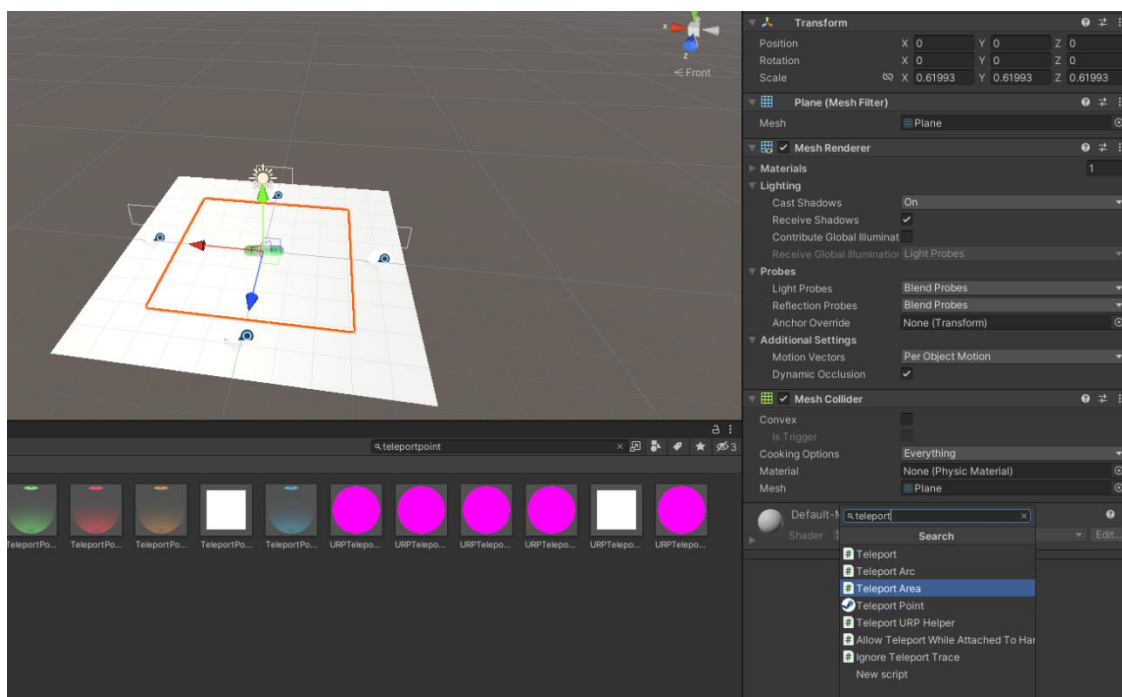
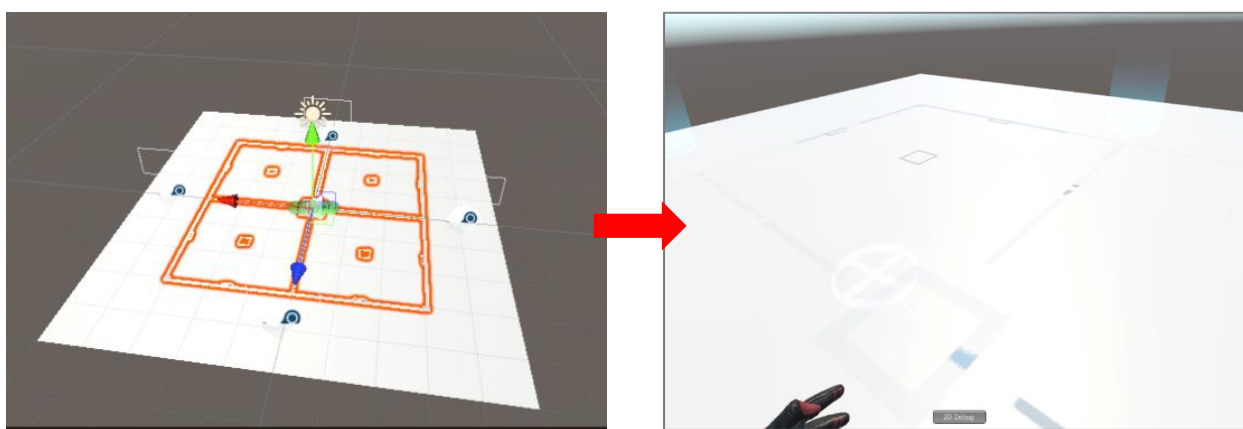


Figura 84

Visualización de Complemento *Teleport_area*



Para configurar los botones de los mandos hacer clic en Steam VR Input → Teleport → sabe and generate.

Figura 85

Configuración de los botones de los mandos



Para controlar la velocidad de los mandos se realiza la configuración del script Player controller, como se indica en la Figura 86.

Figura 86

Script Player Controller

```

playerController.cs - Microsoft Visual Studio
Archivo  Editar  Ver  Proyecto  Depurar  Equipo  Herramientas  Prueba  Analizar  Ventana  Ayuda

playerController.cs
Archivos varios
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using System.Collections.Specialized;
4  using System.Security.Cryptography;
5  using System.Threading;
6  using UnityEngine;
7  using Valve.VR;
8  using Valve.VR.InteractionSystem;
9
10 public class PlayerController : MonoBehaviour
11 {
12     public SteamVR_Action_Vector2 input;
13     public float speed = 1;
14     private CharacterController characterController;
15     private void Start()
16     {
17         characterController = GetComponent<CharacterController>();
18     }
19
20 }
21
22 // Update is called once per frame
23 void Update()
24 {
25     Vector3 direction = Player.Instance.hmdTransform.TransformDirection(new Vector3(input.axis.x, 0, input.axis.y));
26     characterController.Move(speed * Time.deltaTime * Vector3.ProjectOnPlane(direction, Vector3.up));
27 }
28 }
29
30

```

Generación de Realidad virtual con 360 VR Experience

Para la generación de la realidad virtual del modelo se lo realizará desde la plataforma de CityEngine para posteriormente ser cargado y visualizado a través de ArcGIS Online.


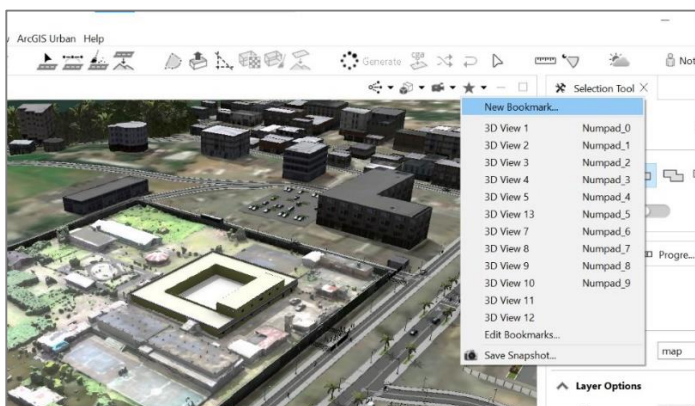
Como primer paso, hacer clic en  → New Bookmarks (escoger los sitios del modelo que desea visualizar)

Figura 87

Generación de Bookmarks



Para exportar el escenario: File → export → Export 360 VR Experience → Next → seleccionar la carpeta de salida → finish. (El archivo generado se guardará en la carpeta “Models” del proyecto con extensión .3vr)

Figura 88

Pasos para exportar en 360 VR Experience

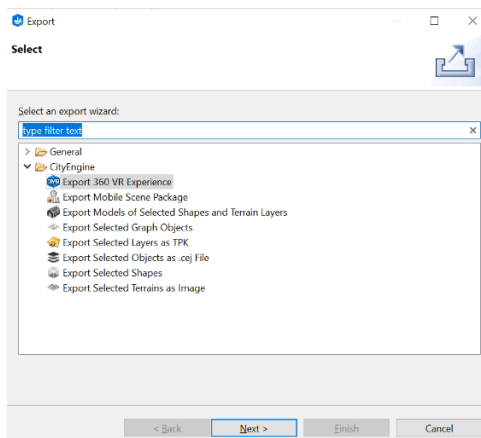
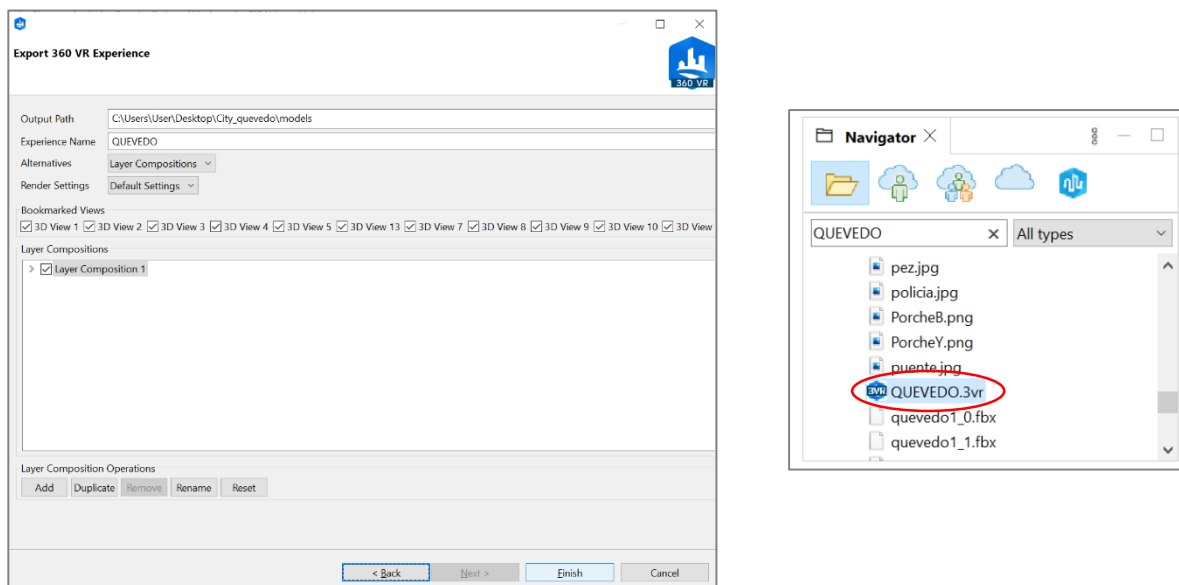


Figura 89

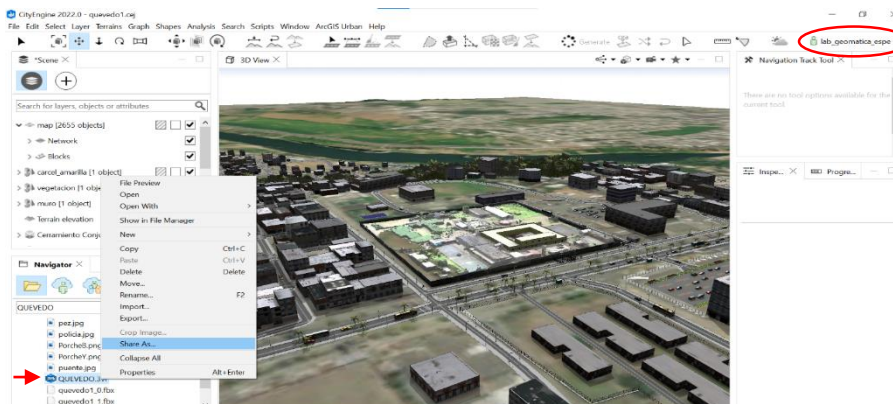
Pasos para exportar en 360 VR Experience



Para cargar el escenario en ArcGIS Online, previamente verificar que haya iniciado sesión en CityEngine (usuario con licencia), a continuación sobre el archivo con extensión .3vr hacer clic derecho → Share As

Figura 90

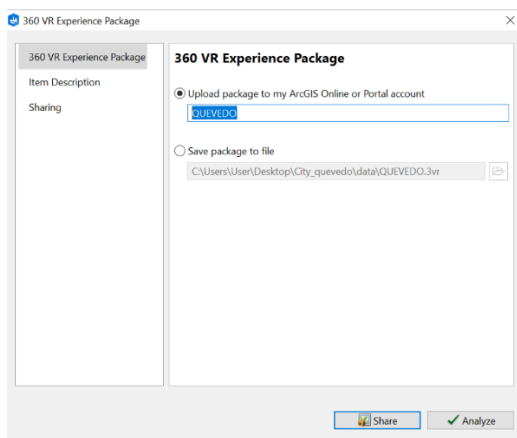
Pasos para cargar el escenario en ArcGIS Online



En la pestaña de 360 VR Experience Package → elegir la primera opción y escribir el nombre del proyecto

Figura 91

360 VR Experience Package



En la pestaña de Item Description rellenar los campos como se indica en la Figura 92.

Figura 92

Item Description

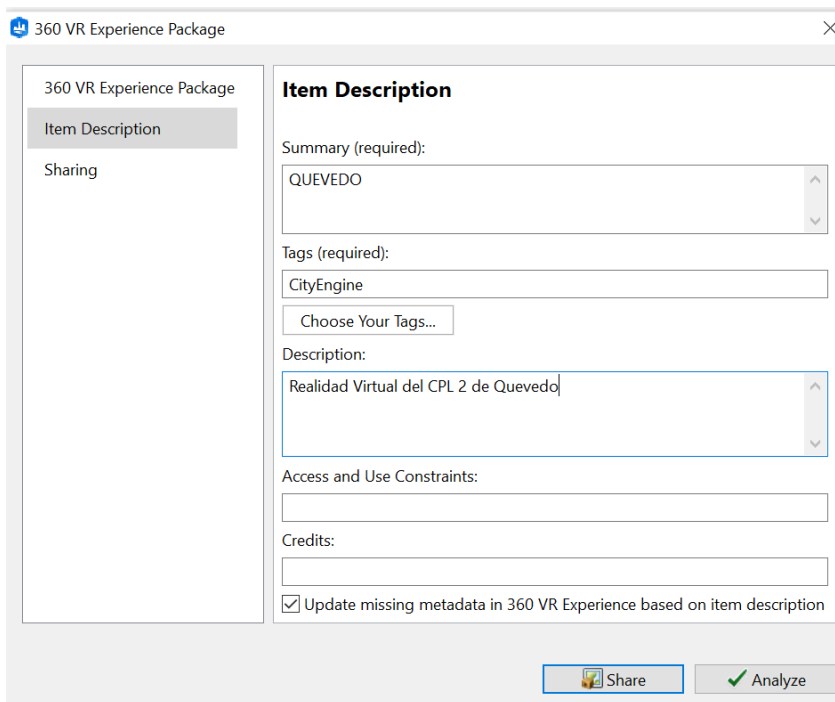
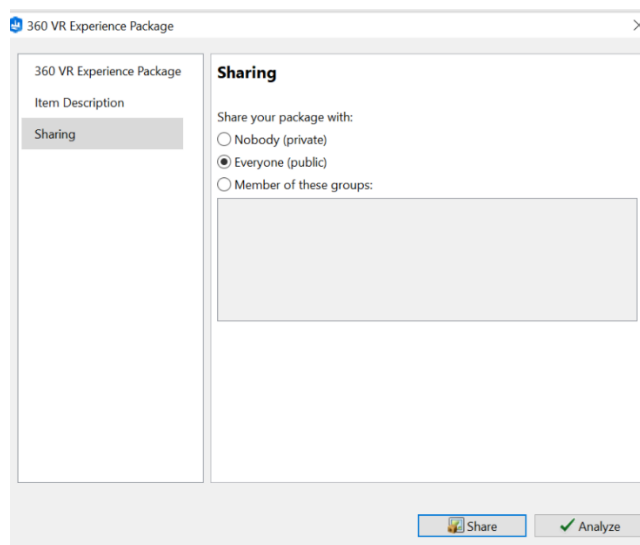


Figura 93

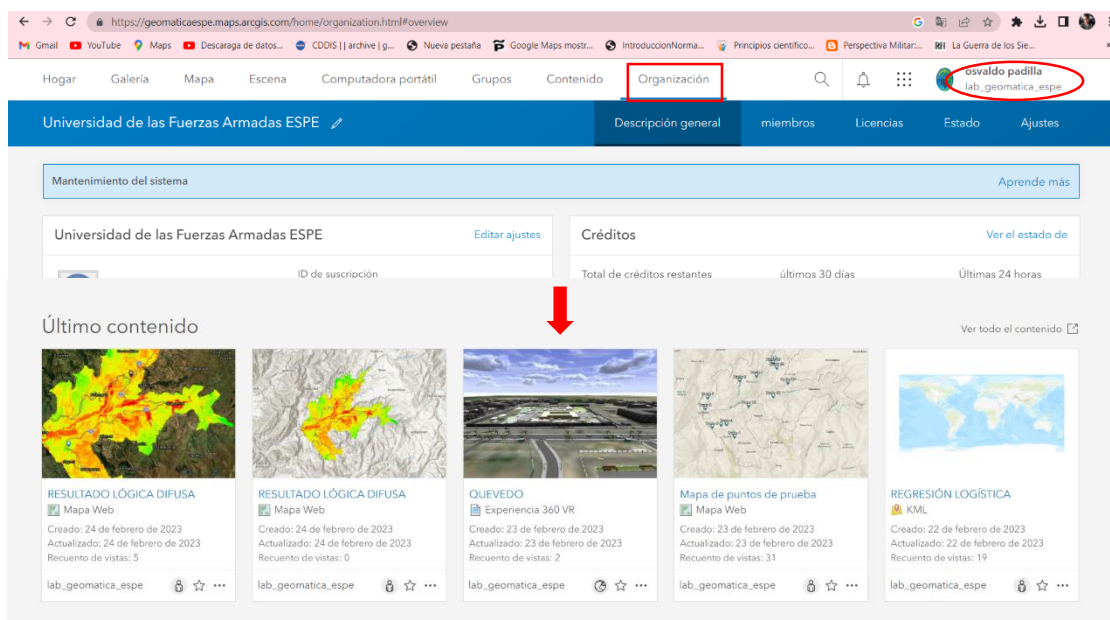
Sharing



Iniciar sesión en ArcGIS Online → Organización → visualizar el modelo

Figura 94

Visualización en ArcGIS Online

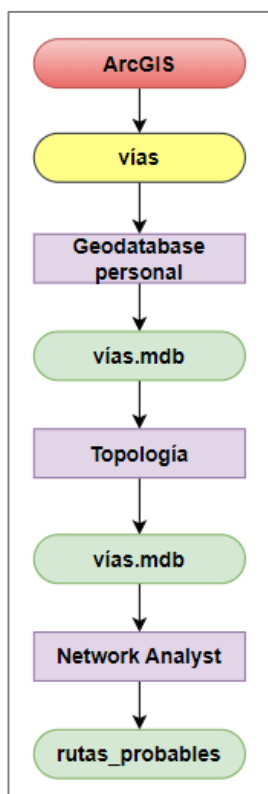


Generación de rutas más probables de fuga en ArcGIS

Para la determinación de la mejor ruta de fuga a pie para un reo en caso de un evento antrópico (explosión), se realizó en la plataforma de ArcGIS, para lo cual es necesario tener la capa de vías del sector de estudio.

Figura 95

Modelo Cartográfico de rutas óptimas



Como primer paso se debe crear una GDB personal denominada Vías a la cual se correrá la topología y las correcciones necesarias.

Seguidamente, en la tabla de atributos se debe generar tres columnas mismas que albergarán datos de Longitud en metros, velocidad en km/h y el tiempo en minutos.

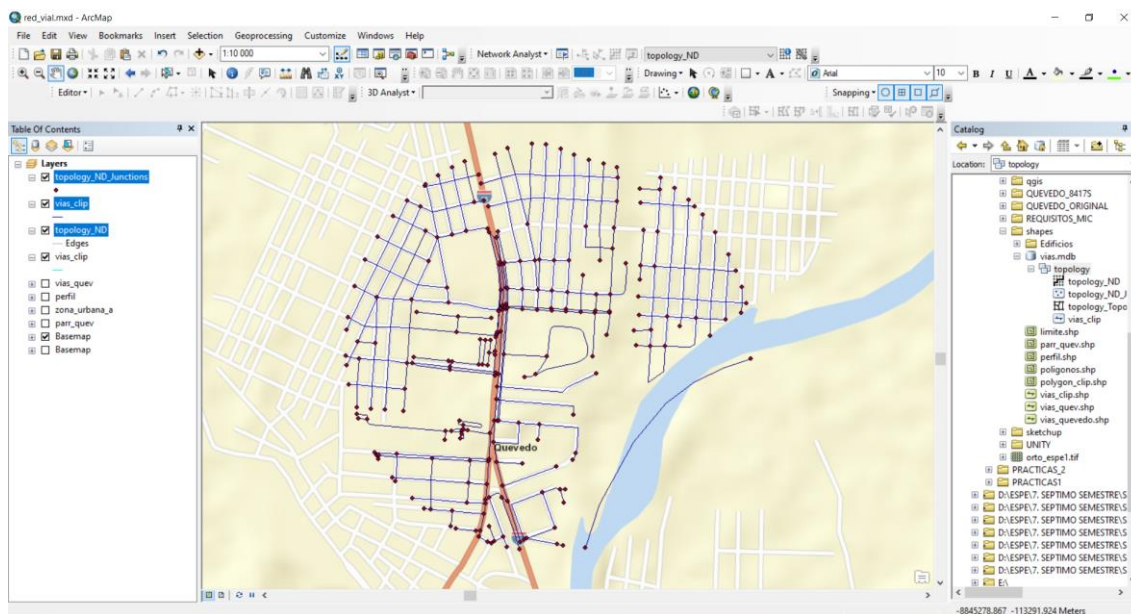
Figura 96

Tabla de atributos

FID	name	highway	z_order	leng_m	veloci_km_h	tiempo
1	Abdon Calderon	residential	3	71.860268	50	0.086232
2	CalleJ^n R-2	residential	3	338.137337	50	0.405765
3	Cuarta	residential	3	410.753452	50	0.492904
4	Septima A	residential	3	173.922579	50	0.208707
5	Las Acacias	residential	3	558.394538	50	0.670073
6	Calle 30-2	residential	3	187.054219	50	0.224465
7	Avenida 10 de Agosto	residential	3	365.924366	50	0.439109
8	Septima B	residential	3	396.381065	50	0.475657
9	Jose Peralta	residential	3	540.184581	50	0.648221
10	Rosita Paredes	residential	3	176.809796	50	0.212266
11	CalleJ^n III	residential	3	313.201387	50	0.375842
12	Calle 45	residential	3	97.841378	50	0.11741
13	Carlos Kure	residential	3	263.320258	50	0.315984
15	Lazaro Condo	residential	3	180.193466	50	0.216232
16	Calle 46	residential	3	214.718628	50	0.257662
17	Avenida Jorge Tinaco	residential	3	464.349185	50	0.557219
18	Miguel Pozo	residential	3	313.031571	50	0.375638
19		residential	3	77.60811	50	0.093127
20		residential	3	91.713982	50	0.110057
21		residential	3	265.085705	50	0.318103
22	Gustavo Chonqui	residential	3	204.966701	50	0.24596
23		residential	3	68.047543	50	0.081657
24	San Juan	residential	3	494.358257	50	0.593223
25	RumA-zahui	residential	3	48.552902	50	0.058263
26		residential	3	72.44852	50	0.086936
27	Calle 44	residential	3	179.99012	50	0.215988
28		residential	3	37.325138	50	0.04479
29	Calle Gustavo Chonqui	residential	3	339.851825	50	0.407822

Figura 97

Corrección de la topología



Una vez corregida la topología de las vías se debe crear una nueva ruta con la herramienta Network Analyst colocando tanto el punto de partida como el de llegada y correr el modelo para la obtención de la ruta.

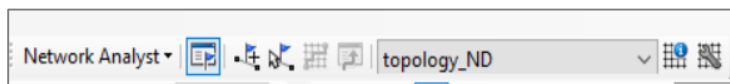


Figura 98

Herramienta Network Analyst

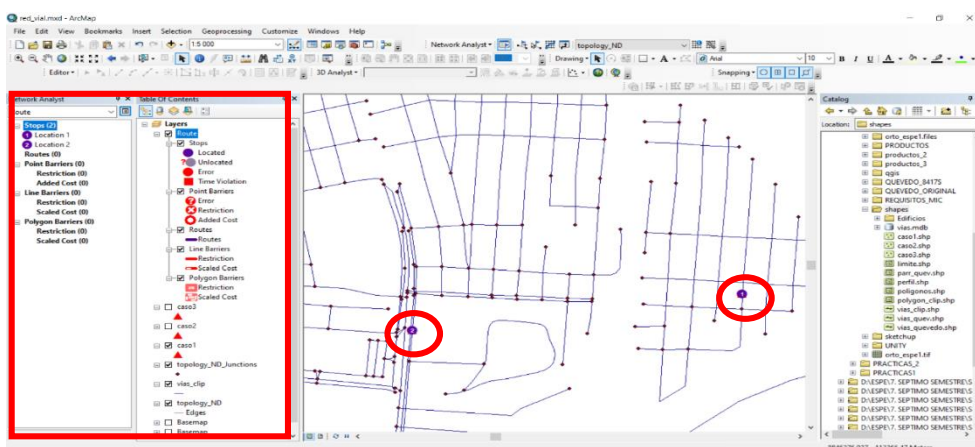


Figura 99

Propiedades de las rutas

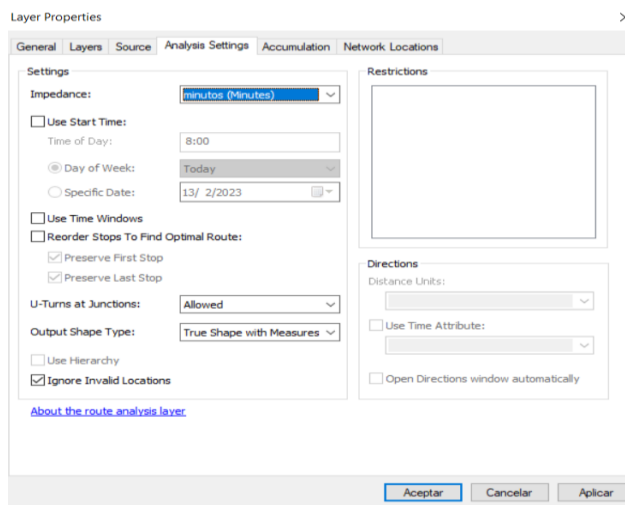
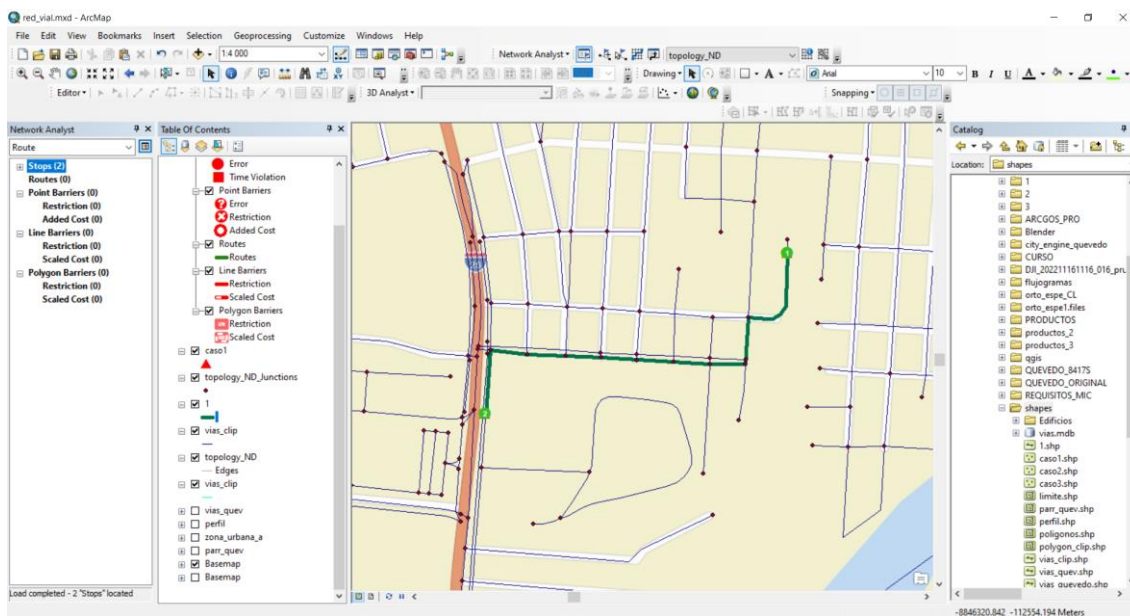


Figura 100

Ruta más probable de fuga

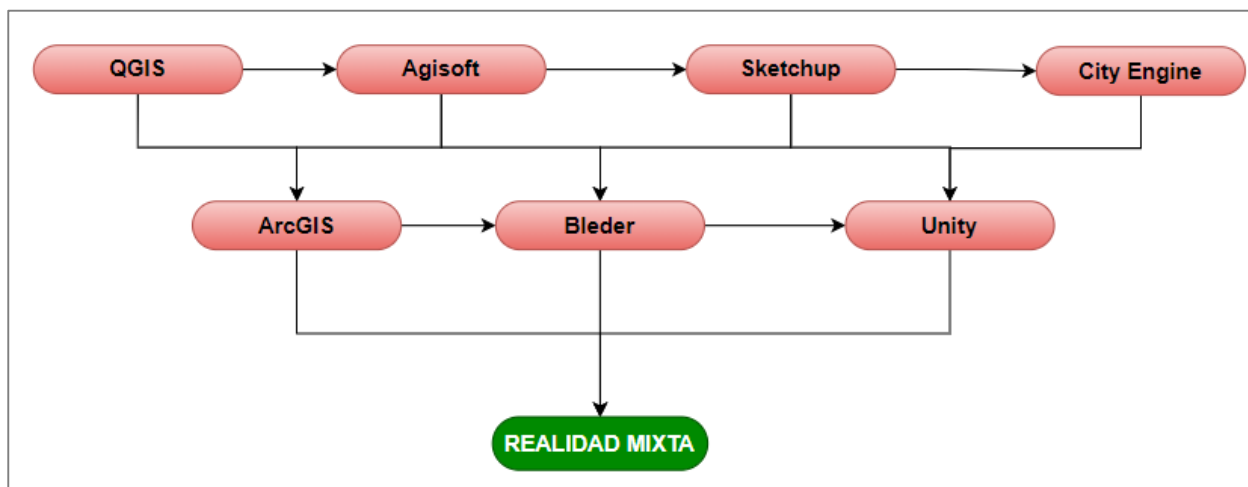
Capítulo IV

Resultados

Este capítulo muestra los resultados obtenidos de la fusión de plataformas digitales de procesamiento de información geográfica y de creación de video juegos pueden ser un complemento para convertirse en una poderosa herramienta de visualización de datos geográficos y eventos que pueden suceder en el tema de Seguridad Carcelaria. Este proyecto puede ser de gran utilidad tanto para la Policía Nacional, Fuerzas Armadas y SNAI en la toma de decisiones y en la elaboración de planes de contingencia para la mitigación de conflictos en los centros carcelarios del país.

Figura 101

Plataformas utilizadas en el proyecto



Realidad Mixta

Para la generación de la realidad mixta se siguieron varios procedimientos en distintas plataformas, en la Figura se puede observar el escenario 3D creado en el software CityEngine el cual nos permite visualizar un ambiente físico de similares características que el real.

Figura 102

Modelo 3D del CPL- Los Ríos #2 en CityEngine



Una vez que se obtuvo el modelo 3D en CityEngine se procedió a importarlo en la plataforma de Blender el mismo que permite simular diferentes fenómenos físicos ya sean naturales o antrópicos del mundo real.

Creada la simulación estática y dinámica como es el caso hipotético de producirse una explosión en el edificio principal de la cárcel se procedió a importar el modelo a Unity

Figura 103

Modelo 3D del CPL - Los Ríos #2 en Unity



En la generación de la Realidad Aumentada se ha logrado proyectar a través del escenario 3D información del mundo real, en otras palabras de la zona de estudio, proporcionando una nueva visión del espacio físico. Para su visualización se generó la aplicación APK con código QR mismo que puede ser utilizado por un móvil con sistema Android.

Figura 104

Visualización del modelo 3D y simulación en RA.



En la generación de la Realidad Virtual se ha logrado reemplazar lo real por un contenido virtual, el mismo que nos permite ingresar a un escenario o ambiente donde el usuario puede interactuar con el contenido digital, moverse a través de él, realizar un reconocimiento de la zona de estudio sin tener la necesidad de trasladarse de forma física a través de una inmersión completa.

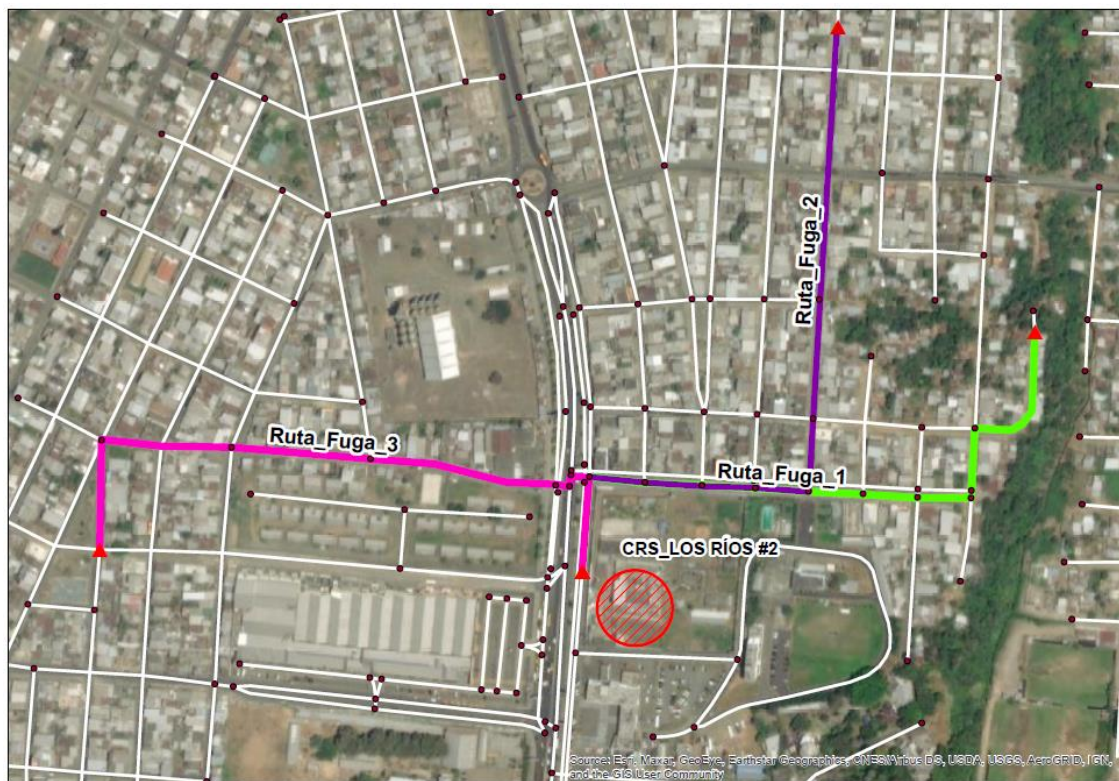
Figura 105

Visualización del modelo 3D en RV con gafas HTV Vive PRO

**Figura 106**

Visualización del Escenario 360 VR en ArcGIS Online



Figura 107*Posibles rutas de fuga***Análisis de la seguridad externa del CPL - Los Ríos #2*****Informe de Inteligencia Militar del Ejército Ecuatoriano***

El Ejército Ecuatoriano como institución encargada de colaborar e intervenir en los aspectos concernientes a la seguridad nacional, de acuerdo con la ley. Debido al incremento de asesinatos dentro de los Centros de Reclusión Social (CRS) y Centros de Privación de Libertad (CPL) por la pugna de poder a nivel nacional, el Gobierno ha exhortado se extremen las medidas de seguridad en los Centros Carcelarios, a fin de prevenir y evitar posibles amotinamientos, fugas y/o actividades ilícitas al interior de los mismos.

El Centro de Rehabilitación Social CPL-Los Ríos #2 se encuentra organizado de la como muestra la Figura 108:

Figura 108

Organización de pabellones CPL- Los Ríos #2



Entrevista directora del CPL – Los Ríos #2

Mediante una entrevista con la Sra. Abogada Erica Lalangui directora del Centro de Privación de Libertad Los Ríos #2, se puede obtener la siguiente información:

En la provincia de Los Ríos, se conoce, que predominan tres organizaciones fuertemente armadas “CHONEROS, LOBOS y AK-47”, los mismos que disputan los corredores de movilidad, y diferentes sectores estratégicos de los cantones para realizar sus actividades ilícitas.

El GDO “LOS LOBOS” es una banda delincriminal liderada por Tito Zambrano (a) EL BURRO; opera especialmente en los cantones Quevedo, Pueblo Viejo y Babahoyo. Cuenta con aproximadamente 200 miembros desplegados en los cantones antes mencionados.

El GDO “LOS CHONEROS” es una banda delincriminal liderada por Marcelo Mendoza (a) EL GORDO MENDOZA; opera en los cantones Quevedo, Ventanas, Mocache, Urdaneta y Quinsaloma. Cuenta aproximadamente con 60 miembros desplegados en los cantones antes mencionados.

El GDO “AK-47”; es una banda delincriminal liderada por Oliver Francisco Santana (a) EL GORDO; anteriormente era un brazo armado del GDO “LOS CHONEROS”, por disputa de territorio y la venta de alcaloide ilícitos se separaron conformando un GDO independiente operando en los Cantones Pueblo Viejo, Urdaneta y Baba. Cuenta con aproximadamente 40 miembros desplegados en los cantones antes mencionados.

Por otra parte, miembros de dichas organizaciones delincuenciales que se encuentran dentro de los centros de rehabilitación social del país, han venido buscando formas de ingresar armamento de largo y corto alcance con la finalidad de mantener el control y mantener los privilegios con los que cuentan principalmente los cabecillas.

Así mismo se tiene identificado el panorama de la Situación de Bandas delictivas que operan en este Centro Penitenciario, como son integrantes del GDO LOS CHONEROS considerados miembros de alta peligrosidad.

Ante la posible amenaza hipotética de existir una explosión antrópica ya sea causada por cilindros de gas o la mala manipulación de artefactos explosivos en la infraestructura del centro penitenciario mismo puede ocasionar una conmoción interna, se ha realizado el siguiente análisis:

Análisis Físico

De acuerdo a la información obtenida del informe proporcionado por Inteligencia Militar del Ejército Ecuatoriano, el Manual de Seguridad Dinámica e Inteligencia Penitenciaria de la UNODC (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito) y el reconocimiento en campo que se realizó del CPL- Los Ríos #2, se debe tomar las siguientes precauciones en la adecuación de las instalaciones penitenciarias, tales como:

La ubicación de reclusos de alto riesgo en el centro de un establecimiento penitenciario, esto demoraría una fuga permitiendo a los miembros de la PN, FF.AA Y Guías penitenciarios actuar de maneras más eficiente y eficaz.

Aplicar técnicas de fortalecimiento de objetivos en el perímetro con el fin de prevenir o demorar una fuga, entre ellas, se pueden mencionar las siguientes técnicas que constan el Manual de Seguridad Dinámica e Inteligencia Penitenciaria de la UNODC (UNODC, 2015) :

Organizar cordones policiales.

Colocar barreras de acero reforzado o concreto y bolardos de seguridad.

Instalar trampas en el suelo (zonas plegables)

Accesibilidad

En cuanto a la accesibilidad al CPL- Los Ríos #2 se puede mencionar lo siguiente:

No existe un alambrado o amurallado externo que separe las rutas vehiculares de acceso libre con los muros de contención principales del CPL-Los Ríos #2 lo que puede representar un riesgo a un atentado con uso de artefactos explosivos que faciliten el escape de los Privados de Libertad.

El cerramiento externo del CPL-Los Ríos #2.es relativamente bajo lo cual es accesible a que personas que circundan en perímetro externo lancen objetos o sustancias no autorizadas al interior del centro carcelario.

No existen barreras, fosas, trampas que demoren el intento de fuga de los reclusos, más la cercanía que existe de los muros a las vías principales facilitan el escape.

En la parte Norte (Calle 10 de agosto) del CPL-Los Ríos #2.se encuentra las viviendas de la parroquia Nicolas Infante Diaz, las mismas que podrían ser usadas por los delincuentes para ser usadas como escondite o albergue en caso de suscitarse una fuga.

Control

En cuanto a la accesibilidad al CPL- Los Ríos #2 se puede mencionar lo siguiente:

En el primer filtro de ingreso no existe personal con dispositivos para detectar metales o algún artefacto, así como también animales con canes entrenados para detección de sustancias sujetas a fiscalización en las tres instalaciones carcelarias.

No existen cámaras de seguridad en los barrios aledaños al CPL-Los Ríos #2.y en las vías perimetrales.

Personal que labora en el interior del CPL-LOS RÍOS #2 como lo son: miembros de la PP.NN, AGENTES DE SEGURIDAD PENITENCIARIA y SERVIDORES PRUBLICOS no utilizan distintivos para el ingreso al CPL-Los Ríos #2.

Falta de dispositivos como inhibidores para bloquear todo tipo de dispositivos electrónicos.

No existen cercos de control distribuidos en las rutas principales de acceso al CPL-Los Ríos #2.

No existe control permanente de la Policía Nacional en el control vehicular de la avenida que se encuentra en frente del CPL-Los Ríos #2.

Análisis de Rutas Óptimas

De acuerdo al cálculo de las rutas más probables de fuga mediante el análisis de redes, se han determinado tres posibles rutas de fuga, en base a datos obtenidos de la entrevista realizada a la directora del CPL- Los Ríos #2, la misma que mencionó sobre las fugas registradas en años anteriores.

Las rutas 1 y 2 son las más probables que los reos podrían tomar en caso de una fuga ya que son las menos transitadas y les tomaría menor tiempo para lograr su objetivo (escapar).

La ruta 3 es la menos probable ya que al frente del CLP está ubicado un centro comercial, con mayor flujo vehicular y peatonal, sin embargo se la ha tomado en cuenta ya que de tomar esa ruta puede generar caos con la población civil que se encuentra en ese lugar y producirse algún otro evento catastrófico.

Conclusiones

Se debe diferenciar las conclusiones, una basada en los datos existentes y otro ámbito en la factibilidad de este proceso basados en los objetivos planteados.

Por motivos de la crisis carcelaria que vivió el país, no se pudo contar con el apoyo de los drones que serían proporcionados por el Grupo de Monitoreo y Reconocimiento Electrónico (GEMREC), en tal virtud se trabajó con la nube de puntos de la zona de estudio misma que fue facilitada por el departamento de Fotografía Aérea del Instituto Geográfico Militar.

Se obtuvo una baja calidad en el resultado, ya que la calidad de los datos proporcionados fue pobre, por otra parte, no se logró conseguir el catastro de la ciudad de Quevedo, pues no se obtuvo una respuesta positiva por parte del Municipio.

Mediante una entrevista con la Sra. Abogada Erica Lalangui directora del Centro de Privación de Libertad Los Ríos #2, se puede obtener información que dentro del CPL de predominan tres organizaciones fuertemente armadas "CHONEROS, LOBOS y AK-47".

La infraestructura se encuentra deteriorada por la afectación del clima de la ciudad, así como también la falta de presupuesto para realizar un mantenimiento adecuado y constante para mantener la misma. Debido a esto las garitas de seguridad están inhabilitadas y por tal motivo no existe personal de Guías Penitenciarios brindando seguridad desde dichas posiciones.

El CPL no cuenta con inhibidores de señal, considerando hoy en día el avance de la tecnología resulta peligroso ya que esto les permite a los delincuentes comunicarse con el exterior y de esta manera seguir controlando sus fechorías, así como también poder cometer algún acto de atentado en contra del CPL.

El considerar el hecho que el CPL se encuentra en las inmediaciones de la ciudad hace notar un factor vulnerable para los miembros que mantienen el orden dentro y fuera del centro. En vista que si los reclusos logran escapar podrían atentar contra la seguridad e integridad de la población que se encuentra a sus alrededores.

Recomendaciones

Al trabajo realizado se recomienda los siguientes puntos:

Incorporar la realidad virtual y aumentada en la formación militar, ya que, servirá para entrenar habilidades técnicas y militares necesarias ante situaciones de emergencia, permitiendo de esta manera realizar prácticas que en la realidad no se pueden realizar, además de ahorrar tiempo de entrenamiento y recursos.

La realidad mixta es fundamental como soporte para la toma de decisiones en situaciones como el caso de estudio, la seguridad carcelaria externa.

Es necesario trabajar en potenciar las capacidades de generación de datos geoespaciales en las diferentes instituciones públicas, lo que implica un fortalecimiento en SIG, IDE y modelamiento geoespacial.

Proponer a la UFA - ESPE la conformación de grupos multidisciplinarios (Carreras de ingeniería geoespacial y sistemas) para la generación de realidad virtual y animaciones basada en productos cartográficos para la toma de decisiones en casos de amenazas naturales o antrópicas que pueda sufrir el país.

Es necesario crear el nexo instituciones – academia para solventar la planificación relacionada a gestión de riesgos y seguridad, ya que la investigación científica es la garantía para el progreso.

Es recomendable adoptar una metodología con diferentes equipos (Software), determinar su usabilidad y compatibilidad a los proyectos que se propongan a futuro, cada equipo tiene capacidades distintas y objetivos definidos.

Innovación en el uso de la tecnología, no basta con generar datos geoespaciales de alta calidad sino también en la genialidad de vender soluciones.

Bibliografía

- AD/alfabetización_digital. (28 de enero de 2018). *Realidad Aumentada, una innovación para el aula*. Redem. <https://www.alfabetizaciondigital.redem.org/realidad-aumentada-una-innovacion-para-el-aula/>
- Aeroterra. (2022). *¿Qué es un SIG?*. ERI. <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/introduccion>
- Alvarado, N., Vélez, V. (septiembre de 2019). *Dentro de las prisiones de América Latina y el Caribe: Una primera mirada al otro lado de las rejas*. BID. <https://publications.iadb.org/es/dentro-de-las-prisiones-de-america-latina-y-el-caribe-una-primer-mirada-al-otro-lado-de-las-rejas>
- Álvarez, C. (1 de enero de 2022). *Las cárceles de la muerte en Ecuador*. Nueva Sociedad. <https://nuso.org/articulo/las-carceles-de-la-muerte-en-ecuado/>
- Andrade, X., Narváez, Y., & Arévalo, C. (2022). *Análisis del cumplimiento de las atribuciones del organismo técnico encargado del sistema de rehabilitación social en el CRS de "Turi", durante el 2021*. Journal Scientific Investigar, 6(4), 205-248. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.6.4.2022.205-248>
- Arévalo Rueda, R. C., & Maldonado Riuz, L. M. (19 de agosto de 2022). *Crisis penitenciaria en el Ecuador. Estudio casos de masacres carcelaria 2021-2022*. Recimundo, 6(3), 222-233. doi:10.26820/recimundo/6.(3).junio.2022.222-233
- Arisona, E., & Fabricio, T. (2022). *Cree y vea experiencias de 360 VR en la web*. ESRI-ArcGIS. <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/city-engine/3d-gis/arcgis-360-vr/>
- CIDH. (21 de febrero de 2022). *Privadas de Libertad en Ecuador*. Comisión Interamericana de Derechos Humanos. https://www.oas.org/es/cidh/informes/pdfs/Informe-PPL-Ecuador_VF.pdf
- Espinoza, E. (4 de agosto de 2021). *Realidad Virtual, ¿qué es y qué aplicaciones tiene?*. Blogrobotic. <https://www.edrobotics.com/blog/realidad-virtual-que-es/>

- ESRI. (2022). *ArcGIS Online*. Datos online. <https://www.aeroterra.com/es-ar/productos/arcgis-online/introduccion#trabajar-con-datos-proprios>
- González, C. (10 de abril de 2022). *¿Qué es Unity?*. Computer Hoy. <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/unity-debe-popularidad-como-motor-desarrollo-videojuegos-1031065#q-1647803637733>
- González, I. (07 de julio de 2019). *Desarrollo de una herramienta de enseñanza con Unity*. Educaya. <http://hdl.handle.net/10016/29909>
- Heras Lara, L., & Villarreal Benítez, J. L. (10 de agosto de 2004). *La Realidad Aumentada: Una tecnología en espera de usuarios*. Revista Digital Universitaria, 5(7), 12-13. https://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/jun_art48.pdf
- Lalangui, E. (15 de diciembre de 2022). *Situación actual del CRS-Los Ríos #2*. Sitiolosrios.
- Latam, U. (2020). *La fotogrametría en la actualidad*. UAVLATAM. de <https://uavlatam.com/que-es-la-fotogrametría-como-funcional/>
- Metashape. (2021). *Edición Profesional y sus características*. MetaShape. <https://www.metashape-la.com/caracteristicas/edicion-profesional/>
- Microsoft. (26 de enero de 2023). *¿Qué es la realidad mixta?*. Leard <https://learn.microsoft.com/es-es/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>
- Naciones Unidas. (2016). *Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. Manual de Seguridad Dinámica e Inteligencia Penitenciaria*. UNODC https://www.unodc.org/documents/justice-and-prison-reform/Manual_de_Seguridad_Dinamica_e_Inteligencia_Penitenciaria.pdf
- Núñez, J. (2006). *La crisis del sistema penitenciario en Ecuador*. Revista estudios de la Ciudad, 4(1), 4-9. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/2355/1/BFLACSO-CS1.pdf>
- PNSI. (2019). Plan Nacional de Seguridad Integral 2019 - 2030. Defensaglob. <https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/07/anexo-a-web.pdf>

QGIS. (15 de diciembre de 2022). *Prestaciones documentación de QGIS*. Documentation actual.

https://docs.qgis.org/3.22/es/docs/user_manual/preamble/features.html

QGIS. (s.f). *QGIS. Qué es un Qgis* .Descubre QGIS:

<https://www.qgis.org/es/site/about/index.html>

Rigueros, C. (julio de 11 de 2017). La realidad aumentada: lo que debemos conocer. *TIA*

(*Tecnología, Investigación y Academia*), 5(2), 257-261.

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/11278/pdf>

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2022). *Centros de Rehabilitación Social*.

Secretaría Nacional de Información. Estadísticas SNI.

<http://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QV>

[S@kukuri&anonymous=truehttp://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?do](http://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=true)

[cument=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=true&bookmark=Document/BM21](http://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=true&bookmark=Document/BM21)

Unity. (28 de marzo de 2018). *Vuforia - Unity Manual*. Manual SDK. UNITY.

[.https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/vuforia-sdk-overview.html](https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/vuforia-sdk-overview.html)

UNODC. (2015). *Las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito*. Manual de Seguridad

Dinámica e Inteligencia Penitenciaria.

Vuforia. (s.f). *Vuforia Engine Overview*. Vuforia. [https://library.vuforia.com/getting-](https://library.vuforia.com/getting-started/vuforia-features)

[started/vuforia-features](https://library.vuforia.com/getting-started/vuforia-features)

Apéndices