

Sistema de localización al interior de la Universidad Mariana basado en realidad aumentada



Universidad
Mariana

Juan Sebastián Carrera Bolaños

Universidad Mariana
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería de Sistemas
San Juan de Pasto
2023

Sistema de localización al interior de la Universidad Mariana basado en realidad aumentada

Juan Sebastián Carrera Bolaños

Trabajo de grado como requisito para obtener el título de ingeniero de Sistemas

Fabian Parra Pay

Asesor

Universidad Mariana
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería de Sistemas
San Juan de Pasto
2023

Artículo 71

Reglamento de investigaciones

Universidad mariana

“Los conceptos, afirmaciones y opiniones emitidos en el Trabajo de Grado son responsabilidad única y exclusiva del (los) Educando (s). “

Dedicatoria

Este trabajo de grado está dedicado en primera instancia infinitamente a Dios, quien con su infinita misericordia y sabiduría iluminó cada paso de este viaje, brindándome la fortaleza, la perseverancia y la pasión para completar este trabajo.

A mi querida madre, fuente inagotable de amor y apoyo, que siempre creyó en mí, incluso en los momentos en que dudé de mí mismo. Gracias, mamá, por ser mi roca y mi refugio.

A mi padre, por enseñarme la importancia de la perseverancia, la disciplina y el trabajo duro. Tus consejos, palabras de aliento y apoyo incondicional han sido el motor que me impulsó a seguir adelante.

A mi hermano, compañero de risas, juegos y también de desafíos, gracias por estar siempre a mi lado, celebrando cada pequeño logro y siendo un pilar constante en mi vida.

A mis abuelitas, cuyos abrazos y palabras llenas de sabiduría siempre supieron reconfortarme y orientarme en el camino correcto. Su amor es un tesoro que guardaré por siempre en mi corazón.

A mis abuelitos que, desde el cielo, estoy seguro de que me han acompañado y bendecido en cada paso de este viaje. Aunque ya no estén físicamente, siento su presencia y amor cada día, y sé que están orgullosos de este logro.

Y a toda mi familia, que, con su cariño, apoyo y ánimos, han contribuido, cada uno a su manera, a la realización de este trabajo de investigación. Su fe en mí ha sido una fuente constante de motivación.

Finalmente, a todos aquellos que de una u otra manera contribuyeron a este trabajo de grado, ya sea con palabras de aliento, consejos o simplemente con su compañía en los momentos más desafiantes. Cada uno de ustedes es parte de este logro.

Con gratitud y humildad,

Juan Sebastián Carrera Bolaños

Agradecimientos

En este momento crucial de mi vida académica, no puedo dejar de expresar mi profunda gratitud a todas aquellas personas que han sido fundamentales en la realización de este trabajo de grado. Primero y principal, mi sincero agradecimiento a Dios, fuente inagotable de bendiciones y fortaleza, quien guio mis pasos y me otorgó la perseverancia y sabiduría necesarias para llevar a cabo esta investigación.

A mis queridos padres, quienes, con su amor, sacrificio y confianza constante, han sido el cimiento firme sobre el que se erige este logro. Gracias por enseñarme que, con esfuerzo y dedicación, todo es posible y a mi familia, que siempre ha estado allí, brindándome su apoyo incondicional y creyendo en mi potencial, incluso en los momentos más desafiantes.

Expreso mi gratitud a la Universidad Mariana, por ser el espacio que me permitió crecer académica y personalmente, proporcionándome las herramientas y oportunidades para convertirme en el profesional que soy hoy.

A mi asesor Fabian Parra Pay, cuya guía, paciencia y experticia han sido insustituibles en la concreción de este proyecto. Agradezco cada consejo, corrección y palabra de aliento.

A mis profesores, por transmitirme conocimientos y valores, y por ser inspiraciones en mi camino académico, moldeando mi pensamiento crítico y fomentando mi pasión por aprender y a mis compañeros de carrera, por compartir conmigo momentos de estudio, debates y desafíos, y por construir junto a mí recuerdos invaluables de nuestra vida universitaria.

Y a mis inestimables amigos del Discord llamado STARFRIEND también, Camilo Cárdenas, Cristian Diaz, Ronal Esteban Figueroa, Mario Pinchao y Juliana Santacruz. Gracias por las risas, los debates nocturnos, el apoyo mutuo y por ser una fuente de descompresión y alegría durante todo el proceso. Cada uno de ustedes ha contribuido, a su manera, a que este trabajo de grado sea una realidad.

Con el corazón lleno de gratitud,

Juan Sebastián Carrera Bolaños

Contenido

	pág.
1. Elementos del Proceso	18
1.1. Estado de la cuestión	18
1.2. Título	27
1.3. Problema de investigación	27
1.3.1 Descripción del problema	27
1.3.2 Formulación del problema	29
1.4. Objetivos	29
1.4.1. Objetivo general	29
1.4.2. Objetivos Específicos	29
1.5. Justificación	29
1.6. Método de desarrollo	30
1.6.1. Georreferenciación	33
1.6.2 Realidad Aumentada	34
1.6.3 Localización basada en Realidad Aumentada	35
1.6.4 Tecnologías de la información y la Comunicación (TIC)	37
1.6.5 Herramientas de la Realidad Aumentada	38
1.6.5.1 Unity – Vuforia.	38
1.6.5.2 ROAR.	39
1.6.5.3 SCOPE	40
1.7 Línea, Áreas y Temáticas	40
1.7.1 Población y muestra	41
1.7.1.1 Población	41
1.7.1.2 Muestra	42
1.7.2 Proceso de investigación	43
1.7.3 Variables e Hipótesis: (Aplica para investigación cuantitativa)	44
1.8 Presupuesto	45
1.9 Cronograma	46

1.10 Productos Esperados	47
2. Resultados	48
2.1 Caracterizar los recursos de localización	48
2.1.1 Identificación de instalaciones	49
2.1.1.1 Bloques.	50
2.1.1.2 Cafeterías, tiendas y más.	50
2.1.2 Información de la señalética	53
2.1.3 Instrumento de investigación	63
2.1.4 Discusión	67
2.2 Construir una aplicación para navegación Indoor y Outdoor	68
2.2.1 Tipos de desarrollo en AR	69
2.2.1.1 AR basado en marcadores.	69
2.2.1.2 AR sin marcadores.	69
2.2.2 Pruebas - Error Web y SDK	70
2.2.3 Desarrollo de la Aplicación	76
2.2.3.1 Sprint 1/10 (15 días) – Iniciación de proyecto arquitectura de implementación.	76
2.2.3.2 Sprint 2/10 (15 días) – Manager UI.	78
2.2.3.3 Sprint 3/10 (15 días) – Api de geolocalización.	80
2.2.3.4 Sprint 4/10 (15 días) – Rotación e Inicio Outdoor Navegation (Navegación Exterior).	82
2.2.3.5 Sprint 5/10 (15 días) - Inicio de Indoor Navegation (navegación al interior) y Mapeo del edificio de San José.	84
2.2.3.6 Sprint 6/10 (15 días) – Finalización Indoor Navigation (Navegación interior).	87
2.3.3.7 Sprint 7/10 (15 días) – Outdoor Navigation (Mapeo).	90
2.3.3.8 Sprint 8/10 (15 días) - Problemas con la navegación Outdoor, solucionando set points, implementando Vista Ar y 2D.	92
2.3.3.9 Sprint 9/10 (15 días) – Solución problema AR de manera Solución provisional.	97
2.3.3.10 Sprint 10/10 (15 Días) - React Vite Web Page.	98
2.3 Evaluación de la aplicación	100
2.3.1 Conflictos en la Ubicación utilizando la Api Google Maps	100
2.3.2 Conflictos de la navegación Indoor en sistemas iOS	102
2.3.3 Conflictos con el Mapeo	104

2.3.4 El costo elevado de Bluetooth Beacons	105
2.3.5 Exactitud de la realidad aumentada en la ubicación en el espacio virtual	105
2.3.6 Evaluación de la usabilidad sobre el aplicativo	107
2.3.7 Referente teórico de las pruebas	108
2.3.8 Elaboración y aplicación del instrumento de evaluación	112
2.3.9 Análisis de los datos	117
2.3.10 Emitir Recomendaciones - Discusión	140
2.3.11 Divulgaciones	141
3. Conclusiones	142
4. Recomendaciones	145
Referencias	147
Anexos	155

Lista de tablas

	pág.
Tabla 1 Tecnología revisada app 1	18
Tabla 2 Tecnología revisada app 2	20
Tabla 3 Tecnología revisada app 3	21
Tabla 4 Tecnología revisada app 4	22
Tabla 5 Tecnología revisada app 5	24
Tabla 6 líneas y áreas de investigación	41
Tabla 7 Población y muestra	42
Tabla 8 Proceso de investigación	43
Tabla 9 Variables	44
Tabla 10 Presupuesto global del proyecto	45
Tabla 13. Cronograma	46
Tabla 14. Comparación de entrevistas en cuanto a la señalética y sus falencias	65
Tabla 15. Resumen de experiencias de realidad aumentada	106
Tabla 16. Preguntas traducidas del cuestionario SUS	112
Tabla 17. Enunciados y valores escala de Lickert	127

Lista de figuras

	pág.
Figura 1. Proceso para desarrollar objetivo 1	49
Figura 2. Cafetería y restaurante principal	51
Figura 3. Cafetería 2	51
Figura 4. Cafetería 3	52
Figura 5. Tienda fotocopias	52
Figura 6. La señalética en sus inicios	53
Figura 7. Diseños de la Señalética	54
Figura 8. Señal visible y legible	55
Figura 9. Principio de la ubicación	56
Figura 10. Señalética oriental	58
Figura 11. La señalética orientadora	59
Figura 12. La Señalética direccional	59
Figura 13. La señalética identificativa	60
Figura 14. Señalética informativa	60
Figura 15. La señalética reguladora	61
Figura 16. Señalética de acuerdo con el sistema de sujeción o colocación	63
Figura 17. Plano de la universidad dado por la arquitecta María Fernanda	65
Figura 18. Proyecto realizado en locatify	71
Figura 19. Proyecto realizado en Arway	72
Figura 20. Proyecto prueba con el Stardust SDK	74
Figura 21. Developer key obtenida del portal web	75
Figura 22. Primera fase- Indoor Navegation	76
Figura 23. Primera fase - Outdoor Navegation	77
Figura 24. Creación del proyecto Unity	78
Figura 25. Escenas que pertenecen a la interfaz de la aplicación	79
Figura 26. Escenas creadas	80
Figura 27. Map ui - desde unity	81

Figura 28. Ui map interfase- información según la ubicación	82
Figura 29. Ui map prueba desde el celular	82
Figura 30. Cámara rotación Ui conectada al script	83
Figura 31. Prueba rotación desde el celular	84
Figura 32. Medidas tomadas a mano del primer edificio San Jose	85
Figura 33. Modelo de piso 1 exportado en obj después de ser realizado en sweet home	86
Figura 34. Modelo del piso I - con físicas en unity	86
Figura 35. Obj edificio Maria Inmaculada	87
Figura 36. Modelos de los 5 pisos edificio san jode con set points	89
Figura 37. Indoor Ui	89
Figura 38. Indoor escena	90
Figura 39. Pruebas realizadas a la navegación indoor	90
Figura 40. Objeto terminado en blender creando los edificios de la universidad	91
Figura 41. Prueba de Ui realizada en la universidad	92
Figura 42. Map scene – coordenadas	94
Figura 43. Dropdown Ui – opciones	95
Figura 44. Funcionamiento correcto - Map 2D	96
Figura 45. Ar perdido en el entorno del NavMesh	96
Figura 46. Prueba en la Universidad Mariana	98
Figura 47. Página web realizada en React	99
Figura 48. Navegación exterior con API de Google Maps	100
Figura 49. Desfase de la ubicación de Google Maps API en un rango de 10 metros	101
Figura 50. Desfase de la línea de navegación de Google Maps API - rango 10 a 15 metros	102
Figura 51. Tecnología nativa e iOS no es compatible con ARKit	103
Figura 52. Conflictos con el mapeo del campus académico	104
Figura 53. App de localización Indoor de la Universidad Mariana	105
Figura 54. Fases de Evaluación de Usabilidad	108
Figura 55. Prueba a estudiantes de 2 ° Semestre UMNAV - Outdoor Navegation	115
Figura 56. Prueba a estudiantes de 2 ° semestre UMNAV - Indoor Navigation	116
Figura 57. Prueba a estudiantes de quinto semestre UMNAV - Indoor Navigation	116
Figura 58. Datos sobre el uso frecuente de la App - Pruebas a profesionales	117

Figura 59. Datos del fácil uso del aplicativo - Pruebas a profesionales	118
Figura 60. Datos sobre funciones del sistema - Pruebas a profesionales	119
Figura 61. Datos sobre aprendizaje del sistema - Pruebas a profesionales	120
Figura 62. Datos sobre seguridad del sistema - Pruebas a profesionales	121
Figura 63. Datos sobre la complejidad del sistema - Pruebas a profesionales	122
Figura 64. Datos sobre el apoyo técnico para la App - prueba de profesionales	123
Figura 65. Datos sobre la inconsistencia percibida en el sistema – Pruebas a profesionales	124
Figura 66. Datos sobre complicación en el uso del sistema - Pruebas a profesionales	125
Figura 67. Datos sobre conocimientos previos- Prueba a profesionales	126
Figura 68. Escala SUS - Prueba docentes	128
Figura 69. Datos sobre el uso frecuente de la App - Prueba a estudiantes	129
Figura 70. Datos del fácil uso del aplicativo - Pruebas a estudiantes	130
Figura 71. Datos sobre funciones integrados del sistema - Pruebas a estudiante	131
Figura 72. Datos sobre facilidad de aprendizaje del sistema	132
Figura 73. Datos sobre la seguridad del aplicativo – Pruebas a estudiantes	133
Figura 74. Datos sobre la complejidad innecesaria - Prueba a estudiantes	134
Figura 75. Datos sobre la necesidad de un técnico	135
Figura 76. Datos sobre inconsistencias con la App - Prueba a estudiantes	136
Figura 77. Datos sobre la complicación del uso del sistema - Prueba a estudiantes	137
Figura 78. Datos sobre el aprendizaje antes de usar la App- Prueba a estudiantes	138
Figura 79. Escala SUS - Prueba a estudiantes	138
Figura 80. Escala SUS final	139

Lista de anexos

	pág.
Anexo A. Información dentro de los diferentes bloques de la Universidad Mariana	156
Anexo B. Instrumento de entrevista	172
Anexo C. Informe de entrevista	178
Anexo D. Cotización arquitecto	184
Anexo E. Google Forms – Prueba Usabilidad	186
Anexo F. Pruebas divulgaciones	194

Introducción

La evolución tecnológica ha transformado profundamente la forma en que se interactúa con nuestro entorno y la educación no ha sido una excepción. En los últimos años, la integración de tecnologías de información y comunicación (TIC) en la educación ha revolucionado la forma en que los estudiantes acceden al conocimiento y las instituciones académicas administran sus recursos. En este contexto de cambio constante, surge la necesidad de aprovechar estas innovaciones para abordar desafíos específicos que enfrentan las universidades. Este proyecto, denominado UMNAV (Universidad Mariana Navegación), nace como una respuesta a la creciente necesidad de proporcionar soluciones tecnológicas que mejoren la experiencia de los estudiantes y visitantes en el campus universitario.

La Universidad Mariana, como muchas otras instituciones educativas, se enfrenta a una serie de desafíos relacionados con la orientación y ubicación dentro del campus. Los estudiantes, visitantes y miembros de la comunidad académica a menudo se enfrentan a la tarea de encontrar ubicaciones específicas en un entorno universitario complejo. Esto puede resultar en retrasos, pérdida de tiempo y, en el peor de los casos, una experiencia de usuario frustrante. La falta de información detallada y precisa sobre la ubicación de las instalaciones, la guía de desplazamiento y la identificación de lugares se convierten en obstáculos que obstaculizan la efectividad de la educación y la comodidad de todos los involucrados.

El proyecto UMNAV aborda estos desafíos al proporcionar una solución tecnológica innovadora basada en georreferenciación y realidad aumentada. El objetivo principal de UMNAV es garantizar la ubicación precisa de personas dentro del campus universitario, brindando información en tiempo real, alertas y guía de desplazamiento. Esta herramienta se ha desarrollado pensando en estudiantes, visitantes y la comunidad académica en general, y tiene como objetivo eliminar la incertidumbre asociada con la navegación en el campus.

Una de las características distintivas de UMNAV es su enfoque en la tecnología de georreferenciación y realidad aumentada. Estas tecnologías emergentes permiten la superposición de información digital en el mundo real, brindando una nueva dimensión de interacción. UMNAV

se apoya en estas tecnologías para proporcionar una experiencia de usuario enriquecedora y eficiente. La georreferenciación permite la ubicación precisa de aulas, laboratorios, oficinas y otras instalaciones, mientras que la realidad aumentada ofrece una guía visual intuitiva para desplazarse por el campus.

El documento se inicia con una exposición de los componentes clave del proceso de investigación, abordando aspectos como el estado actual de la problemática en cuestión, el título del proyecto y la formulación del problema de investigación. Acto seguido, se procede a brindar una descripción exhaustiva del problema en cuestión y su respectiva formulación, acompañados de un objetivo general y tres objetivos específicos. Además, se ofrece una justificación de la relevancia de estos objetivos y se establece un método apropiado para el desarrollo de las áreas temáticas seleccionadas. También se contempla una estimación presupuestaria que engloba tanto los recursos humanos como los materiales necesarios para llevar a cabo la investigación, acompañada de un cronograma que detalla las fechas clave a seguir en el proceso. Por último, se definen claramente los resultados esperados del proyecto.

Además, se establecen los objetivos a alcanzar y las condiciones para la entrega de los resultados, donde se destacan los hallazgos obtenidos en la investigación, poniendo un enfoque especial en las tecnologías emergentes relacionadas con la georreferenciación. Con el fin de cumplir con este propósito, se definen diversas etapas que involucran la formulación de preguntas de investigación, la creación de una cadena de búsqueda, el análisis de criterios para incluir o excluir información, la ejecución de la cadena de búsqueda y la extracción de datos pertinentes.

A partir de estos datos, se procede a la construcción de una solución georreferenciada, empleando tanto la recopilación de información como el desarrollo de distintas etapas del proyecto. Asimismo, se lleva a cabo una evaluación de la usabilidad de la aplicación móvil mediante un marco teórico y un instrumento de evaluación, lo que arroja resultados que pueden analizarse para generar recomendaciones. Por último, se proporciona información sobre la difusión lograda a través de la investigación, así como las conclusiones y los apéndices correspondientes.

1. Elementos del Proceso

1.1. Estado de la cuestión

Teniendo en cuenta la posición de Ramírez (2018) quien argumenta que la realidad aumentada es la oportunidad de combinar datos virtuales con el ambiente real para mejorar la experiencia y correlación del usuario con el entorno. La particularidad de este proyecto es que orienta exclusivamente para el sistema operativo iOS, siendo muy limitado en términos de población beneficiada. En especial, porque no toda población discapacitada posee dispositivos con el sistema operativo iOS y de la misma manera no solo las personas con discapacidad requieren de una ayuda para guiarse en espacios desconocidos.

Existe una evidencia en los datos ofrecidos por Yi Min Shum en *Global Mobile Situación 2022*, donde muestra que hasta el año 2021 existen 5.190 millones de personas que utilizan un dispositivo móvil, de los cuáles solo el 25% usan iOS y un 74% utilizan el sistema operativo Android. En este sentido, es importante tener en cuenta que una innovación se desarrolla para generar un cambio y no se puede lograr si un proyecto se hace para una población tan limitada.

Tabla 1.

Tecnología revisada app 1

Objetivo	Tiempo de existencia	Frecuencia de actualización	Funcionalidad	Atributos de calidad	Licenciamiento
Desarrollar un aplicativo que facilite el desplazamiento en ambientes desconocidos a personas con	5 años	No existen actualizaciones	Aunque se desarrolló para navegación exterior e interior, fue factible para	Esta app se define como una solución visual e interactiva con el	No existen licencias

limitaciones físicas, intelectuales o mentales por medio de realidad aumentada y tecnologías de localización en interiores.	navegación con realidad aumentada en exteriores.	medio en tiempo real que facilite u optimice la realización de procesos por parte de los usuarios.
---	--	--

Lu et al. (2021), muestra que la realidad aumentada permite soluciones potentes e intuitivas en la navegación. Debido a este gran beneficio, la navegación con realidad aumentada puede ayudar tanto en ambientes interiores como exteriores. Existe una evidencia en Statista que muestra la estadística de la cantidad de consumidores que usan aplicaciones móviles de realidad aumentada en todo el mundo desde el 2016 hasta 2022.

La línea ascendente de la gráfica muestra que, en 2016, el número de usuarios de aplicaciones con realidad aumentada fue de 340,8 millones en todo el mundo, el porcentaje de la gráfica fue ascendiendo anualmente, alcanzando el pico más alto en el 2022 que fue de 1.309 millones de consumidores a nivel mundial. Teniendo en cuenta lo anterior, es importante acotar que los desabolladores que día a día buscan implementar aplicaciones que puedan aprovechar los beneficios que brinda la realidad aumentada.

Tabla 2.

Tecnología revisada app 2

Objetivo	Tiempo de existencia	Frecuencia de actualización	Funcionalidad	Atributos de calidad	Licenciamiento
Augmented Reality Application for Real Time Navigation Assistance to Wheelchair Users with Obstacle Management	3 años	No existen actualizaciones	La comunicación (NTIC) como la realidad aumentada son una verdadera oportunidad de integrar a las personas con discapacidad en su vida cotidiana y laboral.	ARSAWP puede ayudar a muchos usuarios de sillas de ruedas dando información sobre accesibilidad y poder navegar con libertad y seguridad desde un origen hasta un destino en tiempo real.	No existen licencias

Chung et al., (2016) resume las tendencias futuras incluyendo la mejora de los sensores, el uso de la fusión de información multiplataforma, multidispositivo y multisensorial, el desarrollo de algoritmos y sistemas de autoaprendizaje, la integración con 5G/IoT/ computación perimetral, y el uso de mapas HD para navegación interior. Existen una evidencia en Li et al., (2017) quienes muestran un caso que evidencia el argumento anterior: en julio de 2013, Kaiser's se convirtió en el

primer minorista alemán en ofrecer a sus clientes navegación interior en su supermercado de Berlín. Los compradores tienen la posibilidad de ser guiados desde su iPhone al producto deseado o de trabajar a través de una lista de compras completa de forma optimizada para la ruta.

Aunque no siempre se indica la forma óptima, porque los intereses de los distribuidores no siempre coinciden con los intereses del cliente. En este sentido, así como la experiencia anterior, actualmente existen diversidad de aplicativos que proporcionan una localización exacta o una navegación en tiempo real de personas, animales o instalaciones en los edificios.

Tabla 3.

Tecnología revisada app 3

Objetivo	Tiempo de existencia	Frecuencia de actualización	Funcionalidad	Atributos de calidad	Licenciamiento
An ARCore-Based Augmented Reality Campus Navigation System	1 año	No existen actualizaciones	Actualmente, las funciones de planificación de rutas en los sistemas de navegación de campus 2D/3D en el mercado no pueden procesar información de localización en interiores y exteriores simultáneamente,	El sistema de navegación propuesto utiliza edometría visual y sensores inerciales para la localización y construcción de mapas con el fin de resolver los problemas de precisión inducidos por	No tiene licencias.

el GPS en situaciones de navegación interior.

Curtsson (2021) muestra que la realidad aumentada se puede aplicar a la navegación interna (*indoor*), la cual se diferencia de otras aplicaciones de navegación ya que detecta la ubicación exacta del usuario. Actualmente la señal del sistema de posicionamiento global (*GPS*), no funciona bien para la navegación de interiores, por eso se utilizan otras técnicas, como *Wireless technology (Wifi)*, *short-range Wireless (Bluetooth)* u otros. Hammady et al. (2016) confirman lo anterior ya que argumentan que cuando se implementa una aplicación para navegación con realidad aumentada en interiores, el primer paso es el mapeo de las rutas interiores y se debe almacenar en la base de datos, para luego usarse como referencia para el ajuste de ubicación del usuario.

Una vez que se vuelve a identificar la ubicación, se puede crear la información de realidad aumentada en el sistema de navegación mediante cualquier dispositivo. La navegación con realidad aumentada en interiores es un sistema que utiliza tecnología para brindarle herramientas de ubicación, posición y navegación a los usuarios. En esencia, el sistema combina información virtual o audiovisual con entornos del mundo real.

Tabla 4.

Tecnología revisada app 4

Objetivo	Tiempo de existencia	Frecuencia de actualización	Funcionalidad	Atributos de calidad	Licenciamiento
Augmented Reality Navigation System on Android	6 años	No existen actualizaciones	El sistema de navegación basado en AR desarrollado en este	Entre los tipos de tecnologías de AR se investigaron	No tiene licencias

documento se la tecnología
compone de la de registro
combinación basada en
de objetos visión por
virtuales y el computadora
mundo real, se y tecnología
combinaron los de fusión de
datos de realidad, se
ubicación obtuvieron
enviados por datos de
los ubicación de
proveedores de proveedores
ubicación y los de servicios
datos de de ubicación
sensores como GPS y
obtenidos de se analizaron
los sensores, se métodos
minimizaron para reducir
los errores y al los errores
usuario se le relacionados
puede mostrar y también se
información investigó
sobre el cómo medir
entorno de su con
ubicación precisión
actual adquirir
datos del
sensor en el
teléfono
inteligente

Abdallah et al. (2019) muestran el proceso para desarrollar un aplicativo de navegación que utiliza realidad aumentada en tiempo real a usuarios de silla de ruedas. El ARSAWP (sistema de realidad aumentada para la asistencia de personas en silla de ruedas) le da un toque aumentado a la información de accesibilidad. Es una forma innovadora de interactuar entre los usuarios y la información de accesibilidad en el mundo real; da una guía segura de un lugar a otro. ARSAWP garantiza la navegación en tiempo real, proporciona el camino más corto al destino y redirige al usuario a una ruta de emergencia en caso de que se encuentren obstáculos.

En este sentido Zulkpli et al. (2019) confirman la importancia de lo anterior y agregan que la navegación *Indoor* es un problema completamente diferente a la navegación *Outdoor*, pero actualmente se proporcionan innovadoras soluciones, Una solución son los Beacons Bluetooth que pueden brindar una precisión de posicionamiento en interiores de +/- 1 m.

Es raro obtener una buena precisión de los puntos de acceso *WiFi* debido a los altos niveles de potencia de las señales *WiFi* y la distribución de los puntos de acceso *WiFi*. Incluso en los mejores casos, es poco probable que la precisión sea mejor que +/-10 m y, a menudo, está más cerca de +/- 15 m. En este sentido, se puede afirmar que Android permite el rango tanto para *WiFi* como para Bluetooth, en cambio, iOS admite el alcance de las señales de Bluetooth, pero no de *WiFi*.

Tabla 5.

Tecnología revisada app 5

Objetivo	Tiempo de existencia	Frecuencia de actualización	Funcionalidad	Atributos de calidad	Licenciamiento
Designing AR Based Navigation Interface for Large Indoor Spaces	1 año	No existen actualizaciones	En espacios interiores, interfaces de navegación basadas en realidad	Se requiere de interfaces para crear una experiencia de usuario.	No tiene licencias

aumentada (AR) han mostrado un gran potencial, como se ha demostrado que aumenta la eficiencia y la facilidad de uso

Ya que la exploración de la usabilidad de la interfaz AR móvil para la navegación interior es por el método *Rapid Iterative Testing and Evaluación* (RITE).

En términos de similitudes, este proyecto de grado y Ramírez (2018) coinciden en que el desarrollo de los dos proyectos se centra en tres factores significativos: el factor de ubicación en un área determinada con adecuado reconocimiento de puntos en forma detallada en un área específica, la identificación de la ubicación de otras personas dentro de un área determinada y poder localizar un lugar determinado por medio de una navegación en ruta, con facilidad de compartir ubicaciones. En el caso de Lu et al. (2021), su similitud con este proyecto es porque en los dos muestran que la realidad aumentada permite soluciones potentes e intuitivas en la navegación.

Con la creciente demanda de productos de software de realidad aumentada más complejos y de mayor calidad, muchas organizaciones están cambiando hacia soluciones más especializadas para satisfacer sus necesidades. Chung et al.(2016) junto con este proyecto de pregrado describen que la tecnología de navegación, localización y posicionamiento, ha sido considerablemente estudiada y comercializada con éxito en muchas aplicaciones. también muestran que la navegación interna con realidad aumentada brinda al usuario indicaciones paso a paso de manera efectiva, que es

precisa y funciona en lugares donde el GPS no lo hace. Este proyecto y Curtsson (2021) muestran que la realidad aumentada se puede aplicar a la navegación interna (indoor), la cual se diferencia de otras aplicaciones de navegación ya que detecta la ubicación exacta del usuario.

La Realidad Aumentada en la navegación es una solución innovadora y eficaz tanto para la navegación interior como exterior. Cuando se habla de navegación en interiores, el enfoque principal de esta tecnología inmersiva es proporcionar la ubicación del entorno real del usuario. Abdallah et al. (2019) y este proyecto muestran el proceso para desarrollar un aplicativo de navegación interior que utiliza realidad aumentada. La similitud radica en que hay dos plataformas de desarrollo utilizadas para el desarrollo de soluciones de navegación AR en dispositivos móviles: *ARKit* para iOS, *Arcor* para Android y *ARSAWP* para garantizar la navegación en tiempo real. Estos entornos de desarrollo son responsables de traducir el movimiento del dispositivo y mostrar la visualización.

Desde el punto de vista de diferencias, este proyecto y la posición de Ramírez (2018) la diferencia radica en que, debido a los grandes beneficios de la visualización, la navegación la realidad aumentada puede ayudar tanto en ambientes interiores como exteriores. Sin embargo, este proyecto de grado se enfoca en forma detallada en las herramientas para garantizar la navegación de interiores en cualquier sistema operativo.

En el caso Lu et al. (2021), se enfoca en la utilización de tecnologías de realidad aumentada y navegación en espacios exteriores e interiores, que serán implementadas en un aplicativo exclusivo para iOS, en cambio el propósito de este proyecto es la navegación de interiores mediante realidad aumentada para sistema operativo iOS y Android. Chung et al. (2016) describen que la tecnología de navegación, localización y posicionamiento, ha sido considerablemente estudiada y comercializada con éxito en muchas aplicaciones, como en teléfonos móviles y sistemas no tripulados.

En cambio, este proyecto reconoce que la navegación AR en interiores son tareas que requieren una solución más especializada basada en el entorno en cuestión, lo que requiere hardware y tecnología para implementar con éxito. Curtsson (2021) muestra que la realidad aumentada se

puede aplicar a la navegación *indoor*, la cual se diferencia de otras aplicaciones de navegación ya que detecta la ubicación exacta del usuario mediante el uso de *ARKit*. A diferencia este proyecto de grado hace referencia a *ARCore* que utiliza SLAM para posición del móvil y el entorno.

Finalmente, Abdallah et al. (2019), manifiestan la razón del por qué se requiere desarrollar aplicaciones para navegación en interiores con realidad aumentada. A diferencia de este proyecto de grado, que muestra que, con el reconocimiento de ubicación, las aplicaciones de realidad aumentada en sistema operativo iOS de navegación utilizan la visión por pc para mostrar objetos virtuales en la escena y hacerlos visualmente completos.

1.2. Título

Sistema de localización al interior de la Universidad Mariana utilizando realidad aumentada.

1.3. Problema de investigación

1.3.1 Descripción del problema

El personal visitante de la Universidad Mariana de otras ciudades que están interesados en adelantar sus estudios en esta institución educativa requiere de información detallada de las instalaciones académicas y del bienestar del campus universitario. De la misma manera, se puede percibir la necesidad en los estudiantes de primer semestre que al iniciar sus estudios de una guía que les ayude a navegar internamente y que les brinde la ubicación exacta de las instalaciones, se tensionan por su desconocimiento. Con respecto al desarrollo de los eventos nacionales o internacionales, el personal de invitados requiere información exacta de las instalaciones del campus universitario.

Aunque existe un vínculo en la página web denominado Campus, este vínculo tan solo muestra fotografías panorámicas de 360 grados de forma plana que no tiene ningún tipo de información de ubicación exacta de las instalaciones ni el nombre de ellas. No existe una herramienta en la página web o aplicación que orienté al personal de estudiantes nuevos a ubicarse en forma exacta en el campus académico y menos aún que lo guíe al lugar que está buscando, prácticamente este personal

se desplaza vendado los ojos. De igual forma, actualmente existe un video institucional que esté publicado en la página *web*, sin embargo, esta herramienta audiovisual se enfoca en mostrar las actividades académicas y de bienestar universitario, no es una herramienta que brinde información sobre la ubicación exacta de las instalaciones y menos aún que sea una guía para desplazarse en la universidad sin riesgo a perderse o visitar el lugar equivocado, como suele suceder con el personal de invitados nacionales e internacionales.

La Universidad Mariana cuenta con simbolización por medio de letreros, como una guía, no obstante, esta información demasiado general más no detallada y muy limitada, el personal docente nuevo requiere de una guía que lo oriente con exactitud dentro del campus sin contratiempos, ya que la puntualidad es muy valiosa en el ambiente educativo. Actualmente la Universidad no cuenta con una herramienta que pueda mostrar la ubicación cada aula, cada laboratorio o cualquier instalación del campus universitario en tiempo real con la información detallada de cada una de las instalaciones, donde el aspirante conozca realmente la universidad y se motive a ingresar a este claustro académico.

En las últimas décadas, las herramientas tecnológicas se han convertido en una maniobra esencial para alcanzar cambios en el área de la educación, ya que mejoran considerablemente los procesos de un ambiente educativo. Se puede evidenciar que existe una brecha digital, donde la falta de información detallada en la *web* o de herramientas de impacto con respecto a la orientación en el campus, ubicación exacta, guía de desplazamiento, conocimiento de instalaciones y por ende identificación de lugares no existen actualmente en la universidad.

Al conocer el diagnóstico anterior, el panorama del pronóstico no es el mejor, ya que la Universidad Mariana está en proceso de acreditación de alta calidad y podría aportar significativamente a ser una institución de innovación dentro de este proceso. En primera instancia, el desconocimiento de las instalaciones en forma exacta por parte del personal nuevo de estudiantes contribuye a que posiblemente se presente retrasos.

1.3.2 Formulación del problema

¿Cómo garantizar la ubicación al interior de la Universidad Mariana dirigido a personal nuevo y visitantes usando nuevas tecnologías de información y comunicaciones?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Garantizar la ubicación al interior de la Universidad Mariana dirigido a personal nuevo y visitantes usando nuevas tecnologías de información y comunicaciones.

1.4.2. Objetivos Específicos

Caracterizar los recursos de localización que utilizan estudiantes de primer semestre, docentes y administrativos nuevos, para ubicarse al interior de la Universidad Mariana.

Construir una aplicación móvil utilizando la localización basada en realidad aumentada que permita ubicar la comunidad al interior de la Universidad Mariana.

Evaluar la aplicación móvil teniendo en cuenta la utilidad que representa para la comunidad universitaria, y la usabilidad y funcionalidad de esta.

1.5. Justificación

Con la evolución del desarrollo, ciencia y tecnología, la aparición de las nuevas tecnologías de realidad aumentada ha llegado para el desarrollo de soluciones innovadoras a nivel mundial. Actualmente la Universidad Mariana se enfrenta a un vacío institucional que se enfoca en la falta de una herramienta tecnológica que pueda garantizar la navegación y localización en el interior del campus académico.

Este proyecto beneficiará ampliamente al personal nuevo y visitantes de la Universidad Mariana ya que se desarrollará una aplicación de realidad aumentada para la navegación interior del claustro académico con el propósito de brindarles la oportunidad de garantizar la ubicación a este personal.

El proyecto es útil para solventar el vacío institucional que enfrenta esta IES a nivel de bienestar universitario y por ende sería una herramienta que ayudaría a la certificación de alta calidad ya que tiene un gran impacto institucional en el personal aspirante y los visitantes del exterior.

Es una innovación en el área del desarrollo tecnológico ya que actualmente no existe una herramienta tecnológica para solventar la problemática institucional, lo que lo hace novedoso ya que le daría al personal de la universidad la facilidad de navegación, ubicación y conocimiento detallado de la áreas e instalaciones.

Finalmente, las ventajas que ofrece este proyecto con tecnología de realidad aumentada no terminan en los límites de la pantalla de los dispositivos lo que la hace muy interesante. Ya que los estudiantes podrían interactuar con el entorno académico, ofreciendo una forma más atractiva y experiencial. Este desarrollo tecnológico redefiniría una vez más la forma en como el personal de la Universidad Mariana se beneficia de este gran impacto tecnológico.

1.6. Método de desarrollo

Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología de desarrollo de software denominada “Programación Extrema (XP)” que hace parte de las denominadas metodologías ágiles. Dalalah (2014) afirma que el objetivo principal de la programación extrema es facultar que los dispositivos puedan producir un software de alta calidad y se adecuen a los requerimientos variables y en evolución, basándose en las buenas prácticas, principios y valores con el fin de generar transformación.

Entre las características generales donde es adecuado la implementación de la programación extrema se relacionan a continuación:

Cuando los requisitos de software cambien dinámicamente.

Al ocasionarse riesgos causados por proyectos de tiempo fijo usando nueva tecnología.

En las ocasiones que el equipo de desarrollo sea pequeño, extendido y este ubicado en el mismo lugar.

Cuando la tecnología que se está utilizando permite hacer pruebas unitarias y funcionales automatizadas.

En términos de la Administración de Apoyo, Beck & Andres (2004) afirman que, aunque la programación extrema funciona mejor con equipos que tienen una estructura de administración plana, es necesario contar con el apoyo de la administración para implementarlo, su organización necesita lo siguiente: espacios de trabajo emparejados para la codificación, los miembros del equipo dedicados al proyecto XP, un gerente que se comunica con el cliente o el cliente con el sitio. De la misma manera, la administración también debe proporcionar lo siguiente:

Se debe dejar el control completo al equipo para el todo el desarrollo.

Retroalimentación, revisión y compensación adecuada al equipo como equipo.

Apoyo al cambio y nuevas formas de hacer las cosas.

Paciencia con el progreso más lento o menor productividad en las etapas de aprendizaje.

De acuerdo a Paasivaara y Kruchten (2020), hay cuatro actividades básicas que la programación extrema propone para el proceso de desarrollo de software:

Codificación: En la programación extrema, la codificación se considera como el único producto importante del proceso de desarrollo del sistema. Los programadores de XP comienzan a generar códigos desde el principio, por lo que al final del día, tiene que haber un programa.

Pruebas: la programación extrema hace hincapié en comprobar siempre si una función funciona probándola. XP utiliza pruebas unitarias, que son pruebas automatizadas, y el programador escribirá tantas pruebas como sea posible para intentar romper el código que está escribiendo.

Escuchar: la codificación y las pruebas deben realizarse sin importar cómo se desarrolle un sistema, pero escuchar es muy importante en la programación extrema. Para los desarrolladores de XP, la capacidad y la experiencia en aspectos técnicos deben ir acompañadas de la capacidad de ser buenos oyentes. Esta capacidad les permitirá comprender lo que quieren los clientes y desarrollar soluciones que se ajusten lo más posible a las necesidades y deseos de los clientes.

Diseño: El principio de simplicidad de la programación extrema no significa que pueda excluir el proceso de diseño. Sin un diseño adecuado, a largo plazo el sistema se vuelve demasiado complejo y los proyectos podrían detenerse. Entonces es importante crear una estructura de diseño que organice la lógica en el sistema para que se puedan evitar demasiadas dependencias en el sistema.

Finalmente, en términos de debilidades y desafíos, aunque la metodología de la programación extrema puede resultar en un proceso mejorado con más eficiencia, más predecible, más flexible y divertido también tiene debilidades como:

Dificultad para coordinar equipos más grandes.

Puede resultar en un proyecto interminable si no se gestiona adecuadamente Tendencia a no documentara a fondo.

Es difícil predecir las características precisas que se lograrán en un tiempo/presupuesto fijo.

En los últimos dos siglos la investigación científica, la ciencia y la tecnología han sido la base del desarrollo y la innovación en el mundo, empoderándose en diferentes áreas del conocimiento, esto ha implicado que el ser humano disfrute de nuevas tecnologías en fracciones de segundo y se desplieguen grandes herramientas para suplir las necesidades en el mundo.

Teniendo en cuenta lo anterior, tecnologías como la navegación en interiores y la realidad aumentada son innovaciones que este proyecto requiere para su consolidación. A continuación, se dará un espectro detallado de las herramientas que se requieren ser implementadas.

1.6.1. Georreferenciación

De acuerdo a Aksenov y Kozlov (2021) la georreferenciación significa que el sistema de coordenadas internas de un mapa digital o una fotografía aérea se puede relacionar con un sistema terrestre de coordenadas geográficas. Una imagen o un mapa digital georreferenciado se ha vinculado a un sistema de coordenadas de la Tierra conocido, de modo que los usuarios pueden determinar dónde se encuentra cada punto del mapa o de la fotografía aérea en la superficie de la Tierra. Las transformaciones de coordenadas relevantes generalmente se almacenan dentro del archivo de imagen. *GeoPDF* y *Geo TIFF* son ejemplos de formatos de archivo georreferenciados, aunque existen muchos mecanismos posibles para implementar la georreferenciación. La georreferenciación en el archivo digital permite realizar análisis básicos del mapa, como señalar y hacer clic en el mapa para determinar las coordenadas de un punto, calcular distancias y áreas, y determinar otra información.

Desde el punto de vista de la ubicación, Katchadourian y Alberich (2021) afirman que la georreferenciación es el proceso de asignar ubicaciones a objetos geográficos dentro de un marco geográfico de referencia. Es fundamental para las tecnologías geoespaciales en general y para los sistemas de información geográfica (GIS) en particular. Dependiendo de la resolución espacial vigente, los mecanismos de georreferenciación pueden clasificarse generalmente en georreferenciación métrica y georreferenciación indirecta.

La georreferenciación métrica, también denominada georreferenciación continua, se basa en coordenadas. Cada ubicación en la superficie terrestre se puede especificar mediante un sistema de coordenadas. La georreferenciación métrica sustenta las bases de datos GIS, que contienen colecciones de características espaciales referenciadas por coordenadas. Con base en las bases de datos GIS georreferenciadas métricamente existentes, los métodos de georreferenciación indirecta recuperan las ubicaciones georreferenciadas métricamente a través de datos de atributos.

Por ejemplo, el atributo podría ser el nombre o el índice asociado con una ubicación. Alternativamente, pueden ser algunas relaciones espaciales como relaciones topológicas o relaciones de distancia. Existen algunas variaciones de los métodos de georreferenciación indirecta, entre los cuales la georreferenciación discreta o también denominada geo codificación que se usa muy comúnmente en geografía humana y muchos otros campos.

1.6.2 Realidad Aumentada

La realidad aumentada (AR) se concibió por primera vez como un concepto de ciencia ficción para apoyar la narrativa creativa en películas, libros y obras de teatro. la imaginación nos llevó tan lejos como para visualizar la información mostrada digitalmente en el aire, pero nadie pudo poner esto en práctica. La tecnología ha recorrido un largo camino desde la concepción de sus posibilidades. Ya no se puede confiar en los límites de la imaginación, ya que la realidad aumentada se ha convertido en un fenómeno de la vida real y ampliamente aplicable.

Aukstakalnis (2016) muestra que el término realidad aumentada apareció alrededor de la década de 1990, acuñado por el investigador de Boeing Tom Caudell, quien estuvo involucrado en los desarrollos que la empresa estaba realizando para mejorar los procesos de fabricación, donde el software se usaba para mostrar diagramas de cableado en las piezas fabricadas. La realidad aumentada se puede definir como la superposición de elementos virtuales sobre la visión de la realidad, de forma que aporten información adicional a dicha realidad. De hecho, las invenciones hechas por la humanidad han sido capaces de relacionarse con el medio ambiente durante mucho tiempo y proporcionar más información a sus usuarios.

De acuerdo a Krichenbauer et al. (2018) la prehistoria de la realidad aumentada comienza con una extraña máquina inventada por Morton Heilig, filósofo, visionario y cineasta. En 1957, comenzó a construir un prototipo que se asemejaba a una máquina recreativa similar a las que inundaron el mercado en los años 90. La llamó Sensorama, un nombre destinado a condensar la experiencia del producto, ya que proyecta imágenes en 3D, agregó sonido envolvente, asientos vibrantes creando una ráfaga de viento en el espectador.

Cuando se inventó el GPS en 1978 y se puso a disposición del público en la década siguiente, la navegación cambió profundamente. Como guías de automóviles, aviones y barcos en el mar, el GPS ha tenido un tremendo impacto en la forma en que nos desplazamos. Sin embargo, aún quedan desafíos por superar.

En este sentido Kim y Jun (2008) argumenta que es importante conocer cómo se puede utilizar la realidad aumentada para guiar a los usuarios en entornos interiores y exteriores, y la respuesta es que la realidad aumentada permite soluciones potentes e intuitivas en la navegación. Al mostrar guías virtuales en el espacio físico a través de la vista de un teléfono inteligente o auriculares, los usuarios pueden ser dirigidos punto a punto de forma más natural que comparando un mapa con su entorno inmediato. Debido a este gran beneficio, la navegación AR puede ayudar tanto en ambientes interiores como exteriores.

El desarrollo de la realidad aumentada es fácil de iniciar, pero difícil de dominar. Con la creciente demanda de productos de software AR más complejos y de mayor calidad, muchas organizaciones están cambiando hacia soluciones más especializadas para satisfacer sus necesidades. La navegación AR en interiores y exteriores son tareas que requieren una solución más especializada basada en el entorno en cuestión, lo que requiere hardware, tecnología y experiencia especiales para implementar con éxito.

1.6.3 Localización basada en Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada en la navegación es una solución innovadora y eficaz tanto para la navegación interior como exterior. Cuando se habla de navegación en interiores, el enfoque principal de esta tecnología inmersiva es proporcionar direcciones, es decir, llevar al usuario al destino o ubicación deseado a través de instrucciones direccionales superpuestas en la parte superior del entorno real del usuario.

Estas instrucciones hipervisuales se pueden ver a través de la cámara de un teléfono inteligente o mediante un dispositivo montado en la cabeza. Azuma et al. (2001) deducen que la navegación interna con realidad aumentada brinda al usuario indicaciones paso a paso de manera efectiva, que

es precisa y funciona en lugares donde el GPS no lo hace. *ARKit* para iOS y *ARCore* para Android son las plataformas de desarrollo utilizadas para el desarrollo de la navegación AR. Estas plataformas son responsables de traducir la información del mundo real en imágenes virtuales inmersivas que aparecen en la pantalla del usuario.

Moverse dentro de grandes edificios con muchas comodidades como centros de convenciones, centros comerciales o polideportivos es una de las tendencias que cobrará protagonismo el próximo año. Esto no es nada nuevo, se ha hablado a lo largo de este año, aunque no ha explotado con el público. El motivo podría ser que, al ser una tecnología muy nueva para algunos, se sabe muy poco sobre ella y la navegación al aire libre y el *geofencing* son más que necesarios. Para ubicarnos y guiarnos dentro de un edificio, no podemos usar las mismas tecnologías que afuera porque el GPS, por ejemplo, no funciona. Esta será una combinación de varias tecnologías inalámbricas como *Wifi*, *Bluetooth* e incluso celular. Gracias a la triangulación de transmisores recibidos por teléfono, posteriormente será posible determinar la ubicación del usuario en un edificio y determinar la ruta a cualquier punto del edificio.

Sharma y Chachaundiya (2020), afirman que Google fue una de las primeras empresas en interesarse por este tema, presentó recientemente la innovación de su servicio *Maps* de escritorio a través de un navegador *web* para que pueda comenzar a mostrarse lado a lado en una serie de dependencias. Los primeros edificios con fotos interiores que pudimos ver en nuestros navegadores *web* fueron los grandes casinos de Las Vegas, que tenían tiendas y restaurantes bien definidos que no vemos, solo visibles junto a las entradas y pasillos, incluso podemos ver reflejos de mesas de póquer o filas de máquinas tragamonedas.

Tiene sentido que uno de los primeros lugares en ser mapeados sean estos casinos, primero por su gran complejidad, pero sobre todo porque albergan la feria de tecnología CES (*Consumer Electronics Show*) que se realiza todos los años en enero. y reúne a los principales actores en el campo. Fue en el lanzamiento de este año que Google también comenzó a hablar sobre la navegación interior.

1.6.4 Tecnologías de la información y la Comunicación (TIC)

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), son la implementación de recursos, programas informáticos, herramientas tecnológicas, redes equipos y aplicaciones que permiten el almacenamiento, procesamiento, compilación, y la transmisión de información como: imágenes, datos, voz, texto y video. Las TIC consisten en construir redes de comunicación para una empresa, proteger datos e información, crear y administrar bases de datos, ayudar a los empleados a solucionar problemas con sus computadoras o dispositivos móviles, o realizar una variedad de otros trabajos para garantizar la eficiencia y la seguridad de los sistemas de información empresarial.

Rajaraman (2018) afirma que “Si bien muchos aspectos de esta tecnología son inciertos, parece claro que entrará rápidamente en la escena gerencial, con un impacto definitivo y de gran alcance en la organización gerencial” (p. 65), Seis décadas después, está claro que Leavitt y Whisler estaban en algo grande. Hoy en día, la tecnología de la información se refiere a todo aquello para lo que las empresas utilizan las computadoras. La tecnología de la información consiste en construir redes de comunicación para una empresa, proteger datos e información, crear y administrar bases de datos, ayudar a los empleados a solucionar problemas con sus computadoras o dispositivos móviles, o realizar una variedad de otros trabajos para garantizar la eficiencia y la seguridad de los sistemas de información empresarial.

Salini y Kanmani (2013) exponen que el propósito de estas tecnologías se basa en que tanto la información como la comunicación se divulguen eficientemente y por ello, las TIC están en continua evolución. Sus tres grandes características son: Automatización, Inmaterialidad e Inmediatez y los tipos de tecnologías de la información y comunicación son:

Redes: abarcan la telefonía, tanto móvil como fija, así como las redes de televisión, radio y banda ancha.

Servicios en las TIC: los servicios móviles o las comunidades virtuales, el correo electrónico, la banca online, la búsqueda de información, el audio, la e-administración, la televisión, el cine, el *e-commerce*, el e-gobierno, los videojuegos, la e-sanidad, y la educación.

Terminales: son los soportes y equipos mediante los cuales operan las redes.

Los navegadores de internet, ordenadores, reproductores de audio o video, sistemas operativos, teléfonos y televisores conforman las terminales.

1.6.5 Herramientas de la Realidad Aumentada

1.6.5.1 Unity – Vuforia. Unity Editor de acuerdo a Glover (2018) es una plataforma de creación popular y útil para crear experiencias de realidad aumentada de vanguardia para dispositivos portátiles y anteojos digitales. El motor Vuforia se agrega fácilmente a cualquier proyecto, y las muestras principales están disponibles en activos de Unity para la implementación. Vuforia brinda una capacidad importante a HoloLens: el poder de conectar experiencias AR con imágenes y objetos específicos en el entorno. Puede usar esta capacidad para superponer instrucciones guiadas paso a paso sobre la maquinaria para la empresa industrial o agregar funciones y experiencias digitales a un producto o juego físico.

Rahmat y Noviyanti (2021), especifican que *Vuforia* ofrece una amplia gama de características y objetivos para que su proceso de desarrollo de realidad aumentada sea más flexible. Una de nuestras funciones más recientes, *Vuforia Model Targets*, es una capacidad clave para usos comerciales e industriales. *Model Targets* permite que las aplicaciones reconozcan objetos físicos como máquinas, automóviles o juguetes y los rastreen en función de un modelo 3D digital o CAD. Para usos industriales, esta característica puede proporcionar a los trabajadores de ensamblaje y técnicos de servicio instrucciones de trabajo AR y orientación sobre procedimientos mientras se encuentran en la fábrica o en el campo.

Linowes y Babinlinski (2017), asumen que las aplicaciones existentes de Vuforia que se crearon para teléfonos y tabletas se pueden configurar fácilmente en Unity para que se ejecuten en

Microsoft HoloLens. Incluso se puede usar Vuforia para llevar su nueva aplicación HoloLens a tabletas con Windows 10, como *Surface Pro* y *Surface Book*. *Vuforia View* permite a los usuarios acceder y compartir experiencias de Realidad Aumentada, con gran porcentaje de contenido 3D e *internet of things (IoT)* en dispositivos móviles y anteojos digitales y con interacciones de usuario inmersivas que se crean con Vuforia.

1.6.5.2 ROAR. Lanham (2018) afirma que la aplicación ROAR de Realidad Aumentada es una aplicación complementaria de *AR Scanner* para la plataforma ROAR de *AR Editor* basada en la web. La aplicación de escáner brinda a los usuarios la capacidad de escanear, ver e interactuar con experiencias de realidad aumentada creadas con el editor de realidad aumentada ROAR basado en la web. Se puede ver las experiencias de realidad aumentada personales u otras públicas utilizando la aplicación de realidad aumentada ROAR.

La realidad aumentada es un editor de metaverso que une los mundos físico y digital a través de la lente de un dispositivo móvil. La Realidad Aumentada hace que el mundo físico sea más inmersivo, más emocionante y más digital. Metaverse permite fusionar la realidad física y digital y la Realidad Aumentada ROAR es una manera fácil de comenzar. En el caso del servicio al cliente, esta hermanita puede hacer que aumente la conversión de clientes, las compras, la lealtad y mejorar su marca al tiempo que crea experiencias inmersivas para los clientes. Las empresas y las personas pueden crear contenido de realidad aumentada utilizando *ROAR Editor* en menos de 3 minutos y con solo unos pocos pasos e implementar contenido digital inmersivo e interactivo para la audiencia que se puede ver a través de la aplicación ROAR *AR Scanner*.

La plataforma ROAR *AR Editor* le permite crear, implementar, administrar y compartir impresionantes campañas de AR que pueden desencadenarse mediante etiquetas de productos, imágenes, anuncios, enlaces a sitios web, carteles, postales, tarjetas de visita o cualquier marcador de imagen visual. Además, Azuma et al. (2001) afirman que las campañas de AR se pueden activar mediante la ubicación geográfica o simplemente apuntando al escáner al espacio físico donde desea colocar un elemento de AR. Las experiencias de realidad aumentada espacial no necesitan marcadores ni escaneo, simplemente se coloca la realidad aumentada en el espacio físico de elección a través de la lente de su dispositivo móvil.

Las campañas ROAR AR pueden incluir modelos 3D, animación, video, botones de llamada a la acción, gráficos en movimiento con *chromakey* y notificaciones basadas en geolocalización. ROAR Editor es una plataforma sin código, diseñada para usuarios sin conocimientos técnicos. Permite que cualquier persona cree AR en solo unos pocos pasos. Tanto las pequeñas como las grandes empresas pueden crear, publicar e implementar realidad aumentada en minutos utilizando la Realidad Aumentada ROAR. Marcas, minoristas, educadores, museos, operadores turísticos, bibliotecas, editoriales, imprentas, tiendas de comestibles, fabricantes, empresas de embalaje, marcas de moda, celebridades, artistas y similares pueden crear campañas de realidad aumentada para los clientes en solo unos pocos pasos.

1.6.5.3 SCOPE. SCOPE es una *APP* que te permite visualizar todo el contenido publicado en la comunidad de *Aumentaty* que ha sido realizado por *Creator*. Una vez que el proyecto es detectado y descargado, su contenido se muestra automáticamente. Con Scope se puede detectar y visualizar cualquier contenido de realidad aumentada generado con nuestra la aplicación *Creator*. Se puede navegar con Scope por la red social *Aumentaty* y descargar cualquier proyecto de interés. De la misma manera se puede visualizar las escenas con objetos 3D, ya sean propios o de otros usuarios, valóralos, mejóralos y reenvíalos a los seguidores y usuarios de *Aumentaty*.

Es importante tener en cuenta que se puede utilizar Scope para visitar rutas geolocalizadas de manera fácil y rápida. Cualquier usuario puede definir la ruta y compartirla. En este sentido, es posible crear rutas y compartirlas con otros usuarios e incluso se puede configurar Scope los colores e imágenes. En términos de visualización, Scope puede reconocer imágenes mediante el motor inteligente y mostrar la información asociada. Otra función es que con Scope es posible visualizar sin necesidad de programar y sin tener conocimientos técnicos.

1.7 Línea, Áreas y Temáticas

Las áreas y líneas en las que se va a profundizar en el desarrollo del proyecto son:

Tabla 6.

líneas y áreas de investigación

ÁREAS TEMÁTICAS	LÍNEAS TEMÁTICAS
Área de programación	<ul style="list-style-type: none">• Programación para el control de visualización• Programación para aplicaciones• Programación para sistemas de redes.
Área de diseño de Ingeniería	<ul style="list-style-type: none">• Diseño formato 3D• Diseño de sistemas digitales• Diseño de sistemas de redes
Área de la Realidad Aumentada	<ul style="list-style-type: none">• Ambientes 3D• Ambiente tridimensional• Guía virtual basado en posición
Área de Materiales	<ul style="list-style-type: none">• Materiales para diseño en 3D• Materiales digitales para visualización• Materiales para sistemas comunicación

1.7.1 Población y muestra

1.7.1.1 Población. Estudiantes de primer semestre de los programas de pregrado modalidad presencial diurno de la Universidad Mariana.

Tabla 7.

Población y muestra

10	Enfermería	51
11	Terapia Ocupacional	34
166	Mercadeo	27
178	Nutrición y Dietética	45
179	Comunicación Social	20
20	Trabajo Social	42
22	Derecho	47
30	Contaduría Pública	22
35	Ingeniería de Sistemas	0
42	Ingeniería Ambiental	0
508	Licenciatura en Educación Básica Primaria	48
531	Ingeniería Civil	48
55	Psicología	49
559	Ingeniería Mecatrónica	45
568	Tecnología en Regencia de Farmacia	35
586	Tecnología en Radiodiagnóstico y Radioterapia	38
602	Licenciatura en Educación Infantil	12
606	Ingeniería de Sistemas	35
61	Fisioterapia	38
611	ingeniería Ambiental	28
90	Administración de Negocios Internacionales	42
98	Ingeniería de Procesos	17

1.7.1.2 Muestra. Muestreo aleatorio estratificado para saber cuántos estudiantes se tomarán de cada semestre para que la muestra sea representativa.

1.7.2 *Proceso de investigación*

Tabla 8.

Proceso de investigación

Objetivos específicos	Fuente	Técnica de recolección	Instrumento	Técnica de Procesamiento	Resultado
Caracterizar los recursos de localización que utilizan estudiantes de primer semestre, docentes y administrativos nuevos, para ubicarse al interior de la Universidad Mariana.	Estudiantes de primer semestre de la UM	Encuesta	Cuestionario	Análisis de frecuencias y medidas de tendencia central de la estadística descriptiva	Informe con el análisis estadístico con la caracterización de recursos de localización
	Estudiantes de primer semestre de la UM	Encuesta	Cuestionario	Análisis de frecuencias y medidas de tendencia central de la estadística descriptiva	Informe con el análisis estadístico con la caracterización de recursos de localización

1.7.3 *Variables e Hipótesis: (Aplica para investigación cuantitativa)*

Hipótesis. El uso de la aplicación apoyará como recursos de localización la ubicación de estudiantes de primer semestre.

Tabla 9.

Variables

Variable	Descripción	Tipo de Variable	Objetivo específico	Indicador	Naturaleza	Fuente	Tr*	Ta**
Recursos de localización	Recursos que permiten la ubicación de lugares al interior de la Universidad Mariana	Independiente	Caracterizar los recursos de localización que utilizan estudiantes de primer semestre, docentes y administrativos nuevos, para ubicarse al interior de la Universidad Mariana.	Tipo	Cuantitativa	Universidad Mariana	Observación directa	Estadística descriptiva

1.8 Presupuesto

Tabla 10.

Presupuesto global del proyecto

RUBROS	TOTAL (\$)
INVERSIÓN EN PERSONAL	240000
OTROS RUBROS	
TOTAL	

NOMBRE INVESTIGADOR	Vr. Hora Investigador	DEDICACIÓN	VALOR
		Número total de horas	
Fabian Parra Pay	16.666	24	399984
Juan Sebastián Carrera	8.333	240	199992
TOTAL			599,976

RUBRO	JUSTIFICACIÓN	VALOR TOTAL
Computador	1000 x hora de servicio	240000
Móvil	1500 x hora de servicio	360000
TOTAL		600000

1.9 Cronograma

Tabla 11.

Cronograma

ACTIVIDADES	TIEMPO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Objetivo específico 1.												
Caracterizar los recursos de localización que utilizan estudiantes de primer semestre, docentes y administrativos nuevos, para ubicarse al interior de la Universidad Mariana												
Identificación de instalaciones				X	X	X	X	X				
Interdicción de puntos de referencia					X	X	X	X				
Mapeo de puntos de instalaciones					X	X	X	X	X	X		
Objetivo específico 2												
Construir una aplicación móvil utilizando la localización basada en realidad aumentada que permita ubicar la comunidad al interior de la Universidad Mariana												
Planeación						X	X	X	X			
Diseño								X	X	X	X	
Programación								X	X	X	X	
Objetivo específico No 3												
Evaluar la aplicación móvil teniendo en cuenta la utilidad que representa para la comunidad universitaria, y la usabilidad y funcionalidad de la misma.												
Pruebas de Usabilidad												X

1.10 Productos Esperados

Compromisos adquiridos, en esta parte se describe los productos (tangibles) a obtener en la investigación tales como:

Monografía (documento de informe final).

Artículos (publicados o evaluación).

Instaladores (software o hardware).

Manuales (de desarrollo tipo software o hardware).

Participación en eventos (certificado).

Diplomados, Otro.

2. Resultados

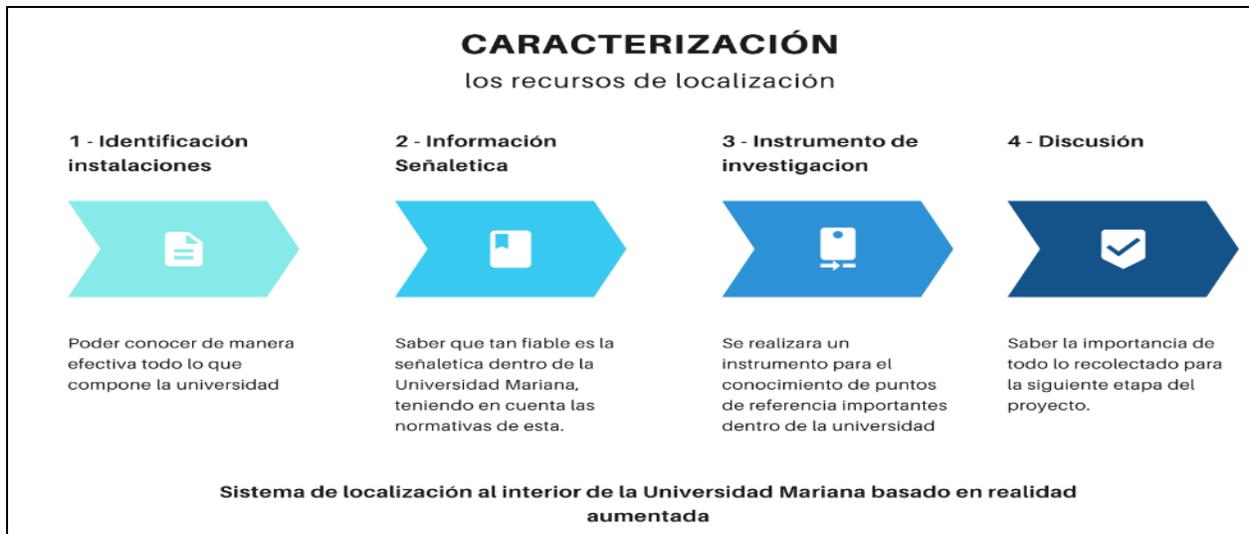
2.1 Caracterizar los recursos de localización

La caracterización de los recursos de localización utilizados por estudiantes de primer semestre, docentes y administrativos nuevos en la Universidad Mariana involucra tres pasos fundamentales. El primer paso consiste en la identificación de las instalaciones universitarias, permitiendo a los usuarios conocer la disposición de los edificios y servicios dentro del campus. Este proceso implica familiarizarse con la estructura de la universidad y obtener información básica sobre la ubicación de aulas, oficinas, bibliotecas y otros puntos de interés. En el segundo paso, se destaca la importancia de la señalética presente en la universidad. Esta señalización juega un papel crucial al proporcionar orientación visual a través de letreros, mapas y símbolos que ayudan a los usuarios a encontrar su camino de manera eficiente.

Ejemplos gráficos de la señalización específica en la Universidad Mariana pueden servir como ejemplos ilustrativos para comprender su utilidad y diversidad. Por último, como parte de la investigación, se propone un instrumento basado en entrevistas a departamentos relacionados con la señalética y los puntos de interés dentro de la universidad. Estas entrevistas permitirán obtener información valiosa sobre cómo se planifica y mantiene la señalización, así como identificar áreas de mejora para optimizar la experiencia de localización en el campus de la Universidad Mariana.

Figura 1.

Proceso para desarrollar objetivo 1



Nota. Caracterización de los recursos de localización.

2.1.1 Identificación de instalaciones

La identificación de instalaciones es el primer paso crucial en la caracterización de los recursos de localización utilizados por estudiantes de primer semestre, docentes y administrativos nuevos en la Universidad Mariana. Este proceso se centra en la adquisición de un conocimiento básico de la disposición de las instalaciones dentro del campus universitario. A través de este paso, los usuarios, especialmente aquellos que no están familiarizados con la universidad, pueden comenzar a entender la organización espacial de la institución.

La identificación de instalaciones implica el reconocimiento de edificios académicos, oficinas administrativas, bibliotecas, laboratorios, áreas de recreación y otros puntos de interés relevantes en el campus. Este conocimiento es esencial para permitir que los usuarios naveguen eficazmente dentro de la universidad, encuentren las aulas, oficinas o servicios que necesitan y se sientan cómodos al moverse por el espacio universitario. Es el primer paso en la creación de una experiencia de localización exitosa y cómoda para quienes se inician en la Universidad Mariana.

En la universidad Mariana en la sede principal consta de 6 diferentes bloques, en cada uno de estos bloques un promedio de 4 -6 pisos cada uno, contiene un polideportivo, una zona verde y por último tiene 3 diferentes tiendas, se identificará a continuación los distintos salones, laboratorios y más dentro de la universidad, primero iremos con los bloques.

2.1.1.1 Bloques.

Jesus de nazareth.

Santa clara.

Madre caridad.

San jose.

San francisco.

San buenaventura.

Maria inmaculada.

Para poder observar la información completa de los bloques y sus pisos observar Anexo 1.

2.1.1.2 Cafeterías, tiendas y más.

Figura 2.

Cafetería y restaurante principal



Nota. La primera cafetería de la universidad se encuentra debajo del edificio Madre caridad.

Figura 3.

Cafetería 2



Nota. La segunda cafetería de la universidad se encuentra debajo del edificio san francisco.

Figura 4.
Cafetería 3



Nota. La tercera cafetería de la universidad ubicado a lado del edificio María Inmaculada.

Figura 5.
Tienda fotocopias



Nota. La tienda de la universidad donde tiene computadores.

2.1.2 Información de la señalética

Para poder entender la señalética y entender en que punto de referencia se encuentra la Universidad Mariana deberemos tener información de como se ha utilizado la señalética para diferentes lugares, para ello se ha realizado una consulta de la mayoría de las cosas que debe tener una buena señalética y su normativa. En esta era de altos desarrollos tecnológicos se puede evidenciar la conciencia del hombre con respecto al espacio que lo rodea y por ende requiere de utilizar puntos de referencia para ubicarse en algún sitio puntual y recordar a qué lugar exactamente debía ir para no perderse en un área específica.

De acuerdo con lo anterior, el lenguaje de signos es implementado como una función señalética, que de acuerdo con Fuentealba y Gutiérrez (2020) la orientación y ubicación de los antepasados se basaba en señales o marcas. Existe evidencia que en el principio de los tiempos la señalética se basó en señales como las rocas, en el caso del gremio agrícola era indispensable para demarcar los límites existentes entre las diferentes parcelas. De la misma manera, el uso de esta disciplina en la pasado se enfocaba en información de puntos de paso, para identificación de puntos donde guardaban tanto alimentos como sus tesoros y también para información de recolectas de diversidad de productos.

Figura 6.

La señalética en sus inicios



Nota. La aplicación de la señalética en el inicio de los tiempos según el diario BBC (2016).

En este orden de ideas, la señalética se ha convertido en una disciplina indispensable para el hombre, ya que se enfoca en la planificación, diseño, desarrollo e implementación de los sistemas estructurados por medio de señales. De acuerdo con Quintana (2010) la finalidad de esta disciplina es proveer al usuario una detallada orientación en su movilidad cotidiana en especial en ambientes complicados. En pocas palabras, se busca obtener una óptima expresión de información con la mínima utilización de elementos, evitando a toda costa la omisión de los datos significativos para implementarlo y colocarlo en el sitio correcto y en el momento preciso. En este sentido, D'Ortenzio (2020) afirma que existen unos principios fundamentales de la señalética.

Figura 7.

Diseños de la Señalética



Nota. Vial (2019).

El primero es ser visible, ya que el fin de esta disciplina es poder ser visto por otros, es decir, deben verse para que sea de fácil entendimiento de acuerdo con el entorno externo o interno. Cárdenas et al. (2018) argumentan que en este caso es aplicable la importante regla del pulgar, que consiste en: por cada diez kilómetros de distancia, la altura normalizada de las letras debe ser mínimo de treinta centímetros. De la misma manera se debe garantizar que las señales deben estar en un lugar estratégicamente visible sin ningún tipo de obstáculos

Figura 8.

Señal visible y legible



Nota. Tipos de señalética en la entrada de María Inmaculada

El siguiente principio es que debe ser legible, es decir, una buena ubicación de la señal en relación con el entorno mejora considerablemente la detectabilidad de esta, siendo la señal legible completamente con otros objetos en el entorno. Larrea (2021) afirma que la legibilidad de esta disciplina se garantiza cuando la señal es fácilmente detectada y evita cualquier nivel de complejidad visual, en este sentido, para mejorar la detectabilidad existen diferentes estrategias, una de ellas es la utilizar un borde que resalte alrededor de la señal, como también utilizar colores llamativos que se caractericen por su claridad.

El tercer principio de la señalética es ser atractiva, ya que el mayor impacto de la atracción en esta disciplina se basa en las fuentes. En términos de ubicación, Larrea (2021) afirma que el factor esencial para que la señalética sea atractiva es elegir acertadamente y en forma minuciosa el estilo de fuente. En este orden ideas, lo que atraería el mayor número de espectadores es un buen diseño bajo el parámetro de una fuente acertada y el uso adecuado de estándares de colores, evitando que se pierda la visibilidad del letrero y el contexto del mensaje.

Otro principio es la audacia, esto significa que debe destacarse ante la multitud mediante el uso de letras de mayor tamaño y un equilibrio adecuado tanto de contrastes como del peso de las fuentes. Sánchez y Olivares, (2020) argumentan que esta disciplina puede ser audaz resaltando las fuentes de las palabras clave en negrilla y por medio del diseño de ilustraciones detalladas.

El quinto principio es ser conciso, que consiste en que esta disciplina debe expresar las ideas con pocas y adecuadas palabras. Cárdenas Pico et al. (2018) argumentan que el mensaje de la señal debe impactar con el mínimo de elementos, pero acertados, con el propósito de provocar en la multitud el buen entendimiento del mensaje con tan solo una mirada.

El siguiente principio es la innovación, en este sentido Andino et al. (2013) afirman que la innovación en la señalética se logra mediante un diseño de alto impacto y que llame la atención de las personas. Es importante que la señalización sea actualizada con el propósito de obtener un aspecto atractivo y fresco a la señalización mediante la combinación de colores y la implementación de nuevas imágenes.

Figura 9.

Principio de la ubicación



Nota. Señalética entrada de la universidad.

El séptimo principio es la ubicación, este es uno de los principios fundamentales de la señalética ya que la atención de la multitud es captada mediante una óptima selección del lugar y el punto específico donde se colocar la señal. Los expertos como Sánchez y Olivares (2020) afirman que la selección estratégica del área general y el punto específico donde se va colocar la señal, mismo, como el adecuado uso de los colores y el contraste planificado en esta disciplina podrían servir para impactar potencialmente.

En términos de diseño e implementación, es importante dar a conocer que el proceso de desarrollo de la señalética es fundamental, exigente y determinante, ya que es necesario realizar previamente algunos estudios con el propósito de identificar los objetivos que se deben alcanzar desde el punto de vista estético y funcional, y de la misma manera realizar una selección exhaustiva de los diseños que se acondicionan mejor con el espacio. Armas et al. (2018) argumentan que la estrategia de la señalética con respecto al diseño debe cumplir con algunos requisitos, entre ellos, la identificación acertada de los colores para generar mayor impacto, El análisis minucioso del entorno real y el espacio específico y por último la aplicación de una capacidad de síntesis. D'Ortenzio (2020) afirma que existe una clasificación de la señalética de acuerdo a la naturaleza del objetivo:

La señalética ornamental: es la que por lo general se implementa como un adorno y es fácil de identificar. Algunos ejemplos son: la señalética de bienvenida, nombres de instituciones, obras de arte como esculturas y los puntos de la ciudad.

Figura 10.

Señalética oriental

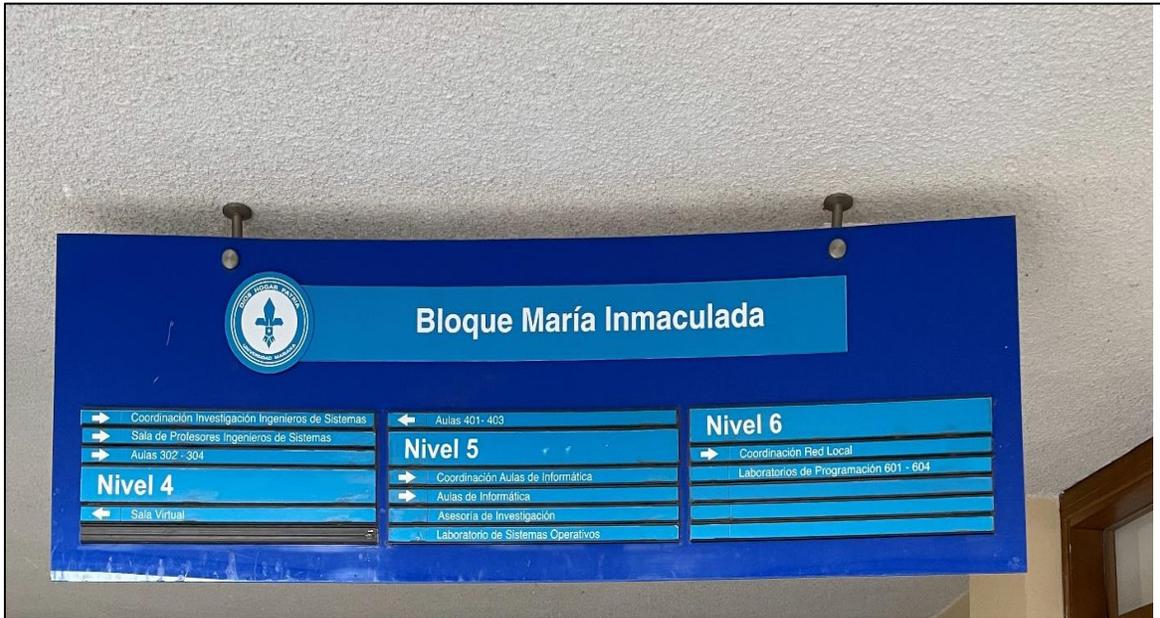


Nota. Erazo y Gómez. (2019).

La señalética orientadora: Su propósito es orientar a las personas en un entorno o lugar específico. Algunos ejemplos son los planos de ubicación, croquis de rutas o mapas.

Figura 11.

La señalética orientadora



La señalética direccional: su función es guiar a las personas para tomar la dirección correcta en dos o más rutas, mediante un sistema de flechas.

Figura 12.

La Señalética direccional



Nota. Ejemplo de una señal que direcciona.

La señalética Identificativa: su propósito es señalar espacios o lugares abiertos, como Supermercados, centros comerciales, universidades, etc.

Figura 13.

La señalética identificativa



Nota. La señalética Identificativa encontrada afuera de la universidad Mariana.

La señalética Informativa: se caracteriza por suministrar información detallada y específica sobre asuntos, por lo general son textos.

Figura 14.

Señalética informativa



Nota. MinSalud (2023).

La señalética reguladora: son las que indican zonas de peligro y prohibición se muestran como pictogramas, textos de advertencia y señales resaltantes. Iturbe & Parra (2020) manifiestan que la señalética reguladora se clasifica en:

La señalética restrictiva: Se relacionan para especificar límites de acción Un ejemplo es: sólo personal autorizado.

La señalética preventiva: Son las que se enfocan en advertencias sobre peligro. Un ejemplo es: Cuidado pisos húmedos.

La señalética prohibitiva: se implementan para imponer la prohibición de determinadas acciones. Un ejemplo es: Prohibido Estacionar.

Figura 15.

La señalética reguladora



Nota. Icónica Imagen Corporativa Aplicada (2021).

Finalmente, Quintana (2010) argumenta que la señalética desde el punto de vista del sistema de sujeción o colocación se clasifica en varias categorías:

Señalética adosada: el significado es el mismo que pegada, es decir, que la señal va a estar estribada en un muro. Existen dos tipos: la primera es adosada tipo bandera que consiste en que la señal está anclada perpendicularmente a un muro, columna o pared de cualquiera de sus lados.

La segunda es la adosada en paralelo que consiste en estar en su mayor parte adosada a otro elemento, normalmente una pared o muro.

Señalética autotransporte o autoportante: Se denomina así cuando está anclada en el piso o detenida con uno o dos postes.

Señalética colgante o aérea: Cuando esta colgada en el techo de arriba hacia abajo, generalmente del techo.

Señalética estela: existen dos tipos, la primera es la estela de identidad, que consiste en una señal con volumen en 3D. La segunda categoría es la estela informativa que es una señal con volumen basada solo en directorios.

Señalética provisional tipo tijera. Se utiliza en forma provisional, se denomina así por la forma en la que se abre y se cierra

Señalética de señales permanentes. Se implementan para largos periodos de tiempo, por lo general estas señales suelen ser sembradas, pegadas, atornilladas o impresas.

Señalética de señales móviles. Se implementan provisionalmente, generalmente se instalan en paneles, vehículos, o sobremesa.

Figura 16.

Señalética de acuerdo con el sistema de sujeción o colocación



Nota. Icónica Imagen Corporativa Aplicada (2021).

2.1.3 Instrumento de investigación

El objetivo de aplicar el instrumento de la entrevista fue conocer el estado de la señalética en el campus y demostrar la importancia de desarrollar un sistema de orientación dentro del campus, el formato de la entrevista se diseñó con preguntas abiertas para que de esta forma se pueda obtener de manera más exacta los datos necesarios para la investigación.

El instrumento de entrevista se realizó como objetivo identificar las falencias en la navegación de los nuevos profesores y estudiantes, así como las dificultades que han encontrado en relación con las normativas de la señalética en el campus. Las entrevistas personales permiten obtener información detallada y perspectivas directas de los usuarios sobre los desafíos que han experimentado al orientarse en el campus y al seguir las normativas de señalización. A partir de estas entrevistas, podrás identificar áreas de mejora y proponer soluciones específicas para mejorar la experiencia de localización de los nuevos miembros de la comunidad universitaria en la Universidad Mariana (_Anexo 2)

El instrumento se aplicó al Departamento de Radio y Televisión, la oficina de Relaciones Públicas y la sección de Arquitectura de la Universidad Mariana. Después de la aplicación del instrumento se realizó un informe por cada entrevista el cual se llegó a las siguientes síntesis (Anexo 3):

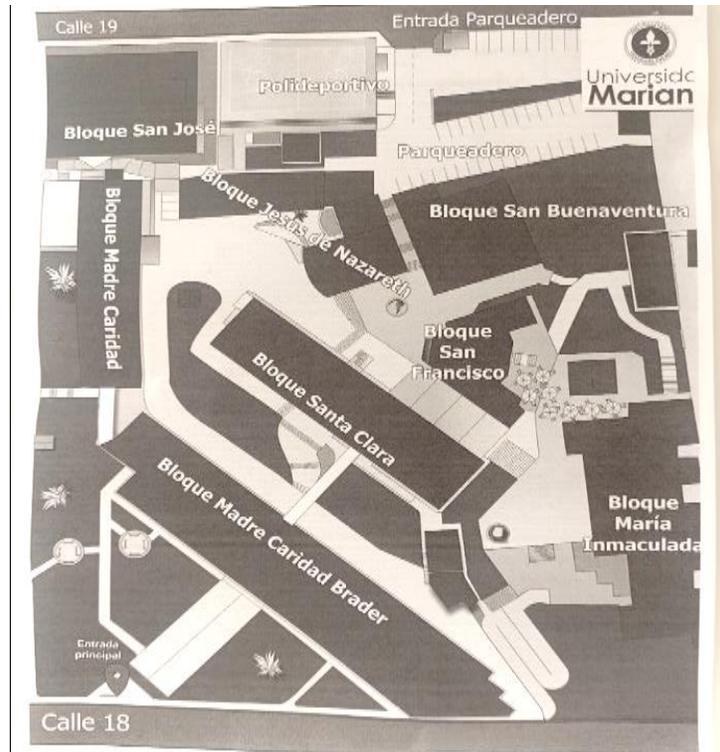
Entrevista Radio y Televisión. El proceso de la señalética en la Universidad Mariana inicio en el año 2019 y se ha ido desarrollado progresivamente, siendo un proceso que no se ha desarrollado bajo la normatividad, sino que se hizo bajo la referencia de otras universidades y el diseño de la variedad de proveedores.

Entrevista Relaciones públicas. La Universidad Mariana no existe una estrategia de relaciones públicas para poder orientar al personal nuevo dentro del campus universitario, ya que está responsabilidad está liderada por diferentes dependencias, sin embargo, la jefe de relaciones públicas hace énfasis que la implementación de una app para ubicación u orientación seria exitosa y de alto impacto institucional ya que existen muchas falencias en la señalética del campus universitario.

Entrevista Departamento Arquitectura. En términos de conocimiento de instalaciones, la Arquitecta afirma que es importante que el personal de estudiantes y el personal administrativo de la Universidad deben conocer en forma detallada el campus académico. Teniendo en cuenta que existe un plano básico de la universidad, La arquitecta argumenta que no hay necesidad de realizar un plano tridimensional, y vuelve a señalar la importancia del desarrollo de una app para guía y orientación.

Figura 17.

Plano de la universidad dado por la arquitecta María Fernanda



Nota. Mapa de los bloques construidos en el campus académico, según el documento entregado por la arquitecta María Fernanda.

Tabla 12.

Comparación de entrevistas en cuanto a la señalética y sus falencias

Departamento entrevistado	La Señalética en el campus	Estrategia en Señalética	Falencias de la Señalética	Aporte de la App
Radio y Televisión	Actualmente se adelanta un proceso para eliminar una señalética antigua que tiene errores	Señala que no existe una estrategia tal, pero, hace un tiempo se hizo unas	No uniformidad de colores y la diferencia de tamaños, ya que lo requerido se	El implementar una app para ubicación y navegación, sería la solución

	de traducción y virtuales en la ha hecho con para la estrategia desactualización web que diferentes fallida y cubrir con respecto al actualmente ya proveedores las falencias de código de colores. no existen. dando prelación la señalética en a lo urgente. el campus.
Relaciones públicas	Aunque el No existe una La señalética La app sería campus consta de estrategia para de la muy exitosa ya 24.000 mts ² , la poder orientar al universidad es que daría señalética es muy personal nuevo muy deficiente solución deficiente ya que dentro del ya que no es definitiva a la no es muy clara ni campus muy clara ni orientación y llamativa y por universitario, ya llamativa y por ubicación dentro ende no es apta que está ende no es apta del campus y para guiar u responsabilidad para guiar u con orientar ya que está liderada por orientar ya que herramientas cualquier persona diferentes cualquier para que brinde se puede perder en dependencias. persona se mayor el campus. puede perder en comunicación con la comunidad.
Arquitectura	La señalética La La Sería de la universidad edificación de la construcción del interesante y en su construcción Universidad campus tuvo fundamental la no ayuda a guiar a Mariana fue un una concepción creación de una una persona proceso de hace 50 años app que, de la dentro del histórico y se atrás, por eso el posibilidad de campus. desarrolló de crecimiento de guiar, de Actualmente han acuerdo a las la IES fue como mostrar fotos de trabajado con los necesidades por un acto las códigos QR y bloques. Sin histórico. La instalaciones, están en proceso embargo, no se señalética que que tenga una

	de	la	tuvo en cuenta	ha	herramienta
	actualización,	un plan para el	implementado	desorientación	
	pero queda corto	desarrollo de la	en	su	por voz para las
	para funciones de	señalética	del	construcción no	personas
	orientación.	campus.	ayuda a guiar a	discapacitadas.	
			una persona en		
			el campus.		

Nota. Datos tomados de las entrevistas realizada a los diferentes

2.1.4 Discusión

La caracterización de los recursos de ubicación del campus Mariana se desarrolló con un enfoque multifacético combinando entrevistas con varios departamentos y análisis de la situación actual. Estos recursos locales se exploran en detalle en relación con el primer objetivo de este estudio, que se centra en las dificultades asociadas con la identificación espacial y la marca del campus. La información recopilada a partir de estas entrevistas y análisis arroja luz sobre los desafíos y oportunidades para mejorar la experiencia práctica de los nuevos profesores y estudiantes.

En primer lugar, se señaló que el proceso de desarrollo de las etiquetas de la Universidad Mariana comenzó en 2019 y se desarrolló gradualmente. Sin embargo, un comentario importante es que este proceso no se desarrolló estrictamente de acuerdo con la normativa vigente, sino que se basó en los referentes de otras universidades y en el diseño de varios proveedores de servicios. Esta falta de un enfoque integral y regulatorio para la señalización en los campus plantea la necesidad de revisar y estandarizar la señalización, especialmente en un entorno donde se reconocen las deficiencias de la señalización actual.

La entrevista con el departamento de relaciones públicas revela que actualmente no existe una estrategia de relaciones públicas específica que dirija a los nuevos empleados al campus. Esto enfatiza aún más la necesidad de soluciones efectivas para mejorar la orientación de los nuevos miembros de la comunidad universitaria. La propuesta de implementar la aplicación de posicionamiento y orientación destaca como una medida exitosa e impresionante. Este enfoque

tecnológico puede ayudar a superar las deficiencias percibidas en la señalización del campus y proporcionar una orientación eficaz y personalizada a los usuarios. Una entrevista con el departamento de arquitectura destaca el conocimiento detallado del campus académico tanto por parte de los estudiantes como del personal administrativo. Aunque se argumenta que no es necesario el desarrollo de un plano 3D, se vuelve a enfatizar la necesidad de desarrollar una aplicación que proporcione orientación y dirección. El enfoque en la aplicación enfatiza repetidamente su importancia y efectividad potencial como herramienta de asesoramiento holístico.

En conclusión, la información obtenida a través de las entrevistas y el análisis de la situación actual destaca la importancia de desarrollar una aplicación móvil para mejorar la experiencia de localización en el campus de la Universidad Mariana. La falta de una estrategia normativa sólida en el desarrollo de la señalética, las deficiencias en la señalización actual y la falta de una estrategia específica de relaciones públicas para orientar al personal nuevo subrayan la necesidad de soluciones efectivas.

2.2 Construir una aplicación para navegación Indoor y Outdoor

La realidad aumentada según Peddie (2017) es una de las innovaciones tecnológicas que se está extendiendo continuamente. Esta herramienta tecnológica permite visualizar el ambiente de la vida real con una transposición de aumento digital, siendo un proceso metodológico altamente visual e interactivo con variedad de contenido digital como sonidos, videos, gráficos y *GPS* en entornos de trabajo reales a través de cámaras.

La construcción de una aplicación móvil de realidad aumentada para navegación tanto en interiores como en exteriores, con el propósito de ubicar y orientar a la comunidad en el campus de la Universidad Mariana. En este proyecto, se utiliza Unity como la plataforma de desarrollo principal, aprovechando su robusta capacidad para la creación de aplicaciones interactivas. La aplicación combina múltiples elementos, incluidos scripts personalizados y datos proporcionados por una API de mapas, para ofrecer una experiencia de navegación precisa y enriquecedora.

La implementación de AR Core, una tecnología de Realidad Aumentada de Google, es un componente esencial de esta aplicación. Permite la superposición de información digital en el mundo real, lo que facilitara a los usuarios de la aplicación la identificación de puntos de interés, la ubicación de aulas, oficinas y otros lugares clave dentro de la universidad. La combinación de Unity, scripts personalizados y AR Core da como resultado una experiencia de navegación fluida y efectiva, mejorando significativamente la capacidad de la comunidad universitaria para moverse por el campus de la Universidad Mariana con facilidad y confianza. Este proyecto es un ejemplo de cómo la tecnología de la realidad aumentada se puede aplicar de manera innovadora para mejorar la vida en el entorno educativo.

La Metodología de Programación Extrema (XP) representa un enfoque ágil empleado en el proyecto, enfocado en la rápida y continua entrega de software de alta calidad. XP se estructura en diversas etapas fundamentales que orientan el proceso de desarrollo del software, abarcando desde la planificación hasta el despliegue. Esta metodología se utilizó para la organización del proyecto. (más información ver índice 1.6).

2.2.1 Tipos de desarrollo en AR

2.2.1.1 AR basado en marcadores. Este tipo de AR utilizan imágenes objetivo o denominados marcadores para colocar objetos en un espacio determinado. Es decir, estas aplicaciones están vinculadas a un marcador de patrón de imagen físico específico en un entorno del mundo real para sobreponer el objeto virtual 3D en él. En este sentido, las cámaras deben escanear continuamente la entrada y colocar un marcador para el reconocimiento de patrones de imagen con el fin de crear su geometría. Generalmente, este es un sistema simple y económico para implementar en filtros a través de una aplicación personalizada para reconocer patrones específicos a través de una cámara.

2.2.1.2 AR sin marcadores. Para el desarrollo del proyecto se tuvo en cuenta la AR sin marcadores basada en la ubicación que tiene como objetivo la fusión de objetos virtuales 3D en el espacio físico donde se encuentra el usuario. La AR sin marcadores permite colocar objetos 3D virtuales en el entorno de imagen real al examinar las características presentes en los datos en tiempo real, utilizando localización y mapeo simultáneos (SLAM) para escanear el entorno y crear

mapas apropiados en los que colocar objetos virtuales. Este tipo de orientación se apoya en el hardware de cualquier smartphone, ya sea la cámara, el GPS o el acelerómetro, entre otros, mientras que el software de realidad aumentada completa el trabajo, es decir trabaja con los datos digitales obtenidos por estos sensores capaces de registrar un espacio físico en tiempo real.

2.2.2 Pruebas - Error Web y SDK

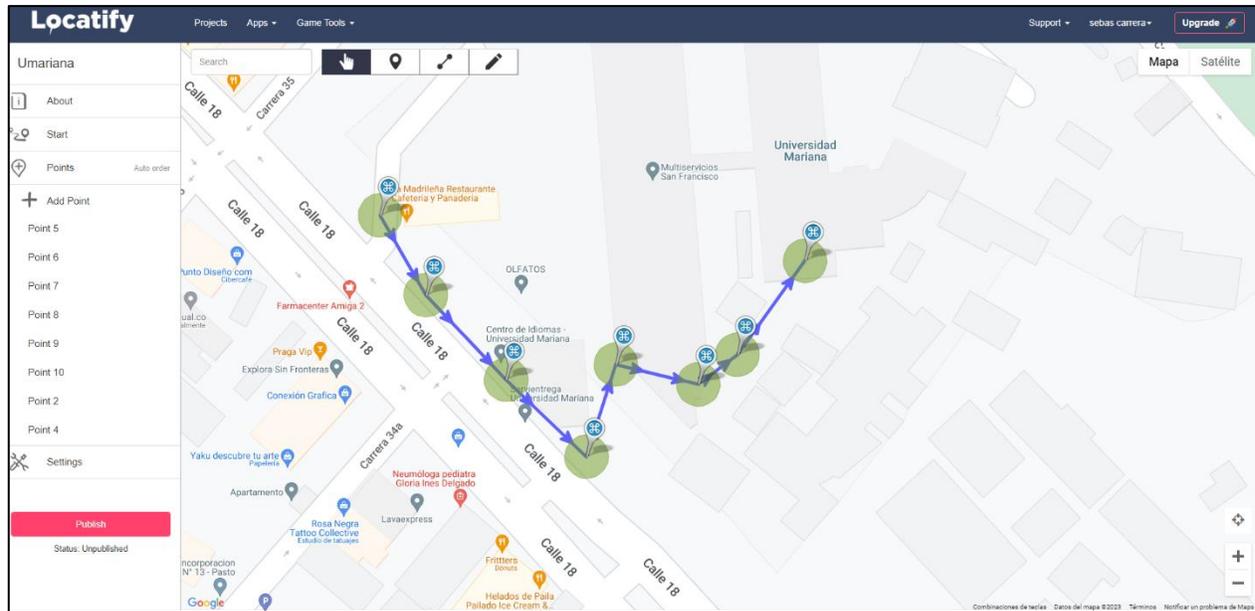
Locatify & Smartguide. La plataforma es un Creador CMS se posiciona como un centro de control para la creación, gestión y publicación de recorridos basados en ubicación, juegos y contenido en aplicaciones móviles. Sin embargo, su limitación radicó en la necesidad de establecer una conexión individual para cada punto de interés, lo que en última instancia restringía la capacidad de generar rutas bidireccionales.

Esta restricción, que permitía solo una vía de rutas, presentó un obstáculo significativo al limitar la flexibilidad y la interactividad en la creación de experiencias basadas en la ubicación. Para garantizar una experiencia más completa y bidireccional para los usuarios, podría ser necesario considerar soluciones que permitan múltiples conexiones entre puntos de interés dentro de la plataforma.

Por lo tanto, no se continuó con el desarrollo de la aplicación con esta herramienta web que utilizaba una aplicación móvil como ayuda, se hicieron pocas pruebas ya que únicamente desde la web ya se podía reconocer que no se podría implementar.

Figura 18.

Proyecto realizado en locatify



Nota. Imagen tomada del Centro de control web de la aplicación Locatify.

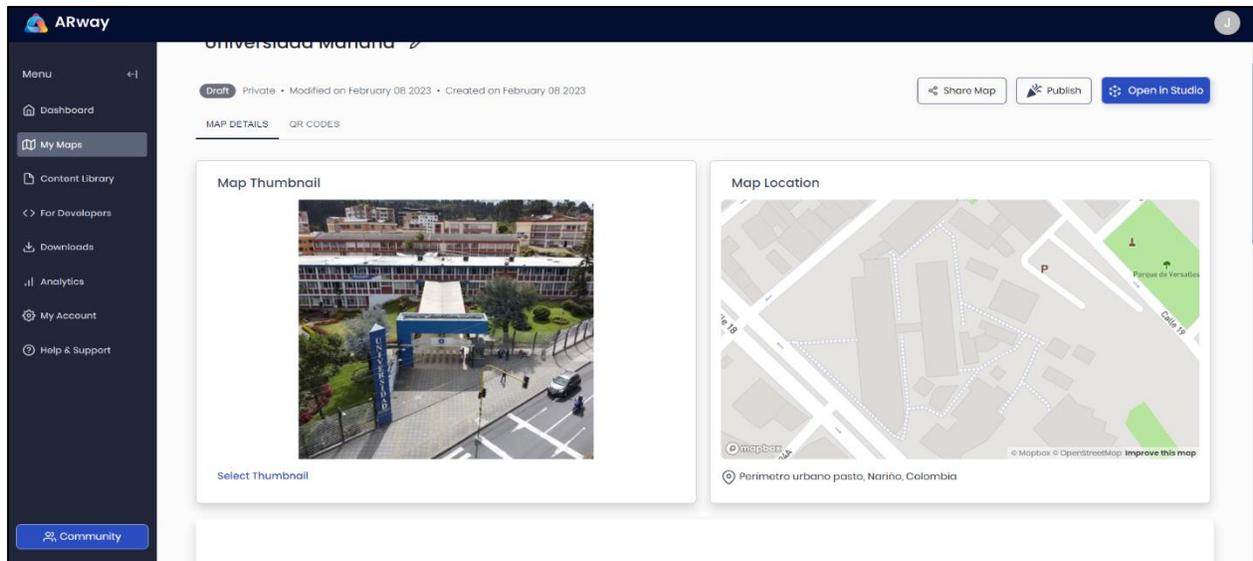
AR WAY. En el contexto de la investigación, se exploró la posibilidad de implementar una solución de Realidad Aumentada (AR) a través de "ARway.ai," que ha sido destacado como uno de los principales proveedores de soluciones AR/VR en 2023 por CIOReview. Esta plataforma promete la creación de experiencias AR de manera fácil y sin complicaciones, lo que inicialmente parecía una solución prometedor para abordar los desafíos de orientación en el campus de la Universidad Mariana. Sin embargo, surgió un obstáculo significativo al tratar de incorporar esta tecnología: el costo del proyecto resultó ser prohibitivo debido a la extensa longitud del campus.

El alto costo se debió en parte a la necesidad de cubrir una gran área y, más significativamente, a la limitación de la funcionalidad de "ARway.ai" a la navegación interior (indoor navigation). Esta restricción planteó preocupaciones sobre la capacidad de la solución para proporcionar orientación en áreas al aire libre, lo que es esencial en un campus universitario. La limitación a la navegación en interiores resultó insuficiente para abordar las necesidades de orientación de los nuevos

profesores y estudiantes, lo que nos llevó a buscar alternativas más adecuadas para mejorar la experiencia de localización en el campus.

Figura 19.

Proyecto realizado en Arway



Nota. Imagen tomada del Centro de control web de la aplicación ARway.

Stardust SDK. Se exploró la posibilidad de utilizar el SDK Stardust en conjunto con algoritmos de Deep Learning para abordar los desafíos de localización en el campus de la Universidad Mariana. Este SDK promete albergar los algoritmos de localización más potentes del mercado, capaces de lograr una ubicación precisa en centímetros sin necesidad de utilizar balizas, señales Wi-Fi o marcadores. Además, se proporciona un kit de desarrollo para Unity (UNITY SDK) diseñado específicamente para desarrolladores de Unity, lo que permite la creación de aplicaciones de Realidad Aumentada (AR) personalizadas o el uso de una aplicación complementaria para pruebas rápidas.

A pesar de los esfuerzos por implementar el SDK Stardust se encontró con desafíos considerables al tratar de modificar el código existente. La principal dificultad radicaba en la gestión de los datos necesarios para crear automáticamente rutas de localización precisas. Esto se debía a la complejidad de analizar y diferenciar entre rutas interiores y exteriores en un entorno tan

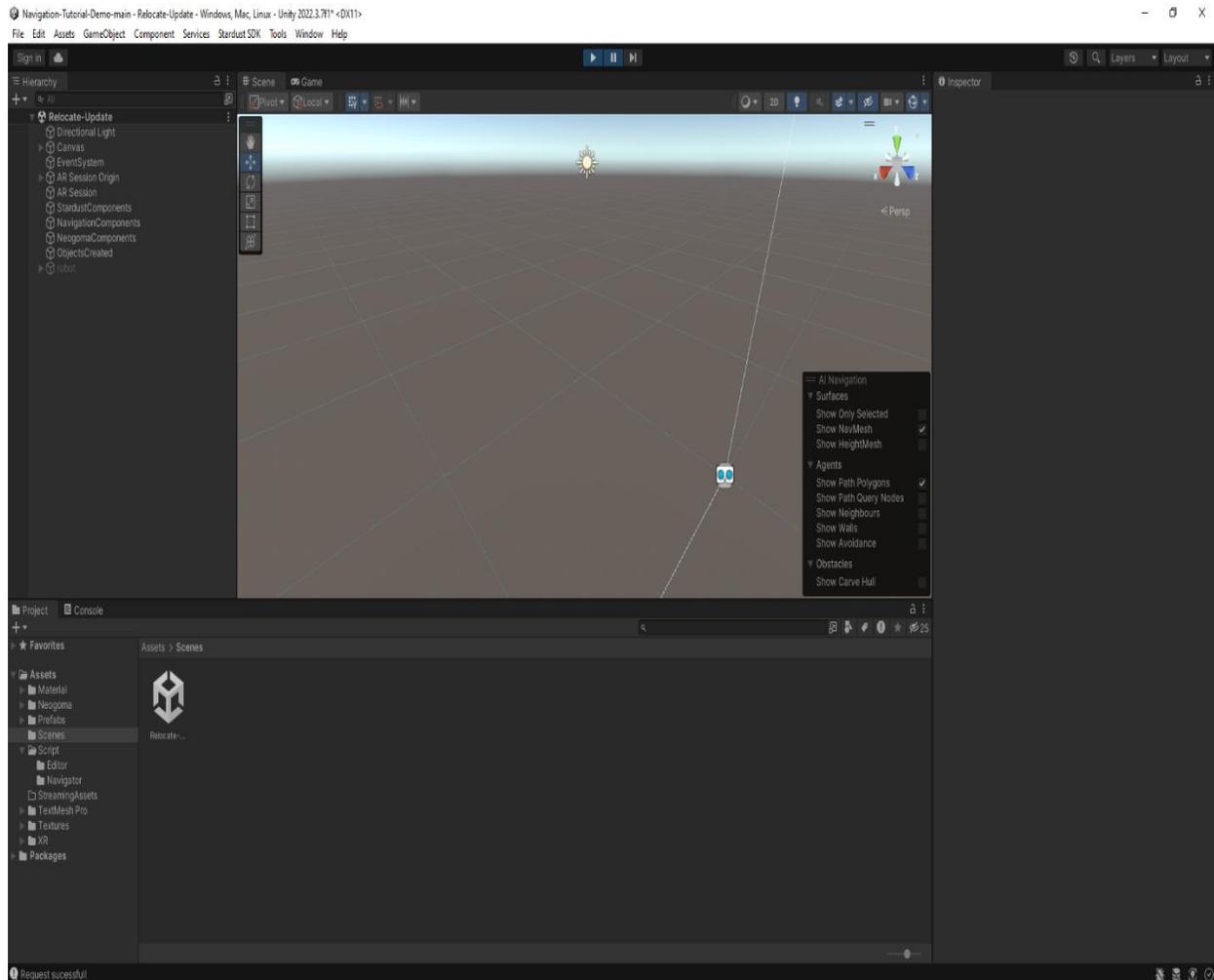
diverso como el campus de la Universidad Mariana. La interacción entre datos de localización en interiores y exteriores planteaba problemas adicionales, lo que hacía que la modificación del código para lograr un funcionamiento coherente y preciso resultara complicada y, en última instancia, poco viable para nuestras necesidades.

Sin embargo, la implementación de esta tecnología encontró un obstáculo significativo en el aspecto del costo. Aunque se ofrecía una versión gratuita que permitía un número limitado de imágenes, la limitación de distancia resultó ser un factor restrictivo. La versión gratuita solo permitía cubrir distancias de hasta 50 metros, lo cual no satisfacía las necesidades del extenso campus de la Universidad Mariana.

Por lo tanto, a pesar de realizar pruebas en un entorno de apartamento para evaluar la funcionalidad y verificar el código, se determinó que esta solución no era viable debido a las restricciones de distancia y el costo asociado. Como resultado, se descartó la implementación de este SDK para abordar los problemas de localización en el campus universitario.

Figura 20.

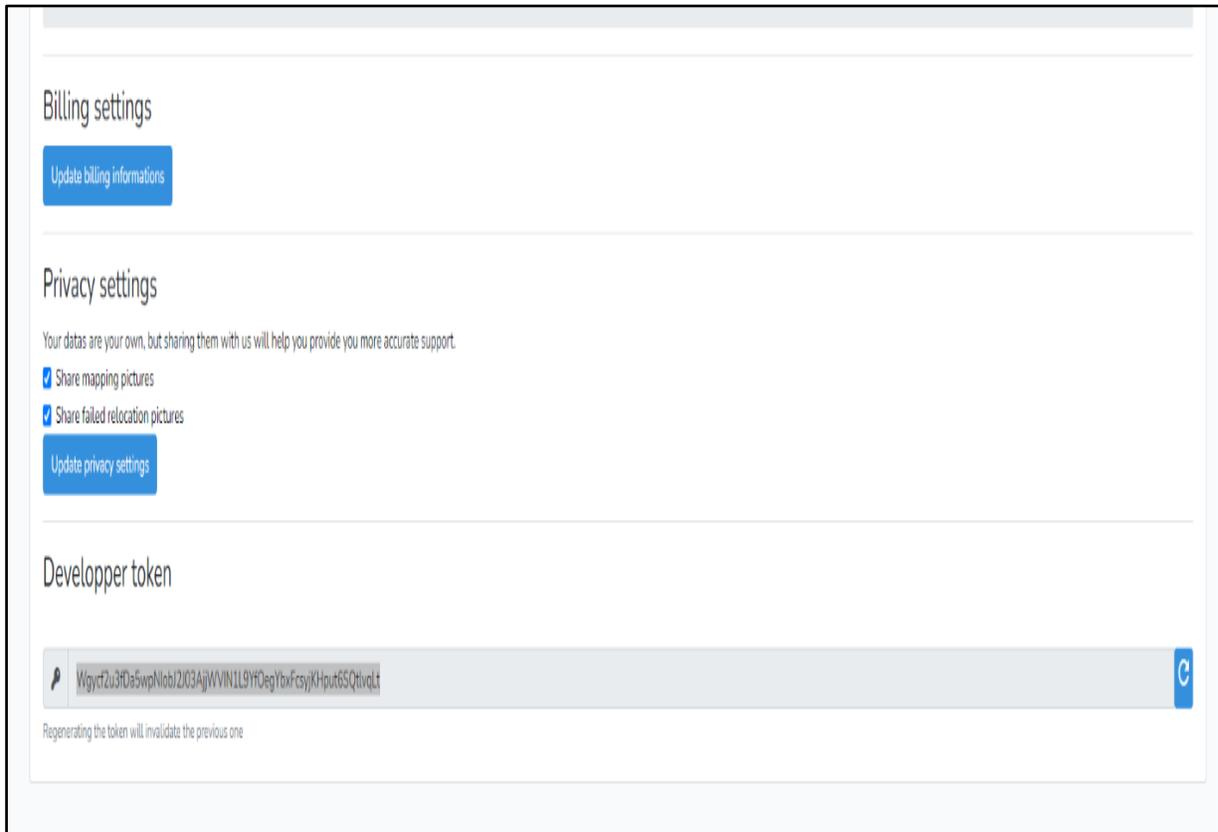
Proyecto prueba con el Stardust SDK



Nota. Proyecto realizado en unity con el stardust SDK.

Figura 21.

Developer key obtenida del portal web



Nota. Web portal de Stardust Neogoma (2023).

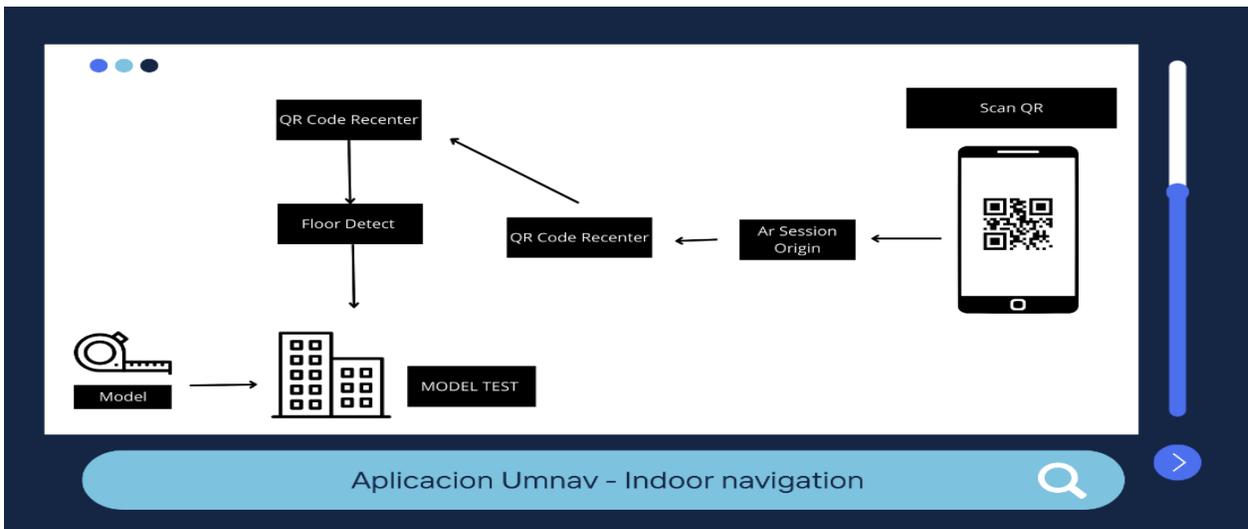
Después de extensas pruebas de implementación de varios SDK, se descubrió que los problemas surgían principalmente debido a limitaciones de precio y complejidad técnica. Estos obstáculos llevaron a una observación notable: los proyectos espaciales de localización más exitosos se basaron en la plataforma Unity, ampliamente reconocida por desarrollar aplicaciones de realidad aumentada. Como resultado, se decidió utilizar Unity como herramienta principal para resolver problemas de localización en el campus de la Universidad de Mariana. Este enfoque le permite aprovechar la flexibilidad y las capacidades de desarrollo de Unity, superando las barreras financieras y técnicas que encontró en intentos anteriores de adoptar otros SDK.

2.2.3 Desarrollo de la Aplicación

2.2.3.1 Sprint 1/10 (15 días) – Iniciación de proyecto arquitectura de implementación.

Figura 22.

Primera fase- Indoor Navigation

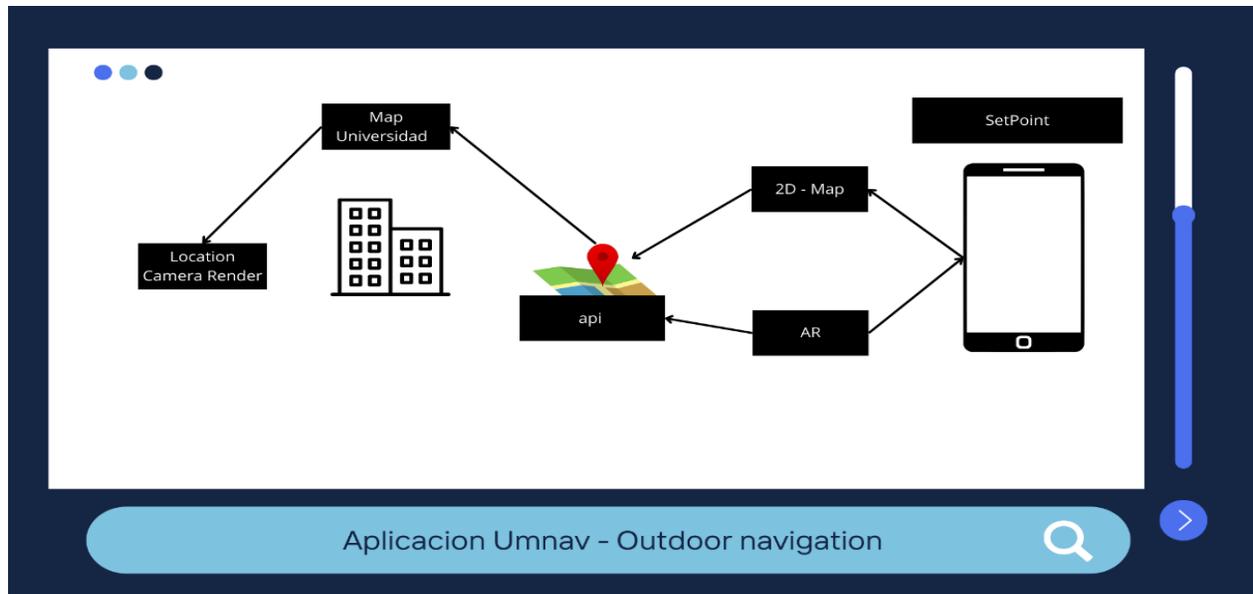


Nota. Esta es la primera arquitectura que se pensó para la navegación del interior.

Desde la perspectiva de la arquitectura diseñada para la investigación en entornos cerrados, se propone un sistema eficiente que involucra la interacción del usuario mediante un escaneo de código QR. Posterior a este procedimiento, se generará una sesión de realidad aumentada (AR) que proporcionará un mapeo detallado del piso en cuestión. Este mapeo, a su vez, facilitará la identificación y localización de diversos puntos clave en dicha planta, permitiendo al usuario orientarse de manera efectiva hacia su destino específico.

Figura 23.

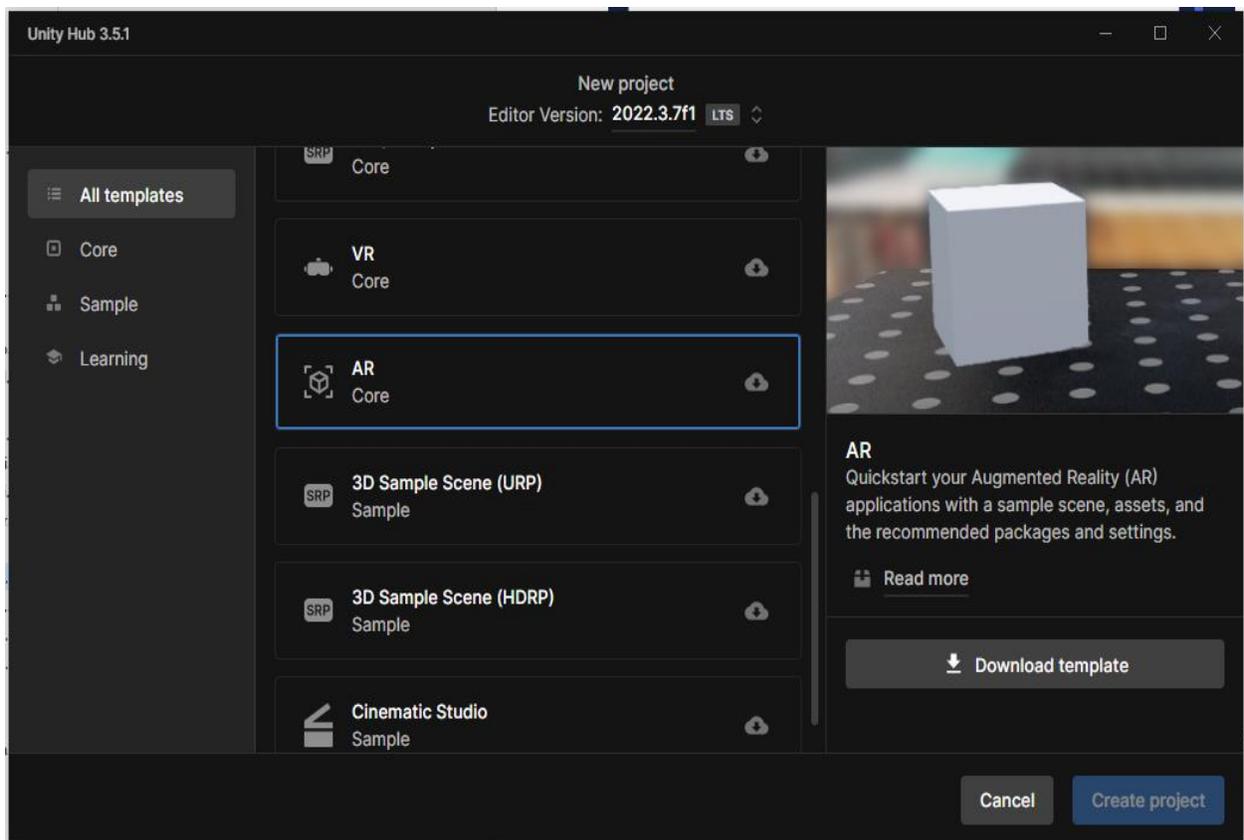
Primera fase - Outdoor Navegation



Nota. Esta es la primera arquitectura que se pensó para la navegación del exterior.

Figura 24.

Creación del proyecto Unity



Nota. Para la creación del proyecto – Se utilizó una plantilla de unity con AR.

2.2.3.2 Sprint 2/10 (15 días) – Manager UI. El segundo sprint del proyecto se centró en el desarrollo del "Manager UI," que implicaba la creación y conexión de las escenas (En el contexto de aplicaciones móviles, las "escenas" son como las diferentes pantallas o vistas que conforman la interfaz de usuario de la aplicación. Cada escena representa un entorno o sección específica de la aplicación, y contiene elementos como botones, imágenes, formularios y otros componentes visuales. Estas escenas permiten dividir la aplicación en partes más manejables y facilitan la navegación entre las diversas funciones y características. Por ejemplo, una aplicación móvil puede tener una escena de inicio, una escena de configuración, una escena de lista de contactos y una escena de chat, cada una con su propio conjunto de elementos y funcionalidades.

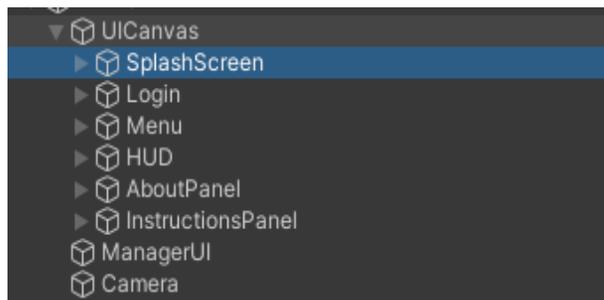
Aunque no hay una referencia bibliográfica específica para las "escenas" en aplicaciones móviles, esta descripción se basa en la comprensión general del diseño de interfaces de usuario y la organización de contenidos en aplicaciones móviles (<https://docs.unity3d.com/>) de la interfaz de usuario (UI).

Se priorizó la implementación de elementos como la pantalla de inicio (splash screen), los botones y paneles de instrucciones y la información sobre la aplicación. Estas escenas se desarrollaron con un enfoque en la experiencia visual del usuario, asegurando una apariencia atractiva y funcional, aunque cabe destacar que, en esta etapa, estas interfaces aún no tenían una lógica de funcionamiento completa en el backend. Se trabajó en la creación de una interfaz de usuario (UI) que fuera efectiva en términos de comunicar información y permitir la navegación entre las diferentes secciones de la aplicación.

Esto incluyó la creación de paneles de instrucciones y páginas informativas, lo que proporciona a los usuarios una comprensión clara de cómo interactuar con la aplicación y obtener información relevante. Además, se establecieron botones de navegación que permitieron a los usuarios moverse entre las diferentes pantallas de manera eficiente.

Figura 25.

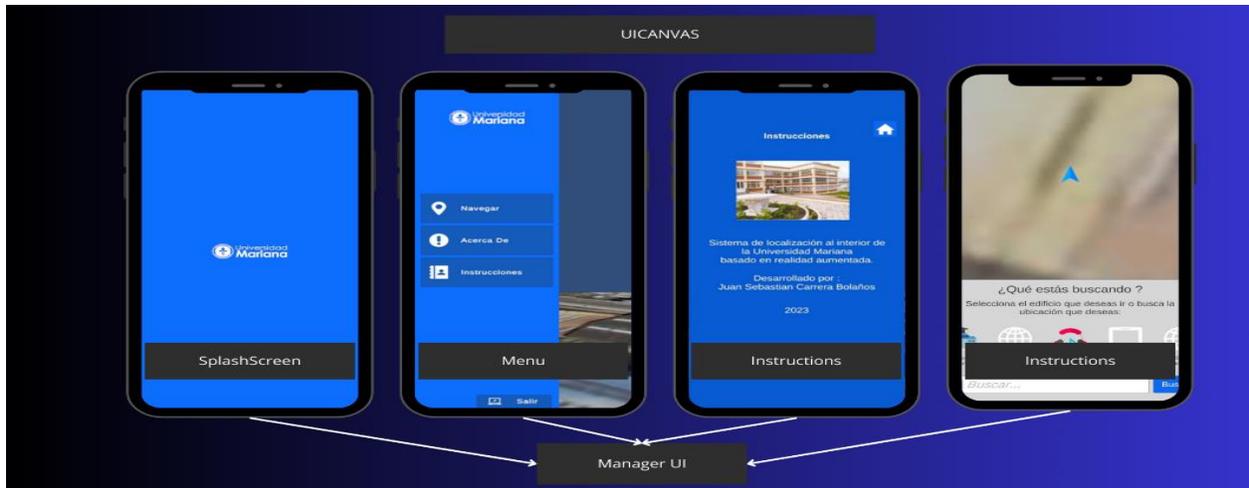
Escenas que pertenecen a la interfaz de la aplicación



Nota. Interfaz del proyecto.

Figura 26.

Escenas creadas



Nota. La creación de escenas del proyecto.

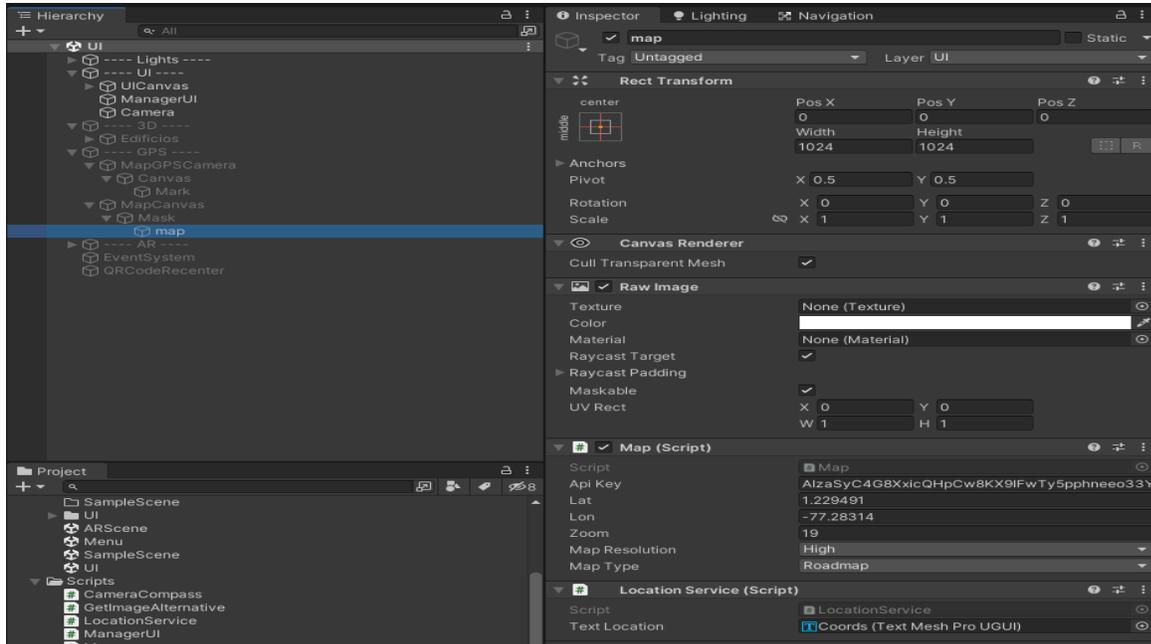
2.2.3.3 Sprint 3/10 (15 días) – Api de geolocalización. En el tercer sprint del proyecto, se abordó el manejo de la API de geolocalización. Se llevaron a cabo pruebas con diversas APIs, como Mapbox, PositionStack y Geoapify, pero se encontraron desafíos significativos relacionados con la desactualización del mapa de la Universidad Mariana y un alto margen de error en la ubicación dentro del campus universitario. Como resultado, se tomó la decisión de utilizar la API de *Google Maps*, que demostró ser la opción más adecuada.

En este sprint, se desarrolló un script denominado "*Map*" que se encarga de gestionar toda la información relacionada con la geolocalización a través de la API de Google Maps. Este script se convirtió en una parte fundamental de la aplicación, permitiendo una navegación actualizada en el campus universitario.

Además, se implementó el "*Location Service*", un servicio diseñado para transmitir información en tiempo real sobre la ubicación del usuario utilizando Google Maps. Esto permitió que la interfaz de usuario (UI) de la aplicación mostrara la posición actual del usuario de manera precisa y en tiempo real. También se aplicó la configuración de permisos para que al iniciar la aplicación se pida tu ubicación para el funcionamiento del aplicativo. *Map ui - desde Unity*

Figura 27.

Map ui - desde unity



Nota. Visualización de Map ui - desde Unity en el proyecto.

Figura 29.

Ui map prueba desde el celular



Nota. Solicitando permiso.

Figura 28.

Ui map interfase- información según la ubicación



Nota. Buscando en la app.

2.2.3.4 Sprint 4/10 (15 días) – Rotación e Inicio Outdoor Navigation (Navegación Exterior).

En el cuarto sprint del proyecto, se abordó un desafío crítico que se detectó en el sprint anterior. Se observó que, aunque el mapa se actualizaba correctamente, había dificultades para determinar la dirección hacia la cual estaba orientado el teléfono móvil del usuario. Para abordar este problema, se desarrolló un script llamado "Camera Compass".

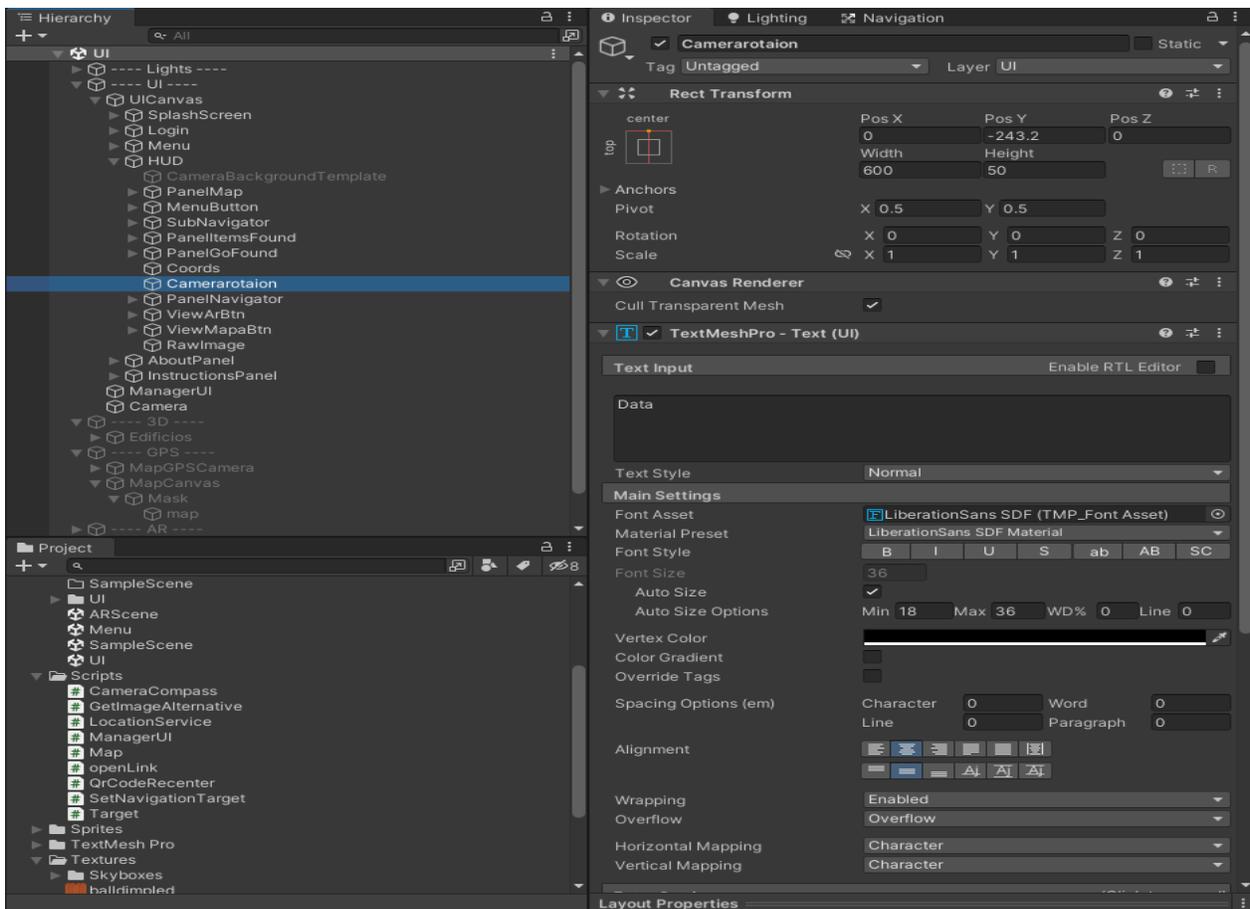
Este script hizo uso de dos componentes esenciales en Unity. En primer lugar, se empleó el "Gyroscope", que es un componente que permite medir la orientación del dispositivo móvil en el

espacio tridimensional. En segundo lugar, se utilizó el "Quaternion", que es una estructura matemática en Unity que representa la rotación tridimensional de un objeto.

La combinación del giroscopio y los cálculos con cuaterniones ayudó a determinar con precisión la dirección en la que se encontraba la cámara del teléfono móvil. Aunque se habían iniciado pruebas para la navegación exterior colocando puntos de referencia, se identificaron desafíos relacionados con la falta de precisión en los puntos de llegada y salida, así como limitaciones en la interfaz de usuario. Por lo tanto, se tomó la decisión de priorizar la implementación de la navegación interior en este sprint.

Figura 30.

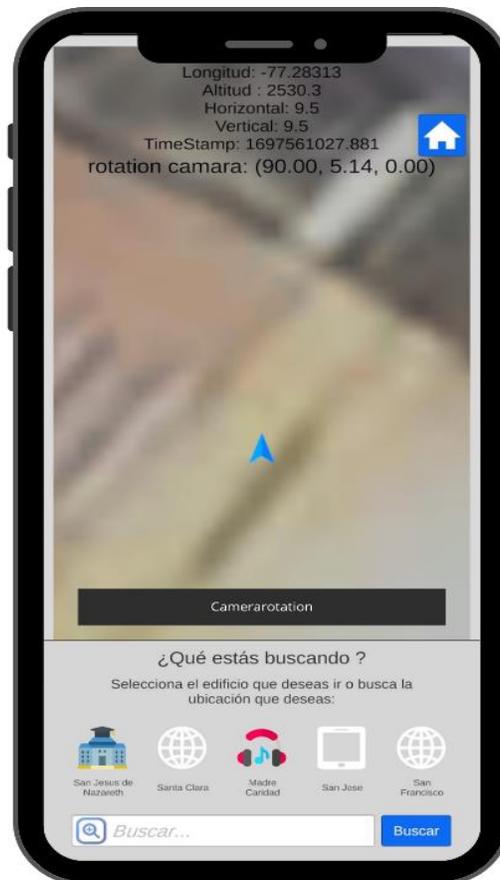
Cámara rotación Ui conectada al script



Nota. Implementación de la navegación interior en este sprint.

Figura 31.

Prueba rotación desde el celular

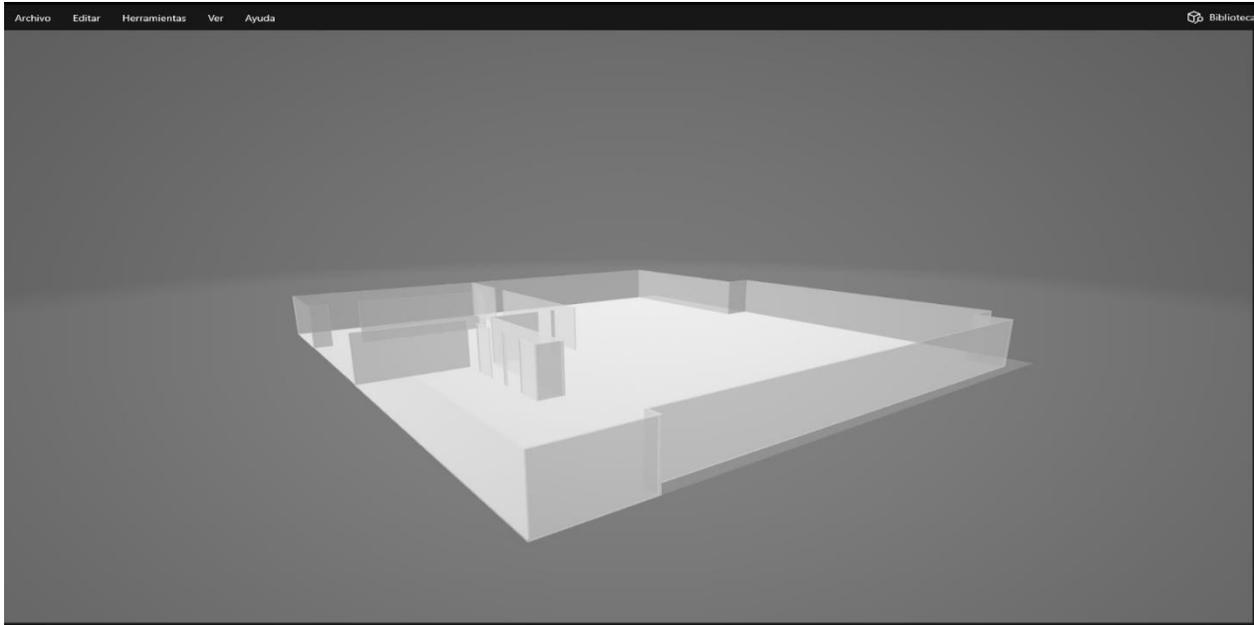


Nota. Rotación en el sistema.

2.2.3.5 Sprint 5/10 (15 días) - Inicio de Indoor Navigation (navegación al interior) y Mapeo del edificio de San José. Durante el quinto sprint del proyecto, se llevó a cabo una tarea fundamental relacionada con la medición precisa del edificio San José en la Universidad Mariana. Este edificio, compuesto por seis pisos, presentaba una particularidad en su segundo piso, donde albergaba oficinas de relevancia para la comunidad universitaria, donde se tuvo problemas a la hora de poder medir correctamente el segundo piso por lo cual se omitió, por lo cual para la realización del mapeo de los edificios . Con el objetivo de obtener datos precisos que sirvieran como base para el sistema de localización, se empleó una herramienta de realidad aumentada llamada "Ar Ruler". Este software permitió medir con precisión las dimensiones del edificio

Figura 33.

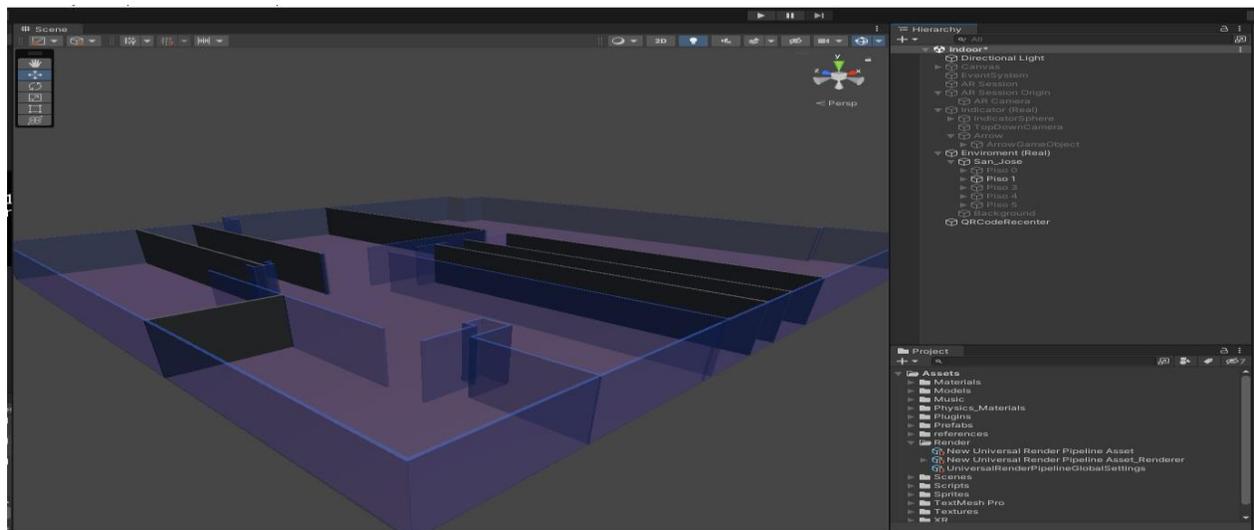
Modelo de piso 1 exportado en obj después de ser realizado en sweet home



Nota. Por cada piso se realizó el respectivo .OBJ.

Figura 34.

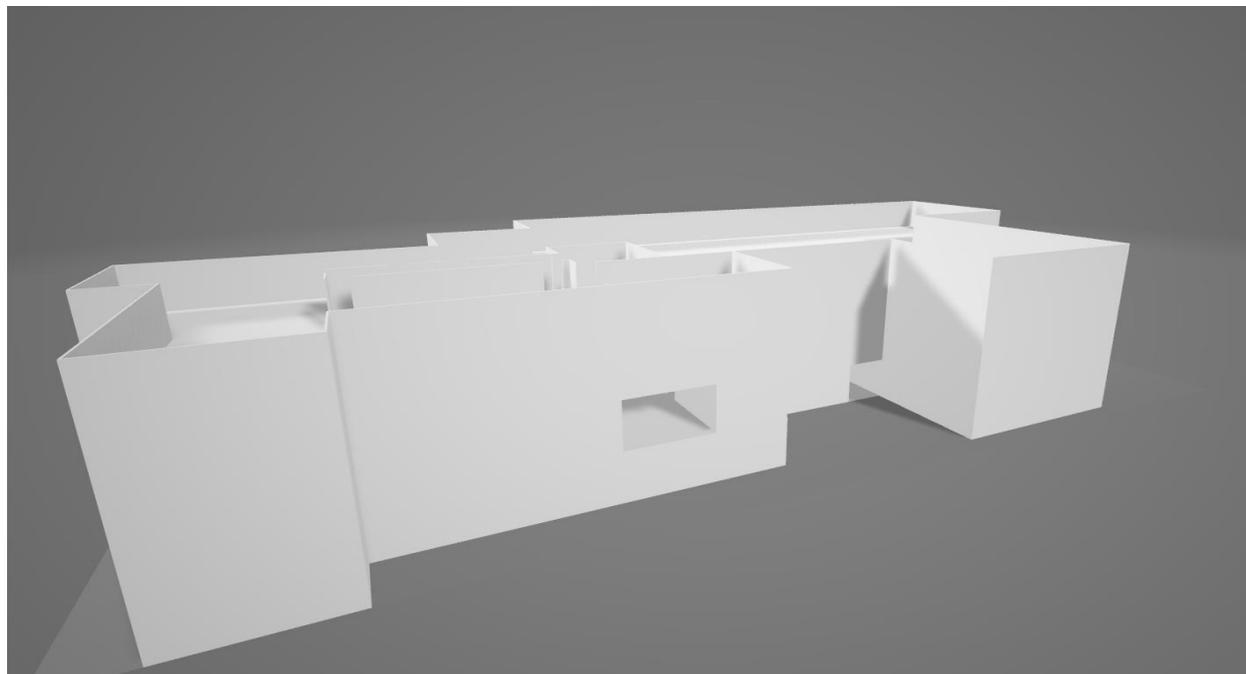
Modelo del piso I - con físicas en unity



Nota. Todo el mismo proceso de físicas se realizó con todos los pisos del San Jose.

Figura 35.

Obj edificio Maria Inmaculada



Nota. El Obj está incompleto únicamente se pudo mapear hasta el 4 piso.

2.2.3.6 Sprint 6/10 (15 días) – Finalización Indoor Navigation (Navegación interior). El sexto sprint del proyecto se centró en el desarrollo de la navegación en interiores, un aspecto crucial para proporcionar a los usuarios una experiencia completa y útil al moverse por el edificio San José de la Universidad Mariana. El proceso comenzó con la creación de un lienzo (canvas) que serviría como interfaz de usuario (UI) para la navegación en interiores. La funcionalidad se basó en la colocación estratégica de "targets" en cada puerta del edificio. Estos "targets" se correspondían con las ubicaciones de las puertas en los modelos 3D exportados en el sprint anterior.

Para lograr la navegación en interiores, se desarrolló un script denominado "*QrCodeRecenter*". Este script tenía como tarea principal determinar la ubicación del usuario dentro del edificio en función de los códigos QR. Cuando el usuario seleccionaba un piso desde un menú desplegable, se le presentaban todos los "targets" disponibles en ese nivel. De esta manera, los usuarios podían navegar dentro del piso seleccionado.

Un aspecto esencial para la navegación en interiores fue la implementación de físicas en los modelos 3D. Estas físicas se configuraron para que los modelos fueran colisionables, lo que permitía interactuar con ellos de manera realista. Luego, se utilizó inteligencia artificial (IA) en Unity para simular un avatar o entidad que representaba al usuario. Esta entidad podía moverse de un "waypoint" o "target" a otro en el entorno del piso.

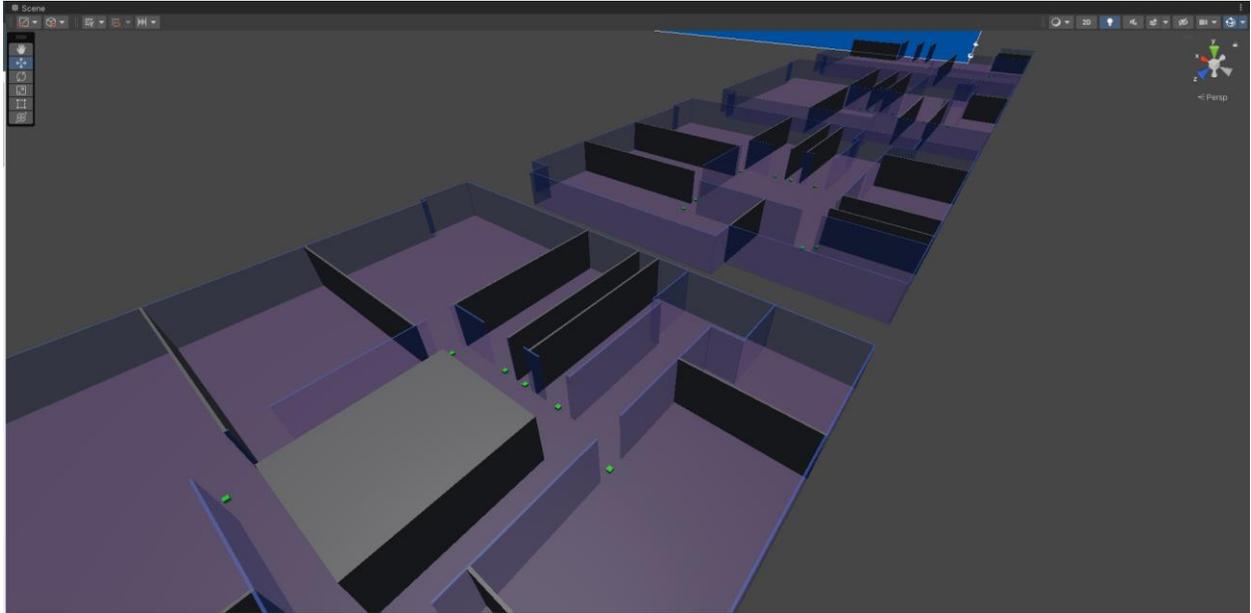
En el contexto de Unity, el manejo de la IA (Inteligencia Artificial), la AR Camera (Cámara de Realidad Aumentada) y la AR Session Origin (Origen de la Sesión de Realidad Aumentada) es esencial para crear experiencias de realidad aumentada (RA) efectivas, como la navegación en interiores en el proyecto de la Universidad Mariana. La IA se utiliza para simular el movimiento del usuario o de una entidad virtual por el entorno, asegurando que se comporte de manera similar a cómo lo haría un usuario real. Para lograr esto, se programan agentes de IA que se encargan de navegar entre los distintos puntos del entorno simulado, evitando obstáculos y siguiendo caminos definidos.

En este proceso, la AR Camera captura el entorno en tiempo real y proporciona información sobre la posición y orientación del mundo real. El AR Session Origin, por otro lado, actúa como el origen del sistema de coordenadas de la RA y garantiza que los objetos virtuales se superpongan de manera precisa en el mundo real, alineándolos correctamente. En el contexto de la navegación en interiores en el proyecto, la AR Camera se utiliza para capturar el entorno, mientras que el AR Session Origin se encarga de la correcta alineación y escala de los objetos virtuales. La IA controla el movimiento de una entidad virtual que representa al usuario, basándose en la información proporcionada por la AR Camera y el AR Session Origin. Con estos componentes trabajando en conjunto, se logra una experiencia de navegación en interiores precisa y convincente en una aplicación de RA desarrollada en Unity.

La navegación en interiores se basó en el uso de códigos QR para determinar la ubicación actual del usuario y guiarlo hacia su destino deseado. La tecnología de Realidad Aumentada (AR) se utilizó para proporcionar la experiencia de navegación en tiempo real. Con la interacción de estos elementos, se logró un sistema de navegación en interiores dentro del edificio San José de la Universidad Mariana.

Figura 36.

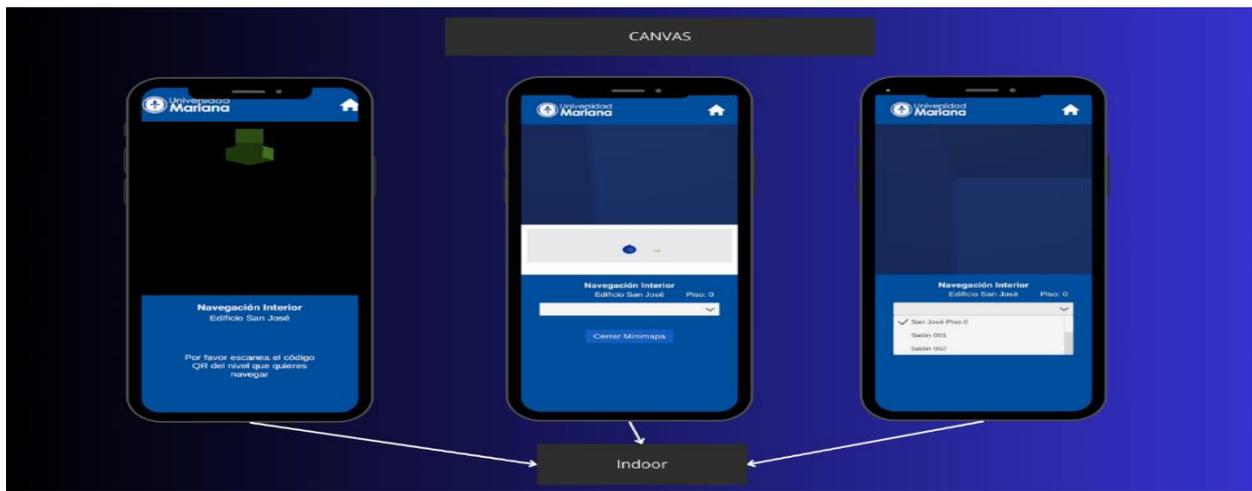
Modelos de los 5 pisos edificio san jode con set points



Nota. Los puntos verdes vienen a ser los targets.

Figura 37.

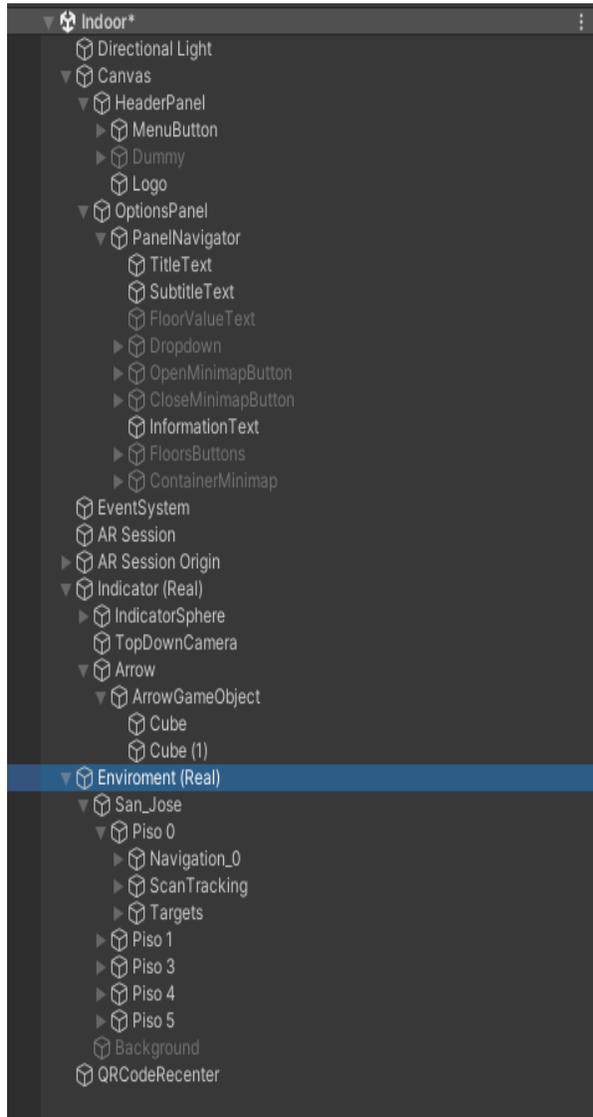
Indoor Ui



Nota. Construcción para navegación Indoor.

Figura 38.

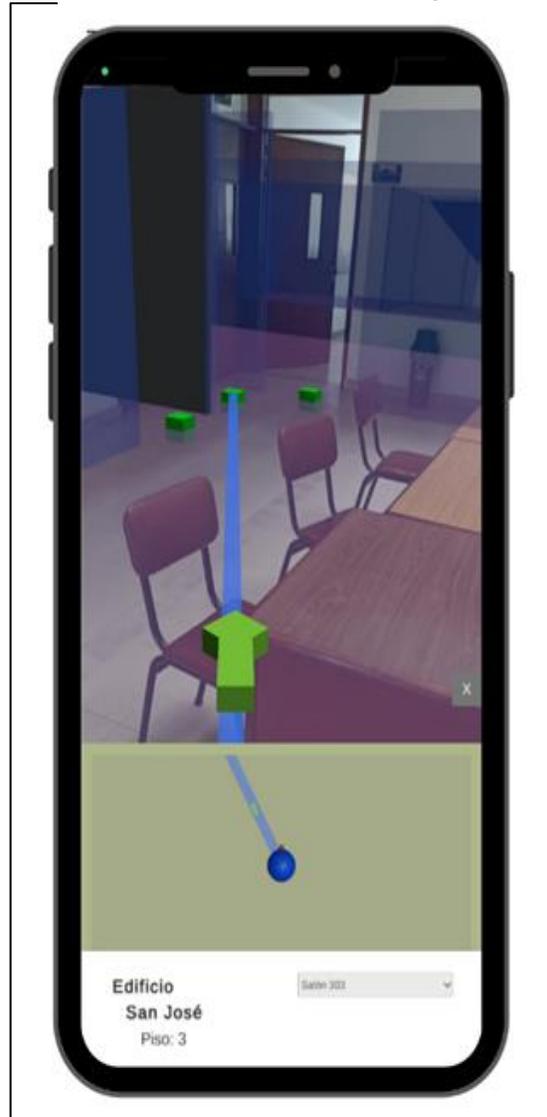
Indoor escena



Nota. Datos Indoor

Figura 39.

Pruebas realizadas a la navegación



Nota. Esta prueba de análisis del QR del piso 3 hasta la ubicación del salón 303.

2.3.3.7 Sprint 7/10 (15 días) – Outdoor Navigation (Mapeo). En el séptimo sprint, se abordó el desafío de mapear la Universidad Mariana y los contornos de los edificios para habilitar la navegación en exteriores en la aplicación de realidad aumentada. Se reconoció que la creación de planos detallados sería costosa, por lo que se optó por una solución más accesible. Inicialmente, se

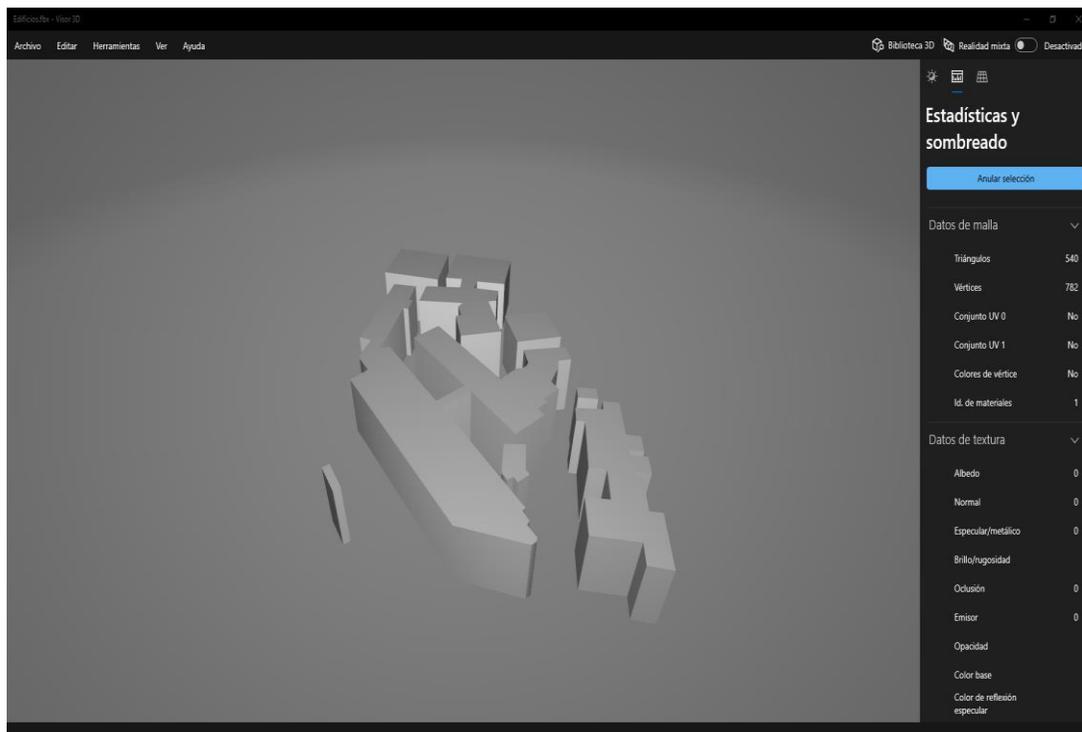
intentó utilizar una vista simple de Google Maps, pero se encontraron discrepancias significativas en la localización.

La solución a este problema implicó utilizar la vista satelital de Google Maps como referencia para mapear el entorno de la universidad de manera más precisa. Luego, se procedió a crear modelos 3D de los edificios utilizando Blender y se superpusieron con la ubicación satelital obtenida a través de la API de Google Maps. Esto permitió establecer una representación más precisa del entorno.

En cuanto a la implementación en Unity, se adaptaron las fases iniciales de la escena Outdoor para incluir un nuevo canvas y un administrador de interfaz de usuario (UI) específicos para la navegación exterior. Con estos componentes en su lugar, se sentaron las bases para la navegación exterior en la aplicación de realidad aumentada.

Figura 40.

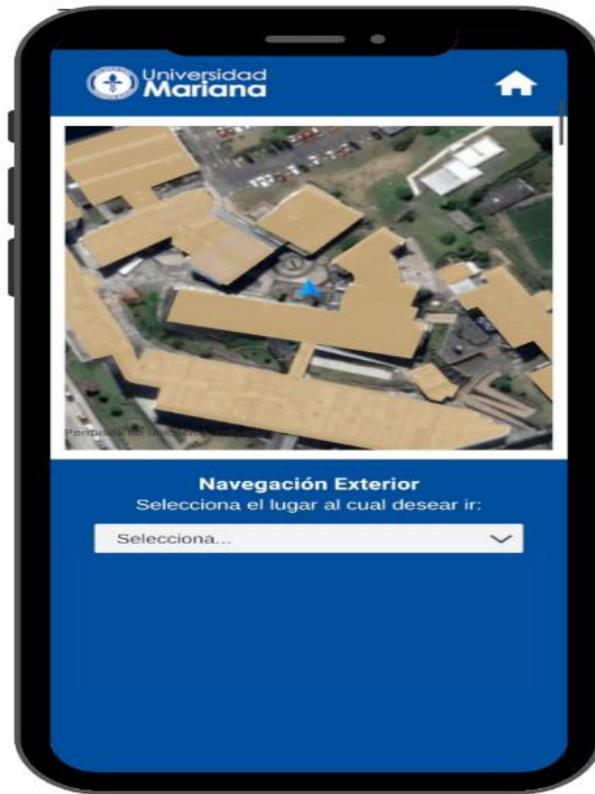
Objeto terminado en blender creando los edificios de la universidad



Nota. Construcción en blender.

Figura 41.

Prueba de Ui realizada en la universidad



Nota. La ubicación que se observa es en la plazoleta San Francisco donde el usuario se localizaba en las gradas bajando a esta ubicación.

2.3.3.8 Sprint 8/10 (15 días) - Problemas con la navegación Outdoor, solucionando set points, implementando Vista Ar y 2D. Durante el octavo sprint, la atención se centró en la creación de setpoints basados en las coordenadas GPS proporcionadas por Google Maps. Estos setpoints se diseñaron para representar las ubicaciones de las puertas de cada bloque y puntos de referencia clave dentro del campus de la Universidad Mariana. Cada entrada en el conjunto de datos del proyecto se caracterizaba por su coordenada GPS, que incluía tanto la latitud como la longitud. Estos datos se almacenaron cuidadosamente para su posterior uso en el script de mapeo, que era responsable de controlar tanto la vista en 2D como la experiencia de realidad aumentada

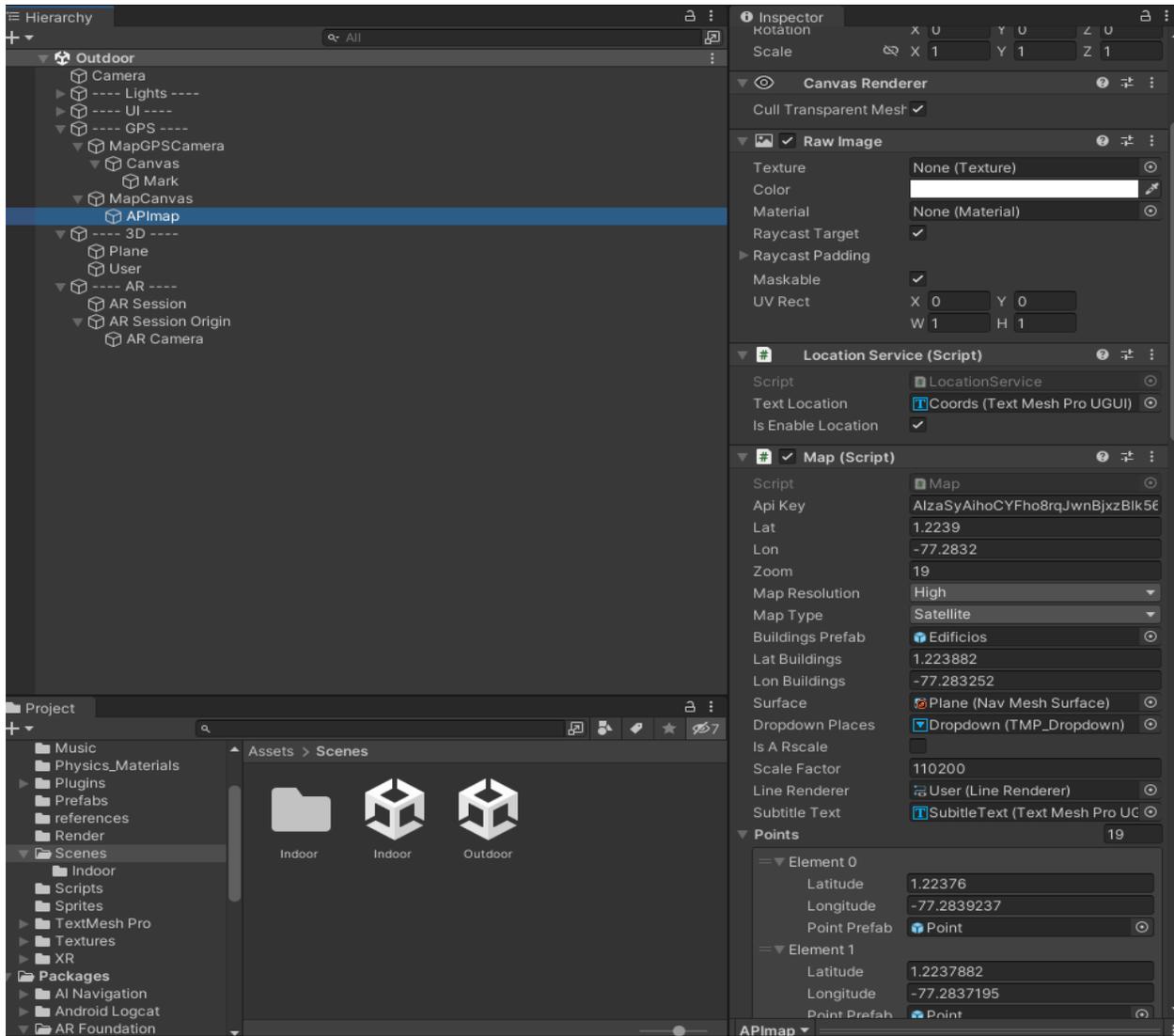
(RA) en el proyecto. Sin embargo, a pesar de los avances, surgieron algunos desafíos importantes en este sprint que requirieron una atención inmediata.

Uno de los problemas iniciales se relacionaba con la velocidad de carga y el consumo de memoria al utilizar la función "CalculateAndShowPathToBuilding ()". Este proceso estaba ralentizando significativamente la aplicación y generando un alto consumo de recursos. La causa subyacente de este problema se identificó en la carga repetitiva e innecesaria de la malla del edificio en múltiples ocasiones. Afortunadamente, se abordó eficazmente y se logró optimizar la función.

A medida que se resolvía el primer desafío, se hizo evidente la existencia de un segundo problema importante. Este último tenía que ver con la discrepancia entre las coordenadas GPS utilizadas para el mapeo de edificios y la representación de realidad aumentada (RA). La principal consecuencia de esta discrepancia era que la experiencia de RA se desviaba de la ubicación real de los edificios, lo que generaba una confusión significativa. La causa raíz de esta discrepancia radicaba en las diferencias sustanciales entre las medidas del modelo virtual (RA) y el modelo físico (NavMeshSurface).

Figura 42.

Map scene – coordenadas



Nota. En los points son las coordenadas de los puntos con sus coordenadas siguiendo la lista de la siguiente figura.

Figura 43.

Dropdown Ui – opciones

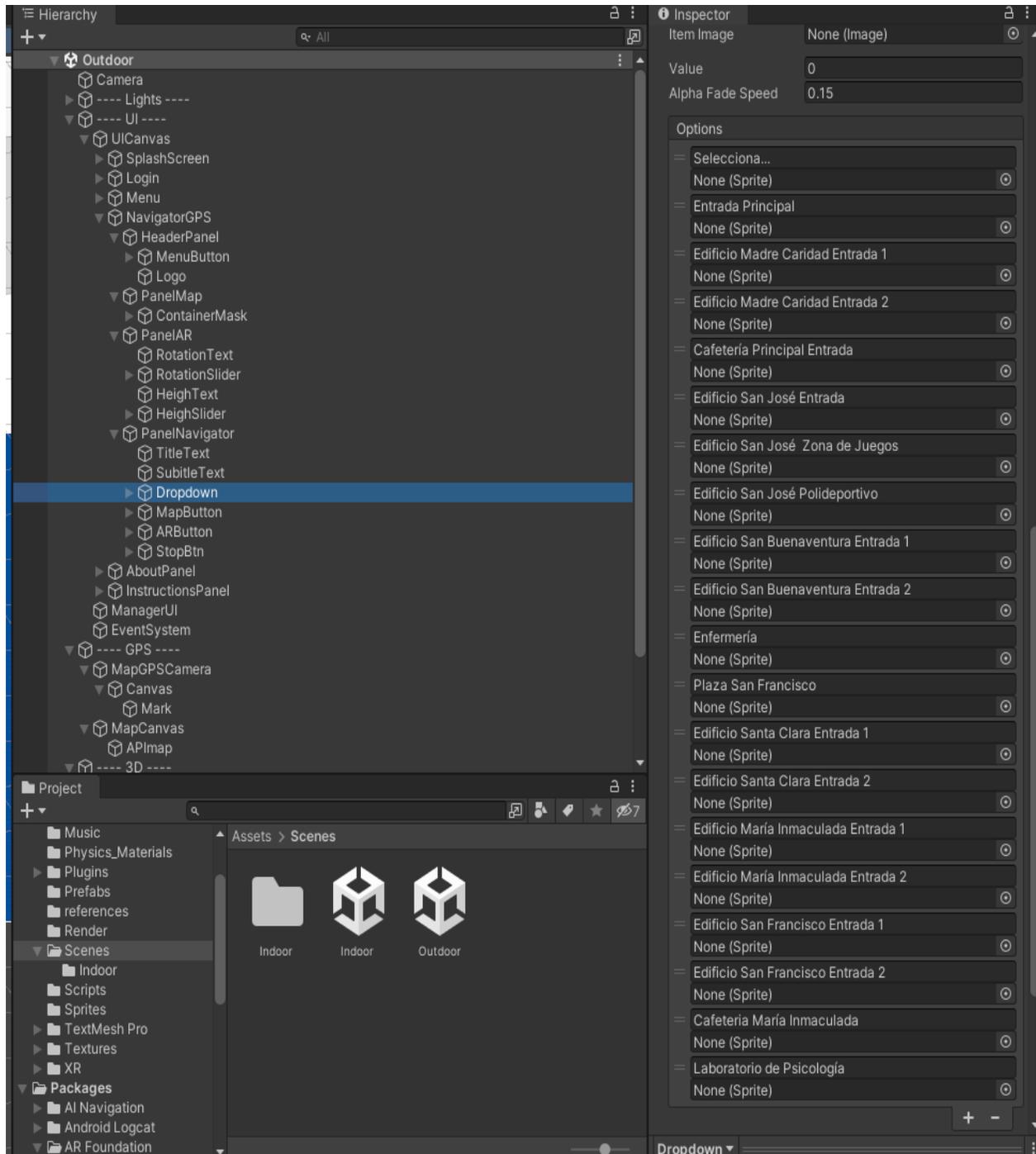


Figura 44.

Funcionamiento correcto - Map 2D



Figura 45.

Ar perdido en el entorno del NavMesh



Nota. Se ve como El AR la línea Azul debería apuntar adentro de la universidad y está apuntando afuera.

2.3.3.9 Sprint 9/10 (15 días) – Solución problema AR de manera Solución provisional.

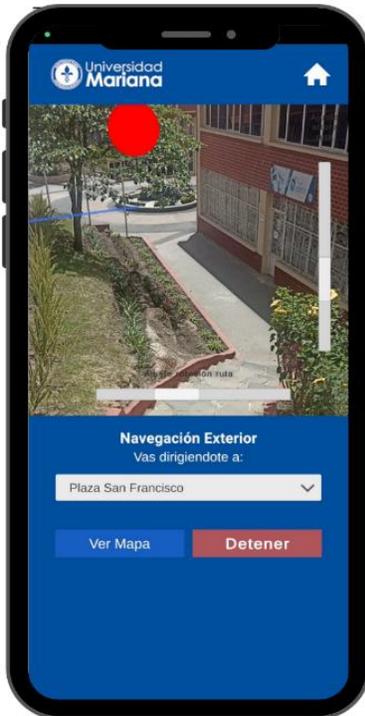
Durante este sprint, se llevaron a cabo esfuerzos para abordar y resolver los desafíos persistentes relacionados con la realidad aumentada (AR). Se exploraron varias estrategias en un intento de mejorar la precisión y estabilidad del AR en el entorno universitario. Una de las primeras aproximaciones fue aumentar las dimensiones de los *NavMesh*, que se utilizaban para mapear la universidad. Sin embargo, esta táctica demostró ser inviable, ya que no proporcionó una solución efectiva a los problemas existentes.

Un enfoque alternativo se basó en el uso del giroscopio (*gyroscope*), una funcionalidad que se había implementado en un sprint anterior. Se llevaron a cabo numerosas pruebas con la esperanza de que el giroscopio pudiera ayudar a corregir las discrepancias de dirección en la experiencia de AR. A pesar de estos esfuerzos, el resultado no fue satisfactorio, ya que las discrepancias persistieron y la dirección del AR no se ajustó a la ubicación real deseada.

En última instancia, se recurrió a una solución que involucraba la implementación de controles deslizantes (*sliders*) en la interfaz de usuario (UI) para que los usuarios pudieran ajustar manualmente la ruta de navegación en el AR. Esto permitiría a los usuarios realizar correcciones y refrescar la vista de AR en función de sus preferencias y necesidades. Si bien esta solución representó un compromiso para mitigar los problemas con el AR. Todo el repositorio de la aplicación se lo puede encontrar en el siguiente link:
<https://github.com/JuaCarrera/UnityTesisUmnnavApp>.

Figura 46.

Prueba en la Universidad Mariana



Nota. Se ve como El AR la línea Azul debería apuntar adentro de la universidad y está apuntando afuera.

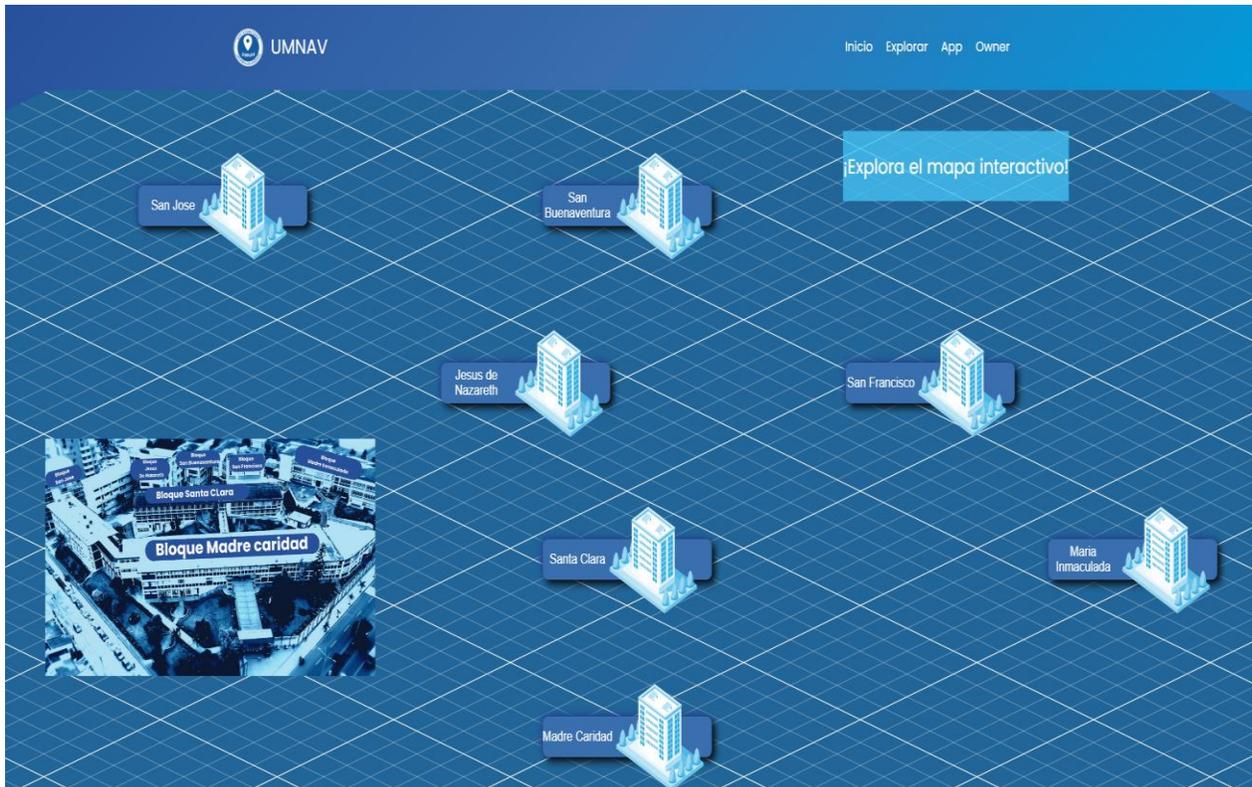
2.3.3.10 Sprint 10/10 (15 Días) - React Vite Web Page. Durante el último sprint del proyecto, se desarrolló una página web utilizando la tecnología React. Esta página web se diseñó como un complemento y soporte para la aplicación principal. Su funcionalidad principal radica en proporcionar información detallada sobre cada piso de todos los edificios ubicados en el campus universitario.

La página web basada en React se convierte en una herramienta valiosa al ofrecer un repositorio completo de información relacionada con la Universidad Mariana. Cada piso de todos los edificios se documenta minuciosamente en esta plataforma, lo que permite a los usuarios acceder a detalles específicos, como la ubicación de aulas, oficinas, servicios y otros recursos en cada piso. Esta información adicional se convierte en un recurso complementario para mejorar la navegación y la

experiencia general de los usuarios al interior de la universidad. Esta página esta subida en el siguiente link: <https://webunav.vercel.app/> y repositorio de todo el código lo puedes ubicar en: <https://github.com/sebascarrera2000/webunav>

Figura 47.

Página web realizada en React



2.3 Evaluación de la aplicación

2.3.1 Conflictos en la Ubicación utilizando la Api Google Maps

Figura 48.

Navegación exterior con API de Google Maps



Nota. Las falencias del uso de la aplicación con el uso de Google Maps API.

Para desarrollar el proyecto se fusionó la Programación Extrema (XP) con la realidad aumentada y el framework denominado *Scrum* para darle agilidad a los procesos de la app mediante el soporte y los principios básicos de *Agile*. Como resultado de la anterior metodología se desarrolló un sistema de localización Indoor mediante una app móvil dentro del entorno de un desarrollo web basado en Realidad Aumentada mediante la implementación de la *API Google Maps*.

Desafortunadamente, si bien la aplicación desarrollada funcionó de acuerdo a la programación desarrollada y se pudo demostrar su funcionalidad, la figura 21 muestra que la *API de Google Maps*

no permitió la ubicación exacta con un desfase entre 10 y 20 metros de los puntos mapeados empíricamente, ya que el mapeo topográfico con una empresa es costoso.

Figura 49.

Desfase de la ubicación de Google Maps API en un rango de 10 metros



Nota. Las falencias del uso de la aplicación con el uso de Google Maps API.

Existe una evidencia en Abdulrahman (2020), quien en su publicación “Google Maps Problems in Iraq” sostiene que la proyección del espacio a través del mapeo de puntos virtuales en aplicaciones cartográficas como *Google Maps* está completamente desfasado en rangos de 15 y 20 metros, lo que resulta en la precisión de los puntos de ubicación.

Otra falencia que se presentó en el sistema de localización al interior de la Universidad Mariana, es que, aunque se realizó un mapeo detallado y una programación robusta para lograr la exactitud, *Google Maps API* presento falencias en la orientación de los usuarios, ya que la línea de navegación en el dispositivo se desvió en un rango de 3 a 7 metros, creando una distorsión de los puntos virtuales con respecto a los puntos reales como se puede observar en la figura 22. Existe una evidencia en Murakosshi y Mitsushita (2019) que pudieron identificar que en términos de localización *Google Maps API* posee problemas derivados del cambio de escala en el momento de

la navegación, y retraso en la carga del mapa, produciéndose errores en las líneas de navegación dentro de un rango de 5 a 10 metros. Aunque los usuarios podían ver varios mapas a su vez utilizando las pestañas de los navegadores o la escala la podían cambiar según la necesidad de los usuarios con mapas en línea, al volver de otra pestaña, el centro del mapa a veces cambiaba y las líneas de navegación se desviaban del rango.

Figura 50.

Desfase de la línea de navegación de Google Maps API - rango 10 a 15 metros



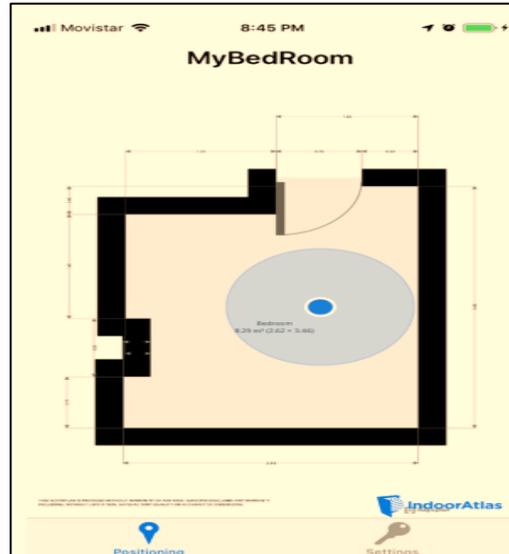
Nota. Las falencias del uso de la aplicación con el uso de *Google Maps API*.

2.3.2 Conflictos de la navegación Indoor en sistemas iOS

En términos de conflictos en la navegación *Indoor* y *Outdoor para sistema iOS*, Ramírez (2018) tiene una evidencia en su tesis denominada “desarrollo de un aplicativo de realidad aumentada para mejorar el desplazamiento en espacios desconocidos” y dio a conocer que:

Figura 51.

Tecnología nativa e iOS no es compatible con ARKit



Nota. Ramírez (2018).

Terminado el proceso de Indoor Atlas en particular, llegaba el momento de importarlo a Swift, proceso que se logró exitosamente, ya que se podía utilizar el API Key y el API Secret para obtener datos de los servidores de Indoor Atlas. Al intentar importar el plano mapeado se encontró que no se podían implementar los métodos descritos en la documentación, se dictaminó que no es posible implementar ambas tecnologías en un solo proyecto momentáneamente, por lo que se procedió a desarrollar un sistema de información AR basado en marcadores sin navegación en interiores (Ramírez, 2018).

Con respecto a lo anterior, en el momento de desarrollar el Sistema de localización al interior de la Universidad Mariana basado en realidad aumentada, se tuvo el mismo problema, por esta razón, la aplicación de ubicación solo fue funcional para sistema Android. En especial, porque no fue factible lograr la implementación en forma conjunta de *IndoorAtlas* y *ARKit*, ya que Swift no tiene una compatibilidad del 100% con las versiones más recientes con soporte para el framework de navegación, en otras palabras, la tecnología debe avanzar un poco más para los proyectos de navegación Indoor y Outdoor.

2.3.3 Conflictos con el Mapeo

Figura 52.

Conflictos con el mapeo del campus académico



Nota. Mapeo para la Navegación basada en AR.

En el caso del desarrollo el Sistema de localización al interior de la Universidad Mariana basado en realidad aumentada, se pudo evidenciar que el mapeo es la base para obtener una ubicación exacta en la aplicación. De la misma manera después de haber realizado la navegación al interior del edificio San José, se entrevistó al arquitecto FRANCO MANUEL BURBANO DELGADO, un arquitecto de la Salle, donde primero se hizo la cotización de lo que se había realizado dentro del tiempo de mediciones que fue el edificio San José y también el edificio María Inmaculada, dentro de este (Anexo 4), se puede evidenciar la cifra de \$8.271.000.

Sin embargo, el mapeo se requiere que se haga por medio de un levantamiento topográfico hecho por un profesional, lo cual es muy costoso ya que para el caso del campus costaba casi 40 millones de pesos, por esta razón, se recurrió aun mapeo manual que afectó en la exactitud en la ubicación y en la navegación.

2.3.4 El costo elevado de Bluetooth Beacons

Beacons son un dispositivo bluetooth que transmite frecuentemente señales de radio que es una combinación de letras y números aproximadamente cada 1/10 de segundo que otros dispositivos el teléfono inteligente pueden ver. Aunque la implementación de Beacons Bluetooth en una aplicación para navegación *Indoor* y *Outdoor* es de gran funcionalidad para garantizar la exactitud en la ubicación, es una tecnología muy costosa. Ya que, por un solo Beacon Bluetooth el costo aproximado es de 25 dólares estadounidenses.

Para cantidades superiores a 50-100, se podría pagar entre 10 y 15 dólares estadounidenses por cada uno. En este sentido, utilizar este tipo de tecnología en un solo proyecto es muy costoso. De acuerdo a Wifarer (2016) la infraestructura Wifi combinada con Beacons Bluetooth LE, permiten posicionar con precisión al usuario en interiores teniendo plena seguridad de la veracidad de los registros además de identificar el cambio entre plantas o exterior e interior.

2.3.5 Exactitud de la realidad aumentada en la ubicación en el espacio virtual

Figura 53.

App de localización Indoor de la Universidad Mariana



Nota. Navegación en Exterior e interior con realidad aumentada UI.

La realidad aumentada es la combinación de datos virtuales con el ambiente real para mejorar la experiencia y correlación del usuario con el entorno. Makarov (2021), muestra que la AR permite soluciones en la navegación en ambientes interiores como exteriores.

La navegación interna con AR brinda al usuario indicaciones paso a paso de manera efectiva, que es precisa y funciona en lugares donde el GPS no lo hace. ARKit para iOS y ARCore para Android son las dos principales plataformas de desarrollo utilizadas para el desarrollo de la navegación AR. cuando se implementa una aplicación para navegación con realidad aumentada en interiores, el primer paso es el mapeo de las rutas interiores y se debe almacenar en la base de datos, para luego usarse como referencia para el ajuste de ubicación del usuario.

A continuación, un resume de experiencias sobre la Realidad Aumentada:

Tabla 13.

Resumen de experiencias de realidad aumentada

<i>Tipo de antecedentes</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Conclusiones</i>	<i>Diferencias</i>	<i>Similitudes</i>	
Introducción in Augmented Reality-Military Training	Observar los beneficios de realidad aumentada bajo un concepto de pantalla realidad aumentada.	los de realidad aumentada es una herramienta para la ubicación de unidades militares en tiempo real	La tecnología de realidad aumentada es una herramienta para la ubicación de unidades militares en tiempo real	La diferencia con el proyecto es que en este caso se requieren cabinas y un área de diseño ingeniería robusta.	La primera similitud con el proyecto es el factor de ubicación en un área determinada.
Introduction to Augmented Reality focus in localization	Identificar que la navegación con AR en interiores y exteriores son	La realidad aumentada permite soluciones	los beneficios de visualizar y de navegación AR ayuda tanto	El desarrollo de la realidad aumentada es fácil de	

	tareas que potentes e en ambientes iniciar, pero requieren una intuitivas en la interiores y difícil de solución basada navegación. exteriores. dominar. en el entorno.		
Development of an AR application for improve movement in unknown spaces to disability people	Implementar una app que facilite desplazamiento en ambientes desconocidos para personas con discapacidad por medio de AR y tecnologías de localización.	El desarrollo de una app móvil que permita el desplazamiento a personas con movilidad reducida, en un espacio de parte de los usuarios.	La AR como la posibilidad de combinar información virtual con el entorno físico real, mejorar la experiencia y relación del usuario con el conocimiento,
Overview of augmented reality navigation technology	Identificar que cada tecnología tiene ventajas e inconvenientes dependiendo si se utiliza para navegación interior o exterior.	El desarrollo de AR es fácil de iniciar, pero difícil de dominar. hacia soluciones más especializadas para satisfacer sus necesidades en todos sus procesos.	La diferencia radica en que reconoce que la navegación AR innovadora y eficaz tanto para la navegación interior como exterior. real del usuario.

2.3.6 Evaluación de la usabilidad sobre el aplicativo

En esta sección, se describe el procedimiento utilizado para analizar la usabilidad de la aplicación móvil UMNNAV de la Universidad Mariana, la cual proporciona información de ubicación en

tiempo real, navegación exterior e interior del campus. La Figura 57 muestra las actividades llevadas a cabo durante este proceso de evaluación.

Figura 54.

Fases de Evaluación de Usabilidad



2.3.7 Referente teórico de las pruebas

Medición de la usabilidad mediante el Sistema de Escalas de Usabilidad (SUS). De acuerdo a Devin, F. (2017), la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS), por sus siglas en inglés, *System Usability Scale* es una herramienta que se utiliza para evaluar la usabilidad de un producto o servicio. Fue desarrollada por John Brooke en 1986 y ha sido ampliamente utilizada desde entonces debido a su simplicidad y fiabilidad. Torres-Moraga, E., & Barra, C. (2011) definen que este sistema de escala permite evaluar una amplia variedad de productos y servicios, incluidos *hardware*, *software*, dispositivos móviles, sitios *web* y aplicaciones.

Vargas (2019), afirma que la escala de usabilidad suministra una herramienta confiable, “rápida y sucia” para medir la usabilidad, que consiste en un cuestionario de 10 ítems los cuales se responden usando una escala de *Likert* de 5 puntos, la cual varía desde "Totalmente en desacuerdo" hasta "Totalmente de acuerdo". De acuerdo a Tena, R., et al, (2019) argumentan que estos ítems abordan varios aspectos de la usabilidad, como la necesidad de soporte, complejidad, confianza y funcionalidad, entre los ítems del *SUS* están los siguientes:

1. Creo que me gustaría usar este sistema con frecuencia.
2. Encontré el sistema innecesariamente complejo.
3. Pensé que el sistema era fácil de usar.
4. Creo que necesitaría el apoyo de una persona técnica para poder usar este sistema.
5. Encontré las diversas funciones en este sistema muy bien integradas.
6. Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema.
7. Imagino que la mayoría de las personas aprendería a usar este sistema muy rápidamente.
8. Encontré el sistema muy pesado para usar.
9. Me sentí muy confiado usando el sistema.
10. Necesité aprender muchas cosas antes de llegar a operar el sistema.

En términos del proceso de punteo del *SUS*, Will (2018) muestra que primero se resta 1 a las respuestas de los ítems impares y se resta la respuesta de los ítems pares de 5. Esto da una puntuación de 0 a 4 para cada ítem. Luego, se suman todas las puntuaciones y se multiplica el resultado por 2.5. Esto proporciona un valor entre 0 y 100, que, a pesar de parecerse, no es un porcentaje.

Es decir, de acuerdo a lo anterior Susilo (2019) reflexiona que generalmente, cuanto mayor es el puntaje de *SUS*, más usable es el sistema, pero es importante recordar que un puntaje de 68 se considera el promedio. Por lo tanto, si un sistema tiene un puntaje de 70, no significa que haya obtenido un 70%, sino que es ligeramente superior al promedio en términos de usabilidad.

Finalmente, Símbolo et al. (2021) afirman que la *SUS* es valiosa por su simplicidad y capacidad para dar una rápida visión general de la usabilidad de un producto. Sin embargo, no proporciona

un análisis detallado o información específica sobre qué aspectos del diseño podrían mejorarse. Para esos detalles, se requieren evaluaciones más profundas y específicas.

La escala de Likert y su implementación en usarla en investigación UX. De acuerdo a Da Silva (2020) la escala de *Likert* es una herramienta comúnmente utilizada en investigación para medir las actitudes o percepciones de los encuestados hacia un tema específico. Fue desarrollada en 1932 por Rensis Likert, y desde entonces ha sido ampliamente adoptada en diversas disciplinas, incluyendo la investigación en experiencia del usuario (*UX*). Llauradó (2014) define la escala de Likert como una escala de respuesta que pide a los encuestados que indiquen su acuerdo o desacuerdo con una serie de declaraciones. Típicamente, las opciones de respuesta varían desde "totalmente en desacuerdo" hasta "totalmente de acuerdo", con varias opciones intermedias que representan grados variables de acuerdo o desacuerdo.

A continuación, Hammond (2021) muestra un ejemplo de una escala de Likert de 5 puntos:

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

En el contexto de la investigación en UX, Antz (1932) afirma que la escala de Likert puede ser utilizada para tres tipos de actividades. En primera instancia, para evaluar percepciones de los usuarios: por ejemplo, después de probar un prototipo, se puede preguntar: "Me sentí cómodo usando este sistema", y los usuarios podrían responder usando la escala de Likert. De acuerdo a Gante et al. (2020) la escala de Likert también puede ser usada para comparar diferentes versiones de un diseño: si se ha realizado cambios en un diseño basado en el feedback de los usuarios, se puede usar la escala para ver si las percepciones han mejorado, y en tercera instancia Morales et al. (2016) afirma que esta escala se puede utilizar para identificar áreas de mejora: al preguntar sobre diferentes aspectos de la experiencia del usuario, se puede identificar áreas que necesitan ser trabajadas.

A continuación, Da Silva (2020) da a conocer algunos consejos para usar la escala de Likert en investigación UX:

Consistencia: según Llauradó (2014) es importante asegurarse que las declaraciones sean claras y consistentes en su redacción, es decir, se debe evitar invertir la redacción, por ejemplo: mezclar declaraciones positivas y negativas para evitar confundir a los encuestados.

Número de puntos: de acuerdo a Gante et al. (2020) muestran que, aunque la escala de 5 puntos es común, algunas investigaciones usan escalas de 7 puntos o incluso de 9 puntos para obtener una mayor diferenciación. Se debe elegir el número de puntos que sea más adecuado para la investigación.

Neutralidad: Morales et al. (2016) afirman que se debe asegurar de tener un punto medio, por ejemplo, "Ni de acuerdo ni en desacuerdo" para aquellos que no tienen una opinión fuerte o no están seguros.

Análisis: al analizar los resultados, Hammond (2021) argumenta que se puede calcular medias o porcentajes de acuerdo/desacuerdo para obtener una visión general. También es útil observar las distribuciones de las respuestas para identificar tendencias.

Complementar con preguntas abiertas: Gante et al. (2020) afirman que, aunque la escala de *Likert* es cuantitativa, a menudo es útil complementarla con preguntas abiertas para que los usuarios puedan ofrecer más contexto o detalles sobre sus respuestas.

Finalmente, Antz (1932) resumiendo argumenta que la escala de *Likert* es una herramienta valiosa en investigación UX porque permite obtener feedback cuantificable de los usuarios, lo que puede ser esencial para identificar áreas de mejora y validar soluciones de diseño.

2.3.8 Elaboración y aplicación del instrumento de evaluación

En esta etapa, se realizaron ajustes en las preguntas del cuestionario SUS para su traducción al español y su inclusión en el instrumento. En la Tabla 15, se presenta la versión en español de las declaraciones propuestas en el cuestionario SUS (Bangor et al., 2009).

Tabla 14.

Preguntas traducidas del cuestionario SUS

N	Enunciado Original (inglés) o tomado de (Bangor et al., 2009)	Adaptación del enunciado en español
1	I think that I would like to use this system frequently	Creo que me gustaría utilizar este sistema con frecuencia.
2	I found the system unnecessarily complex	Encontré el sistema innecesariamente complejo.
3	I thought the system was easy to use	Pensé que el sistema era fácil de usar.
4	I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system	Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar este sistema.
5	I found the various functions in this system were well integrated	Encontré que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas.
6	I thought there was too much inconsistency in this system	Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema.
7	I would imagine that most	Me imagino que la mayoría de

.	people would learn to use this system very quickly	la gente aprendería a utilizar este sistema muy rapido
8	I found the system very cumbersome to use	Encontré el sistema muy complicado de usar.
9	I felt very confident using the system	Me sentí muy seguro usando el sistema.
10	I needed to learn a lot of things before I could get going with this system	Necesitaba aprender muchas cosas antes de empezar con este sistema.

Luego, se solicitan respuestas para cada declaración utilizando una escala de Likert que consta de cinco opciones: "Totalmente en desacuerdo", "En desacuerdo", "Neutro", "De acuerdo" y "Totalmente de acuerdo".

Después, se elaboró un documento que contiene el instrumento de evaluación, que se encuentra en el Anexo 5 titulado " Evaluación del sistema UMNAV". Para facilitar la aplicación del instrumento, se creó un formulario en Google Forms que se puede consultar en el Anexo 5.

Selección de Muestras. En el proceso de evaluación de la aplicación UMNAV, se llevaron a cabo dos pruebas dirigidas a dos poblaciones distintas: profesionales y estudiantes. Estas selecciones se realizaron con el objetivo de abordar las perspectivas de usuarios con diferentes niveles de experiencia y conocimiento en el ámbito de la programación y el entorno universitario.

Prueba a Profesionales. Evaluación de Usabilidad. Para la prueba destinada a profesionales, se involucró a una muestra representativa de la planta docente, siendo la mitad de docentes. Este enfoque se eligió deliberadamente para garantizar la participación de individuos con conocimientos sólidos en programación y sistemas informáticos. Los docentes, debido a su experiencia en el campo, se consideraron aptos para evaluar la usabilidad y la eficacia de la aplicación UMNAV desde una perspectiva técnica y educativa.

La prueba dirigida a profesionales implicó la evaluación de la usabilidad de la aplicación UMNAV. Para llevar a cabo esta evaluación, se diseñó un proceso que permitiera a los participantes familiarizarse con la aplicación y comprender su funcionalidad. En particular, se seleccionaron destinos clave, como la Plaza San Francisco, Madre Caridad y el interior del Bloque San José, con el propósito de brindar a los profesionales un recorrido integral tanto por áreas exteriores como interiores de la institución.

En esta evaluación de usabilidad, los profesionales participantes recibieron un tour guiado utilizando la aplicación UMNAV, en el cual se les presentó la funcionalidad de navegación, se les indicó cómo acceder a puntos de interés y se les explicó cómo utilizar la aplicación para desplazarse entre los destinos mencionados. Este proceso permitió a los profesionales familiarizarse con la aplicación.

Prueba a Estudiantes. En contraste, la prueba destinada a estudiantes se centró en una muestra específica de la población estudiantil de la carrera de Ingeniería de Sistemas. Los estudiantes seleccionados pertenecieron a los semestres 1, 2 y 5. Esta selección se basó en consideraciones relacionadas con la experiencia y el conocimiento de los participantes, así como con el impacto de la pandemia en su transición a la vida universitaria.

Semestre 1 y 2: Los estudiantes de los semestres iniciales (1 y 2) se incluyeron en el estudio debido a su relativa inexperiencia en el campus universitario. Se asumió que estos estudiantes tendrían menos conocimiento de la infraestructura y los recursos disponibles en la institución.

Semestre 5: Se eligió el quinto semestre debido a que, los estudiantes de este nivel apenas estaban ingresando a la universidad cuando se desencadenó la pandemia. Se consideró que esta cohorte podría haber experimentado desafíos únicos en su adaptación al entorno universitario, lo que podría influir en su percepción de la aplicación UMNAV.

Estas elecciones metodológicas se realizaron con el propósito de obtener una evaluación integral de la aplicación UMNAV desde distintas perspectivas de experiencia y necesidades, lo que permitirá un análisis más completo de su usabilidad y eficacia.

La prueba dirigida a estudiantes se centró en la evaluación de la usabilidad de la aplicación UMNAV desde la perspectiva de los propios estudiantes. Para llevar a cabo esta evaluación, se implementó un enfoque participativo que involucró grupos de 5 a 7 estudiantes por sesión. Cada grupo de estudiantes fue sometido a un proceso de evaluación que incluyó recorridos específicos utilizando la aplicación UMNAV.

El instrumento fue aplicado a 67 estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas desde el 19 de octubre hasta el 23 de octubre del 2023

Figura 55.

Prueba a estudiantes de 2 ° Semestre UMNAV - Outdoor Navegation



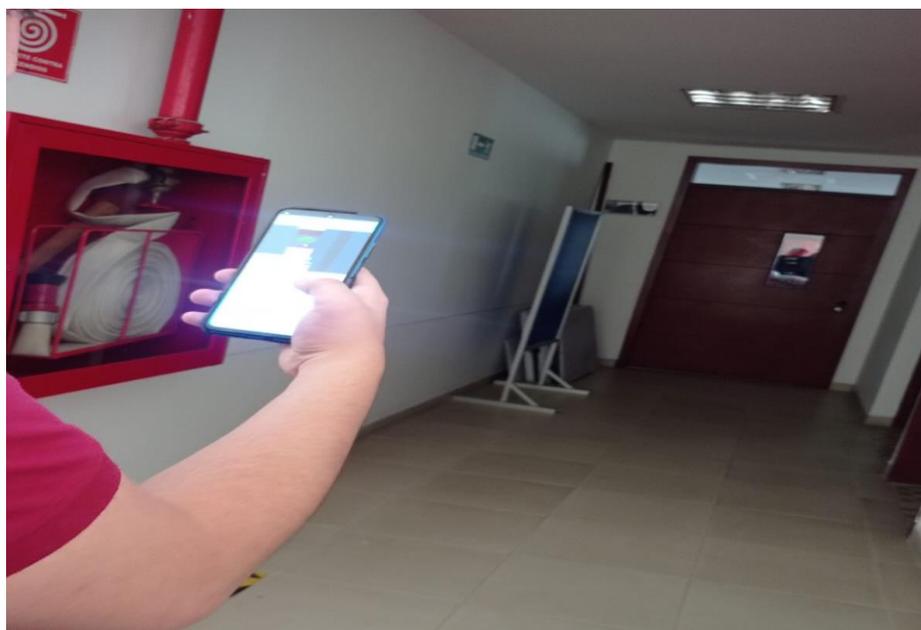
Figura 56.

Prueba a estudiantes de 2º semestre UMNAV - Indoor Navigation



Figura 57.

Prueba a estudiantes de quinto semestre UMNAV - Indoor Navigation



2.3.9 Análisis de los datos

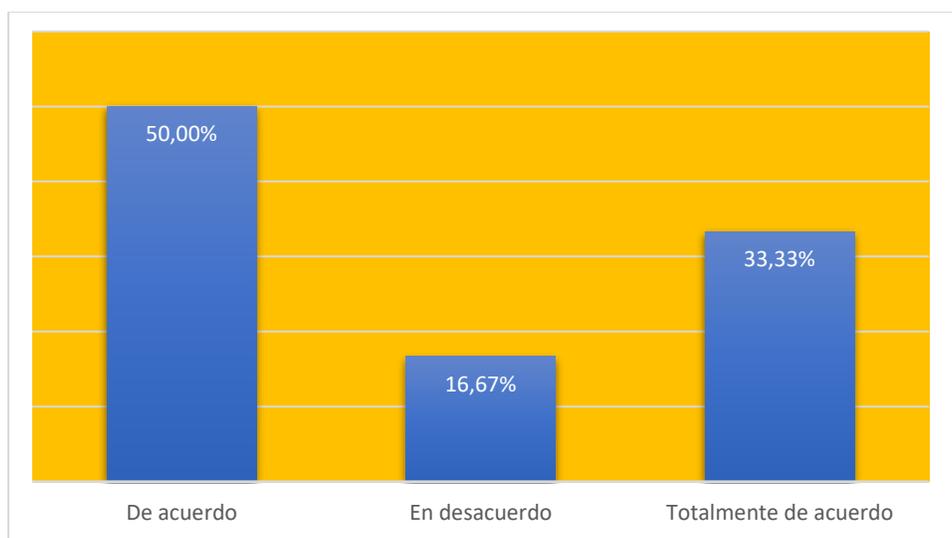
Para la evaluación de la aplicación UMNAV, se utilizó el Sistema de Evaluación de Usabilidad (SUS) desarrollado por Bangor et al. (2009). Este sistema consta de una serie de preguntas diseñadas para evaluar la usabilidad de una aplicación. Los aspectos positivos de la evaluación se reflejan en las respuestas a las preguntas impares del cuestionario SUS.

A continuación, se presenta las percepciones de los informantes con respecto a la aplicación UMNAV, teniendo en cuenta la perspectiva primero que todo las pruebas a profesionales.

Al analizar la frecuencia de uso de la aplicación móvil por parte de los docentes, se observa que un 83.33% de ellos expresan un alto grado de acuerdo con su utilización. Esto sugiere que han encontrado utilidad en la aplicación y no han experimentado obstáculos significativos durante su interacción. Por otro lado, un 16% de los participantes se sitúan en una categoría de desacuerdo, lo que podría indicar que tienen reservas o enfrentan desafíos en su interacción con la aplicación y que podrían requerir un mayor grado de familiarización o apoyo para mejorar su experiencia.

Figura 58.

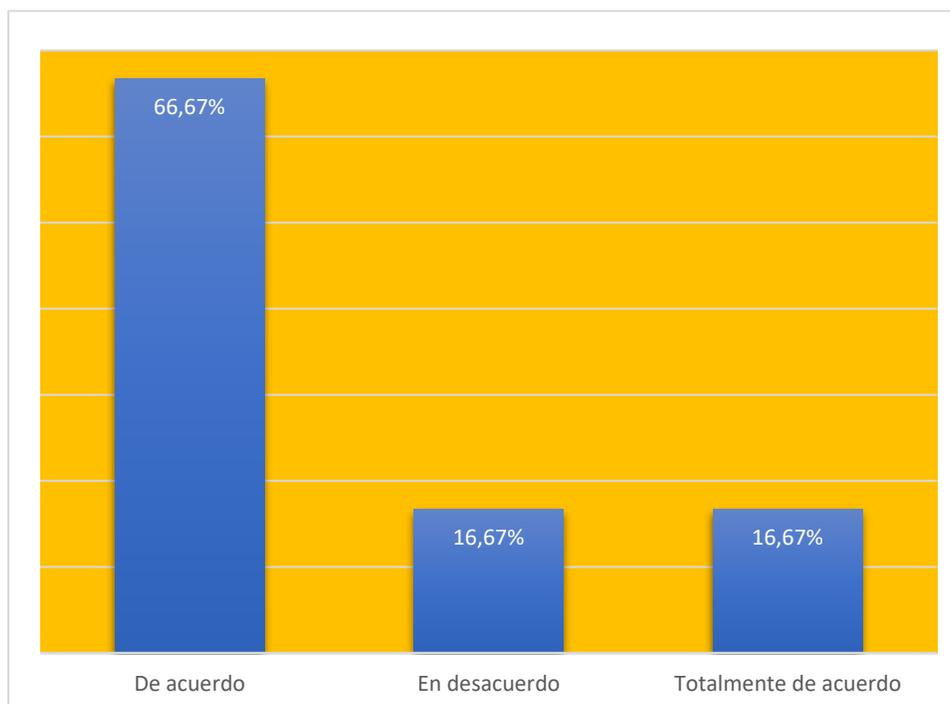
Datos sobre el uso frecuente de la App - Pruebas a profesionales



Cuando se consultó a los docentes sobre la facilidad de uso de la aplicación móvil, se observó que un 83.34 % de ellos expresó su total acuerdo o acuerdo con la facilidad de uso de la aplicación. Esto indica que, durante su interacción con la aplicación, la consideraron intuitiva y no experimentaron dificultades significativas en su manejo. En contraste, un 16.67% de los participantes se sitúan en un nivel de desacuerdo, lo cual sugiere una percepción diferente en cuanto a la facilidad de uso.

Figura 59.

Datos del fácil uso del aplicativo - Pruebas a profesionales

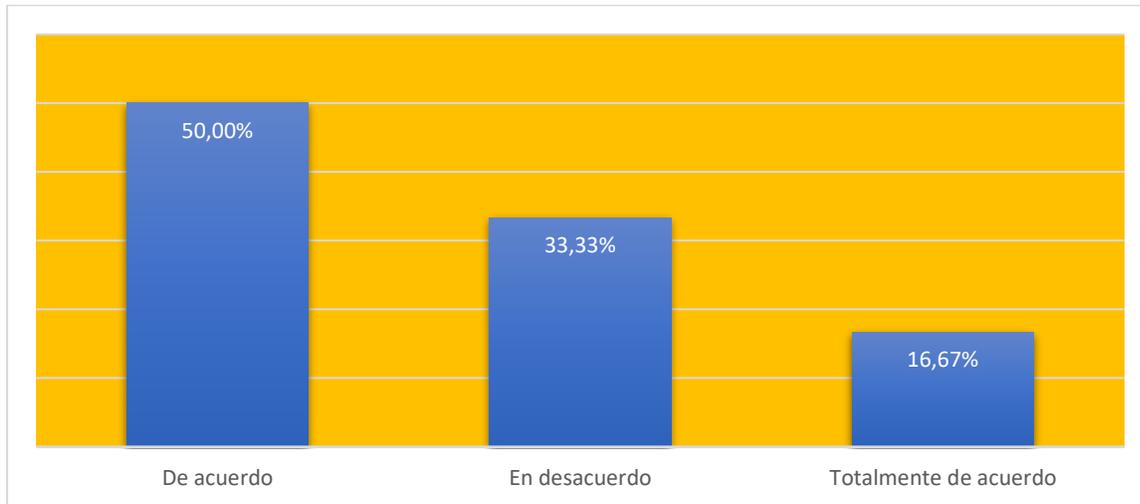


Cuando se examinan las opiniones de los profesionales con respecto a las diversas capacidades de la aplicación móvil, se descubre que un 66.17% de ellos manifiestan un total acuerdo con las integraciones implementadas. Este hallazgo refleja que, durante su interacción con la aplicación, los usuarios han valorado positivamente la presencia de una integración sólida y coherente de funciones, lo que se traduce en una experiencia sin inconvenientes en la manipulación de la plataforma.

Por otro lado, un 33% de los participantes expresan un desacuerdo, lo que podría indicar que perciben la necesidad de una percepción más sólida y un aprovechamiento más completo de las capacidades de la aplicación.

Figura 60.

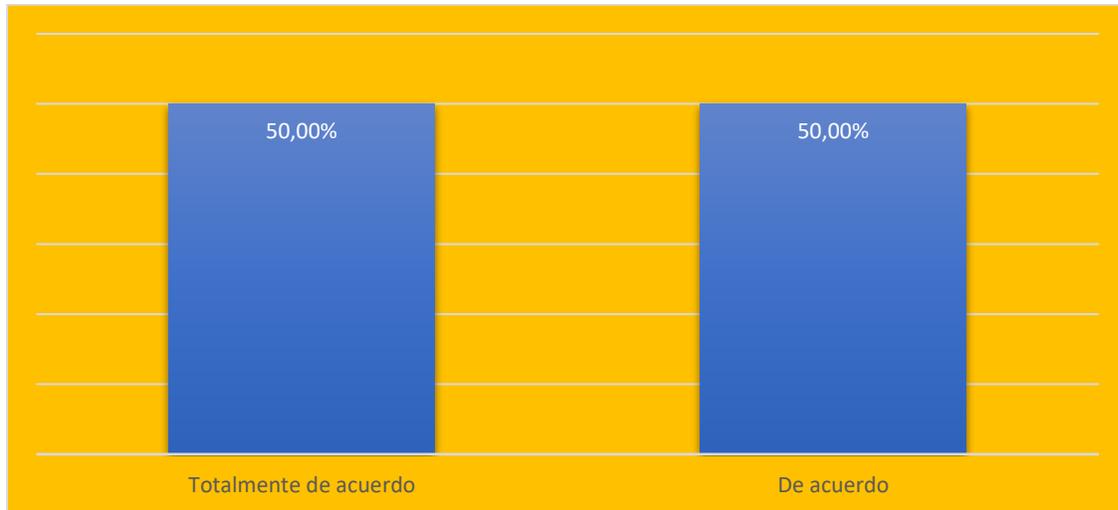
Datos sobre funciones del sistema - Pruebas a profesionales



Cuando se investigó la percepción de los informantes sobre su aptitud para aprender a utilizar la aplicación móvil, se encontró que el 100% de ellos manifestaron su total acuerdo o acuerdo con un proceso de adquisición de conocimientos expedito. Esto indica que, durante su interacción con la aplicación, se ha logrado una incorporación eficaz y sin complicaciones, lo que a su vez se traduce en una experiencia de aprendizaje rápida y sin obstáculos.

Figura 61.

Datos sobre aprendizaje del sistema - Pruebas a profesionales

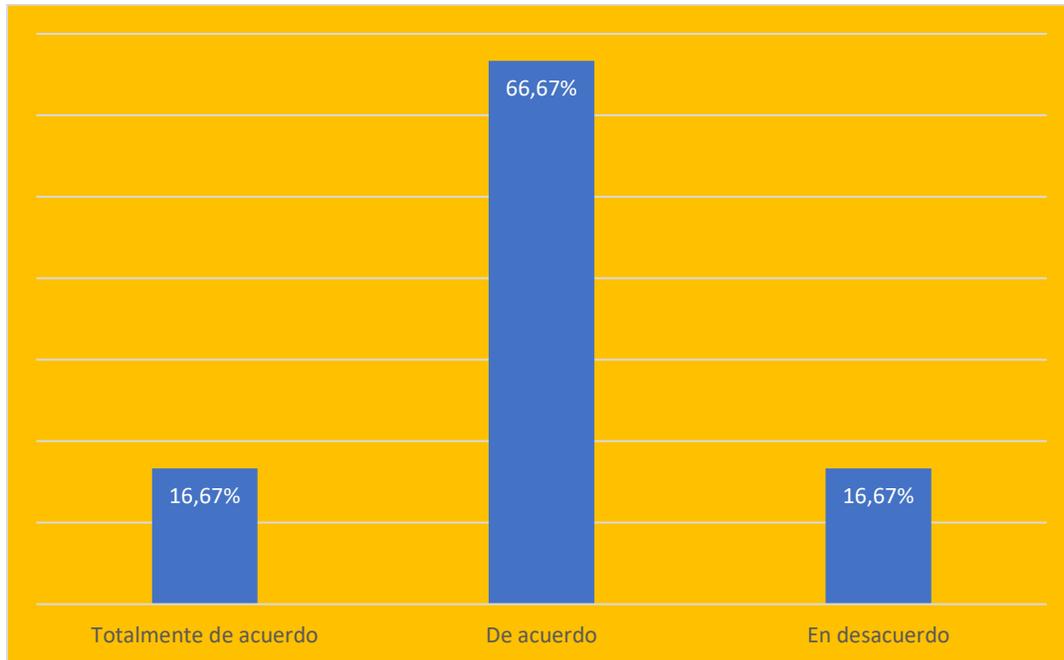


Al investigar la percepción de seguridad experimentada por los docentes al utilizar la aplicación móvil, se observa que un 83.34% de ellos expresan su total acuerdo o acuerdo en sentirse seguros durante su uso. Esto implica que, durante sus interacciones con la aplicación, los usuarios experimentan un ambiente que les brinda confianza y evita la aparición de inquietudes relacionadas con posibles pérdidas de datos o vulnerabilidades.

Por otro lado, un 16.67% de los participantes se posiciona en un nivel de desacuerdo, lo que sugiere una percepción diferente en cuanto a la seguridad de la aplicación.

Figura 62.

Datos sobre seguridad del sistema - Pruebas a profesionales



Siguiendo las directrices del instrumento SUS (Bangor et al., 2009), es importante señalar que los aspectos negativos de la evaluación se reflejan en las respuestas a las preguntas pares del cuestionario. A continuación, presentaremos las percepciones de los profesionales con relación a estos aspectos.

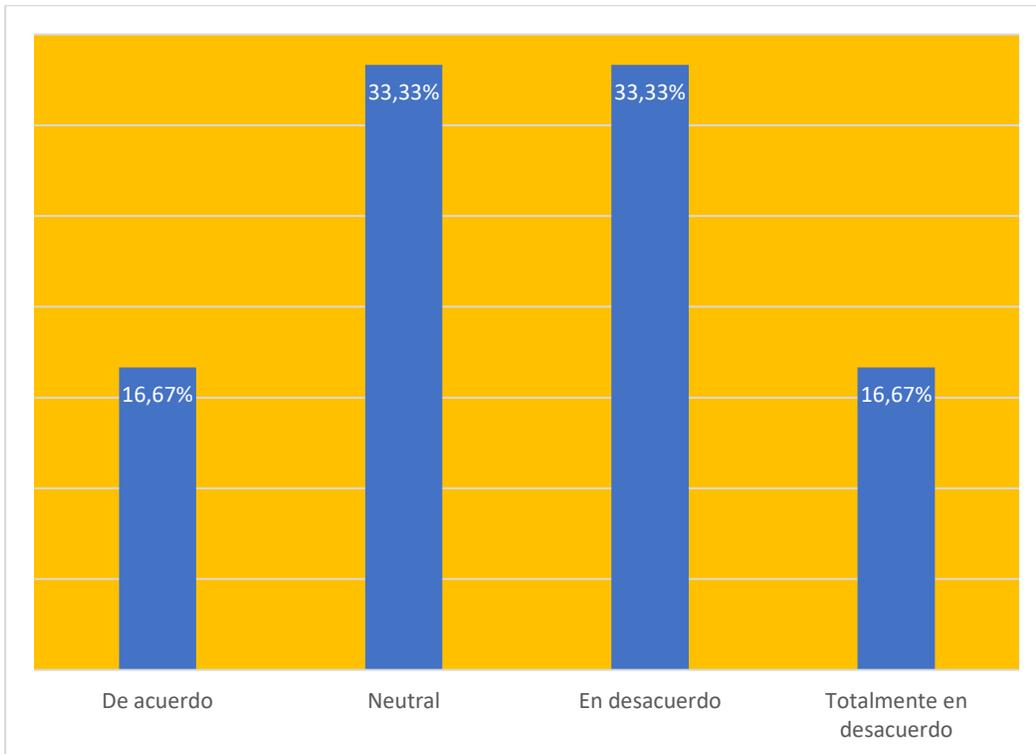
Cuando se evaluó la percepción de los informantes en relación con la sofisticación inherente a la aplicación móvil, notamos que un 33.33% de los participantes manifiesta desacuerdo con la idea de que la aplicación sea altamente compleja. Esta perspectiva sugiere que la aplicación es de fácil uso en la mayoría de los escenarios, respaldando la noción de una interfaz de usuario intuitiva y accesible en múltiples contextos. Esto a su vez sugiere que durante la interacción con la aplicación se registran pocos casos de complejidad.

Para corroborar esta percepción, un 16.67 % de los informantes expresan su conformidad en cuanto a la elevada complejidad que la aplicación implica. Esta diversidad de opiniones destaca la

importancia de considerar la percepción de los usuarios en relación con la complejidad, lo que puede influir en el diseño y la usabilidad de la aplicación móvil UMNAV.

Figura 63.

Datos sobre la complejidad del sistema - Pruebas a profesionales

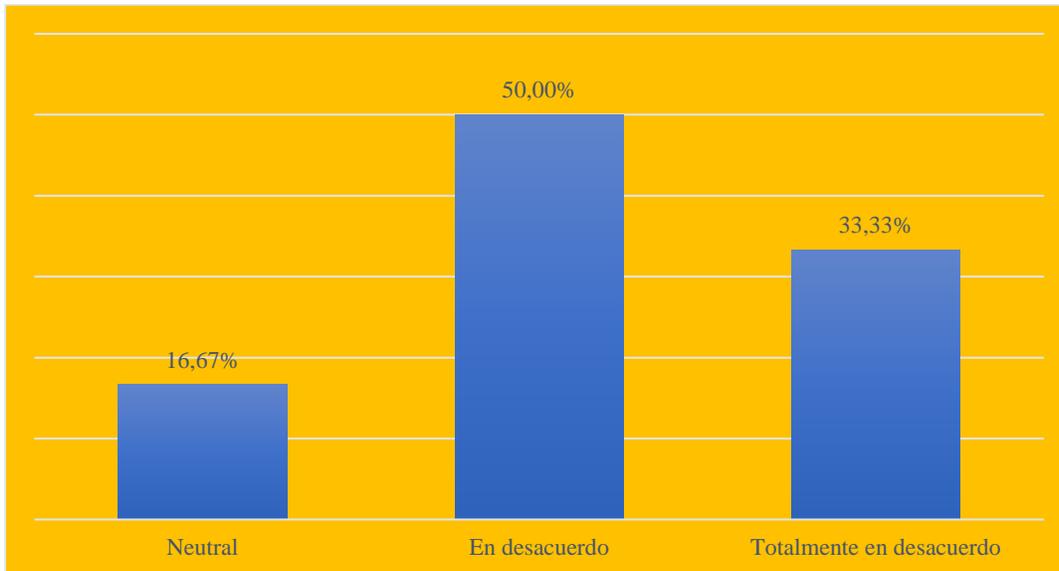


Cuando se consultó a los docentes entrevistados sobre la posibilidad de requerir asistencia técnica para utilizar la aplicación móvil, un 83.33% de los encuestados se posicionaron en desacuerdo y totalmente en desacuerdo. Esto sugiere que es probable que no necesiten asistencia técnica para comprender completamente el uso y la funcionalidad del sistema.

En contraste cuando un 16.7% de los entrevistados expresaron neutralidad, esto indica que han interactuado con la aplicación de manera que no tienen opiniones extremas sobre si requieren o no asistencia técnica. Estos hallazgos siguen subrayando la importancia de una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar, permitiendo a la mayoría de los usuarios utilizar la aplicación sin dificultades significativas, mientras que un pequeño porcentaje podría necesitar apoyo adicional

Figura 64.

Datos sobre el apoyo técnico para la App - prueba de profesionales

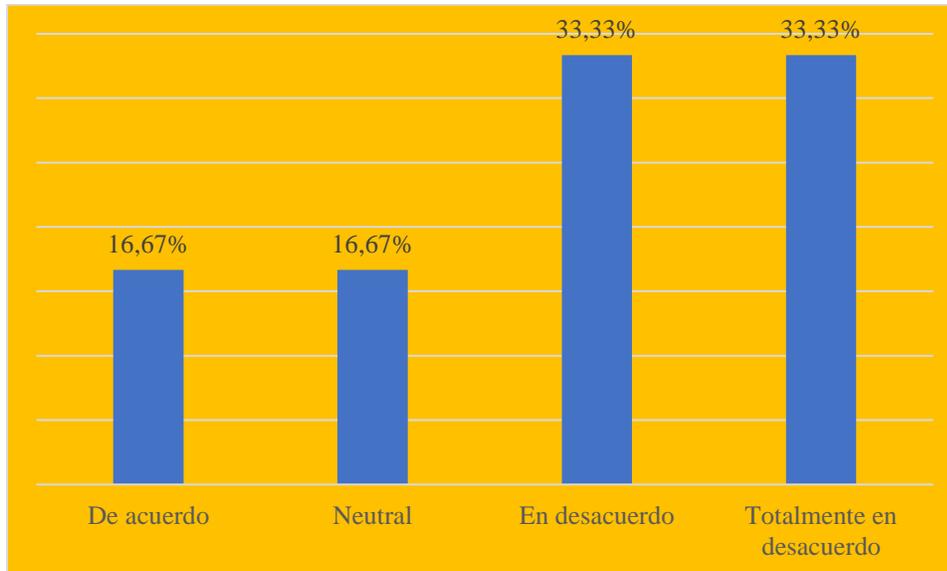


Cuando se exploraron las posibles inconsistencias en la aplicación móvil con los Profesionales, un 33.33% de ellos expresaron su desacuerdo. Esto indica que, durante su interacción con la aplicación, encontraron utilidad y no experimentaron dificultades significativas en su manejo.

Sin embargo, un 16.67% de los participantes se encuentran en un estado intermedio, lo que sugiere que podrían requerir una mayor interacción con la aplicación o que han identificado ciertas inconsistencias que necesitan ser abordadas. Esta diversidad de opiniones señala la importancia de considerar las observaciones de los usuarios para mejorar la calidad y la coherencia de la aplicación móvil.

Figura 65.

Datos sobre la inconsistencia percibida en el sistema – Pruebas a profesionales

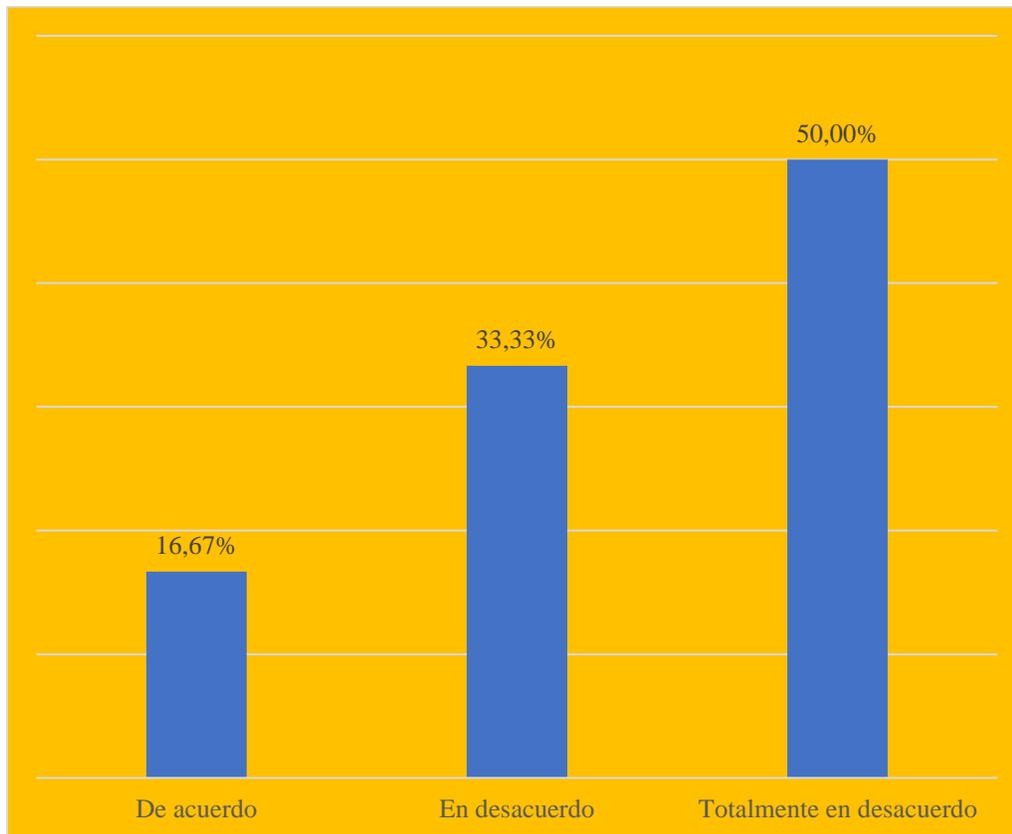


Cuando se consultó a los docentes sobre su percepción de la complejidad en el uso del sistema, se observa que, dentro del contexto de su interacción con la aplicación, existe una proporción reducida de usuarios que enfrentan dificultades en la utilización del sistema. Para respaldar esta afirmación, un 83.33% de los participantes perciben la aplicación como de uso sencillo, lo que sugiere que no experimentan una fase prolongada de adaptación y que la aplicación es intuitiva y funcional desde la primera interacción.

En contraste, un 16.67% de los participantes expresan su acuerdo con la noción de que el sistema posee una considerable complejidad en su empleo. Estos hallazgos subrayan la importancia de una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar, que permite a la mayoría de los usuarios utilizar la aplicación sin dificultades significativas, aunque un pequeño porcentaje de usuarios puede percibirla como más compleja.

Figura 66.

Datos sobre complicación en el uso del sistema - Pruebas a profesionales

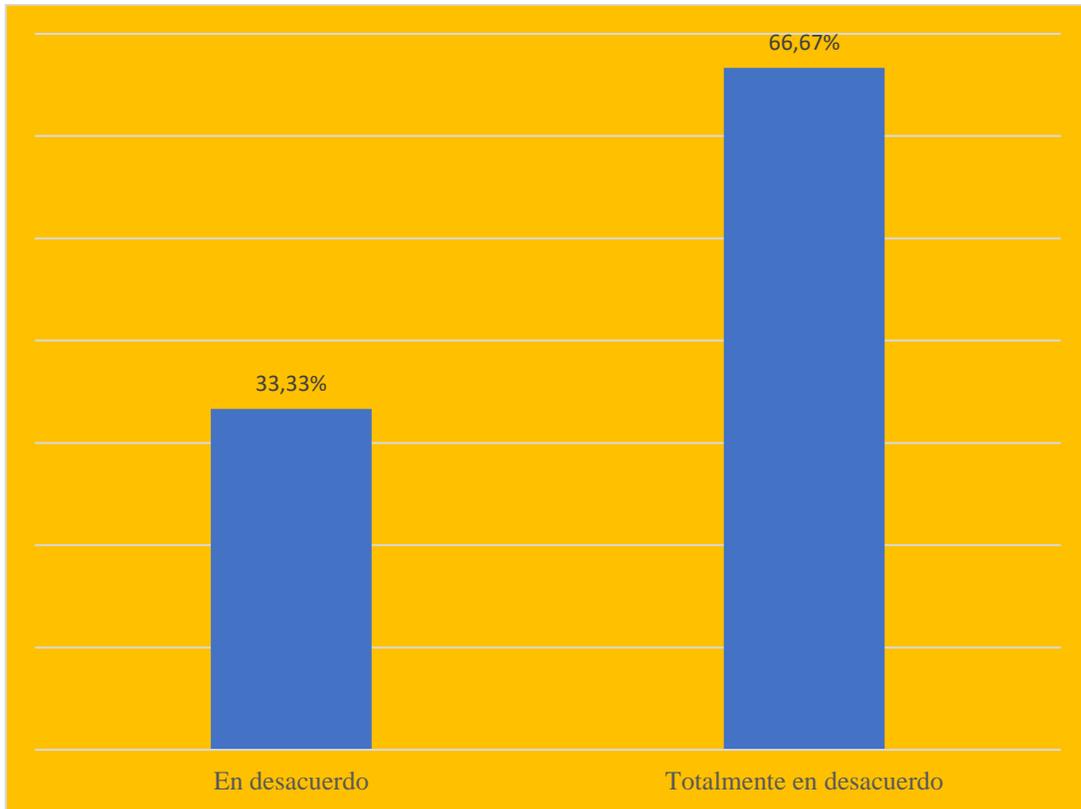


Al realizar investigaciones con los encuestados en relación con la necesidad de adquirir un nivel significativo de conocimiento previo antes de iniciar la utilización de la aplicación móvil, se ha observado que no se requiere un grado significativo de comprensión previa.

En este sentido, el 100% de los participantes se encuentra en un estado de completo desacuerdo o total desacuerdo. Esto sugiere que la aplicación es altamente intuitiva y puede ser utilizada de manera efectiva desde el primer uso, sin necesidad de una preparación previa significativa.

Figura 67.

Datos sobre conocimientos previos- Prueba a profesionales



Para concluir el proceso de evaluación de usabilidad de la aplicación UMNAV por parte de docentes, se realizó un cálculo general de las respuestas con el propósito de analizar la correspondencia entre los valores obtenidos en el cuestionario y el nivel de aceptación propuesto por el Sistema de Usabilidad del Software (SUS) de Bangor et al. (2009).

Este proceso de evaluación de la percepción de usabilidad involucró una serie de pasos específicos basados en el método estándar. En primer lugar, se obtuvieron las respuestas proporcionadas por los usuarios, seguido de la asignación de valores a cada enunciado de la escala Likert. Los valores asignados fueron los siguiente:

Tabla 15.

Enunciados y valores escala de Lickert

Enunciado	Puntaje
Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
Neutro	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

Después Cada declaración en la escala Likert se asocia con un valor numérico, que puede ser 1, 2, 3, 4 o 5, según la respuesta dada por el encuestado. Los cálculos se realizan de la siguiente manera:

Se suman los valores de las respuestas a las declaraciones impares y se resta 5.

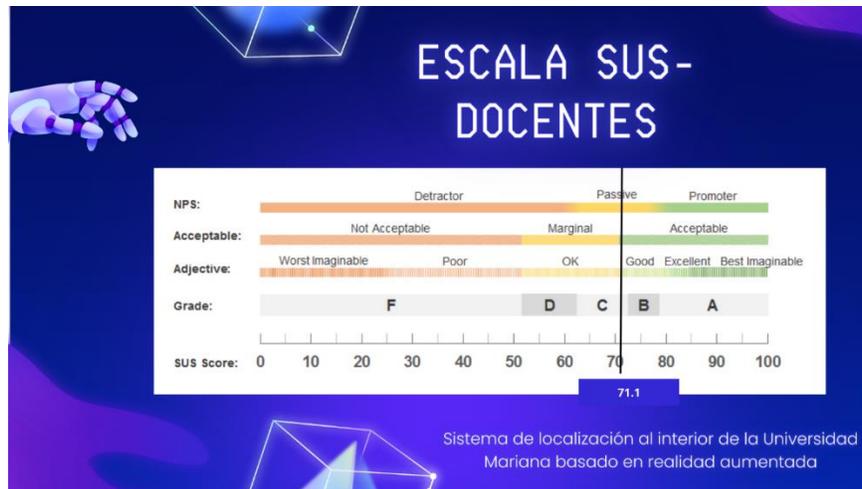
Se suman los valores de las respuestas a las declaraciones pares y se resta ese total a 25.

Luego, se suman ambos resultados y se multiplica por 2,5 para obtener el puntaje final.

Este procedimiento se utiliza para evaluar la percepción de usabilidad de la aplicación , ahora al realizar las respuestas de profesionales se obtuvo lo siguiente.

Figura 68.

Escala SUS - Prueba docentes



Conforme a lo representado en la Figura 69, la evaluación del Sistema de Usabilidad del Software (SUS) de Bangor et al. (2009) arrojó un puntaje de 71.1 sobre un total de 100. Este puntaje refleja una percepción generalmente positiva acerca de la usabilidad de la aplicación. No obstante, un análisis más detenido, incluyendo el Net Promoter Score (NPS), sugiere que los usuarios están satisfechos con la aplicación, aunque existe margen para mejorar la experiencia del usuario.

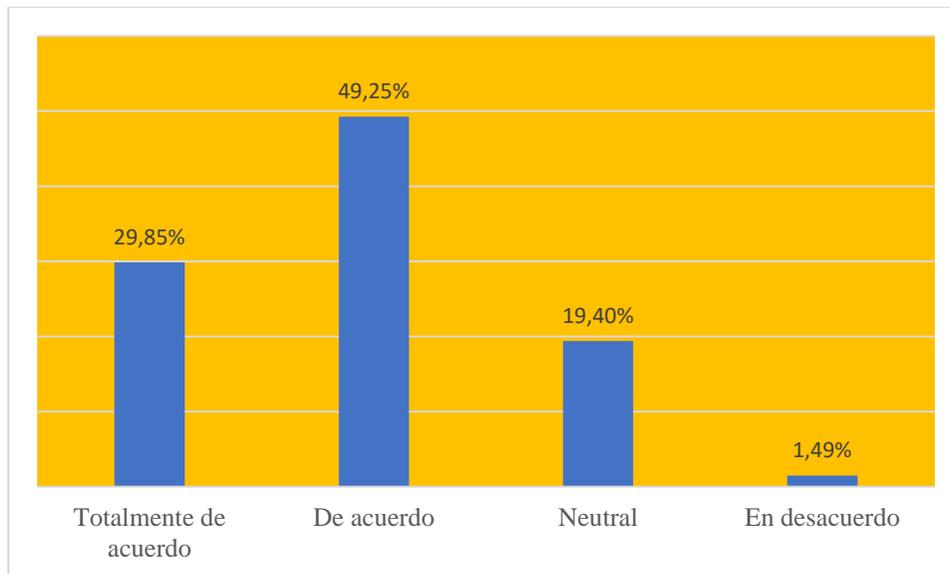
Las categorías "acceptable" y "adjective" indican que la usabilidad es razonable y satisface a los usuarios, aunque ciertas áreas podrían ser optimizadas para lograr un mayor nivel de usabilidad. Del mismo modo, en la categoría "grade," se resalta la necesidad de perfeccionar aspectos específicos del sistema con el fin de lograr una puntuación más elevada en términos de recomendación. Este análisis subraya que, a pesar de haber establecido una base sólida, se deben reajustar y refinar ciertos aspectos de la aplicación para proporcionar una experiencia de usuario aún más satisfactoria.

A continuación, se aplicó el mismo procedimiento a las pruebas realizadas con los estudiantes, donde inicialmente en las preguntas relacionadas con aspectos positivos.

Cuando se consultó a los informantes acerca del uso frecuente de la aplicación móvil, un 79.1% de ellos expresó estar totalmente de acuerdo o de acuerdo con su uso. Esto indica que durante su interacción con la aplicación, encontraron utilidad y no enfrentaron dificultades significativas en su manejo. Sin embargo, un 19.40% de los participantes se encuentran en un estado intermedio, lo que podría sugerir que podrían beneficiarse de una mayor interacción con la aplicación o que requieren una mayor familiarización con ella.

Figura 69.

Datos sobre el uso frecuente de la App - Prueba a estudiantes

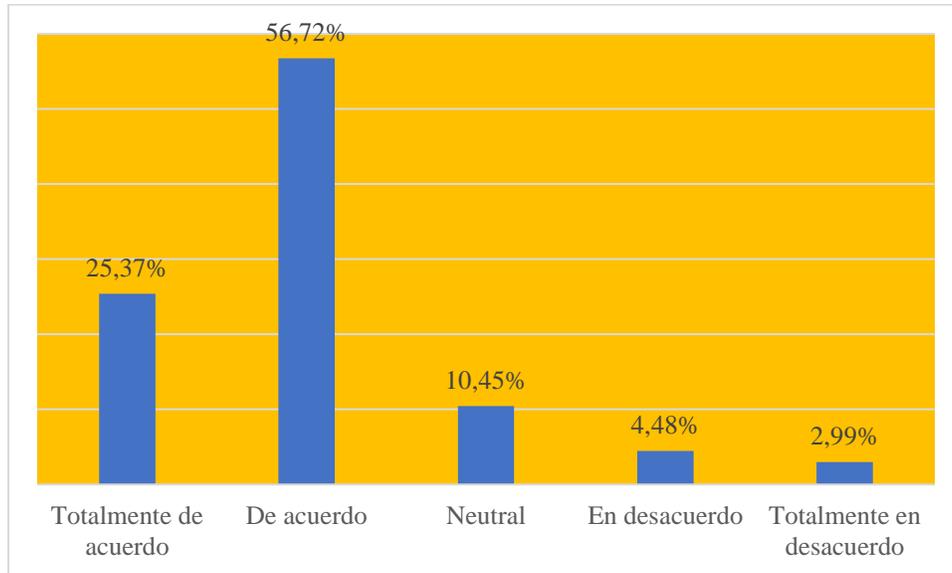


Al indagar a los informantes sobre la facilidad de uso de la aplicación móvil, se observa que un 82.09% de ellos expresan estar totalmente de acuerdo o de acuerdo con su facilidad de uso. Esto indica que, durante su interacción con la aplicación, la perciben como intuitiva y no experimentan dificultades significativas en su manejo.

Por otro lado, un 10.45% de los participantes se encuentran en un estado intermedio, lo que sugiere que podrían beneficiarse de una mayor familiarización con la aplicación para mejorar su experiencia de interacción.

Figura 70.

Datos del fácil uso del aplicativo - Pruebas a estudiantes

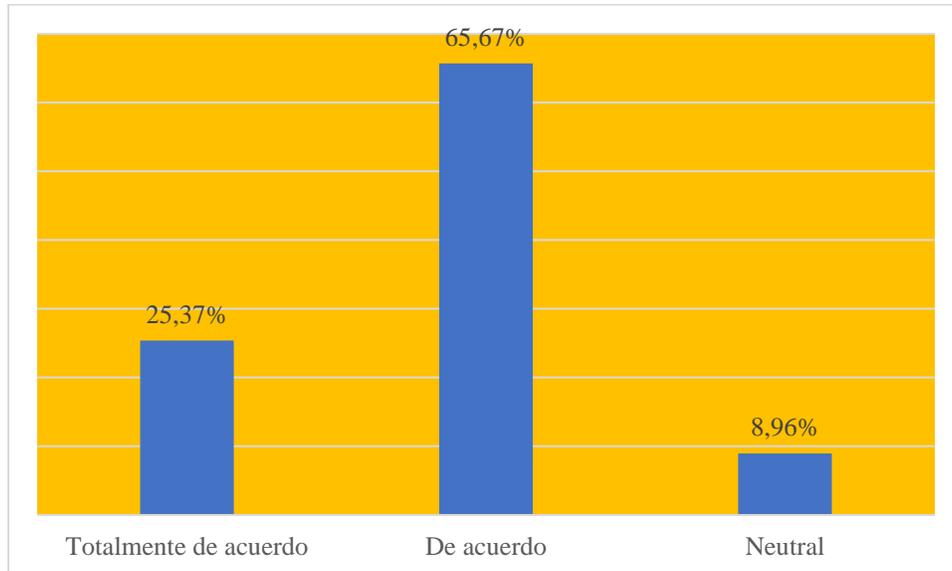


Cuando se exploran las opiniones de los informantes en relación a las diversas capacidades de la aplicación móvil, se observa que un 82.09% de ellos manifiestan estar completamente de acuerdo con las integraciones implementadas. Este hallazgo refleja que, durante su interacción con la aplicación, los usuarios han valorado positivamente la presencia de una integración sólida y coherente de funciones, lo que se traduce en una experiencia sin inconvenientes en la manipulación de la plataforma.

Por otro lado, un 8.96% de los participantes se sitúa en una posición intermedia. Este resultado podría indicar que este grupo de usuarios requiere una mayor interacción con la aplicación para lograr una comprensión completa de todas sus funcionalidades. Es plausible inferir que una mayor exposición y familiarización con las características de la aplicación podría llevar a una percepción más sólida y un aprovechamiento más completo de sus capacidades.

Figura 71.

Datos sobre funciones integrados del sistema - Pruebas a estudiante

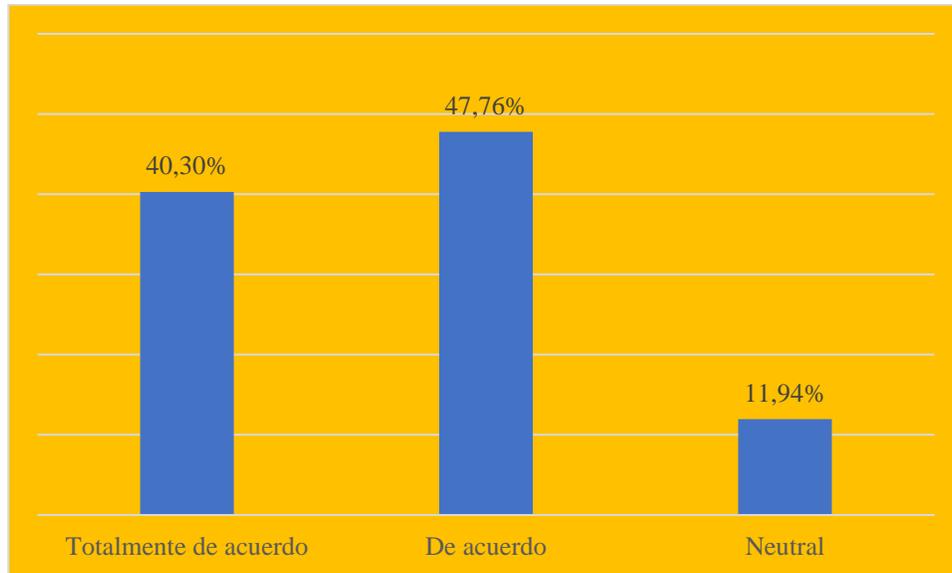


Cuando se investigó la percepción de los informantes sobre su aptitud para aprender a utilizar la aplicación móvil, se encontró que el 88.06% de ellos manifestaron su total acuerdo o acuerdo con un proceso de adquisición de conocimientos expedito. Esto indica que, durante su interacción con la aplicación, se ha logrado una incorporación eficaz y sin complicaciones, lo que a su vez se traduce en una experiencia de aprendizaje rápida y sin obstáculos.

En contraste, el 11.94% de los participantes se encuentran en un nivel intermedio. Este hallazgo podría indicar que esta fracción de usuarios demanda un mayor grado de interacción con la aplicación o, en un escenario potencial, la disponibilidad de un manual de instrucciones para facilitar la comprensión de las funcionalidades y características del sistema.

Figura 72.

Datos sobre facilidad de aprendizaje del sistema

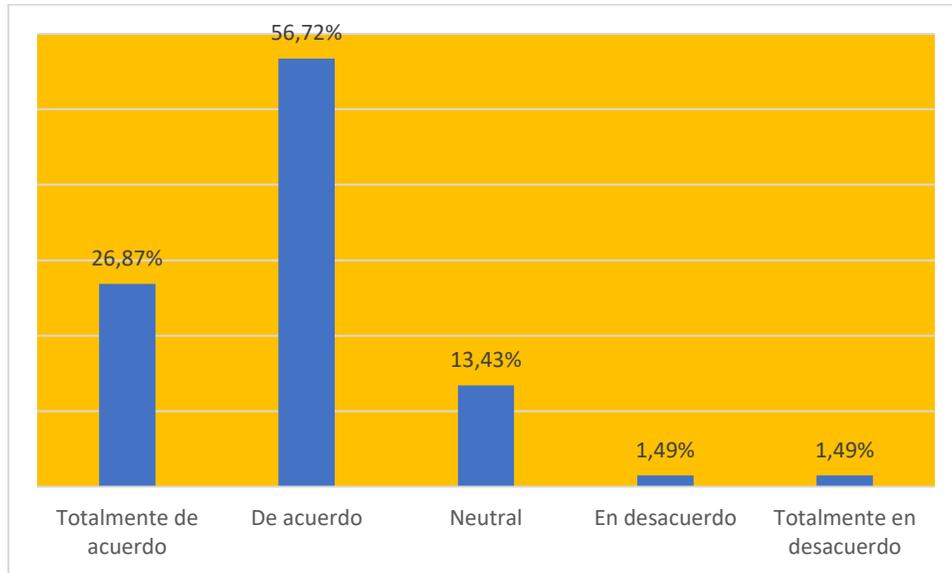


Al analizar la percepción de seguridad entre los usuarios al utilizar la aplicación móvil, se destaca que un significativo 83.59% de ellos manifiesta sentirse completamente seguros o de acuerdo con la seguridad experimentada durante su uso. Esto indica que, en sus interacciones con la aplicación, los usuarios se desenvuelven en un entorno que les brinda confianza y les permite evitar preocupaciones relacionadas con posibles pérdidas de datos o vulnerabilidades.

En contraste, un 13.43% de los participantes se sitúa en una posición intermedia en su percepción de seguridad. Esto sugiere que este grupo de usuarios podría beneficiarse de una implementación más sólida de mecanismos de seguridad, lo cual contribuiría a generar un mayor grado de tranquilidad en el contexto de sus actividades de navegación dentro de la aplicación.

Figura 73.

Datos sobre la seguridad del aplicativo – Pruebas a estudiantes

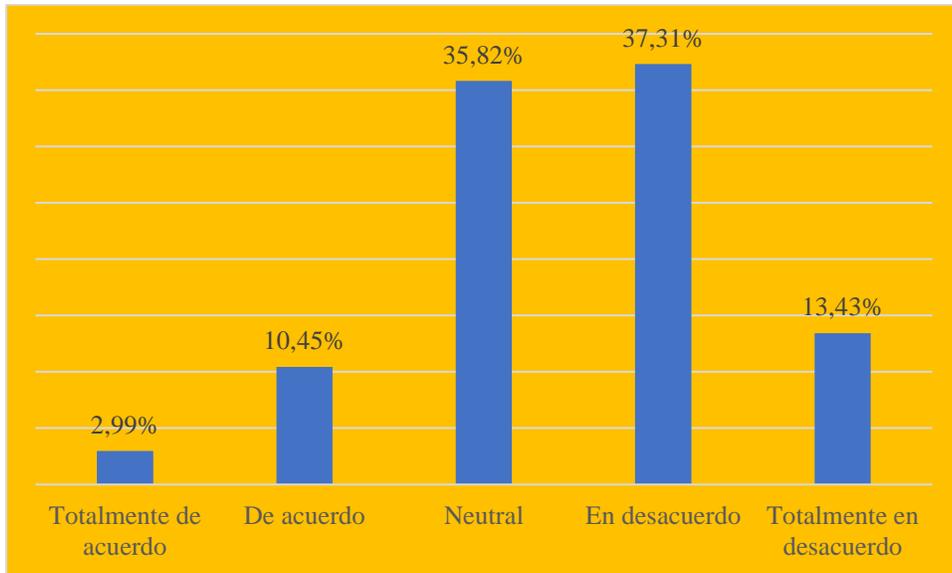


Siguiendo las directrices del instrumento SUS (Bangor et al., 2009), es importante señalar que los aspectos negativos de la evaluación se reflejan en las respuestas a las preguntas pares del cuestionario. A continuación, presentaremos las percepciones de los estudiantes con relación a estos aspectos.

Al evaluar la percepción de los informantes acerca de la sofisticación de la aplicación móvil, se destaca que el 37.31% de los participantes muestra desacuerdo con la idea de una complejidad elevada. Esto sugiere que la mayoría de los usuarios considera que la aplicación es de fácil utilización, respaldando la noción de una interfaz de usuario intuitiva y accesible en diversos contextos. Así, durante la interacción con la aplicación, se observa una baja incidencia de situaciones complejas. Por otro lado, un pequeño 2.99% de los participantes se siente conforme con la complejidad que presenta la aplicación.

Figura 74.

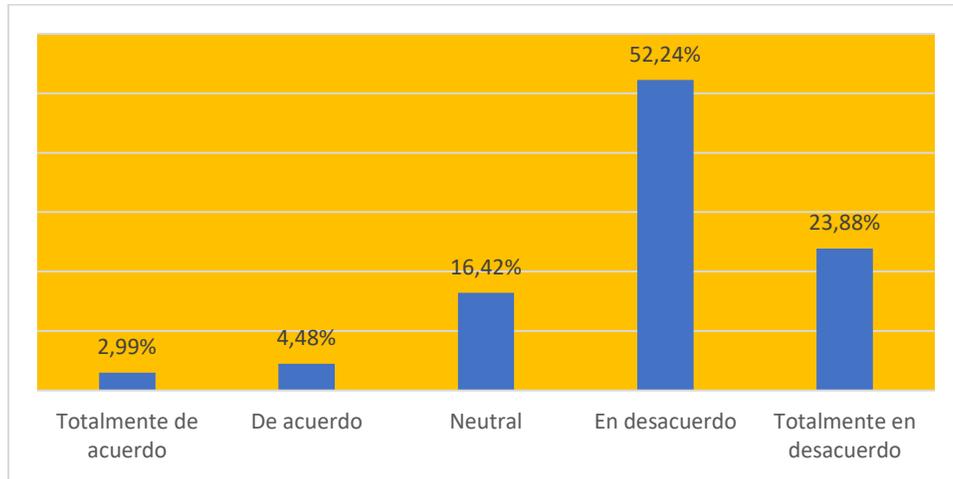
Datos sobre la complejidad innecesaria - Prueba a estudiantes



Cuando se consultó a los entrevistados sobre la posibilidad de requerir asistencia técnica para utilizar la aplicación móvil, un 76.12% de los encuestados se mostró en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Esto sugiere que es poco probable que necesiten asistencia técnica para comprender plenamente el uso y la funcionalidad de la aplicación. Por el contrario, un reducido 2.99% expresó su total conformidad, lo que indica que han interactuado con la aplicación de manera fluida y sin enfrentar obstáculos en su manejo.

Figura 75.

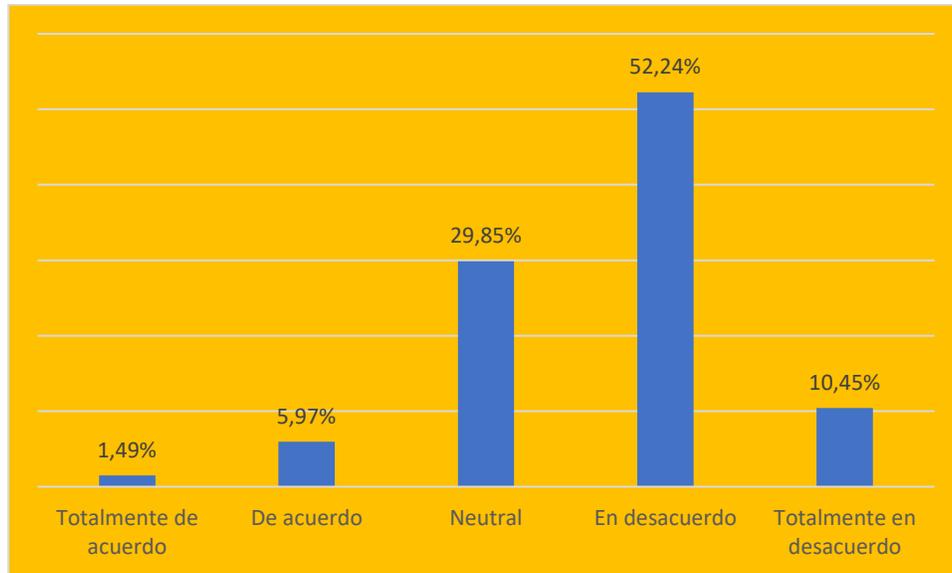
Datos sobre la necesidad de un técnico



Cuando se exploraron las opiniones de los informantes acerca de las inconsistencias en la aplicación móvil, el 52.24% de ellos expresó su desacuerdo. Esto indica que durante su interacción con la aplicación, no han encontrado problemas significativos y la han encontrado útil. Sin embargo, un 29.85% de los participantes se ubican en un estado intermedio, lo que podría sugerir que podrían beneficiarse de una mayor interacción con la aplicación o que necesitan un mayor tiempo de familiarización con ella para resolver posibles inconsistencias.

Figura 76.

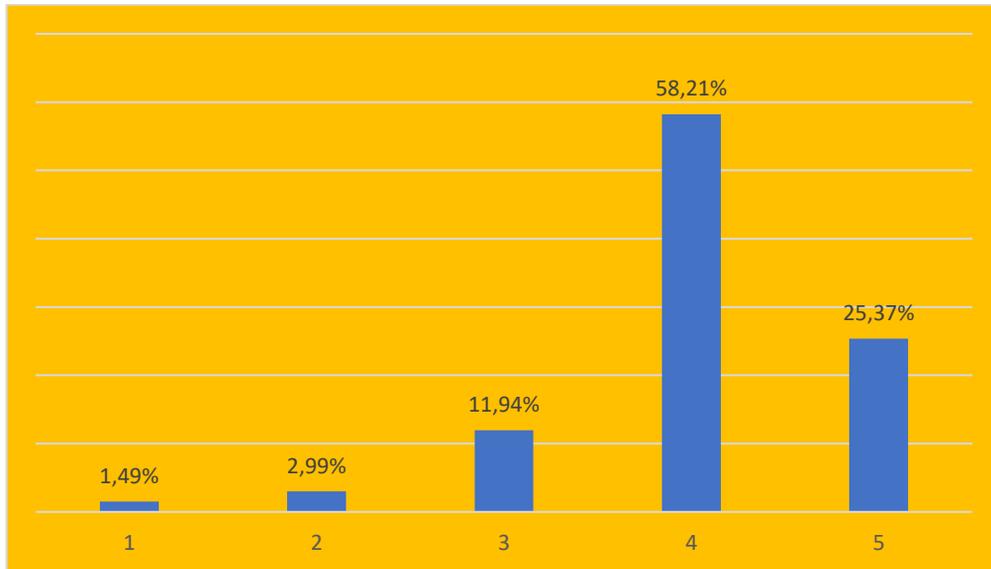
Datos sobre inconsistencias con la App - Prueba a estudiantes



Cuando se consultó a los estudiantes sobre su percepción de la complejidad en el uso del sistema, se observó que, en el contexto de su interacción con la aplicación, existe una proporción reducida de usuarios que enfrentan dificultades al utilizar el sistema. Para respaldar esta afirmación, se destaca que un considerable 83.58% de los participantes considera la aplicación como de uso sencillo, lo que sugiere que no experimentan una fase prolongada de adaptación y que la aplicación es intuitiva y funcional desde la primera interacción. Por otro lado, un 4.48% de los participantes manifiesta estar completamente de acuerdo con la idea de que el sistema es considerablemente complejo en su uso.

Figura 77.

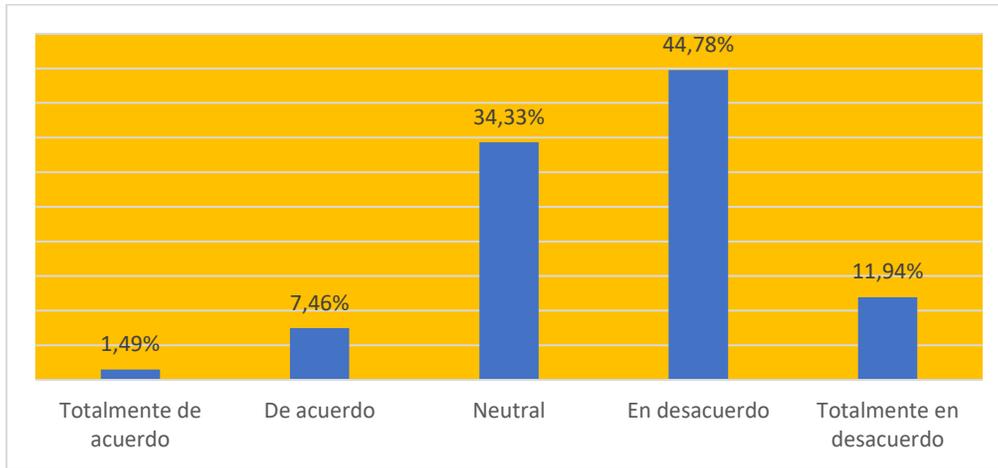
Datos sobre la complicación del uso del sistema - Prueba a estudiantes



Al indagar entre los encuestados acerca de la necesidad de adquirir un nivel significativo de conocimiento previo antes de utilizar la aplicación móvil, se encontró que no se ha proporcionado un grado suficiente de comprensión. Por lo tanto, un 56.72% de los participantes se encuentra en un estado de completo desacuerdo, lo que podría sugerir que la aplicación es altamente intuitiva y se puede utilizar fácilmente desde el primer uso. Por otro lado, un 9.25% de los participantes expresan una total concordancia con la idea de que se requiere un aprendizaje o una interacción extensa con la aplicación antes de poder utilizarla.

Figura 78.

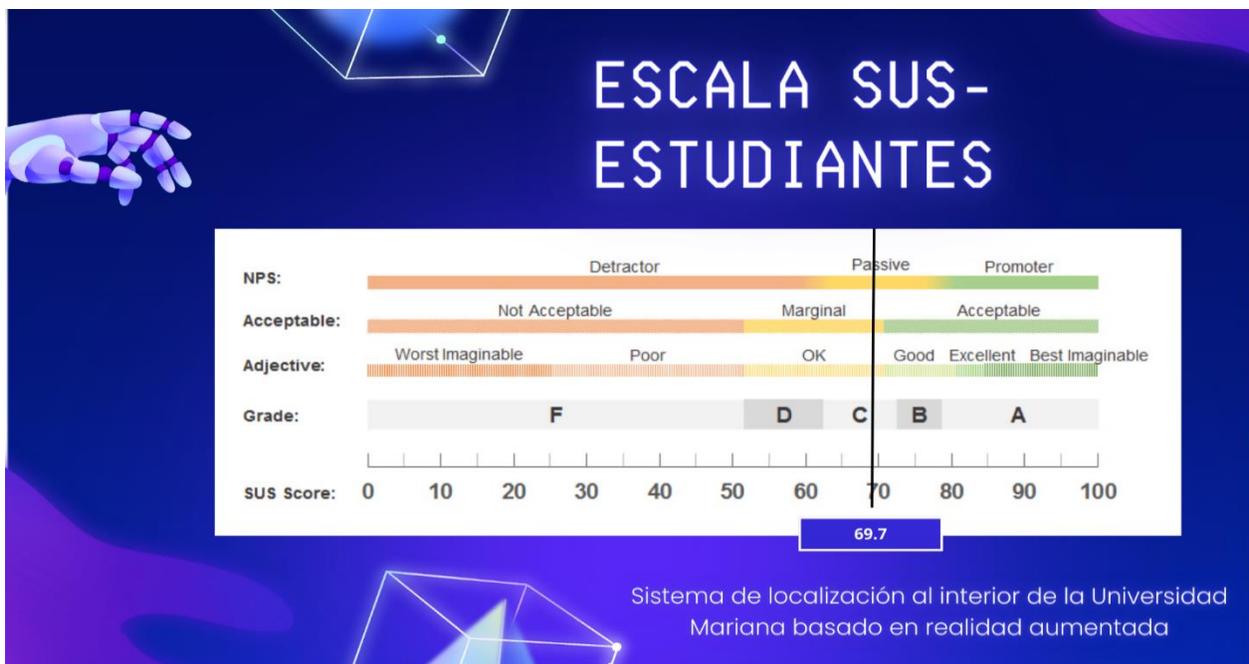
Datos sobre el aprendizaje antes de usar la App- Prueba a estudiantes



Ahora procedemos a aplicar las fórmulas del Sistema de Usabilidad del Software (SUS) a los datos de los estudiantes de la misma manera que lo hicimos anteriormente con los docentes. Como se puede observar la Figura 78.

Figura 79.

Escala SUS - Prueba a estudiantes



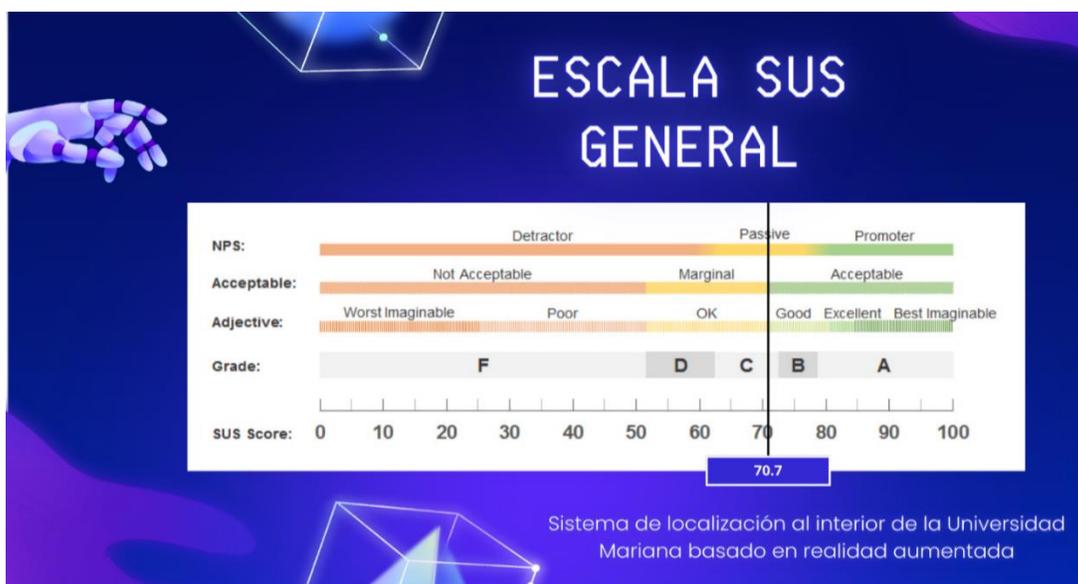
Según lo representado en la Figura 79, la evaluación del Sistema de Usabilidad del Software (SUS) de Bangor et al. (2009) ha arrojado un puntaje de 69.7 sobre un total de 100. Este puntaje refleja una percepción generalmente positiva acerca de la usabilidad de la aplicación. No obstante, un análisis más detenido, que incluye el Net Promoter Score (NPS), sugiere que los usuarios están satisfechos con la aplicación, aunque existe espacio para mejorar la experiencia del usuario.

Las categorías "acceptable" y "adjective" indican que la usabilidad es razonable y satisface a los usuarios, aunque ciertas áreas podrían ser optimizadas para lograr un mayor nivel de usabilidad. Asimismo, en la categoría "grade," se destaca la necesidad de perfeccionar aspectos específicos del sistema con el fin de obtener una puntuación más alta en términos de recomendación. Este análisis enfatiza que, a pesar de haber establecido una base sólida, se deben reajustar y refinar ciertos aspectos de la aplicación para proporcionar una experiencia de usuario aún más satisfactoria.

En resumidas cuentas después de obtener tanto la escala de estudiantes y docentes se realiza un promedio de los dos resultados, es decir $(71.7 + 69.7) / 2$, en lo cual resultaría en un puntaje de 70.7, como se observa en la gráfica a continuación.

Figura 80.

Escala SUS final



En resumen, el índice de usabilidad, como indicado por el Sistema de Usabilidad del Software (SUS), se encuentra en un rango aceptable. Esto significa que el software ha sido evaluado como razonablemente utilizable por los usuarios. Sin embargo, hay margen para mejoras. Aunque los usuarios están satisfechos en general, existen áreas específicas que pueden ser optimizadas para ofrecer una experiencia de usuario aún más satisfactoria.

En términos más simples, el software es UMNAV es funcional y útil, pero aún hay espacio para hacerlo mejor y más amigable para los usuarios. Las áreas que requieren mejoras como la realidad aumentada en la navegación exterior, rutas optimas a cada edificio y más funcionalidades deben ser ajustadas para lograr una usabilidad óptima y una experiencia de usuario superior.

2.3.10 Emitir Recomendaciones - Discusión

Durante el recorrido de las pruebas, se identificaron varias recomendaciones importantes. Algunas de estas destacan la necesidad de actualizar el mini mapa en la navegación interior del edificio San José para mejorar la usabilidad y brindar un mejor apoyo al usuario. También se hizo hincapié en la importancia de mejorar la precisión de la realidad aumentada en la navegación exterior y ubicación, así como en la optimización de las rutas para hacerlas más rápidas y eficientes.

Como investigador, basándome en la experiencia de evaluación de la funcionalidad y usabilidad, recomiendo para futuros trabajos tener en cuenta la precisión del GPS. Actualmente, se observa un error de ubicación, especialmente en dispositivos más antiguos. Por lo tanto, para futuros proyectos, se sugiere explorar formas de lograr una mayor precisión en el GPS. Esto permitirá a los usuarios dirigirse directamente al edificio deseado y esto afecta de manera directamente proporcional a la realidad aumentada que se deseó desarrollar en para la navegación exterior.

Además, se recomienda investigar la implementación de inteligencia artificial para el mapeo de pisos utilizando nuevas tecnologías. Esto podría mejorar significativamente la experiencia de navegación y proporcionar información detallada sobre la ubicación y los recursos disponibles en cada piso del edificio.

En resumen, estas recomendaciones pueden contribuir a una experiencia de usuario más efectiva y eficiente al utilizar la aplicación UMNAV y asegurar que la navegación en el campus sea más precisa y satisfactoria en futuros desarrollos.

2.3.11 Divulgaciones

El proyecto ha tenido una participación significativa en un evento internacional, logrando buen feedback en cada uno de ellos. Como evidencia concreta de los logros obtenidos, presentamos un detallado registro de los diversos eventos en los que el proyecto ha participado, acompañados por los correspondientes certificados (se pueden visualizar en el Anexo 6).

Esta travesía de divulgación ha permitido al proyecto adentrarse en un entorno académico y profesional de alcance global, donde su calidad y aportes han sido ampliamente reconocidos. Los resultados sobresalientes en cada evento no solo validan la solidez de la investigación, sino también su capacidad para trascender fronteras y contextos. Los certificados que respaldan estos logros son testigos de los honores y reconocimientos alcanzados, consolidando la posición del proyecto como una contribución significativa y destacada en el ámbito de la investigación.

Además, se informa que en el próximo mes se llevará a cabo una divulgación a nivel nacional, lo que ampliará aún más el impacto y la visibilidad del proyecto en el ámbito nacional.

3. Conclusiones

En conclusión, el respaldo de los referentes teóricos sobre los diversos tipos de señalización resultó fundamental para adquirir el conocimiento necesario para analizar de manera efectiva la señalética de la universidad. Este enfoque teórico proporcionó una base sólida para comprender los principios y conceptos que rigen la señalización, lo que a su vez facilitó la evaluación de la señalética existente en el campus universitario.

Adicionalmente, a través del empleo del instrumento de entrevista con profesionales en relaciones públicas, radio y televisión, y la colaboración del departamento de arquitectura, se pudo llevar a cabo un análisis minucioso de la señalización presente en la universidad. Los resultados obtenidos indican que la señalización dentro del campus no cumple en su totalidad con las normativas establecidas y, lo que es más relevante, no proporciona el apoyo necesario a las personas que recién ingresan a las instalaciones. Esta falta de cumplimiento normativo y de eficacia en la señalización representa una oportunidad clave para la mejora y optimización de la experiencia de los usuarios en la universidad.

De la misma manera, se puede concluir que, al adquirir un conocimiento profundo sobre los diferentes tipos de Realidad Aumentada (AR), se logró desarrollar con éxito un objeto de estudio aplicando AR en la navegación interior del edificio San José. Esto se logró mediante la utilización de la inteligencia artificial proporcionada por Unity, lo que destacó la importancia de que el mundo virtual y el entorno real se asemejen en gran medida para obtener mediciones precisas de la realidad aumentada.

En cuanto a la navegación exterior, se aprendió que la API de Google Maps y su desfase temporal afectan directamente la ubicación del usuario. Además, la falta de planos detallados de toda la universidad limitó la exactitud de las mediciones en el espacio virtual. Sin embargo, el mapeo realizado desde la vista satelital de Google Maps demostró ser una herramienta útil para ayudar a los usuarios a ubicarse en los diferentes puntos de interés de la universidad. Estos hallazgos subrayan la complejidad de la navegación exterior y destacan la necesidad de abordar los

desafíos relacionados con la precisión de Geolocalización y la disponibilidad de datos en futuros proyectos de Realidad Aumentada en este contexto.

Igualmente, se logró obtener un puntaje calificado como "aceptable" en la escala del Sistema de Escalas de Usabilidad. Esto indica que el proyecto ha desarrollado un software que cumple efectivamente con su función principal: asistir a los usuarios en su navegación por la universidad. Aunque existen áreas que podrían ser mejoradas, este resultado refleja que el proyecto ha establecido una base sólida en términos de usabilidad.

Es relevante destacar que los usuarios que participaron en las pruebas se mostraron satisfechos con el desarrollo del software y expresaron su deseo de que esta solución se implemente en toda la universidad. Esto resalta la importancia y la utilidad percibida del proyecto, lo que sugiere un alto potencial para su adopción a nivel institucional. En resumen, el proyecto ha demostrado su eficacia en la mejora de la experiencia de navegación de los usuarios en el campus universitario y ha recibido una respuesta positiva por parte de los usuarios que participaron en las pruebas.

Sin duda, la realidad aumentada es una tecnología versátil que encuentra aplicaciones en diversas áreas. En el contexto de este proyecto, hemos visto cómo puede ser una herramienta valiosa para mejorar la navegación en espacios universitarios, brindando a los usuarios una experiencia más eficiente y cómoda. Sin embargo, su utilidad se extiende mucho más allá.

La realidad aumentada se ha convertido en un motor de innovación en el desarrollo tecnológico, especialmente en la era de la industria 4.0. Este proyecto se ha acercado a estas tecnologías avanzadas, como una aplicación que incorpora elementos de realidad aumentada, lo que lo sitúa en sintonía con el nuevo mundo del Metaverso, que promete revolucionar la forma en que interactuamos con la tecnología y el entorno. Además, este enfoque de innovación no solo es valioso para la gestión de campus universitarios, sino que también puede aplicarse a la industria del turismo y la educación de maneras significativas.

En el ámbito del turismo, la realidad aumentada puede enriquecer la experiencia de los viajeros al proporcionar información en tiempo real sobre destinos turísticos, guiar a los visitantes a través de rutas específicas y ofrecer una visión más interactiva y enriquecedora del patrimonio cultural y natural. Además, en el campo de la educación, la realidad aumentada puede revolucionar la forma en que los estudiantes aprenden, brindando una experiencia de aprendizaje más inmersiva y participativa. Desde la educación en el aula hasta la capacitación en entornos profesionales, las posibilidades son emocionantes.

En conclusión, este proyecto no solo ha mejorado la navegación en un campus universitario, sino que también ha explorado un mundo de posibilidades tecnológicas y ha sentado las bases para futuras innovaciones. La realidad aumentada es una herramienta poderosa que, cuando se aplica de manera creativa, puede enriquecer nuestras vidas y transformar diversas áreas, desde el turismo hasta la educación. Con una mente abierta a la innovación y la tecnología, estamos en un camino emocionante hacia un futuro enriquecido por estas tecnologías avanzadas.

4. Recomendaciones

Durante el desarrollo del proyecto y la evaluación de su usabilidad, se han identificado áreas clave que pueden beneficiarse de mejoras en futuras ocasiones. En primer lugar, se recomienda continuar trabajando en la geolocalización para lograr una mayor precisión, especialmente en un entorno tan complejo y cercano entre edificios como el campus de la Universidad Mariana. Esto permitirá que los usuarios obtengan ubicaciones más exactas y, en consecuencia, una experiencia de navegación interior más efectiva. La mejora de la precisión en la ubicación es esencial para garantizar que los usuarios puedan confiar plenamente en la aplicación para guiarlos.

Además, se sugiere la creación de planos detallados de los edificios utilizando herramientas de nueva tecnología como lo podría ser inteligencia artificial. Esta recomendación tiene como objetivo agilizar la implementación de la navegación interior. Contar con planos actualizados y precisos servirá como una base sólida para el aplicativo, permitiendo una mejor representación de los espacios y facilitando la navegación de los usuarios en el interior de los edificios.

Otra área de mejora está relacionada con la presentación de las rutas proporcionadas por el aplicativo en el mapa 2D. Mejorar la efectividad de estas rutas es esencial para que los usuarios puedan comprender y seguir las indicaciones de manera más efectiva. La visualización de las rutas desempeña un papel crucial en la usabilidad de la aplicación, por lo que su mejora contribuirá significativamente a la experiencia del usuario.

Por último, se recomienda explorar la posibilidad de ampliar la compatibilidad del aplicativo para incluir dispositivos iOS, como iPhone. Dado que el aplicativo actualmente utiliza AR Core, que es una plataforma exclusiva de Android, considerar alternativas o soluciones que permitan a los usuarios de iOS acceder a las funcionalidades de realidad aumentada. Esto ampliaría el alcance del aplicativo y brindaría a un público más amplio la posibilidad de beneficiarse de sus características.

Estas recomendaciones se centran en áreas clave que pueden fortalecer el proyecto y ofrecer a los usuarios una experiencia de navegación y uso más completa y efectiva. Al abordar estos aspectos en futuras iteraciones, el proyecto puede continuar mejorando y cumpliendo con las expectativas de los usuarios.

Referencias

- Abdallah, S., Ajmi, F., Othman., S., Vermandel, S., y Hammadi, S. (2019). Augmented reality for real-time navigation assistance to wheelchair users with obstacles' management. *Rev. Computational Science – ICCS*, 528–534. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22750-0_47
- Aksenov, A. L., y Kozlov, O. I. (2021). Satellite and aerial imagery geo-referencing using ground features. *Rev. Geodezia i Kartografia*, 975(9). <https://doi.org/10.22389/0016-7126-2021-975-9-21-29>
- Antz. (1932). *Escala de Likert*. Antz Newsletter. http://www.ict.edu.mx/acervo_bibliotecologia_escalas_Escala de Likert.pdf
- Aukstakalnis, S. (2016). *Practical Augmented Reality: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR*. <https://www.amazon.com/Practical-Augmented-Reality-Technologies-Applications/dp/0134094239>
- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., y MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *Rev. IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6). <https://doi.org/10.1109/38.963459>
- Beck, K., y Andres, C. (2004). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. In XP Series. https://books.google.com.co/books/about/Extreme_Programming_Explained.html?id=G8EL4H4vf7UC&redir_esc=y
- Bin Uzayr, S. (2022). *Mastering React Native*. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781003310440/mastering-react-native-sufyan-bin-uzayr>

- Boduch, A., y Derks, R. (2020). *React and React Native*. Packt Publishing Ltd. <https://www.perlego.com/es/book/1443364/react-and-react-native-a-complete-handson-guide-to-modern-web-and-mobile-development-with-reactjs-3rd-edition-pdf>
- Cascón-Katchadourian, J., y Alberich-Pascual, J. (2021). The Georeferencing of Old Cartography in Geographic Information Systems (GIS): Review, Analysis and Comparative Study of Georeferencing Software. *Rev. General de Informacion y Documentacion*, 31(1). <https://doi.org/10.5209/rgid.76965>
- Christianto, P. A., Restyandito, R., Susanto, E. B., y Maulana, Moh. R. (2019). Penerapan Library AR.js pada Aplikasi e-Label Batik untuk Mendukung Kejelasan dan Kecepatan Tampi2.2 Inya Informasi Keaslian Batik. *Rev. Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(3). <https://doi.org/10.25126/jtiik.201963985>
- Chanphearith, S., y Santoso, J. (2016). Analysis and Implementation of Location-Based Augmented Reality Mobile Application for Searching Tourist Attractions and Culinary Places in Phnom Penh. *Rev. International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCST)*, 4(6). https://www.researchgate.net/publication/324171966_Analysis_and_Implementation_of_Location-Based_Augmented_Reality_Mobile_Application_for_Searching_Tourist_Attractions_and_Culinary_Places_in_Phnom_Penh_City_Cambodia
- Chung, C. O., He, Y., y Jung, H. K. (2016). Augmented reality navigation system on android. *Rev. International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 6(1). <https://doi.org/10.11591/ijece.v6i1.9345>
- Curtsson, F. (2021). *Designing an Augmented Reality Based Navigation Interface for Large Indoor Spaces*. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1588853/FULLTEXT01.pdf>

- Dabit, N. (2019). *React Native in Action*. Manning Publications.
<https://www.manning.com/books/react-native-in-action>
- Dalalah, A. (2014). Extreme Programming: Strengths and Weaknesses. *Rev. Computer Technology and Application*, 5, 15-20.
<https://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/55938a7eab601.pdf>
- Da Silva, D. (2020). *Qué es escala de Likert y cómo aplicarla*. Zendesk MX.
<https://www.zendesk.com.mx/blog/que-es-escala-de-likert/>
- Devin, F. (2017). *Sistema de escalas de usabilidad: ¿Qué es y para qué sirve?* Uxpanol.
<https://uxpanol.com/teoria/sistema-de-escalas-de-usabilidad-que-es-y-para-que-sirve/>
- Etienne, J. (2017). *Creating Augmented Reality with AR.js and A-Frame*.
<https://aframe.io/blog/arjs/>
- Gante, Á. G. C. de, González, W. E. S., Ortega, J. B., Castillo, J. E., y Fernández, A. S. (2020). Escala de Likert: Una alternativa para elaborar e interpretar un instrumento de percepción social. *Rev. de La Alta Tecnología y Sociedad*, 12(1).
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-cesar-vallejo/psicologia-social/escala-de-likert-una-alternativa-para-elaborar-e-interpretar-un-instrumento-de-percepcion-social/60007927>
- Glover, J. (2018). *Unity 2018 Augmented Reality Projects*.
<https://www.perlego.com/book/778074/unity-2018-augmented-reality-projects-build-four-immersive-and-fun-ar-applications-using-arkit-arcore-and-vuforia-pdf>
- Hammady, R., Ma, M., y Temple, N. (2016). Augmented reality and gamification in heritage museums. *Rev. Joint International Conference on Serious Games JCSG Serious Games*, 181–187. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45841-0_17

- Hammond, M. (2021). *Escala de Likert: Qué es y cómo utilizarla en tus encuestas*. QuestionPro. <https://blog.hubspot.es/service/escala-likert#:~:text=La%20escala%20de%20Likert%20mide,consistente%20en%20todas%20las%20preguntas>).
- Hariadi, R. R., Fikri, I. al., y Herumurti, D. (2017). navigation of the mobile device in its surroundings using the wiktitude platform. *Rev. Jurnal Ilmiah Teknologi Informatika*, 15(1). <https://doi.org/10.12962/j24068535.v15i1.a632>
- Johnson, P. F. (2015). *Cross-platform UI Development with Xamarin. Forms*. Packt Publishing. <https://www.amazon.com/Cross-platform-Development-Xamarin-Forms-Paul-Johnson/dp/1784391190>
- Kim, J. B., y Jun, H. S. (2008). Vision-based location positioning using augmented reality for indoor navigation. *Rev. IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 54(3). <https://doi.org/10.1109/TCE.2008.4637573>
- Khalid, F., y Masood, A. (2022). Vulnerability analysis of Qualcomm Secure Execution Environment (QSEE). *Rev. Computers and Security*, 116. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2022.102628>
- Kwon, Y., Kang, D., Kim, S., y Choi, S. (2020). Coopetition in the soc industry: The case of qualcomm incorporated. *Rev. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(1). <https://doi.org/10.3390/joitmc6010009>
- Krichenbauer, M., Yamamoto, G., Taketom, T., Sandor, C., y Kato, H. (2018). Augmented Reality versus Virtual Reality for 3D Object Manipulation. *Rev. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 24(2). <https://doi.org/10.1109/TVCG.2017.2658570>

Lanham, M. (2018). *Learn ARCore - Fundamentals of Google ARCore: Learn to build augmented reality apps for Android, Unity, and the web with Google ARCore 1.0*. Packt Publishing Ltd.
<https://www.amazon.com/Learn-ARCore-Fundamentals-augmented-reality/dp/1788830407>

Llauradó, O. (2014). *La escala de Likert: qué es y cómo utilizarla*.
<https://www.netquest.com/blog/la-escala-de-likert-que-es-y-como-utilizarla>

Li, Y., Zhuang, Y., Zhang, P., Lan, H., Niu, X., y El-Sheimy, N. (2017). An improved inertial/wifi/magnetic fusion structure for indoor navigation. *Rev. Information Fusion*, 34.
<https://doi.org/10.1016/j.inffus.2016.06.004>

Linowes, J., y Babinlinski, K. (2017). *Augmented reality for Developer: Build practical augmented reality applications with Unity, ARCore, ARKit, and Vuforia*. <https://dokumen.pub/augmented-reality-for-developers-build-practical-augmented-reality-applications-with-unity-arcore-arkit-and-vuforia-1787286436-9781787286436.html>

Lu, F., Zhou, H., Guo, L., Chen, J., y Pei, L. (2021). An arcove-based augmented reality campus navigation system. *Rev. Applied Sciences (Switzerland)*, 11(16).
<https://doi.org/10.3390/app11167515>

Meily, S. O., Putra, I. K. G. D., y Wira Buana, P. (2021). Augmented Reality Using Real Objects Tracking Development. *Rev. Journal of Information System*, 17(1).
<https://jsi.cs.ui.ac.id/index.php/jsi/article/view/1036>

Morales, N., Sequeira, N., Prendas, T., y Zúñiga, K. (2016). *Escala de likert una herramienta económica*.
https://www.academia.edu/30245064/ESCALA_DE_LIKERT_UNA_HERRAMIENTA_ECONOMICA_Contentido

- Murakosshi, S., & Mitsushita, K. (2019). Usability problems and literacy of online maps. *Rev. Proceedings of the ICA*, 2. <https://doi.org/10.5194/ica-proc-2-89-2019>
- Olson, S., Hunter, J., Horgen, T. H., Horgen, B., y Goers, K. (2012). *Professional Cross Platform Mobile Development in C#*. <https://sciarium.com/file/309477/>
- Paul, A., y Nalwaya, A. (2019). *React Native for Mobile Development: Harness the Power of React Native to Create Stunning iOS and Android Applications*. Apress. <https://www.amazon.com/-/es/Akshat-Paul/dp/1484244532>
- Rahmat, R., y Noviyanti, N. (2021). Augmented Reality untuk Materi Bangun Ruang Menggunakan Unity 3D, Vuforia SDK dan Aplikasi Blender. *Rev. Jurnal Tika*, 5(3). <https://doi.org/10.51179/tika.v5i3.59>
- Rajaraman, V. (2018). Breakthroughs in Information and Communication Technologies Part III. *Rev. Resonance*, 23(9). <https://doi.org/10.1007/s12045-018-0703-2>
- Roy, S. G., y Kanjilal, U. (2021). Web based Augmented Reality for Information Delivery Services A Performance Study. *Rev. DESIDOC Journal of Library & Information Technology*, 41(3). <https://doi.org/10.14429/djlit.41.03.16428>
- Salini, P., y Kanmani, S. (2013). Model Oriented Security Requirements Engineering (MOSRE) Framework for Web Applications. *Rev. Advances in Intelligent Systems and Computing*, 177(2). https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-31552-7_36
- Sembodo, F. G., Fitriana, G. F., y Prasetyo, N. A. (2021). Evaluasi Usability Website Shopee Menggunakan System Usability Scale (SUS). *Rev. Journal of Applied Informatics and Computing*, 5(2). <https://doi.org/10.30871/jaic.v5i2.3293>

- Susilo, E. (2019). Cara Menggunakan System Usability Scale (SUS) Pada Evaluasi Usability. *Rev. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 10(10). <https://www.edisusilo.com/cara-menggunakan-system-usability-scale/>
- Sharma, M., y Chachaundiya S. (2020). Augmented Reality Navigation. *Rev. International Journal Of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 6–10. https://www.researchgate.net/publication/342383348_Augmented_Reality_Navigation
- Stardust SDK. (2023). *Neogoma*. <https://neogoma.com/>
- Tena Cucala, R., Cobo Gómez, J. V., Rex, C., Charlop, M. H., y Spector, V. (2019). Usabilidad, satisfacción y facilidad de uso de aplicaciones (apps) gratuitas en español para pacientes con Trastorno Bipolar. *Rev. Psicosomática y Psiquiatría*, 48(11). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7483751>
- Torres-Moraga, E., y Barra, C. (2011). El rol de la usabilidad percibida sobre la confianza en las subastas online. *Rev. de Administração de Empresas*, 51(5). <https://doi.org/10.1590/s0034-75902011000500006>
- Vargas Sierra, C. (2019). La evaluación de la usabilidad de un sistema de memoria de traducción. *Rev. Quaderns de Filologia - Estudis Lingüístics*, 24(24). <https://doi.org/10.7203/qf.24.16302>
- Wibowo, D. W., Saputra, P. Y., Amalia, E. L., y Ulfa, F. (2018). Penerapan Library AR.JS untuk Pembuatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Hewan. *Rev. SMARTICS Journal*, 4(2). <https://doi.org/10.21067/smartics.v4i2.3185>
- Will, T. (2018). System usability scale (SUS). *Rev. Iron and Steel Technology*, 15(8). <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap>

Zammetti, F. (2018). *Practical React Native: Build Two Full Projects and One Full Game using React Native*. Apress. <https://www.amazon.com/Practical-React-Native-Build-Projects/dp/1484239385>

Zulkpli, N. F., Ab. Aziz, N. A., Abd Rahman, N. Z., y Besar, R. (2019). WiFi and Bluetooth Low Energy Beacons for Indoor Positioning System. *Rev. Journal of Engineering Technology and Applied Physics*, 1(2). <https://doi.org/10.33093/jetap.2019.1.2.10>

Anexos

Anexo A. Información dentro de los diferentes bloques de la Universidad Mariana

A continuación, se presenta las tablas referentes que contiene los diferentes bloques con sus respectivos pisos.

Jesus De Nazareth.

NIVEL	PISO	NOMENCLATURA
8	7	Salón De Danzas
7	6	Salón 605
7	6	Salón 604
7	6	Salón 603
7	6	Salón 602
7	6	Salón 601-A
7	6	Salón 601
7	6	Sala De Almacenamiento De Productos De Aseo
7	6	Corredor
7	6	Baño De Hombres
7	6	Baño De Mujeres
6	5	Salón 506
6	5	Salón 505
6	5	Salón 504
6	5	Salón 503
6	5	Salón 502
6	5	Salón 501
6	5	Sala De Almacenamiento De Productos De Aseo
6	5	Corredor
6	5	Baño De Hombres
6	5	Baño De Mujeres
5	4	Salón 410
5	4	Salón 409

5	4	Salón 408
5	4	Salón 407
5	4	Salón 406
5	4	Salón 405
5	4	Salón 404
5	4	Salón 403
5	4	Salón 402
5	4	Salón 401
5	4	Sala De Almacenamiento De Productos De Aseo
5	4	Corredor
5	4	Baño De Hombres
5	4	Baño De Mujeres
4	3	Salón 310
4	3	Salón 309
4	3	Salón 308
4	3	Salón 307
4	3	Salón 306
4	3	Salón 305
4	3	Salón 304
4	3	Salón 303
4	3	Salón 302
4	3	Salón 301
4	3	Sala De Almacenamiento De Productos De Aseo
4	3	Corredor
4	3	Baño De Hombres
4	3	Baño De Mujeres
3	2	Salón 209
3	2	Salón 208
3	2	Salón 207
3	2	Salón 206

3	2	Salón 204
3	2	Salón 203
3	2	Salón 202
3	2	Salón 201
3	2	Sala De Docentes Programa De Trabajo Social
3	2	Dirección De Programa De Trabajo Social
3	2	Salón De Archivo Programa De Trabajo Social
3	2	Corredor
3	2	Baño De Hombres
3	2	Baño De Mujeres
2	1	Asesoría Psicología Prioritaria
2	1	Zoe - Zona De Orientación Universitaria
2	1	Servicios Operacionales
2	1	Pastoral Universitario
2	1	Sala De Docentes De Bienestar Universitario
2	1	Secretaria De Bienestar Universitario
2	1	Auditorio Jesús De Nazaret
2	1	Corredor
2	1	Baño De Hombres
2	1	Baño De Mujeres
1	S1	Laboratorio De Terapia Ocupacional
1	S1	Consultorio Medico
1	S1	Salón De Música
1	S1	Corredor Externo
1	S1	Baño De Hombres
1	S1	Baño De Mujeres

Santa Clara.

NIVEL	PISO	DENOMINACIÓN
3	2	Auditorio Madre Caridad Brader
3	2	Centro De Recursos Educativos
3	2	Sala Audiovisual 202
3	2	Sala Audiovisual 203
3	2	Sala Audiovisual 204
3	2	Sala Audiovisual 205
3	2	Baño De Hombres
3	2	Baño De Mujeres
3	2	Corredor
2	1	Sala Audiovisual 110
2	1	Baño De Mujeres - Costado Norte
2	1	Dirección Terapia Ocupacional (Salón 11)
2	1	Sala Docentes Terapia Ocupacional
2	1	Decanatura Facultad Ciencias De La Salud
2	1	Asistencia Académica Programa Nutrición Y Enfermería
2	1	Sala Docentes Fisioterapia
2	1	Dirección Programa Fisioterapia
2	1	Salón 115
2	1	Sala Audiovisual 115a
2	1	Dirección Programa De Enfermería
2	1	Dirección Programa Técnico Laboral En Auxiliar De Enfermería
2	1	Dirección Programa Tecnológico En Regencia De Farmacia
2	1	Baño De Hombres - Costado Sur

2	1	Baño De Mujeres - Costado Sur
2	1	Centro De Simulación Clínica - Facultad Ciencias De La Salud
2	1	Corredor
1	S1	Taller De Publicaciones
1	S1	Baño De Mujeres
1	S1	Baño De Hombres
1	S1	Brigada De Emergencia
1	S1	Almacén
1	S1	Teatro
1	S1	Corredor

Madre Caridad.

NIVEL	PISO	NOMENCLATURA
2	1	Relaciones Públicas Y Mercadeo
2	1	101-Información
2	1	Biblioteca
2	1	Área De Circulación
2	1	Corredor
2	1	112a-Elementos De Aseo
2	1	113-Planeación Y Desarrollo
2	1	114-Vicerrectoría Administrativa Y Financiera
2	1	Vicerrectoría Académica/Autoevaluación Y Calidad
2	1	Kardex/Presupuesto
2	1	Cartera Y Créditos
2	1	115b-Caja/Tesorería/Contabilidad
2	1	117-118 Rectoría
2	1	119 Secretaría General

2	1	Capilla San José
2	1	Corredor
3	2	Fondo De Empleados Universidad Mariana
3	2	Baño De Mujeres
3	2	Cuarto Cerrado
3	2	Baño De Hombres
3	2	Sala 1
3	2	Salón203
3	2	Salón204
3	2	Salón205
3	2	Salón206
3	2	Salón 207
3	2	Salón 208
3	2	Salón 209
3	2	Salón 210
3	2	Salón 211
3	2	Salón 212
3	2	Salón 213
3	2	214-Sala Profesores De Enfermería/Sala De Docentes Programa Nutrición Y Dietetica
3	2	Facultad De Educación
3	2	Baño De Mujeres
3	2	Baño De Hombres
3	2	Cuarto Cerrado
Nivel	Piso	Nomenclatura
1	1	Sin Nomenclatura (Oficinas Comunicación Social)
1	1	Sin Nomenclatura-Archivo Institucional
1	1	Sin Nomenclatura-Admisiones. Registro Y Control Académico

1	1	Sin Nomenclatura-Cafetería
1	1	Sin Nomenclatura-Ingreso Residencias Hermanas
2	2	101b-Acreditación Institucional
2	2	102b- Oficina Audiovisuales
2	2	103b-Auditoría Interna
2	2	104b-Asuntos Disciplinarios
2	2	105b-Docencia E Investigación Posgrados
2	2	106b-Editorial Mariana
2	2	107b-Editorial Mariana
2	2	108-Centro De Investigaciones Dirección
2	2	108b- Centro De Investigaciones Secretaría
2	2	109-Investigación Estudiantil Coordinación
2	2	110 Jefatura Gestión Humana
2	2	110b Gestión Humana
2	2	111b-Archivo Gestión Humana
2	2	Baño De Hombres
2	2	Baño De Mujeres
2	2	R105-Acceso Residencias Hermanas
3	3	Área De Circulación Para Estudio (Mesas Y Sillas)
3	3	201-Ciencias Contables, Económicas Y Administrativas Decanatura
3	3	202-Ciencias Contables, Económicas Y Administrativas Secretaría Decanatura
3	3	203-Admin De Negocios Internacionales Asistente Académico/Dirección
3	3	204-Administración De Negocios Internacionalesy Mercadeo Por Ciclos Propedéuticos Secretaría

3	3	205-Contaduría Pública Dirección
3	3	206-Mercadeo Dirección/Mercadeo Asistente Académico Y Pedagógico
3	3	207-Contaduría Pública Asistente Académico Y Pedagógico
3	3	208-Sala De Docentes Ciencias Contables, Económicas Y Administrativas
3	3	209-Contaduría Pública Secretaría/Investigación De La Facultad
3	3	R-276 -Cuarto Cerrado
3	3	R-206-Ingreso Residencias Hermanas

San Jose.

NIVEL	PISO	NOMENCLATURA
0	0	Salón 001
0	0	Salón 002
0	0	Salón 003
0	0	Baño De Hombres
0	0	Baño De Mujeres
0	0	Sala De Almacenamiento De Productos De Aseo
0	0	Cuarto Cerrado Sin Nomenclatura
0	0	Cuarto Cerrado Sin Nomenclatura
0	0	Cuarto Con Máquinas
		Rampa A Primer Nivel
		Escaleras A Primer Nivel
1	1	101-Secretaría Ciencias Sociales
1	1	Salón 102
1	1	Auditorio San José
1	1	Baño De Hombres

1	1	Baño De Mujeres
1	1	Sala De Almacenamiento De Productos De Aseo
1	1	Cuarto Cerrado Sin Nomenclatura
1	1	Cuarto Cerrado Sin Nomenclatura
		Rampa A Segundo Nivel
		Escaleras A Segundo Nivel
2	2	201 - Sala De Docentes Derecho
2	2	202 - Sala De Reuniones Derecho
2	2	Baño De Hombres
2	2	Baño De Mujeres
2	2	Cuarto Cerrado Sin Nomenclatura
2	2	Cuarto Cerrado Sin Nomenclatura
2	2	Área Abierta Para Estudio (Mesas Y Sillas)
		Rampa A Tercer Nivel
		Escaleras A Tercer Nivel
3	3	Salón 301
3	3	Salón 302
3	3	Salón 303
3	3	304-Unidad De Emprendimiento (Cece)
3	3	305a-Dirección Centro De Idiomas
3	3	Salón 305b-Sala Docentes Centro De Idiomas
3	3	306-Departamento De Humanidades
3	3	Salón 307
3	3	Baño De Hombres
3	3	Baño De Mujeres
3	3	Cuarto Cerrado Sin Nomenclatura

3	3	Cuarto Cerrado Sin Nomenclatura
3	3	Área De Circulación Para Estudio (Mesas Y Sillas)
		Rampa A Cuarto Nivel
		Escaleras A Cuarto Nivel
4	4	Salón 401
4	4	Salón 402
4	4	Salón 403
4	4	Salón 404
4	4	Salón 405
4	4	Salón 406
4	4	Salón 407
4	4	Salón Sin Nomenclatura
4	4	Baño De Hombres
4	4	Baño De Mujeres
4	4	Cuarto Cerrado Sin Nomenclatura
4	4	Cuarto Cerrado Sin Nomenclatura
		Rampa A Quinto Nivel
		Escaleras A Quinto Nivel
5	5	Salón 501
5	5	Salón 502
5	5	Salón 503
5	5	Salón 504
5	5	Salón 505
5	5	Salón 506
5	5	Salón 507
5	5	Salón Sin Nomenclatura
5	5	Baño De Hombres
5	5	Baño De Mujeres
5	5	Cuarto Cerrado Sin Nomenclatura

5	5	Cuarto Cerrado Sin Nomenclatura
		Escaleras A Sexto Nivel
6	6	Sin Nomenclatura-Oficina Pastoral
6	6	Sin Nomenclatura-Mecanoterapia
6	6	Terraza

San Francisco.

NIVEL	PISO	DENOMINACIÓN
4	3	Salón 301 - Dirección Programa De Psicología
4	3	Salón 301 - Sala De Docentes
4	3	Baño De Hombres
4	3	Baño De Mujeres
4	3	Salón 302
4	3	Salón 303 - Cámara De Gesell
4	3	Salón 303 - Cámara De Gesell
4	3	Corredor
3	2	Dirección Programa De Nutrición Y Dietética
3	2	Salón 202
3	2	Salón 203
3	2	Baño De Hombres
3	2	Bañõ De Mujeres
3	2	Salón 204
3	2	Salón 205
3	2	Salón 206 - Revisoría Fiscal Externa
3	2	Corredor
2	1	Aula 101 - Docentes Programa Tecnología En Radiodiagnóstico Y Radioterapia

2	1	Salón 102
2	1	Salón 103
2	1	Salón 104 - Sala Pedro Schumacher
2	1	Salón 105
2	1	Salón 106 - Dirección Tecnología En Radiodiagnóstico Y Radioterapia
2	1	Baño De Hombres
2	1	Baño De Mujeres
2	1	Corredor
1	Sótano 1	Cafetería
1	Sótano 1	Salón 004 - Laboratorio De Redes Y Producción Digital
1	Sótano 1	Salón 005
1	Sótano 1	Corredor

San Buenaventura.

NIVEL	PISO	NOMENCLATURA
4	4	Salón 401
4	4	Salón 402
4	4	403 - Sala De Docentes Ingeniería Civil
4	4	404 - Sala De Asesoría 2
4	4	405 - Sala De Asesoría
4	4	Corredor
4	4	Baño De Hombres
4	4	Baño De Mujeres
3	3	301 - Sala De Docentes Programa De Ingeniería Civil

3	3	302 - Sala De Juntas
3	3	303 - Sala De Docentes Programa De Mercadeo
3	3	304 - Oficina De Docentes Investigadores Contaduría Publica
3	3	Oficina De Posgrados En Maestría En Derecho
3	3	Corredor
3	3	Baño De Hombres
3	3	Baño De Mujeres
2	2	Oficina De Posgrados En Administración Y Finanzas
2	2	202 - Salón De Investigación
2	2	Oficina De Educación Inclusiva Trabajo Social
2	2	204 - Investigación Posgrados En Salud
2	2	Corredor
2	2	Baño De Hombres
2	2	Baño De Mujeres
1	1	Decanatura Posgrados Y Relaciones Internacionales
1	1	Secretaria Posgrados Y Relaciones Internacionales
1	1	Coordinación Posgrados Y Relaciones Internacionales
1	1	Sala Audiovisual 01
1	1	Sala Audiovisual 02
1	1	Sala Audiovisual 03
1	1	Unidad De Radio Y Televisión
1	1	Unidad De Educación Virtual

1	1	Oficina De Educación Continua Y Educación Especial
1	1	Dirección De Maestría En Pedagogía
1	1	Espacio De Circulación Entrada
1	1	Baño De Hombres
1	1	Baño De Mujeres

Maria Inmaculada.

NIVEL	PISO	NOMENCLATURA
0	1	Coordinación Semilleros de Investigación
0	1	Investigación Ingeniería Ambiental
0	1	Aula 103
0	1	Aula 104
0	1	Aula 105
0	1	Aula 106
0	1	Aula 107
0	1	Baterías Sanitarias
1	2	Facultad de Ingeniería
1	2	Dirección Programa de Ingeniería Ambiental
1	2	Dirección Programa de Ingeniería de Sistemas
1	2	Dirección Programa de Ingeniería de Procesos
1	2	Dirección Programa de Automatización Electrónica
1	2	Aula de Informática
1	2	Laboratorio Contable

2	3	Sala de Docentes Programa de Ingeniería de Sistemas
2	3	Oficina de Industria Mariana de Software IMSOFT
2	3	Centro de Servicios Informáticos
2	3	Coordinación de Investigación del Programa de Ingeniería de Sistemas
2	3	Laboratorio de Idiomas
2	3	Departamento de Matemática y Estadística
2	3	Sala de Docentes Programa de Nutrición y Dietética
2	3	Sala de Profesores Ingeniería Ambiental
2	3	Sala de Informática
2	3	Baterías Sanitarias
3	4	Laboratorio Contable
3	4	Laboratorio de Redes
3	4	Laboratorio de Bases de Datos
3	4	Aula Virtual (RENATA)
3	4	Aula de Informática
3	4	Dirección Departamento de Tecnología
4	5	Tres Salas de Prácticas e Internet
4	5	Laboratorio de Sistemas Operativos
4	5	Coordinación Salas de Informática y Monitores
4	5	Asesoría de Investigación

4	5	Baterías Sanitarias
5	6	Coordinación Red Local
5	6	Laboratorio de Programación
5	6	Aula de Informática
5	6	Aula de Prácticas Contables

Anexo B. Instrumentos de entrevista

A continuación, se presenta el formato de entrevista que se utilizó para poder obtener los puntos de referencia acerca la señalética de la universidad Mariana

Sección de arquitectura

Universidad Mariana

Sección de Arquitectura

Encuesta Institucional

Fecha: _____

Cargo: _____

La presente encuesta está dirigida a la Sección de Arquitectura con el propósito de identificar la señalética que tiene la Universidad Mariana de la ciudad de Pasto, para guiar en el campus universitario al personal aspirante, a los estudiantes de primer semestre y personal de visitantes.

1. Conoce cuál fue el proceso para la construcción del campus académico
2. Conoce con qué concepto se construyó las instalaciones de la Universidad Mariana.
3. En términos de señalética, Le parece que la implementación de la señalética en el campus es la más adecuada.
4. En términos de implementación de la señalética en el campus académico, Se implementan señales para identificar lugares o sitios específicos:
5. En términos de implementación de la señalética en el campus académico, Se implementan señales para identificar parqueo, rutas y rampas para discapacidad:

6. En términos de implementación de la señalética en el campus académico, conoce que tipo de tecnología utilizan y sabe si esta actualizada.

7. Le gustaría la implementación de una app para que ayude en la ubicación y navegación del personal:

Sección de Radio y televisión
Universidad Mariana
Radio y Televisión
Encuesta Institucional

Fecha: _____

Cargo: _____

La presente encuesta está dirigida al personal de Radio y Televisión con el propósito de identificar la señalética que tiene la Universidad Mariana de la ciudad de Pasto, para guiar en el campus universitario al personal aspirante, a los estudiantes de primer semestre y personal de visitantes.

1. En términos de señalética, Conoce el tipo de normatividad y se aplica en su institución:
2. Existe un conducto regular para el desarrollo de la señalética dentro del campus universitario.
3. En términos de señalética, conoce los diferentes colores y tamaños y cuando se deben implementar.
2. En términos de implementación de la señalética en el campus académico, Se identifica muchas variaciones en el diseño:
3. Es importante el tamaño de los letreros de la señalética dentro del campus :
4. Conoce en que se basa el diseño de la señalética de la Universidad:
5. En la universidad el desarrollo de la señalética está basada en letreros con signos y letreros con letras, cual se debe utilizar con más frecuencia:

6. En algunas partes de la universidad en su señalética se han observado unos códigos QR, cuál es su función:

7. Existe un mapa impreso o digital del campus académico para la ubicación del personal de la universidad:

8. Existe en la web una estrategia de ubicación o conocimiento del campus académico:

9. Como empezó el proceso de la señalética en la Universidad Mariana

10. En términos de implementación de la señalética en el campus académico, En los dos últimos años se ha colocado nueva señalética en la universidad.

Sección de Relaciones Públicas y Mercadeo
Universidad Mariana
Relaciones Publicas y Mercadeo
Encuesta Institucional

Fecha: _____

Cargo: _____

La presente encuesta está dirigida al personal de Relaciones Públicas y Mercadeo con el propósito de identificar las herramientas que tiene la Universidad Mariana de la ciudad de Pasto, para guiar y dar a conocer el campus universitario al personal aspirante, a los estudiantes de primer semestre y personal de visitantes.

1. Existe una estrategia institucional para dar conocer el campus académico al personal que visita por primera vez la Universidad Mariana.
2. Ha tenido la experiencia de liderar un recorrido institucional en el campus universitario al personal nuevo o visitantes.
3. Cuando dan a conocer el campus universitario al personal nuevo o visitantes, existen algunos sitios o lugares específicos para visitar.
4. Cuando realizan el recorrido institucional pueden observar la señalética de la institución.
5. Cree que la señalética de la Universidad es funcional
6. Cuando dan a conocer el campus universitario al personal nuevo o visitantes, tienen identificado algunos sitios o lugares que son de mayor impacto en el campus universitario de la institución.

7. Existe una Guía del campus académico o un mapa que pueda guiar el personal

8. Cree que la implementación de una app para navegación y ubicación dentro del campus sería funcional e importante para la universidad.

Anexo C. Informes de entrevista

A continuación, se presenta las síntesis de las entrevistas realizadas en los tres diferentes departamentos que atribuyen a la ubicación dentro del campus y su señalética

Radio y Televisión.

Para poder conocer como es el primordial proceso de realizar la señalética , en la Universidad Mariana en la sección de Radio y Televisión, se encuentra el señor Jorge Iván Guerrero López, es el encargado del diseño de la señalética de la Universidad Mariana.

El objetivo de aplicar el instrumento de la entrevista en este punto es conocer como es el proceso dentro de la universidad sobre la señalética, el formato de la entrevista la mayoría son preguntas abiertas para que de esta forma se pueda encontrar de manera más exacta de cuáles son las ventajas y desventajas de la señalización dentro de la institución, de la misma manera de la creación de esta misma, por eso de la siguiente manera se obtuvo este análisis sobre la entrevista realizada :

El presente informe está enfocado a la entrevista enfocada al tema de la señalética que se realizó el día 9 de septiembre del año en curso al señor: Jorge Ivan Guerrero Lopez , que desempeña el cargo Diseñador Gráfico en el Departamento de Radio y Televisión de la Universidad Mariana. La entrevista fue realizada por el estudiante Juan Sebastián Carrera Bolaños del programa de Ingeniería de Sistemas, como parte del proceso para el desarrollo del proyecto de grado, bajo la supervisión de su Asesor Académico.

En términos del uso de la normatividad para la implementación de la señalética, en Colombia existen diferentes referentes normativos como la Ley 9 de 1979, la resolución 2400 de mayo de 1979-Art 202 código de colores, Decreto 1443 del 2014, Decreto 1072 del 2015 y la Norma Técnica Colombiana NTC 1461. Con respecto a lo anterior el entrevistado afirma que, aunque son conocedores de 2 o 3 normas (aunque no las menciona) no la aplican en su totalidad, sino que toman lo básico enfocado a medidas y de la misma manera argumenta que tienen en cuenta unas directrices de funcionalidad bajo los preceptos de la creatividad en el diseño.

Con respecto al proceso para el desarrollo de la señalética, el entrevistado argumenta que existe un conducto regular para cualquier requerimiento institucional. En este sentido, el conducto regular se inicia por una solicitud para cualquier requerimiento que hace la Jefatura de Planta Física para que sea desarrollado al ser autorizado institucionalmente. En este sentido, el entrevistado da a conocer un ejemplo, donde muestra que actualmente adelantan un proceso para eliminar una señalética antigua que tiene errores de traducción y desactualización con respecto al código de colores.

Desde el punto de vista de las falencias en la señalética que se pueden observar en el campus académico, como la poca uniformidad con respecto a colores y la diferencia de tamaños. El entrevistado argumenta que estas falencias se deben a que los requerimientos se han hecho con diferentes proveedores y que anteriormente la Jefatura de Planta Física le daba prelación a las cosas urgentes y por ende cada proveedor cumplía de acuerdo a su tipo de color o tamaño sin tener en cuenta la normatividad, siendo esta la razón del por qué no existe uniformidad en la señalética del campus, siendo una falla que no puede seguir pasando y se debe alcanzar la unificación, como lo menciona el entrevistado.

Con respecto al tamaño de la señalética que se utiliza en el campus, el entrevistado afirma que el tamaño se estableció mediante la referencia de otras universidades, tratando de desarrollar una propuesta propia. De la misma manera, señala que el tamaño de la señalética es muy importante para la identificación de diferentes sitios como por ejemplo la entrada de la Universidad, así como es importante implementar directorios, árboles y otros tipos de elementos que puedan ayudar al personal de la universidad.

En términos del idioma que se emplea en la señalética, el entrevistado afirma que la señalética debe ir en un idioma incluyente, y expone que el inglés por ser el idioma universal se debe emplear para la señalización, en el caso de la universidad, se pensó en implementar la señalética en lenguaje Thai pero ningún proveedor pudo hacer el requerimiento.

Con respecto a la escritura o simbología que se utiliza en la señalética, el entrevistado muestra una diferencia entre estos. El símbolo gráfico es más fácil de entender y no necesita mayor explicación, sin embargo, en algunos casos la señalética escrita es más efectiva de acuerdo al lugar.

En términos de los códigos QR que se implementan en la Señalética del área de bienestar, el entrevistado afirma que la utilización de estos códigos se debe a la necesidad inclusiva con el propósito de que el estudiante pueda tener acceso al horario de clases. Aunque este proceso se inició en primera instancia en los salones de clase, no se pudo consolidar en otras áreas por un problema de pérdida de información en el servidor.

Con respecto a la existencia de los mapas digitales o impresos para la ubicación del personal de la universidad dentro del campus, el entrevistado afirma que existe una versión diseñada del croquis de la universidad, pero no se ha generado el mapa con rutas y convenciones.

Haciendo referencia a la existencia de una estrategia de ubicación en la Web, el entrevistado señala que no existe una estrategia como tal, pero, hace un tiempo se hizo unas rutas virtuales en la web que actualmente ya no existen.

Finalmente, con respecto al proceso del desarrollo de la señalética, el entrevistado argumenta que el proceso inicio en el año 2019 bajo el liderazgo del ingeniero San Miguel quien se desempeñaba como jefe de Planta Física en ese tiempo. En este sentido, el ingeniero hizo en primera mediada un levantamiento en Excel del listado de todos los puntos, dependencias e instalaciones que se iban a señalar, luego, con ese listado se procedió a desarrollar el diseño de las señales, al igual que el Departamento de Idiomas procedió a realizar la traducción de la señalética.

En síntesis, el proceso de la señalética en la Universidad Marina inicio en el año 2019 y se ha ido desarrollado progresivamente, siendo un proceso que no se ha desarrollado bajo la normatividad, sino que se hizo bajo la referencia de otras universidades y el diseño de la variedad de proveedores. En este sentido, se rinde el siguiente informe con el fin de ayudar al desarrollo del proyecto de grado, como un requerimiento del Asesor Académico

Relaciones Publicas y Mercadeo.

El presente informe está enfocado a la entrevista enfocada al tema de la señalética que se realizó el día 9 de septiembre del año en curso a la señora: Angela Herrera que se desempeña con el cargo de jefe de Relaciones Públicas de la Universidad Mariana. La entrevista fue realizada por el estudiante Juan Sebastián Carrera Bolaños del programa de Ingeniería de Sistemas, como parte del proceso para el desarrollo del proyecto de grado, bajo la supervisión de su Asesor Académico.

En términos de estrategia de relaciones públicas para poder orientar al personal dentro del campus universitario, la entrevistada señala que, para la bienvenida del personal nuevo, la dependencia de relaciones públicas no participa. Cuando se trata de la inducción, recorrido y proceso de entrada de los estudiantes nuevos, la responsabilidad es de la dependencia de Bienestar Universitario y en el caso del proceso de inicio del personal administrativo lo realiza Gestión Humana.

De la misma manera, la entrevistada hace énfasis que recientemente estuvo dirigiendo la recepción y mostrando las instalaciones a un personal de docentes nuevos, en este sentido, afirma que la Universidad Mariana tiene un campus muy interesante que consta de 24.000 metros cuadrados, sin embargo, la señalética de la universidad es muy deficiente ya que no es muy clara ni llamativa y por ende no es apta para guiar u orientar ya que cualquier persona se puede perder en el campus.

En este sentido, de acuerdo con los términos de orientación y ubicación, la entrevistada muestra la importancia de la ubicación de los siete bloques, la rectoría, las tres vicerrectorías, el servicio médico, gestión humana, seguridad en salud y trabajo, la capilla, la cafetería, dependencias administrativas y recursos educativos. Teniendo en cuenta lo anterior, la entrevistada corrobora que no existe una guía impresa o un mapa de la universidad y argumenta que no se trata únicamente de la señalización, sino que también debe existir la información de los servicios que brinda cada dependencia para que el usuario sepa realmente que dependencia debe visitar.

Con respecto al impacto de implementar una app móvil para la orientación dentro del campus, la entrevistada se mostró muy emocionada y argumentó que esta app sería muy exitosa ya que daría una solución definitiva a la orientación y ubicación dentro del campus. En especial, porque con la app se podría guiar y orientar al personal de estudiantes admitidos y el staff de la universidad. De la misma manera señala que esta herramienta tecnológica debería tener algunas características como: que sea fácil de utilizar, que brinde información de eventos, que proporcione información de los servicios que brinda cada dependencia, que tenga la opción para orientarse y compartir ubicación, en pocas palabras que sea una app robusta en herramientas para que brinde mayor comunicación con la comunidad.

En síntesis, en la Universidad Mariana no existe una estrategia de relaciones públicas para poder orientar al personal nuevo dentro del campus universitario, ya que esta responsabilidad está liderada por diferentes dependencias, sin embargo, la jefe de relaciones públicas hace énfasis que la implementación de una app para ubicación u orientación sería exitosa y de alto impacto institucional ya que existen muchas falencias en la señalética del campus universitario. En este sentido, se rinde el siguiente informe con el fin de ayudar al desarrollo del proyecto de grado, como un requerimiento del Asesor Académico.

Arquitectura

El presente informe está enfocado a la entrevista enfocada al tema de la señalética que se realizó el día 9 de septiembre del año en curso a la señora: Arquitecta María Fernanda que labora en la sección de Arquitectura de la Universidad Mariana. La entrevista fue realizada por el estudiante Juan Sebastián Carrera Bolaños del programa de Ingeniería de Sistemas, como parte del proceso para el desarrollo del proyecto de grado, bajo la supervisión de su Asesor Académico.

En términos de construcción, la Arquitecta manifiesta que la construcción de la Universidad Mariana fue un proceso histórico y se desarrolló de acuerdo a las necesidades, el primer bloque construido fue el denominado bloque Madre Caridad, luego se construyó el bloque Santa Clara que fue construido por partes donde actualmente está el auditorio. La siguiente construcción fue el bloque San Francisco con el bloque San José y luego continuaron con el bloque María Inmaculada.

Al terminar estas construcciones continuaron con la edificación del bloque Jesús de Nazareth y finalizaron con el bloque San Buenaventura. De la misma manera la Arquitecta argumenta que la construcción del campus académico tuvo una concepción que data hace 50 años atrás, por esta razón se puede evidenciar el crecimiento de la universidad como un momento histórico.

Con respecto a la utilización de la señalética en la construcción del campus, la arquitecta señala que la señalética que ha implementado la universidad en su construcción no ayudan a guiar a una persona dentro del campus. Actualmente han trabajado con los códigos QR y están en proceso de la actualización, pero queda corto para funciones de orientación. Agrega que sería interesante y fundamental la creación de una app que, de la posibilidad de guiar, de mostrar fotos de las instalaciones, que tenga una herramienta de orientación por voz para las personas discapacitadas.

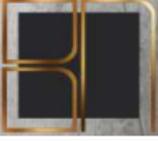
En términos de conocimiento de instalaciones, la Arquitecta afirma que es importante que el personal de estudiantes y el personal administrativo de la Universidad deben conocer en forma detallada el campus académico.

Teniendo en cuenta que existe un plano básico de la universidad, La arquitecta argumenta que no hay necesidad de realizar un plano tridimensional, y vuelve a señalar la importancia del desarrollo de una app para guía y orientación.

Juan Sebastián Carrera Bolaños
Estudiante de Ingeniería de Sistemas

Anexo D. Cotización arquitecto

A continuación, se presenta la cotización realizada para verificar el precio del mapeo realizado.



FRANCO MANUEL BURBANO DELGADO
ARQUITECTO – UNISALLE
Cel. 3117349824 – burbanoarquitectura@gmail.com
Calle 9 N° 40-04 EDIFICIO ATURES APT. 905 – B/ MARILUZ III

San Juan de Pasto, agosto 04 de 2023

REF. "COTIZACION LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO DEL BLOQUE SAN JOSE Y LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO DEL BLOQUE MARIA INMACULADA DE LA UNIVERSIDAD MARIANA PASTO."

Cordial saludo,

Por el presente pongo a su disposición la propuesta económica para la elaboración de los levantamientos arquitectónicos en referencia, para lo cual se desarrollarán las siguientes actividades:

1. Medición en campo de todos los espacios que componen la infraestructura existente y los elementos arquitectónicos que conforman la edificación.
2. Dibujo digital de planos en AutoCAD, en plantas, fachadas y 2 cortes por puntos fijos, la representación de los planos es detallada, incluye: mobiliario, nomenclaturas, cotas, cuadro de áreas y registro fotográfico.

Los entregables de este trabajo son:

- Archivos de los planos en AutoCAD.
- Archivos de los planos en PDF.
- Juego de planos impresos.

Las áreas aproximadas a levantar son:

BLOQUE SAN JOSE 3.700 M2

BLOQUE MARIA INMACULADA 1.814 M2

AREA TOTAL APROX 5.514 M2

Estas áreas son referencias entregadas por la Universidad, y se rectificaran una vez se realice el levantamiento de cada edificación.

El valor de la presente propuesta es de:

- **VALOR POR METRO CUADRADO DE LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO (\$1.500) MIL QUINIENTOS PESOS MCTE.**

 <https://www.facebook.com/burbano.arquitectura/>

1



FRANCO MANUEL BURBANO DELGADO
ARQUITECTO – UNISALLE
Cel. 3117349824 – burbanoarquitectura@gmail.com
Calle 9 N° 40-04 EDIFICIO ATURES APT. 905 – B/ MARILUZ III

- **VALOR APROXIMADO DE LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO PARA LOS DOS BLOQUES (\$8.271.000) OCHO MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y UN MIL PESOS MCTE.**

este valor es libre de impuestos y retenciones.

TIEMPO DE EJECUCION DEL PROYECTO: el tiempo estimado para la ejecución del proyecto es de 20 días calendario, contados a partir de la entrega del anticipo.

FORMA DE PAGO:

La forma de pago es:

Anticipo 50% - \$ 4.135.500 CUATRO MILLONES CIENTO TREINTA Y CINCO MIL QUINIENTOS PESOS MCTE.

Pago a contra entrega 50% - \$ 4.135.500 CUATRO MILLONES CIENTO TREINTA Y CINCO MIL QUINIENTOS PESOS MCTE.

VALIDEZ DE LA OFERTA

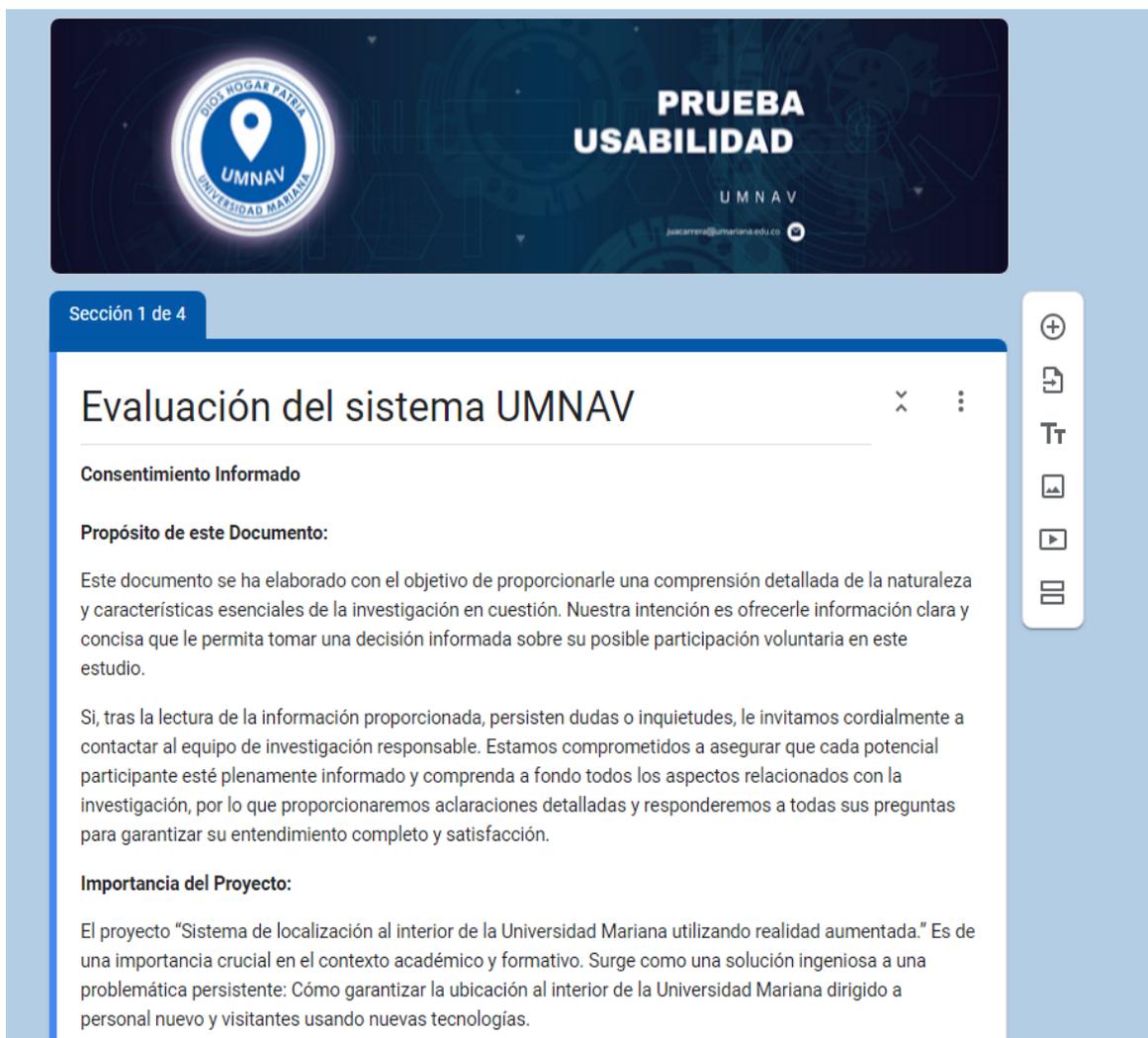
10 días calendario

FRANCO MANUEL BURBANO DELGADO
ARQUITECTO M.P. A52022004-98400676 CPNA.

Burbano
Arquitectura

Anexo E. Google Forms – Prueba Usabilidad

A continuación, se presenta en las imágenes como fue el formulario para poder obtener los datos de usabilidad del sistema.



The image shows a Google Form interface. At the top is a dark blue banner with the UMNAV logo on the left and the text 'PRUEBA USABILIDAD' in large white letters on the right. Below the banner, the form is titled 'Evaluación del sistema UMNAV'. The first section is 'Consentimiento Informado'. It includes a heading 'Propósito de este Documento:' followed by a paragraph explaining the study's purpose. Below that is another heading 'Importancia del Proyecto:' followed by a paragraph describing the project's significance.

Sección 1 de 4

Evaluación del sistema UMNAV

Consentimiento Informado

Propósito de este Documento:

Este documento se ha elaborado con el objetivo de proporcionarle una comprensión detallada de la naturaleza y características esenciales de la investigación en cuestión. Nuestra intención es ofrecerle información clara y concisa que le permita tomar una decisión informada sobre su posible participación voluntaria en este estudio.

Si, tras la lectura de la información proporcionada, persisten dudas o inquietudes, le invitamos cordialmente a contactar al equipo de investigación responsable. Estamos comprometidos a asegurar que cada potencial participante esté plenamente informado y comprenda a fondo todos los aspectos relacionados con la investigación, por lo que proporcionaremos aclaraciones detalladas y responderemos a todas sus preguntas para garantizar su entendimiento completo y satisfacción.

Importancia del Proyecto:

El proyecto "Sistema de localización al interior de la Universidad Mariana utilizando realidad aumentada." Es de una importancia crucial en el contexto académico y formativo. Surge como una solución ingeniosa a una problemática persistente: Cómo garantizar la ubicación al interior de la Universidad Mariana dirigido a personal nuevo y visitantes usando nuevas tecnologías.

Objetivo General de la Investigación:

El objetivo general de esta investigación es garantizar la ubicación al interior de la Universidad Mariana, dirigido a personal nuevo y visitantes, usando nuevas tecnologías de información y comunicaciones.

Descripción de la Investigación:

La investigación gira en torno a la implementación de UMNAV, de una aplicación móvil de realidad aumentada para navegación tanto en interiores como en exteriores, con el propósito de ubicar y orientar a la comunidad en el campus de la Universidad Mariana.

Responsables de la investigación:

Este estudio es liderado por el docente Fabián Parra Pay y el estudiante Juan Sebastian Carrera Bolaños , ambos pertenecientes al programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana de Pasto. Para cualquier consulta o inquietud, no dude en ponerse en contacto a través del número telefónico 3218282201.

Confidencialidad:

La protección, respeto y autonomía de los participantes son pilares fundamentales en nuestra investigación. Aseguramos una participación voluntaria, informada y libre de coacción, resguardando la privacidad y dignidad de cada individuo. Este estudio no persigue un interés lucrativo ni impone subordinación a los participantes. La información recolectada será custodiada con rigor, accesible solo para el equipo investigador, y se garantiza la confidencialidad y no divulgación de datos individuales. Todos los resultados publicados serán agregados, manteniendo la anonimidad y privacidad de los participantes, y los datos se almacenarán de manera segura durante cinco años después de concluir la investigación.

Derechos y deberes:

Tiene derecho a recibir una copia de este documento y a retirarse de la investigación en cualquier momento si así lo decide, sin la necesidad de firmar algún documento o explicar las razones de su decisión, si no desea hacerlo. No incurrirá en ningún gasto durante su participación en la investigación, y en cualquier momento puede solicitar información sobre los resultados a los encargados del estudio.

Afirmo haber leído o haber escuchado la lectura completa de este documento, y he comprendido su contenido. También reconozco que tengo la libertad de hacer cualquier pregunta y que todas mis inquietudes han sido abordadas satisfactoriamente. Con este conocimiento, elijo participar voluntariamente en esta investigación.

Correo electrónico institucional *

Texto de respuesta corta

Declaro que he leído detenidamente el consentimiento informado y, tras comprender su contenido, acepto voluntariamente participar en el estudio propuesto. *

Sí

No

Sección 2 de 4

Usabilidad UMANAV ✕ ⋮

Descripción (opcional)

Logo Proyecto



*

¿Cuál es su ocupación? ¿Es usted docente o estudiante?

1. Docente
2. Estudiante

Sección 3 de 4

De acuerdo con los enunciados que se presentan a continuación, seleccione la opción que considera corresponde con Umnav después de haberlo usado.

Descripción (opcional)

Creo que me gustaría utilizar este sistema con frecuencia *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Encontré el sistema innecesariamente complejo *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Pensé que el sistema era fácil de usar *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

⋮

Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar este sistema *

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

Encontré que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas *

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema *

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Neutral

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

...

Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar este sistema muy rápidamente *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Encontré el sistema muy complicado de usar *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Me sentí muy seguro usando el sistema *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Necesitaba aprender muchas cosas antes de empezar con este sistema *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Neutral
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Sección 4 de 4

Consentimiento no aceptado ✕ ⋮

Entendemos y respetamos su decisión de no participar en nuestro estudio. Agradecemos sinceramente el tiempo que ha dedicado a considerar nuestra propuesta. Su interés y consideración son muy valorados. Si en el futuro tiene alguna pregunta o inquietud, o decide reconsiderar su participación, no dude en ponerse en contacto con nosotros. Le deseamos lo mejor y esperamos tener la oportunidad de conectar con usted en futuras ocasiones. ¡Gracias y hasta pronto!

Anexo F. Pruebas divulgaciones

A continuación, se presenta en las imágenes de evidencia de los diferentes encuentros que se realizaron dentro de la investigación.

Encuentro Internacional de ciencia para la paz y desarrollo

ENCUENTRO INTERNACIONAL DE CIENCIA PARA LA PAZ Y EL DESARROLLO
certifica que:

Juan Sebastian Carrera Bolaños

IDENTIFICACIÓN NO. 1010096519
Realizó la ponencia oral titulado: "Sistema de localización para personal nuevo y visitantes al interior de la universidad mariana basado en el uso de realidad aumentada"

En el encuentro Internacional de Ciencia para la Paz y el Desarrollo, realizado en la ciudad de Popayán los días 28, 29 y 30 de noviembre de 2022

Se expide el presente certificado a los 5 días del mes de octubre de 2023

Diego Fco Coral
Diego Fernando Coral
Coordinador Ingeniería Física
Universidad del Cauca

Duván Mejía Valdez
Duván Mejía Valdez
Presidente del Capítulo Cauca
de Ingeniería Física

ENCUENTRO INTERNACIONAL DE CIENCIA PARA LA PAZ Y EL DESARROLLO

Año internacional de las ciencias básicas para el desarrollo sostenible en Colombia 2022

Universidad del Cauca

CACIF

Ingeniería FÍSICA UNICAUCA

SCIF

AESS

SAN

SECRETARÍA DEPARTAMENTAL DE CIENCIAS BÁSICAS, FÍSICA Y MATEMÁTICAS

Carta de aceptación de próxima divulgación – CACIED 2023



Pasto, 11 de agosto de 2023

Señor(a):

Juan Sebastián Carrera Bolaños

Universidad Mariana

Cordial Saludo.

Para el Comité Organizador del 6° Congreso Andino de Computación, Informática y Educación - CACIED 2023, nos es grato comunicarle(s) formalmente, que su contribución ha sido aceptada en la modalidad de **PONENCIA**.

Las condiciones para que su contribución sea publicada en las memorias de resúmenes de CACIED y sea enviada a evaluación a una de las revistas asociadas son las siguientes:

- El envío del artículo en extenso, de acuerdo a las directrices para autores CACIED 2023, hasta el 30 de agosto (puede descargar el archivo ingresando a su contribución en la plataforma). En el caso de que no se reciba hasta esta fecha el artículo, se entenderá que únicamente desea la publicación de su resumen.
- Que uno de los autores pague hasta el 30 de septiembre de 2023, el valor de la inscripción.
- Que presente de manera presencial la ponencia en CACIED 2023, el día que fue programada.

Posteriormente, se le(s) estará informando vía email la revista asignada para evaluación de su artículo.

Esperamos sinceramente darle la bienvenida al 6° Congreso Andino de Computación, Informática y Educación - CACIED 2023, del 8 al 10 de noviembre de 2023, en la ciudad de San Juan de Pasto.

Atentamente:

COMITÉ ORGANIZADOR CACIED 2023

