



# **ESPE**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN (SISTEMAS E  
INFORMÁTICA)**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO EN SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**TEMA: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO BASADO EN REALIDAD  
VIRTUAL PARA LA PROMOCIÓN DE SISTEMAS DE  
IMPERMEABILIZACIÓN EN LA EMPRESA IMPTEK CHOVA DEL  
ECUADOR.**

**AUTOR: ALPALA CACHIGUANGO, DIEGO GEOVANNY**

**DIRECTOR: ING. DUEÑAS MORA, FREDDY**

**SANGOLQUÍ**

**2019**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN  
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS E INFROMÁTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “*DESARROLLO DE UN PROTOTIPO BASADO EN REALIDAD VIRTUAL PARA LA PROMOCIÓN DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN EN LA EMPRESA IMPTEK CHOVA DEL ECUADOR*” fue realizado por el señor *ALPALA CACHIGUANGO, DIEGO GEOVANNY* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 01 de febrero de 2019

Firma:

**Ing. Freddy Dueñas**

**DIRECTOR**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN  
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS E INFROMÁTICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Alpala Cachiguango, Diego Geovanny*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: *Desarrollo de un prototipo basado en realidad virtual para la promoción de sistemas de impermeabilización en la empresa Imptek chova del Ecuador* es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 18 de febrero de 2019

Firma:

.....  
**Diego Geovanny Alpala Cachiguango**

C.C. 1723535553



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN  
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS E INFROMÁTICA

AUTORIZACIÓN

*Yo, Alpala Cachiguango, Diego Geovanny autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Desarrollo de un prototipo basado en realidad virtual para la promoción de sistemas de impermeabilización en la empresa Imptek chova del Ecuador** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.*

Sangolquí, 18 de febrero de 2019

Firma:

**Diego Geovanny Alpala Cachiguango**

C.C. 1723535553

## DEDICATORIA

Si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que me acompañaron en el recorrido laborioso de este trabajo y muchas de las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos más difíciles.

Primero y antes que todo, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, por ser mi motor y mi mayor inspiración, que, a través de su amor, paciencia, buenos valores me ayudaron a trazar mi camino.

Diego Alpala

## **AGRADECIMIENTO**

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merecen reconocimiento especial mi Madre y mi Padre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Asimismo, agradezco infinitamente a mi familia e hijo que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y lo que puedo enseñarles. Anhele algún día convertirme en su fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino.

De igual forma, agradezco a mi Director de Tesis, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

Diego Alpala

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DEL DIRECTOR .....	I
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	II
AUTORIZACIÓN .....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Alcance .....	3
CAPÍTULO II .....	5

<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Realidad Virtual. ....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Definición .....	5
2.1.2. Características.....	5
2.1.3. Componentes Básicos.....	6
<b>2.2. Unreal Engine .....</b>	<b>7</b>
2.2.1. Definición .....	7
2.2.2. Características.....	8
<b>2.3. Realidad Mixta .....</b>	<b>11</b>
2.3.1. Definición .....	11
2.3.2 El espectro .....	13
<b>2.4. Metodologías .....</b>	<b>14</b>
2.4.1. Metodología Científica .....	14
2.4.2. SCRUM .....	15
2.4.2.1. Actividades de SCRUM .....	15
2.4.2.2. Roles SCRUM.....	17
2.4.2.3. Artefactos de SCRUM.....	18
<b>2.5. Herramientas para el prototipo virtual.....</b>	<b>19</b>
2.5.1 Unreal Engine versión 4.19.2.....	19
2.5.2. SketchUp versión 1.7.1.174 .....	19
2.5.3. Oculus App versión 1.28.0.633101 .....	20
2.5.3. SDK 1.24.0.....	24
2.5.4. Mendeley versión 1.18.....	25
2.5.5. StarUML versión versión: 2.6.0 .....	25
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>26</b>

<b>3.1 Elicitación de requisitos .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.1 Historias de usuario .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.2 Priorización de historias de usuario .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2. Sprint 0: Preparación del entorno de desarrollo.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1 Instalación de software para modelado 3D.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.2 Diseño de productos impermeabilizantes.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.3 Modelado de un diseño arquitectónico. ....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.4 Diseño de sistemas de impermeabilización .....</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1. Sprint 1: Desarrollo prototipo funcional.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.1. Motor Gráfico Unreal Engine. ....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.1.1 Instalación.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.2. Conexión del Oculus Rift con el motor gráfico Unreal Engine.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1.2.1 Comprobar el estado de los dispositivos.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1.2.2 Configuración del área de juego. ....</b>	<b>48</b>
<b>4.1.2.3 Configuración del proyecto VR con el dispositivo Rift .....</b>	<b>52</b>
<b>4.1.3. Generación del primer escenario virtual. ....</b>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>56</b>
<b>5.1. Sprint 2: Integración de los productos en el entorno 3d .....</b>	<b>56</b>
<b>5.1.1. Importación de objetos 3D.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1.2. Creación de materiales y texturas.....</b>	<b>57</b>
<b>5.1.3. Interacción de objetos 3D mediante Oculus Rift .....</b>	<b>58</b>
<b>5.1.4 Escenario Showroom .....</b>	<b>60</b>
<b>5.1.5 Escenario Galería .....</b>	<b>62</b>
<b>5.1.6 Escenario Sistemas de impermeabilización .....</b>	<b>64</b>

<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>66</b>
<b>6.1. Sprint 3: Recorrido virtual .....</b>	<b>66</b>
<b>6.1.2. Visualización de lugares Impermeabilizados.....</b>	<b>68</b>
<b>6.2. Pruebas de ejecución.....</b>	<b>69</b>
<b>6.3. Revisión final de prototipo. ....</b>	<b>70</b>
<b>6.4. Evaluación de resultados .....</b>	<b>75</b>
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>79</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>7.1. Conclusiones .....</b>	<b>79</b>
<b>7.2. Recomendaciones.....</b>	<b>81</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>82</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Historia de usuario – Diseño de productos impermeabilizantes.....</i>	26
<b>Tabla 2</b>	<i>Historia de usuario - Diseño de sistemas de impermeabilización ...</i>	27
<b>Tabla 3</b>	<i>Historia de usuario - Showroom.....</i>	28
<b>Tabla 4</b>	<i>Historia de usuario - Diseño de un Avatar.....</i>	28
<b>Tabla 5</b>	<i>Historia de usuario - Desplazamiento.....</i>	29
<b>Tabla 6</b>	<i>Historias de usuario - Galería de imágenes .....</i>	30
<b>Tabla 7</b>	<i>Historia de usuario - Modelo arquitectónico .....</i>	30
<b>Tabla 8</b>	<i>Pila de productos priorizada.....</i>	31
<b>Tabla 9</b>	<i>Producto Alumband real vs diseñado.....</i>	35
<b>Tabla 10</b>	<i>Producto Imperpol real vs diseñado.....</i>	36
<b>Tabla 11</b>	<i>Producto Super K real vs diseñado.....</i>	36
<b>Tabla 12</b>	<i>Producto Super Acryl real vs diseñado .....</i>	37
<b>Tabla 13</b>	<i>Características Samsung Gear 360 .....</i>	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Características realidad virtual (Pérez Martínez, 2011).....	6
<b>Figura 2.</b> Características realidad virtual (Pérez Martínez, 2011).....	6
<b>Figura 3.</b> Entrada y percepción ambiental(Microsoft, 2018).....	13
<b>Figura 4.</b> Espectro Realidad Mixta (Microsoft, 2018) .....	13
<b>Figura 5.</b> Continuo de virtualidad .....	14
<b>Figura 6.</b> Eventos de Scrum (“Qué es SCRUM – Proyectos Ágiles,” n.d.) ..	16
<b>Figura 7.</b> The Rift’s orientation is reported as -handed coordinate system ..	22
<b>Figura 8.</b> Sensor Oculus Rift.....	23
<b>Figura 9.</b> Touch controller.....	23
<b>Figura 10.</b> Cronograma.....	32
<b>Figura 11.</b> Partes del Oculus Rift .....	33
<b>Figura 12.</b> Entorno de trabajo SketchUp 2018.....	34
<b>Figura 13.</b> Modelo casa vista frontal .....	37
<b>Figura 14.</b> Modelo casa vista posterior .....	38
<b>Figura 15.</b> Modelo casa vista interna .....	38
<b>Figura 16.</b> Modelo Terraza Ajardinada .....	39
<b>Figura 17.</b> Modelo Cubierta Plana ejemplo 1 .....	39
<b>Figura 18.</b> Modelo Cubierta Plana ejemplo 2.....	40
<b>Figura 19.</b> Modelo Cubierta Inclinada .....	40
<b>Figura 20.</b> Sistema de impermeabilización – Terrazas ajardinadas.....	41
<b>Figura 21.</b> Sistema de impermeabilización – Cubierta plana .....	41
<b>Figura 22.</b> Sistema de impermeabilización – Cubierta inclinada.....	42
<b>Figura 23.</b> Gestor de Epic Games – Unreal Engine.....	44
<b>Figura 24.</b> Pantalla principal Unreal Engine Blueprints.....	44
<b>Figura 25.</b> Pantalla principal Unreal Engine C++ .....	45
<b>Figura 26.</b> Pantalla principal Unreal Engine – Plantilla realidad virtual .....	45
<b>Figura 27.</b> Pantalla principal de la aplicación Oculus.....	47
<b>Figura 28.</b> Aplicación Oculus- Estado de dispositivos .....	48
<b>Figura 29.</b> Seteo del área para el usuario.....	49
<b>Figura 30.</b> Configuración de los sensores.....	50
<b>Figura 31.</b> Configuración de los sensores- altura. ....	50
<b>Figura 32.</b> Configuración de los sensores- altura. ....	51
<b>Figura 33.</b> Configuración de los sensores- área. ....	51
<b>Figura 34.</b> Configuración de los sensores- área. ....	52
<b>Figura 35.</b> Configuración aceptar fuentes desconocidas. ....	52
<b>Figura 36.</b> Directorio de archivos del proyecto.....	53
<b>Figura 37.</b> Niveles del proyecto. ....	53
<b>Figura 38.</b> Modelos 3D del proyecto - Maniquis.....	54
<b>Figura 39.</b> Blueprints.....	54
<b>Figura 40.</b> Materiales .....	55
<b>Figura 41.</b> Ejecución del proyecto.....	55
<b>Figura 42.</b> Ejecución del proyecto plantilla vr.....	55

<b>Figura 43.</b> Ventana de importación de objetos. ....	56
<b>Figura 44.</b> Material visualización de Script.....	58
<b>Figura 45.</b> Spawn and attach both motion controller.....	59
<b>Figura 46.</b> Blueprint del objeto cubo. ....	59
<b>Figura 47.</b> Avatar .....	60
<b>Figura 48.</b> Avatar y la propiedad Skeleton .....	61
<b>Figura 49.</b> Editor para animación de avatars .....	61
<b>Figura 50.</b> Editor para animación – Mesh .....	61
<b>Figura 51.</b> Editor para animación – Animation.....	62
<b>Figura 52.</b> Blueprint Galería – Ventana Gráfica .....	63
<b>Figura 53.</b> Blueprint Galería – Gráfico del evento.....	64
<b>Figura 54.</b> Blueprint del nivel – Sistemas de impermeabilización .....	65
<b>Figura 55.</b> Blueprint Handle Teleportation .....	66
<b>Figura 56.</b> Blueprint Handle Teleportation 2 .....	66
<b>Figura 57.</b> Blueprint Handle Controller Input.....	67
<b>Figura 58.</b> Blueprint activación teletransportación. ....	68
<b>Figura 59.</b> Blueprint activación teletransportación. ....	68
<b>Figura 60.</b> Blueprint moverse entre niveles.....	68
<b>Figura 61.</b> Materiales de fotos tipo 360°. ....	69
<b>Figura 62.</b> Funcionalidad para ver todas las imágenes 360°. ....	69
<b>Figura 63.</b> Visualización de la teletransportación.....	70
<b>Figura 64.</b> Visualización del objeto para moverse por niveles .....	70
<b>Figura 65.</b> Nivel 1- Showroom vista 1 .....	71
<b>Figura 66.</b> Nivel 1- Showroom vista 2 .....	71
<b>Figura 67.</b> Nivel 2- Galeria de imagenes .....	72
<b>Figura 68.</b> Nivel 2- Galeria de imagenes .....	72
<b>Figura 69.</b> Nivel 3- sistemas de impermeabilización.....	73
<b>Figura 70.</b> Nivel 3- sistemas de impermeabilización vista aérea .....	73
<b>Figura 71.</b> Nivel 3- sistemas de impermeabilización cubiertas planas.....	74
<b>Figura 72.</b> Nivel 3- sistemas de impermeabilización jardinerías .....	74
<b>Figura 73.</b> Sistemas de impermeabilización – Aplicaciones .....	74
<b>Figura 74.</b> Resultado pregunta 1 .....	75
<b>Figura 75.</b> Resultados pregunta 2.....	76
<b>Figura 76.</b> Resultados pregunta 3.....	76
<b>Figura 77.</b> Resultado pregunta 4 .....	77
<b>Figura 78.</b> Resultados pregunta 4.....	77

## **RESUMEN**

El avance tecnológico en la fabricación de nuevos dispositivos que nacen principalmente con el objetivo de un nuevo tipo de entretenimiento para las personas, ha dado lugar a nuevos paradigmas como es el caso de realidad virtual y que hoy en día está convergiendo en diferentes áreas profesionales como son la arquitectura, medicina, mecánica; Por consiguiente, se ha realizado un prototipo tridimensional el cual permite promocionar los sistemas de impermeabilización y a la vez los productos que la empresa Imptek Chova del Ecuador ofrece, para de esta manera impulsar el reconocimiento de los productos y de su marca ante el mercado latinoamericano. Esta solución nace de una necesidad del área comercial en la urgencia de disponer de una nueva forma de marketing y publicidad orientada a nuevas tendencias tecnológicas. Además, es importante mencionar que este trabajo se lo realizó bajo el método ágil denominado SCRUM mismo que facilita el desarrollo de este tipo de proyectos debido a los entregables que son inmediatos.

### **PALABRAS CLAVE**

- **REALIDAD VIRTUAL**
- **BLUEPRINTS**
- **OCULUS RIFT**
- **SDK**

## **ABSTRACT**

The technological advances in the manufacture of new devices that are born mainly with the objective of new types of entertainment for people has led to new paradigms, such as virtual reality. Today it converges in different areas, such as architecture, medicine, mechanics: For this reason, we built a three-dimensional prototype that allows to promote waterproofing systems and at the same time products that Imptek Chova of Ecuador offers. They aim to promote the recognition of their products and their brand in the Latin American market. This solution emerges from Imptek Chova's business area need to have new marketing and advertising means oriented to new technological trends. In addition, it is important to mention that this work was done under an agile method called SCRUM that facilitates the development of this type of projects.

### **KEYWORDS**

- **REALIDAD VIRTUAL**
- **BLUEPRINTS**
- **OCULUS RIFT**
- **SDK**

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

Imptek Chova del Ecuador S.A, es una organización que se dedica a la manufactura y comercialización de soluciones innovadoras para la impermeabilización, la construcción liviana y la vialidad en el mercado regional de la Costa del Pacífico Latinoamericano. Para lo cual posee una planta industrial ubicada en el sector del Inga, además de tres Casas Imptek localizadas en Cashapamba, Calderon y Guayaquil respectivamente. Siendo los puntos de venta directo al cliente.

VR (Realidad Virtual) es una tecnología que nos permite sustituir nuestro entorno, todo aquello que nos rodea, por otro generado de forma digital. La VR actúa a través de un casco o gafas de realidad virtual bloqueando nuestra visión y, en ocasiones, nuestro oído, por lo que la inmersión nos hace sumergirnos en un mundo puramente virtual. Esto nos ofrece la posibilidad de “transportarnos” en el tiempo o a otro lugar, así como vivir todo tipo de experiencias de tal manera que el usuario las sienta como si ocurrieran en la vida real.

La simulación de realidad virtual requiere dos componentes principales: una fuente de contenido y un dispositivo de usuario. Software y hardware, en otras palabras. En la actualidad, estos sistemas incluyen auriculares, guantes especiales y gafas protectoras. Las herramientas de realidad virtual deben proporcionar imágenes realistas, naturales, de alta calidad y posibilidades de interacción.

Unity es un motor de video juegos el cual es multiplataforma es decir los juegos se pueden compilar en las diferentes ya sea para iOS, Android, Microsoft, Xbox. Además, que nos permite realizar recorridos virtuales, que es el objetivo de este tema.

## **1.2. Planteamiento del problema**

En la actualidad gracias al apoyo de los avances tecnológicos como la realidad virtual, se puede observar un rápido crecimiento de aplicaciones tridimensionales que han solucionado problemas en varias áreas como medicina, mecánica, arquitectura entre otras. Motivos por los cuales los competidores cambian sus estrategias de promoción mediante el uso de nuevas tecnologías y por ende la captación de clientes en el sector de impermeabilización es mayor.

La desventaja frente a nuevas estrategias de promoción de competidores se debe a las siguientes causas:

El uso de material multimedia 2D, es decir imágenes planas, videos cortos que promocionan los sistemas de impermeabilización y por ende sus productos. Cabe mencionar que para visualizar productos instalados y apreciar el acabado, textura y color se lo tiene que hacer de manera presencial en cada una de las obras lo que hace difícil la visita para los clientes.

El uso de nuevos paradigmas tecnológicos por parte de la competencia ha generado un mayor impacto en el mercado y en consecuencia una mayor oferta al momento de vender los productos.

Falta de un prototipo virtual que llame la atención e interés de los clientes que asisten a cada una de las ferias de construcción que se realiza a nivel de todo el país.

## **1.3. Justificación**

Imptek con los diferentes productos y sistemas de impermeabilización que ha venido innovando a lo largo del tiempo, se ha visto en la necesidad de desarrollar un prototipo tridimensional que le permita promocionar y comercializar de manera óptima en el mercado.

Un prototipo de realidad virtual (VR), permitirá mostrar al cliente los diferentes sistemas impermeabilizantes que se dispone en diferentes perspectivas, así como de los productos aplicados en cada solución, conociendo las especificaciones técnicas de los mismos.

Además, el cliente tendrá la oportunidad de presenciar obras donde se encuentren los sistemas impermeables instalados, dejando apreciar el estilo, color y apariencia del trabajo final. De esta manera se buscará la captación de clientes potenciales.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Desarrollar un prototipo basado en realidad virtual que incluye herramientas nativas como Oculus Rift, Unreal Engine aplicando el metodo SCRUM para la promoción de sistemas de impermeabilización en la empresa Imptek Chova del Ecuador.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Modelar los sistemas impermeabilizantes y productos mediante una herramienta de diseño 3D.
- Elaborar el entorno virtual donde se visualizarán los productos y las soluciones mediante una herramienta de visualización 3D.
- Producir el material multimedia necesario para visualizar los sistemas impermeabilizantes aplicados en casos reales.
- Realizar pruebas finales del prototipo virtual.

## **1.5. Alcance**

Con el fin de solventar las necesidades de la empresa el modelo virtual a desarrollarse contemplará lo siguiente:

Como parte de mejora en la experiencia del usuario el prototipo virtual permitirá observar un diseño 3D de sus extremidades superiores es decir sus manos las cuales interactuarán en el nuevo entorno a desarrollarse.

Para el desplazamiento del usuario por el mencionado entorno se lo realizará mediante un puntero 3D el cual indicará la nueva posición a donde se requiera trasladarse.

El entorno virtual, contemplará un diseño arquitectónico donde se visualizará los distintos sistemas de impermeabilización aplicados en diferentes áreas. En cada solución presentada observaremos una serie de capas las cuales podrán ser sujetadas para la separación del sistema total.

En el caso de los productos que son usados en cada solución impermeable, el entorno virtual mostrará cada uno de ellos en las presentaciones disponibles para la venta, dará a conocer sus especificaciones técnicas y al igual que las capas podremos sujetarlos y colocarlos en diferentes sitios como el usuario lo desee.

Se contemplará una galería de imágenes y videos 360 de obras donde las soluciones impermeables ya están instaladas. Cada imagen o video debe ser cambiado usando los mandos touch del Oculus Rift.

Como parte final del recorrido, el sistema virtual presentará un pequeño juego, que consiste en derribar una pila de productos desde una distancia determinada.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Realidad Virtual.

##### 2.1.1 Definición

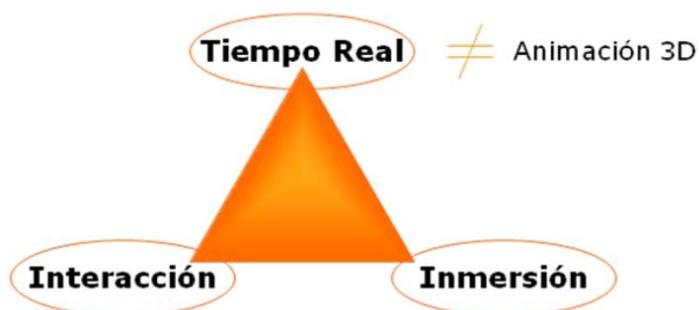
La Realidad Virtual es una experiencia sintética mediante la cual se pretende que el usuario sustituya la realidad física por un entorno ficticio generado por ordenador, en tanto que nos permite recrear virtualmente cualquier tipo de espacio en tres dimensiones y situarlo en cualquier época, incluso en el futuro, con un grado de realismo completamente creíble (Pérez Martínez, 2011).

##### 2.1.2. Características

Las 3 características fundamentales que definen la RV frente a las animaciones 3D tradicionales son:

- A. *Tiempo real*, que permite elegir la dirección hacia dónde moverse en el interior del escenario o hacia dónde dirigir la mirada;
- B. *Inmersión* completa por el interior del mismo, perdiendo el contacto con la realidad exterior al percibir únicamente los estímulos del mundo virtual.
- C. *Interacción* con los elementos que lo conforman, que permite interactuar con el mundo virtual a través de diversos dispositivos de entrada, como: joysticks, guantes de datos, etc, (Pérez Martínez, 2011).

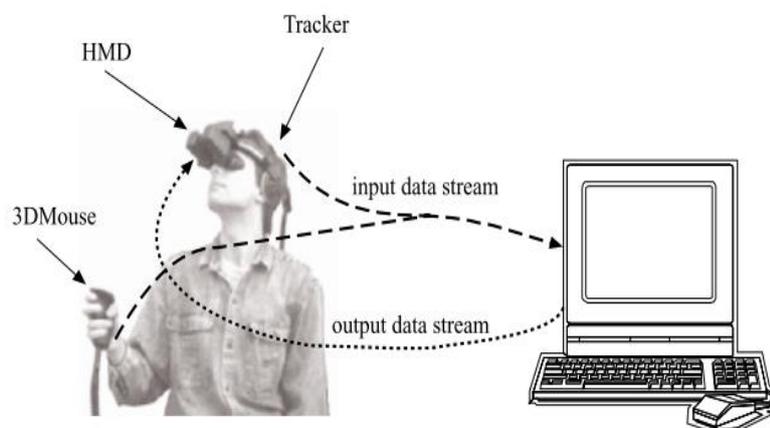
Gráficamente se representa de la siguiente manera (ver Figura 1).



**Figura 1.** Características realidad virtual (Pérez Martínez, 2011).

### 2.1.3. Componentes Básicos.

Esta imagen representa las partes más importantes del ciclo de interacción humano-computadora-humano fundamental para cada sistema de inmersión (ver Figura 2). El usuario está equipado con una pantalla montada en la cabeza, un rastreador y, opcionalmente, un dispositivo de manipulación (por ejemplo, guante de datos, mandos, etc.). A medida que el ser humano realiza acciones como caminar, girar la cabeza (es decir, cambiar el punto de vista), los datos que describen su comportamiento se alimentan a la computadora desde los dispositivos de entrada. La computadora procesa la información en tiempo real y genera los comentarios apropiados que se transmiten al usuario por medio de pantallas de salida.



**Figura 2.** Características realidad virtual (Pérez Martínez, 2011).

- A. *Los Dispositivos de Entrada* determinan la forma en que un usuario se comunica con la computadora. Idealmente, todos estos dispositivos juntos deberían hacer que el control del entorno del usuario sea tan intuitivo y natural como sea posible.
- B. *Dispositivos de Salida* son los responsables del entorno, ya que contribuyen a la generación de una sensación de inmersión como máximo. Estos incluyen pantallas visuales, auditivas o hápticas.
- C. *Software* es responsable de la administración de dispositivos de entrada y salida, el análisis de los datos entrantes y la generación de comentarios adecuados. La diferencia con los sistemas convencionales es que los dispositivos de realidad virtual son mucho más complicados que los utilizados en el escritorio: requieren un manejo extremadamente preciso y envían grandes cantidades de datos al sistema. Además, toda la aplicación es crítica en cuanto al tiempo y el software debe gestionarla: los datos de entrada deben manejarse a tiempo y la respuesta del sistema que se envía a las pantallas de salida debe ser rápida para no destruir la sensación de inmersión (Mazuryk & Gervautz, n.d.).

## **2.2. Unreal Engine**

### **2.2.1. Definición**

Unreal Engine es un motor gráfico de juegos de PC y consolas creado por Epic Games, el cual dispone de un conjunto de herramientas de desarrollo que permite generar experiencias cinemáticas y juegos de alta calidad. Es idónea para contenidos en realidad virtual y aumentada debido a la perfecta integración del lenguaje de programación C++ con blueprints, además presenta la facilidad de editar objetos de una forma directa y sencilla en tiempo real observando los cambios al instante. Este motor brinda capacidades técnicas adecuadas como altas velocidades de renderizado por segundo, gráficos que se acercan a la realidad y son de alta calidad, la resolución y manejo de sombras .("Acerca de Unreal Engine 4," n.d.).

### 2.2.2. Características

Aquí se presentan algunas de las características más relevantes de Unreal Engine.

- A. *Representación fotorreal en tiempo real.*- Se centra en el renderizado basado en la física del motor gráfico, las opciones de sombras dinámicas avanzadas, los reflejos del espacio de pantalla y los canales de iluminación que proporcionan la flexibilidad y la eficiencia para crear un contenido de alta calidad.
- B. *Blueprints o Visual Scripting:* Es un sistema completo de scripts basado en el concepto de usar una interfaz basada en nodos para crear elementos de juego desde el editor de Unreal. Al igual que con muchos lenguajes de script comunes, se utiliza para definir clases orientado a objetos (OO), u objetos dentro del mencionado motor. Es decir, se utiliza para crear comportamientos e interacciones de objetos, modificar interfaces de usuario y ajustar controles de entrada.

Existen varios tipos de blueprints, cada uno de los cuales tiene su propio uso específico, desde la creación de nuevas clases hasta eventos a nivel de scripts, la definición de interfaces o macros que otros Blueprints utilizarán.

*Blueprint Class.*- Es un asset que permite a los creadores de contenido agregar funcionalidad a las clases de juego existentes. Los planos se crean visualmente en Unreal Editor, no se escribe código, se guarda en un paquete de contenido. Estos blueprints esencialmente definen una nueva clase o tipo de actor que luego se pueden colocar en mapas como instancias.

*Level Blueprint.*- Es un tipo especializado de Blueprint que actúa como un gráfico de eventos global de todo el nivel. Cada nivel de su proyecto tiene su propio Blueprint de nivel creado de forma predeterminada para que puede editarse. Sin embargo, los nuevos Blueprints de nivel no se pueden crear a través de la interfaz del editor. Los eventos que pertenecen al nivel en su totalidad, o instancias específicas de actores dentro del nivel, se usan para disparar secuencias de acciones en forma de llamadas de función u operaciones de control de flujo. Además, proporcionan un mecanismo de

control para la transmisión de nivel, así como para eventos vinculantes para los actores ubicados dentro del nivel.

*Blueprint Interface.* - Es una colección de una o más funciones (solo nombre, sin implementación) que se pueden agregar a otros Blueprints. Cualquier Blueprint que tenga la Interfaz agregada garantiza tener mencionadas funciones. Las funciones de la Interfaz pueden tener funcionalidad en cada uno de los Blueprints que la agregaron. Esto es esencialmente como el concepto de una interfaz en la programación general, que permite que diferentes tipos de objetos se compartan y se acceda a ellos a través de una interfaz común. En pocas palabras, Blueprint Interface permite que diferentes Blueprints compartan y envíen datos entre sí.

Los creadores de contenido pueden crear Blueprint Interfaces de forma similar a otros Blueprints, pero tienen ciertas limitaciones como es el caso de no poder añadir nuevas variables, editar gráficas y añadir componentes.

Así mismo es importante conocer la estructura y funcionalidad que dispone cada Blueprint.

La funcionalidad de Blueprints se define utilizando varios elementos; algunos de los cuales están presentes de forma predeterminada, mientras que otros pueden agregarse según sea necesario. Estos proporcionan la capacidad de definir componentes, realizar operaciones de inicialización y configuración, responder a eventos, organizar y modularizar operaciones, definir propiedades y más.

*Componentes.* - La ventana de Componentes dentro del Editor de Blueprint permite agregar elementos a un Blueprint. Esto proporciona un medio para agregar geometría de colisión a través de CapsuleComponents, BoxComponents o SphereComponents, agregar geometría representada en forma de StaticMeshComponents o SkeletalMeshComponents, o controlar el movimiento usando MovementComponents.

*Construcción del Script.* - Este elemento se ejecuta siguiendo la lista de componentes cuando una instancia de la clase Blueprint es creada. Contiene

un gráfico de nodos que se ejecuta y permite que la instancia de Blueprint Class realice operaciones de inicialización tales como realizar trazados en el mundo, configurar mallas y materiales; todo esto con el fin de lograr una configuración específica del contexto.

*Event Graph.* - Contiene un gráfico de nodos que utiliza eventos y llamadas a funciones para realizar acciones en respuesta a los eventos del juego asociados con el Blueprint. Esto se usa para agregar funcionalidad que es común a todas las instancias de un Blueprint. Aquí es donde se configuran la interactividad y las respuestas dinámicas.

*Funciones.* - Son gráficos de nodos que pertenecen a un Blueprint particular que se pueden ejecutar o llamar desde otro gráfico dentro del Blueprint. Las funciones tienen un solo punto de entrada designado por un nodo con el nombre de la función que contiene un solo pin de salida de exec. Cuando se llama a la función desde otro gráfico, el pin de salida se activa y la red conectada se ejecuta.

*Variables.* - Son propiedades que tienen un valor o referencia a un objeto o actor en el mundo. Estas propiedades pueden ser accesibles internamente al Blueprint que las contiene, o pueden hacerse accesibles externamente para que sus valores puedan ser modificados por los diseñadores que trabajan con instancias del Blueprint colocado en otro nivel (“Blueprint Overview,” n.d.).

C. *Renderizado y gráficos.* – El sistema de renderizado en Unreal Engine es un sistema de DirectX 11 que incluye sombreado diferido, iluminación global, translucidez encendida y post procesamiento.

*Sombreado diferido.* - Los materiales escriben sus atributos en los GBuffers, los pases de iluminación se leen en las propiedades del material por píxel y se realiza la iluminación en conjunto. Para la iluminación existe tres rutas tales como: totalmente dinámico con luces móviles, parcialmente estático con luces

estacionarias y totalmente estático mediante luces estáticas (Epic Games, n.d.-a).

- D. *Materiales*. - Es un asset que se puede aplicar a una malla para controlar el aspecto visual de la escena. En un nivel alto, probablemente sea más fácil pensar en un material como la "pintura" que se aplica a un objeto. Pero incluso eso puede ser confuso, ya que un material define literalmente el tipo de superficie a partir de la cual parece estar hecho su objeto. Puede definir su color, su brillo, y transparencia. En términos más técnicos, cuando la luz de la escena llega a la superficie, se utiliza un material para calcular cómo interactúa esa luz con esa superficie. Estos cálculos se realizan utilizando los datos entrantes que se ingresan en el material desde una variedad de imágenes (texturas) y expresiones matemáticas, así como desde varias configuraciones de propiedades inherentes.

*Nodos y redes de expresión*. - Hay que tener en cuenta que los materiales no se construyen a través del código, sino a través de una red de nodos de secuencias de comandos visuales (denominadas expresiones de materiales) dentro del editor de materiales. Cada nodo contiene un fragmento de código HLSL (Lenguaje de sombreado de alto nivel), designado para realizar una tarea específica. Esto significa que a medida que construye un material, está creando código HLSL a través de secuencias de comandos visuales ("Essential Material Concepts," n.d.).

## **2.3. Realidad Mixta**

### **2.3.1. Definición**

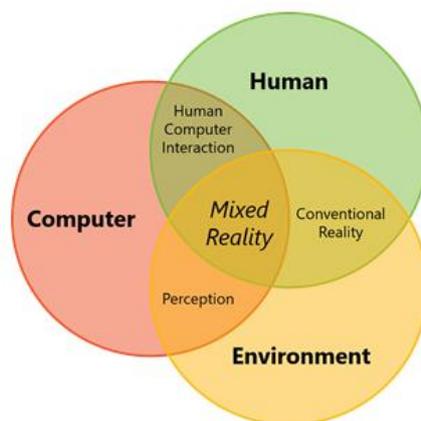
La realidad mixta (MR) es un entorno de usuario en el que la realidad física y el contenido digital se combinan de una manera que permite la interacción con y entre objetos del mundo real y virtuales. A diferencia de la realidad virtual (VR) que sumerge al usuario final en un entorno completamente digital, o la realidad aumentada (AR) que coloca el contenido digital en la parte superior de un entorno físico, la realidad mixta combina configuraciones digitales y reales. La realidad mixta a veces se considera un

tipo de realidad aumentada (AR), pero su capacidad de interactividad entre el mundo real y los elementos digitales lo sitúa más allá del continuo de virtualidad (“What is mixed reality (hybrid reality, extended reality)? - Definition from WhatIs.com,” n.d.).

En las últimas décadas, la relación entre la entrada humana y la información de la computadora ha sido bien explorada. Incluso tiene una disciplina ampliamente estudiada conocida como interacción computadora-humano o HCI. El aporte humano se realiza a través de una variedad de medios, incluidos los teclados, ratones, táctiles, tintas, voces e incluso el seguimiento esquelético de Kinect (ver Figura 3).

Los avances en sensores y procesamiento están dando lugar a una nueva área de dispositivos de entrada de computadora desde entornos de realidad virtual inmersiva. La interacción entre las computadoras y los entornos es efectivamente una comprensión o percepción ambiental. La entrada ambiental captura cosas como la posición de una persona en el mundo (por ejemplo, seguimiento de la cabeza), superficies y límites (por ejemplo, mapeo espacial y comprensión espacial), iluminación ambiental, sonido ambiental, reconocimiento, ubicación y manipulación de objetos (ver Figura 3).

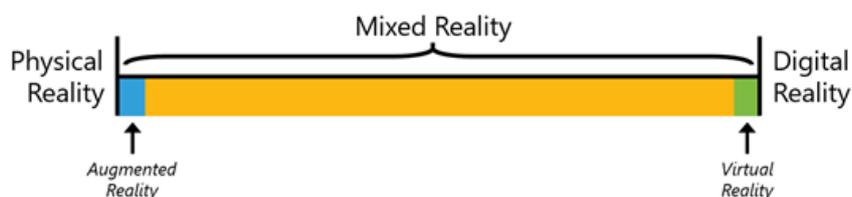
Ahora, la combinación de los tres procesos de procesamiento: computadora, entrada humana e información ambiental crea la oportunidad de generar verdaderas experiencias de realidad mixta. El movimiento a través del mundo físico puede traducirse en movimiento en el mundo digital. Los límites en el mundo físico pueden influir en las experiencias de las aplicaciones, como el juego en el mundo digital. Sin aportes ambientales, las experiencias no pueden mezclarse entre las realidades físicas y digitales (Microsoft, n.d.).



**Figura 3.** Entrada y percepción ambiental(Microsoft, 2018).

### 2.3.2 El espectro

Como la realidad mixta es la combinación del mundo físico y el mundo digital, estas dos realidades definen los extremos polares de un espectro conocido como continuo de virtualidad. Por simplicidad, nos referimos a esto como el espectro de realidad mixta. En el lado izquierdo tenemos la realidad física en la que nosotros, los humanos, existimos. Luego, en el lado derecho, tenemos la realidad digital correspondiente como muestra la imagen (ver Figura 4).



**Figura 4.** Espectro Realidad Mixta (Microsoft, 2018).

### Continuo de virtualidad

El concepto de continuo de la virtualidad fue definido por primera vez el año 1994, por Paul Milgram y Fumio Kishino. El continuo de la virtualidad es un concepto que sirve para describir que existe una escala continua que oscila entre lo que se puede

definir como completamente virtual, es decir, una realidad virtual, y lo que es completamente real (la realidad). Así que intenta abarcar todas las posibles variaciones y composiciones de objetos virtuales y reales (ver Figura 5).



**Figura 5.** Continuo de virtualidad

De izquierda a derecha aumenta el grado de estímulos generados por ordenadores. En el extremo derecho se encuentra lo que se llama realidad virtual inmersiva, donde todos los estímulos son generados por ordenador. Por otro lado, el extremo izquierdo se encuentra aquello que es totalmente real, es decir, personas, objetos, plantas, lo físico que se pueden tocar y sentir como estamos acostumbrados a hacerlo en la vida cotidiana. El área comprendida entre los dos extremos, donde la realidad y la virtualidad se mezclan, se encuentra aquello que se conoce como realidad mixta. Es decir, que consiste en la llamada realidad aumentada, donde la virtualidad hace aumentar la realidad (enriquece la realidad introduciendo objetos virtuales en ella), y la llamada virtualidad aumentada, donde la realidad aumenta la virtualidad (enriquece la virtualidad introduciendo objetos reales en ella) (“Continuo de la virtualidad - Wikipedia, la enciclopedia libre,” n.d.).

## **2.4. Metodologías**

### **2.4.1. Metodología Científica**

El proyecto en uno de sus apartados contempla plantear una hipótesis la cual debe ser demostrada al final del desarrollo del mismo, su afirmación o su negación, por este motivo se necesita seguir un modelo de investigación enfocado al método inductivo.

Investigación científica es un procedimiento de reflexión, de control y de crítica, que se propone aportar nuevos hechos, datos, relaciones o leyes en cualquier ámbito del conocimiento científico.

La información que resultará será de carácter relevante y confiable, pero no podrá decirse que es absolutamente verdadera: la ciencia apunta a descubrir nuevos conocimientos, pero también a reformular los existentes, de acuerdo con los avances en la técnica, la tecnología y el pensamiento.

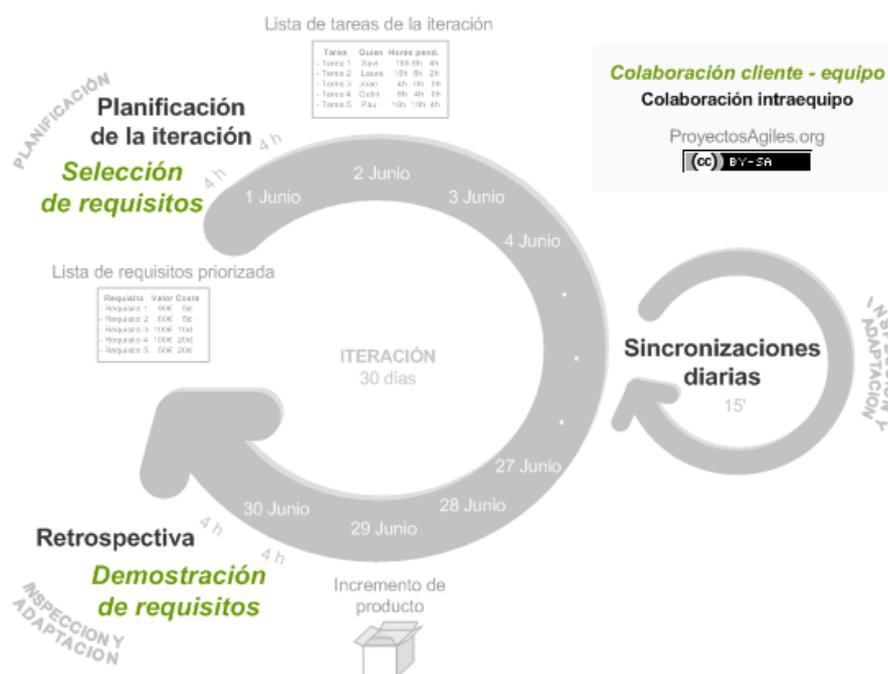
Para lo cual se tiene como método inductivo que va de lo particular a lo general. Es un método que se basa en la observación, el estudio y la experimentación de diversos sucesos reales para poder llegar a una conclusión que involucre a todos esos casos (Equipo de Redacción de Concepto.de, 2017).

## **2.4.2. SCRUM**

Scrum es un marco de trabajo de procesos que ha sido usado para gestionar el desarrollo de productos complejos desde principios de los años 90. Scrum no es un proceso o una técnica para construir productos; en lugar de eso, es un marco de trabajo dentro del cual se pueden emplear varias técnicas y procesos. Scrum muestra la eficacia relativa de las prácticas de gestión de producto y las prácticas de desarrollo, de modo que podamos mejorar. El marco de trabajo Scrum consiste en los Equipos Scrum, roles, eventos, artefactos y reglas asociadas. Cada componente dentro del marco de trabajo sirve a un propósito específico y es esencial para el éxito de Scrum y para su uso. Las reglas de Scrum relacionan los eventos, roles y artefactos, gobernando las relaciones e interacciones entre ellos. Las reglas de Scrum se describen en el presente documento (Schwaber & Sutherland, 2013).

### **2.4.2.1. Actividades de SCRUM**

En la Figura 6 se representan los eventos que el método Scrum realiza en cada iteración, a continuación se detalla cada una de ellos:



**Figura 6.** Eventos de Scrum (“Qué es SCRUM – Proyectos Ágiles,” n.d.).

## A. Sprint

Es el corazón de Scrum, es un bloque de tiempo (time-box) de un mes o menos durante el cual se crea un incremento de producto “Terminado”, utilizable y potencialmente desplegable. Es más conveniente si la duración de los Sprints es consistente a lo largo del esfuerzo de desarrollo. Cada nuevo Sprint comienza inmediatamente después de la finalización del Sprint previo.

## B. Planificación del Sprint

Genera un plan de acción mediante el trabajo colaborativo del Equipo Scrum completo. La Reunión de Planificación de Sprint tiene un máximo de duración de ocho horas para un Sprint de un mes. Para Sprints más cortos, el evento es usualmente más corto. El Scrum Master se asegura de que el evento se lleve a cabo y que los asistentes entiendan su propósito. El Scrum Master enseña al Equipo Scrum a mantenerse dentro del bloque de tiempo.

## C. Scrum Diario

Es una reunión con un bloque de tiempo de 15 minutos para que el Equipo de Desarrollo sincronice sus actividades y cree un plan para las siguientes 24 horas. Esto se lleva a cabo inspeccionando el trabajo avanzado desde el último Scrum Diario y haciendo una proyección acerca del trabajo que podría completarse antes del siguiente.

#### **D. Revisión de Sprint**

Permite inspeccionar el incremento y adaptar la Lista de Producto si fuese necesario al final del Sprint, los asistentes colaboran para determinar lo que podría hacerse para optimizar el valor y facilitar la retroalimentación de información y fomentar la colaboración entre el equipo.

#### **E. Retrospectiva de Sprint**

La Retrospectiva de Sprint es una oportunidad para el Equipo Scrum de inspeccionarse a sí mismo y crear un plan de mejoras que sean abordadas durante el siguiente Sprint. La Retrospectiva de Sprint tiene lugar después de la Revisión de Sprint y antes de la siguiente Reunión de Planificación de Sprint y su tiempo de duración no debe superar las tres horas para Sprints de un mes (Y Soportado Por, Schwaber, & Sutherland, 2013).

### **2.4.2.2. Roles SCRUM**

#### **A. El Dueño de Producto**

El Dueño de Producto es el responsable de maximizar el valor del producto y del trabajo del Equipo de Desarrollo. El cómo se lleva a cabo podría variar ampliamente entre distintas organizaciones, Equipos Scrum e individuos. (Schwaber & Sutherland, 2013)

#### **B. El Scrum Master**

El Scrum Master es un líder cuya responsabilidad consiste en: asegurar que el Scrum es entendido y adoptado, que el equipo trabaje ajustándose a la teoría, prácticas y reglas de Scrum, ayudar a las personas externas a entender qué

interacciones con el Equipo Scrum pueden ser de apoyo y cuáles no, ayudar a todos a modificar estas interacciones para maximizar el valor creado por el Equipo Scrum.

### **C. El Equipo de Desarrollo**

El Equipo de Desarrollo consiste en los profesionales que desempeñan el trabajo de entregar un Incremento de producto “Terminado”, que potencialmente se pueda poner en producción, al final de cada Sprint. Solo los miembros del Equipo de Desarrollo participan en la creación del Incremento (Schwaber & Sutherland, 2013).

## **2.4.2.3. Artefactos de SCRUM**

### **A. Pila de productos (Product Backlog)**

La pila de Producto es una lista priorizada de todo lo que podría ser necesario en el producto, y es la única fuente de requisitos para cualquier cambio a realizarse en el producto.

### **B. Lista de Pendientes del Sprint (Sprint Backlog)**

Es el conjunto de elementos de la pila de productos seleccionados para el Sprint, más un plan para entregar el incremento del producto y conseguir el objetivo del Sprint. La lista de pendientes del Sprint es una predicción hecha por el equipo de desarrollo acerca de qué funcionalidad formará parte del próximo incremento y del trabajo necesario para entregar esa funcionalidad.

### **C. Incremento**

El Incremento es la suma de todos los elementos de la pila de productos completados durante un Sprint y el valor de los incrementos de todos los Sprints anteriores. Al final de un Sprint, el nuevo Incremento debe estar “Terminado”, lo cual significa que está en condiciones de ser utilizado (Schwaber & Sutherland, 2013).

## **2.5. Herramientas para el prototipo virtual**

El presente proyecto se enfocará al diseño de un prototipo de realidad virtual y las herramientas con las que se desarrollará son las siguientes.

### **2.5.1 Unreal Engine versión 4.19.2**

Es un conjunto de herramientas integradas para desarrolladores de video juegos que permite diseñar y construir simulaciones y visualizaciones. En donde se tiene integrado el nuevo entorno de realidad virtual, que consiste en plantillas preconfiguradas para un rápido inicio de proyecto (“Unreal Engine | Blog,” n.d.). El proyecto es una unidad autónoma que guarda todo el contenido y el código que conforman un juego individual y coincide con un conjunto de directorios en el disco.

Para hacer referencia a un proyecto se realiza mediante el archivo. uproject asociado a él. El .uproject es un archivo de referencia utilizado para crear, abrir o guardar un archivo, mientras que el proyecto contiene todos los archivos y carpetas asociados.

Unreal Engine tiene la característica de crear cualquier número de proyectos diferentes que se pueden mantener y desarrollar en paralelo. Tanto el motor como el editor pueden cambiar fácilmente entre ellos, lo que permitirá trabajar en varios prototipos a la vez además del proyecto principal (Epic Games, n.d.-b).

### **2.5.2. SketchUp versión 1.7.1.174**

SketchUp es una solución CAD (Computer Aided Design/Drafting) intuitiva para la creación y edición de conceptos 2D y 3D. La aplicación confiable ayuda a los usuarios a crear modelos 3D de interiores, muebles, paisajes y más. Se identifica por la facilidad de uso debido al diseño asistido por computadora. Utiliza la tecnología de edición directa (push and pulls) que garantiza que los usuarios aceleren la generación de los elementos.

Algunas de sus características integradas incluyen efectos de iluminación, texturas, un administrador de capas y animaciones. Aunque la aplicación no ofrece una amplia gama de modelos incorporados, brinda acceso al almacén 3D de Trimble. Utiliza todos

los símbolos y modelos que garantizan que los diseñadores de CAD de diferentes niveles de habilidad logren los resultados deseados.

Existen tres módulos de Sketchup disponibles. Sketchup Free, que es el modelador 3D más simple y accesible de todos; Sketchup para la escuela, un modelador de núcleo que está disponible en los navegadores web; y SketchUp Pro, una versión de pago que proporciona funcionalidad adicional. Estos módulos cubren un amplio alcance y garantizan que haya una versión para diferentes diseñadores (“SketchUp Reviews: Overview, Pricing and Features,” n.d.).

### **2.5.3. Oculus App versión 1.28.0.633101**

Es una aplicación que permite gestionar el hardware (sensores, visor y controles touch) que se necesita para incursionar en el ámbito de realidad virtual. Además, es un portal donde se tendrá acceso a varias aplicaciones pagadas y gratuitas, desarrolladas para que las personas puedan ser partícipes de esta nueva experiencia.

Los elementos que integran al Oculus Rift y generan el ambiente tridimensional para la interacción del usuario se detallan a continuación:

Visor. - Le permitirá al usuario sentir que realmente está en un juego con solo usarlo. La pantalla muestra dos imágenes adyacentes entre sí, una para el ojo izquierdo y una para el ojo derecho. La combinación de lentes se coloca en la parte superior de la pantalla, lo que permite el acercamiento y la remodelación de la imagen para ambos ojos, creando así una imagen 3D estereoscópica. Para controlar los movimientos de la cabeza del usuario dispone de un sensor integrado que ajusta la imagen de manera apropiada.

#### A) Especificaciones técnicas.

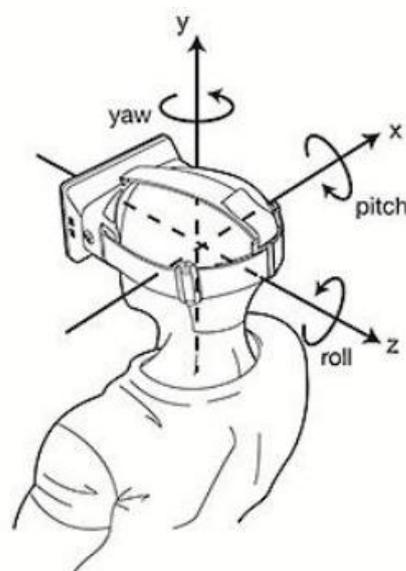
- a. Display Resolution: 960 x 1080 (1.13:1)
- b. Display Technology: OLED
- c. Field of View (degrees): H: 90°
- d. Pixels Per Inch (PPI): 441
- e. Total Pixels (per eye): 1,036,800

- f. Weight (headset): 440g
- g. Stereoscopic 3D capable: Yes
- h. Audio: Bring Your Own Audio
- i. Inputs: HDMI 1.4b, USB, IR Camera Sync Jack
- j. Head Tracking: Yes
- k. Positional Tracking: Yes
- l. Refresh Rate: 75 Hz, 72 Hz, 60 Hz
- m. Persistence: 2 ms, 3 ms, full
- n. Viewing Optics: 100° Field of View (nominal)
- o. Cable: 10' (detachable)
- p. Input: HDMI 1.4b
- q. USB device: USB 2.0
- r. USB host: USB 2.0 (requires DC Power Adapter)
- s. Camera USB: USB 2.0
- t. Sensors: Gyroscope, Accelerometer, Magnetometer
- u. Update Rate: 1000 Hz
- v. Sensor: Near Infrared CMOS Sensor
- w. Update Rate: 60 Hz

## B) Funcionamiento

El software de seguimiento de la cabeza en el visor replica la forma en que el usuario mira a su alrededor al mundo real, y lo asemeja en el mundo virtual de la misma manera. El movimiento de la cabeza del usuario se analiza continuamente y se utiliza para controlar la vista.

Dispone de un giroscopio, acelerómetro y magnetómetro. Para determinar la orientación de la cabeza del usuario en el mundo real, se une la información de estos sensores a través de un proceso conocido como "fusión de sensores". También se utiliza para sincronizar la perspectiva virtual del usuario en tiempo real. Los datos proporcionados por los sensores ayudan a rastrear y graficar con precisión los movimientos de giro e inclinación. Que informa la velocidad de rotación (velocidad angular) alrededor de los ejes X, Y y Z en radianes / segundo. El Oculus SDK puede determinar la dirección del visor con respecto a donde comenzó, ya que continuamente recolecta muestras de velocidad angular a lo largo del tiempo. Aunque el giroscopio proporciona orientación relativa al punto de partida, plantea dos desafíos: no puede proporcionar la orientación original del visor y está sujeto a una pequeña cantidad de desviación con el tiempo, Sin embargo, al aprovechar el acelerómetro para estimar el vector "down" y el magnetómetro para medir la fuerza y la dirección del campo magnético, se puede combinar para para permitir la corrección de la deriva en los tres ejes (ver Figura 7) (Goradia Á, Doshi Á, & Kurup Á, 2014).



**Figura 7.** The Rift's orientation is reported as a set of rotations in a right-handed coordinate system.

Sensor. - Es un accesorio externo de seguimiento de posición, que ayuda a rastrear los movimientos de la cabeza con mayor precisión. El resultado es la sensación de la inmersión en un mundo 3D realista.



**Figura 8.** Sensor Oculus Rift.

Controles touch. - Es un par de controladores que brindan la presencia de las manos reales en el entorno virtual. Cada controlador tiene una barra de pulgar analógica tradicional, dos botones y un disparador analógico. También hay un mecanismo de entrada que llamamos "disparador manual". Son inalámbricos que permite moverse e interactuar con el mundo virtual libremente, y usan el mismo sistema de seguimiento de constelaciones de LED que se usa en el visor para un seguimiento preciso.

Finalmente, los controladores pueden detectar una serie de posturas con los dedos utilizando una matriz de sensores montados en todo el dispositivo, lo que permite que el controlador reconozca una serie de posturas comunicativas de la mano, como señalar, agitar y dar un pulgar hacia arriba (Facebook Technologies, n.d.-b).



**Figura 9.** Touch controller.

Al final se realizará las calibraciones de cada elemento del dispositivo Oculus Rift mediante la opción (Dispositivos) del menú principal, el cual permitirá configurar el área tridimensional que delimita los sensores a través de un asistente para una correcta captura de datos del movimiento del visor.

### **2.5.3. SDK 1.24.0**

Es una plataforma con herramientas para crear aplicaciones de realidad virtual para Oculus Rift en c++. Se puede agregar Matchmaking, Comercio (Compras integradas en la aplicación), almacenamiento en la nube, conversación por voz. La descarga de SDK proporciona varios módulos compatibles al principal y aplicaciones demo que demuestran cómo implementar muchas de las características de SDK en juegos y aplicaciones (facebook, n.d.).

Audio SDK.- El audio es crucial para crear una experiencia VR persuasiva. Debido al papel clave que desempeñan las señales de audio en nuestro entorno real y al estar presentes en un espacio virtual contribuirá al sentido de inmersión del usuario ("Introduction to Virtual Reality Audio," n.d.).

Avatar SDK.- Los avatares de Oculus proporcionan una forma potente y flexible de aumentar la presencia dentro de las aplicaciones de realidad virtual.

Los avatares brindan una verdadera presencia social con identidades persistentes que puedes llevar contigo a través del ecosistema Oculus. Incorpora los avatares de otros usuarios a su aplicación, juego o experiencia para que los jugadores puedan sentirse como ellos mismos y reconocer a sus amigos.

Los avatares también proporcionan presencia manual para los controladores táctiles, lo que le permite integrar la interacción Oculus Touch en las aplicaciones Rift. La integración de Touch permite a los usuarios interactuar con su entorno y mejorar su percepción de sí mismos dentro de su mundo virtual (Facebook Technologies, n.d.-a).

#### **2.5.4. Mendeley versión 1.18**

Es un gestor de referencias bibliográficas, una herramienta gratuita y multiplataforma (Windows, Linux y Mac) que combina una versión local con una versión web, permitiendo sincronizar ambas plataformas para que de este modo se pueda consultar la información desde cualquier ordenador con conexión a Internet (Santamaria, n.d.).

#### **2.5.5. StarUML versión versión: 2.6.0**

Modelar un sistema de software requiere describir varios modelos debido a que no es suficiente describir el sistema con una perspectiva única, por lo que normalmente se crea varios modelos como el Modelo de Caso de Uso, el Modelo de Diseño, el Modelo de Componentes, el Modelo de Implementación en un Proyecto. Normalmente el proyecto se organiza como un conjunto de UMLModels, UMLPackages o UMLSubsystems (GitBook, n.d.).

## CAPÍTULO III

### 3.1 Elicitación de requisitos

La primera etapa del método Scrum es denominada planificación de la iteración, la cual parte de una selección de requisitos que el usuario transmite mediante historias de usuarios, las mismas que serán priorizadas en un orden específico para su posterior desarrollo.

#### 3.1.1 Historias de usuario

A continuación, se detallan las historias de usuario que fueron licitadas como parte fundamental en la identificación y priorización de los requisitos a satisfacer.

**Tabla 1**

*Historia de usuario – Diseño de productos impermeabilizantes.*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 1	Usuario: Cliente
<b>Nombre Historia:</b> 1	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta
<b>Iteración Asignada:</b> 1	
<b>Programador Responsable:</b> Diego Alpala	
<b>Descripción:</b> Como cliente necesito ingresar al prototipo virtual y ver los productos de impermeabilización que ofrece Imptek Chova del Ecuador.	
<b>Validación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los clientes deben poder sujetar a cada producto.</li> <li>• Los productos no pueden trasponerse.</li> </ul>	

**Tabla 2***Historia de usuario - Diseño de sistemas de impermeabilización*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 2	Usuario: Cliente
<b>Nombre Historia:</b> Diseño de sistemas de impermeabilización	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Media
<b>Iteración Asignada:</b> 2	
<b>Programador Responsable:</b> Diego Alpala	
<p><b>Descripción:</b></p> <p>Como cliente debo ingresar a un modelo arquitectónico para ver los sistemas de impermeabilización que como solución ofrecemos estos son: sistema de cubiertas planas, sistema de piso flotante y sistema de terrazas ajardinadas.</p> <p>Sistema de cubiertas planas. – Cubierta tradicional bicapa de hormigón con lámina autoprottegida (gránulos minerales)</p> <p>Sistema de pisos flotantes. – Diseñado específicamente para interiores de casa en donde una vez impermeabilizado el fibrocemento se procede a la capa del acabado (Piso Flotante, Baldosa, gránulo en el caso de terrazas)</p> <p>Sistema de terrazas ajardinadas – pueden ser transitables y no transitables, según su función o diseño. Normalmente después de la capa impermeabilizante se coloca un manto prefabricado de poliestireno de un espesor promedio de 10 centímetros y sobre ella la capa de vegetación.</p>	
<p><b>Validación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada sistema de impermeabilización tiene que poderse sujetar e identificar cada capa.</li> <li>• Debe haber una interacción con cada sistema.</li> <li>• Se debe desplegar el nombre de cada capa del sistema cuando lo sujetemos.</li> </ul>	

**Tabla 3**  
*Historia de usuario – Showroom*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 3	Usuario: Cliente
<b>Nombre Historia:</b> Showroom	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Media
<b>Iteración Asignada:</b> 2	
<b>Programador Responsable:</b> Diego Alpala	
<b>Descripción:</b> Como cliente debo observar en primer lugar un escenario denominado showroom en donde se aprecien los productos de impermeabilización	
<b>Validación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el escenario se muestre se debe presentarse el video institucional.</li> <li>• Debe existir un sonido musical para el ambiente mientras dure experiencia.</li> </ul>	

**Tabla 4**  
*Historia de usuario - Diseño de un Avatar*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 4	Usuario: Cliente
<b>Nombre Historia:</b> Diseño de un Avatar	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Media
<b>Iteración Asignada:</b> 2	
<b>Programador Responsable:</b> Diego Alpala	
<b>Descripción:</b> Como cliente debo ver a una expositora/expositor que me indique las características de cada uno de los productos expuestos.	
<b>Validación:</b> <div style="text-align: right;"><b>Continúa</b> </div>	

- Si me retiro del lugar de la expositora, la explicación se detendrá automáticamente.

**Tabla 5***Historia de usuario – Desplazamiento*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 5	Usuario: Cliente
<b>Nombre Historia:</b> Desplazamiento	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	Riesgo en desarrollo: Media
<b>Iteración Asignada:</b> 3	
<b>Programador Responsable:</b> Diego Alpala	
<p><b>Descripción:</b></p> <p>Como cliente debo poder desplazarme por el entorno virtual mediante la acción de teletransportarme al nuevo sitio.</p> <p>Para pasar de un escenario a otro, debe existir las opciones correspondientes para el traslado.</p> <p>Teletransportación: Acción de mover objetos de un lugar a otro instantáneamente.</p>	
<p><b>Validación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se ejecute la acción de teletransportarme se deberá observar una flecha que indique al sitio que se necesita llegar.</li> </ul>	

**Tabla 6**  
*Historias de usuario - Galería de imágenes*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 6	Usuario: Cliente
<b>Nombre Historia:</b> Galería de imágenes	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
<b>Iteración Asignada:</b> 3	
<b>Programador Responsable:</b> Diego Alpala	
<b>Descripción:</b> El cliente debe poder ingresar a un nuevo escenario donde se muestren imágenes de la planta donde se fabrican los productos como de lugares donde se encuentran ya instalados.	
<b>Validación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las imágenes deben cambiar cuando el cliente active la opción de siguiente.</li> <li>• Debe existir un sonido musical de fondo para el ambiente.</li> </ul>	

**Tabla 7**  
*Historia de usuario - Modelo arquitectónico*

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 7	Usuario: Cliente
<b>Nombre Historia:</b> Modelo arquitectónico	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	Riesgo en desarrollo: Media
<b>Iteración Asignada:</b> 3	
<b>Programador Responsable:</b> Diego Alpala	
<b>Descripción:</b> Como cliente debo poder visualizar un diseño de vivienda donde se apliquen los sistemas de impermeabilización. Para identificar las capas de cada uno de ellos.	
<b>Continúa</b> 	

**Validación:**

### 3.1.2 Priorización de historias de usuario

En la tabla presente se identifica el orden a ser desarrollo cada requerimiento dispuesto por el usuario. Cada uno de esos requerimientos se realizará bajo un cronograma que contempla 3 Sprints con sus respectivas fechas.

**Tabla 8**

*Pila de productos priorizada*

Numero Historia	Nombre de Historia	Prioridad	Responsable
1	Diseño de productos impermeabilizantes	Alta	Diego Alpala
3	Showroom	Alta	Diego Alpala
5	Desplazamiento	Alta	Diego Alpala
6	Galería de imágenes	Alta	Diego Alpala
4	Diseño de un Avatar	Media	Diego Alpala
2	Diseño de sistemas de impermeabilización	Media	Diego Alpala
7	Modelo arquitectónico	Media	Diego Alpala

Una vez que se dispone de los elementos a desarrollar en forma ordenada de acuerdo al nivel de prioridad, se planifica la ejecución de las tareas en función a un cronograma de actividades como se indica en la imagen siguiente (ver Figura 10).

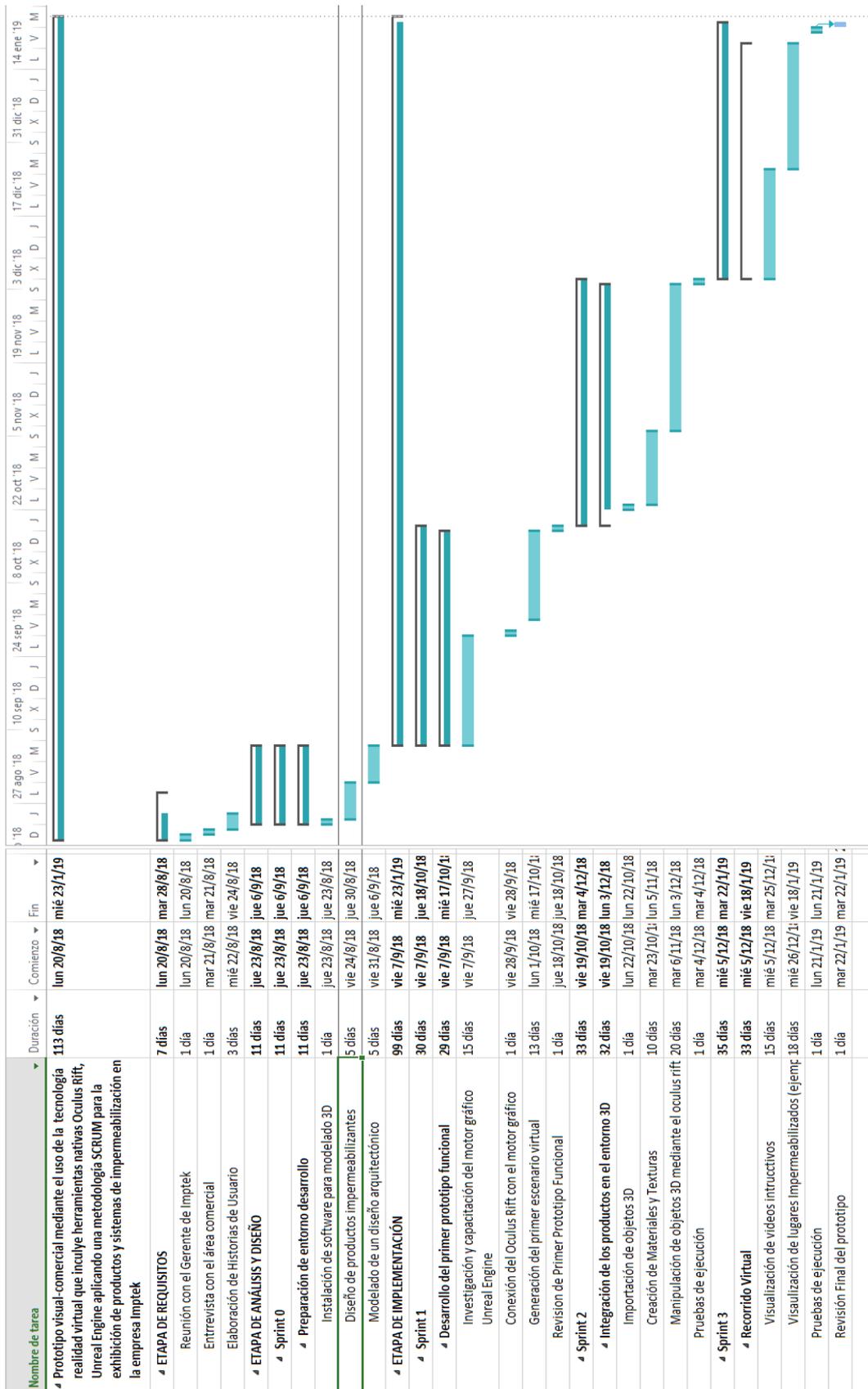


Figura 10. Cronograma

### 3.2. Sprint 0: Preparación del entorno de desarrollo

Para iniciar con el desarrollo del prototipo virtual se realizó la configuración del espacio donde se va a trabajar, para ello se necesita la instalación de algunas herramientas que a lo largo de este documento se mencionarán. Al igual que de una máquina (hardware) donde se ejecuten las aplicaciones; dicho computador necesita ser bastante robusto para soportar las renderizaciones de los modelados tridimensionales, la visualización en tiempo real del proyecto y sobre todo tener la compatibilidad para representar escenarios virtuales mediante el uso de otros recursos como es el caso del dispositivo Oculus Rift touch. El recurso tecnológico que permite interactuar en un mundo virtual cuenta con las siguientes partes:

- Gafas VR: Estas gafas disponen de una resolución de 1080 x 1200 pixeles en sus incorporadas pantallas OLED (2160 x 1200 pixeles) y un campo de visión de 110°. Incluye un micrófono y auriculares integrados en su estructura (ver Figura 8).
- Sensores: Se cuenta con 2 sensores que realizan la función de delimitar el área donde nos podemos mover, con el objetivo de precautelar nuestra integridad física en el mundo real (ver Figura 8).
- Touch: Se cuenta con 2 controles semejantes a un joystick, los cuales permite la interacción con los objetos del entorno virtual (ver Figura 8).



**Figura 11.** Partes del Oculus Rift

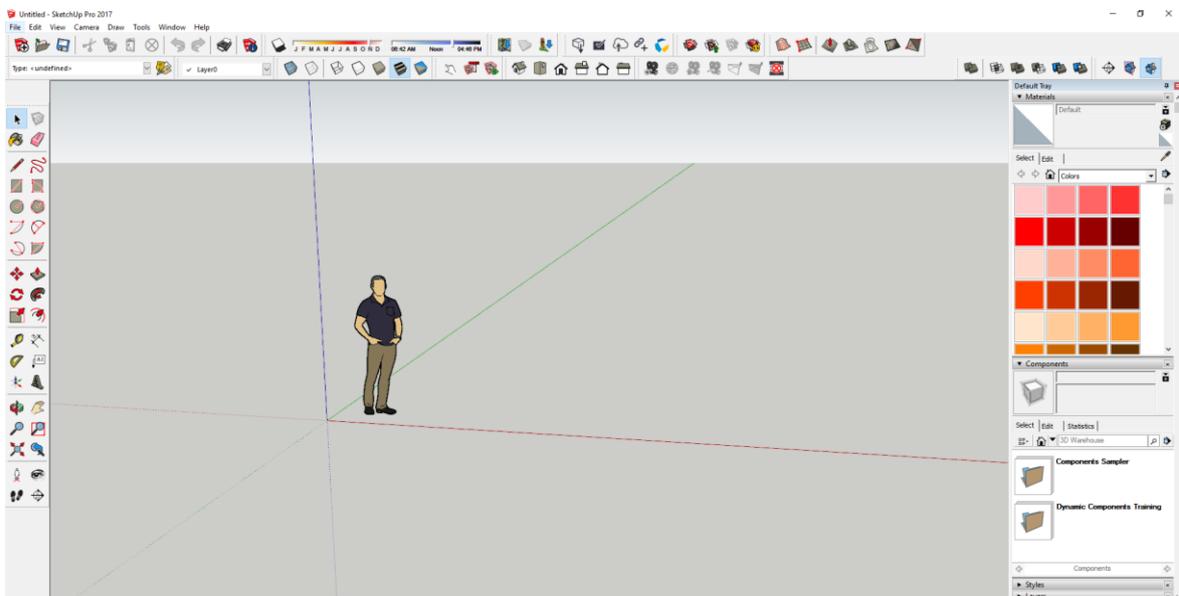
### 3.2.1 Instalación de software para modelado 3D.

El software que permite realizar modelos 3D, es SketchUp, el cual cuenta con una serie de funciones, que permite conceptualizar imágenes en una forma tridimensional a objetos como, edificios, carros, personas y cualquier objeto que este en la imaginación del diseñador.

Lo primero para instalar el software es descargar del sitio oficial <https://www.sketchup.com/es>.

Una vez descargado el instalador, se procede a la instalación, con el asistente respectivo, tomando en cuenta los requerimientos necesarios para el funcionamiento correcto de la herramienta.

Concluido el proceso de instalación se observa el espacio de trabajo como muestra la imagen (ver Figura 9).



**Figura 12.** Entorno de trabajo SketchUp 2018.

### 3.2.2 Diseño de productos impermeabilizantes.

Para dar inicio con el diseño de los productos tridimensionales, debemos reconocer a cada uno de ellos en su forma física. Por lo cual se nombrará a continuación los

artículos a esquematizar Alumband, Imperpol, Super K, Superacryl, Teja asfáltica y cemento asfáltico.

En cada producto, se necesita partir de un objeto geométrico básico ya sea (cilindro, esfera, cuadrado, triangulo), y con ello poder modelar lo más aproximado a una versión semejante a la real. De igual manera el programa cuenta con una galería de texturas y colores predefinidos o de importación, que aporta al diseño.

**Tabla 9**

*Producto Alumband real vs diseñado.*

ALUMBAND	
Real	Diseñado
 <p>A photograph of a real Alumband product roll. The roll is cylindrical and wrapped in a silver, textured material. A black label with a yellow diamond logo and the text 'ALUMBAND' and 'TAPA GOTERAS' is visible on the side.</p>	 <p>A 3D digital rendering of an Alumband product roll. The roll is cylindrical and wrapped in a dark green, textured material. A black label with a yellow diamond logo and the text 'ALUMBAND' is visible on the side.</p>

**Tabla 10**  
*Producto Imperpol real vs diseñado.*

IMPERPOL	
Real	Diseñado
	

**Tabla 11**  
*Producto Super K real vs diseñado.*

SUPER K	
Real	Diseñado
	

**Tabla 12**  
*Producto Super Acryl real vs diseñado.*

SUPER ACRYL	
Real	Diseñado
	

### 3.2.3 Modelado de un diseño arquitectónico.

En las siguientes imágenes (ver Figura 10,11,12) se muestra el objeto casa, modelado con el fin de indicar los sistemas de impermeabilización que se puede aplicar a casos reales, por ejemplo en la construcción de una vivienda con una sola planta.



**Figura 13.** Modelo casa vista frontal.



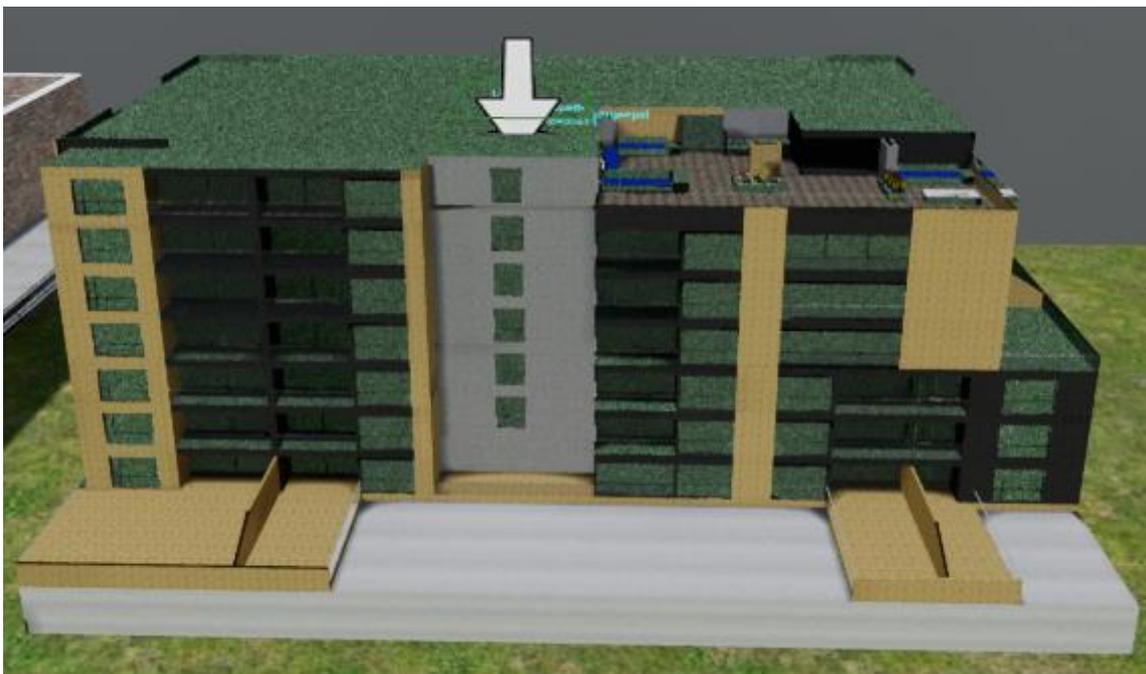
**Figura 14.** Modelo casa vista posterior.



**Figura 15.** Modelo casa vista interna.



**Figura 16.** Modelo Terraza Ajardinada.



**Figura 17.** Modelo Cubierta Plana ejemplo 1.



**Figura 18.** Modelo Cubierta Plana ejemplo 2.

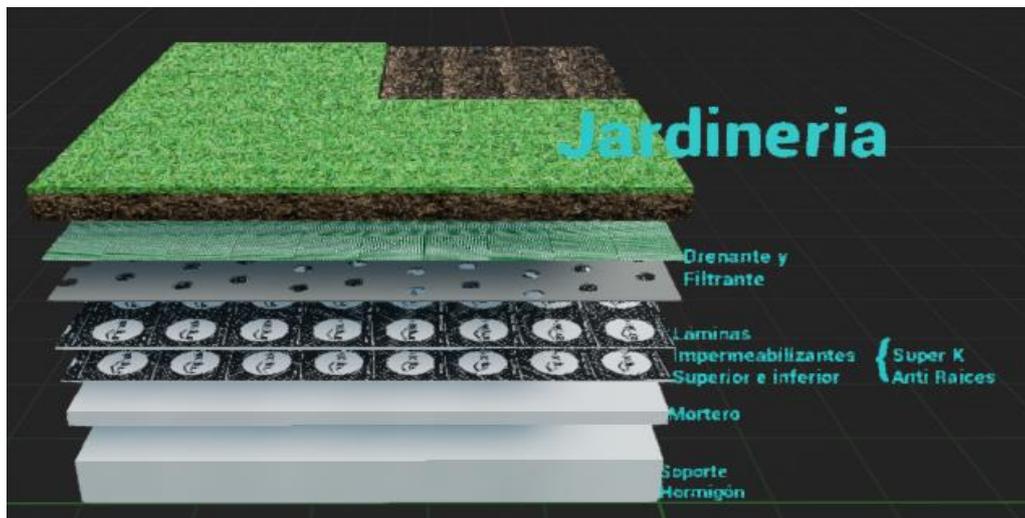


**Figura 19.** Modelo Cubierta Inclínada.

Cabe recalcar que, para la realización de los diseños se necesitó de conocimientos técnicos de arquitectura para una esquematización más real; los aspectos importantes a considerar dentro de este modelo 3D fueron las mediciones de cada área, texturas aplicadas en cada uno de los objetos internos, los detalles que son los muebles (Comedor, sala, dormitorios, baño) y decoraciones que se destacan en la visualización. Además del uso adecuado del componente luz del motor gráfico Unreal Engine que produce un renderizado de mejor calidad.

### 3.2.4 Diseño de sistemas de impermeabilización

Para el diseño de los sistemas de impermeabilización se recurrió al manual técnico de Imptek para consultar las características, beneficios, tipos y productos que usan en cada solución. De los cuales de acuerdo a la elicitación de requerimientos se determinó tres sistemas a diseñar que son: sistema de impermeabilización de terrazas ajardinadas (ver Figura 20), cubiertas planas no transitables (ver Figura 21) y cubiertas planas inclinadas no transitables (ver Figura 22).



**Figura 20.** Sistema de impermeabilización – Terrazas ajardinadas.



**Figura 21.** Sistema de impermeabilización – Cubierta plana.

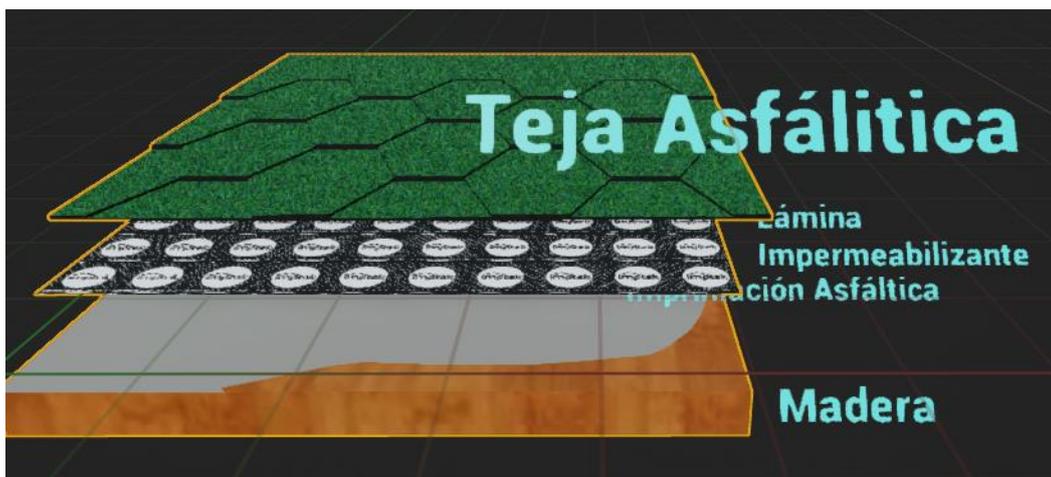


Figura 22. Sistema de impermeabilización – Cubierta inclinada.

## CAPÍTULO IV

### 4.1. Sprint 1: Desarrollo prototipo funcional

Después de haber modelado los objetos necesarios para el nuevo entorno virtual, el siguiente paso es la instalación de un software que permita el alojamiento de dichos elementos 3D y que mediante programación se pudo llegar a la interacción del entorno con el usuario.

#### 4.1.1. Motor Gráfico Unreal Engine.

Unreal Engine v4.0 es un software para el desarrollo de aplicaciones interactivas como son los videos juegos, que tradicionalmente son 2D, pero han ido evolucionando con el avance de la tecnología y los nuevos paradigmas que ahora se presentan de realidad virtual, aumentada y mixta.

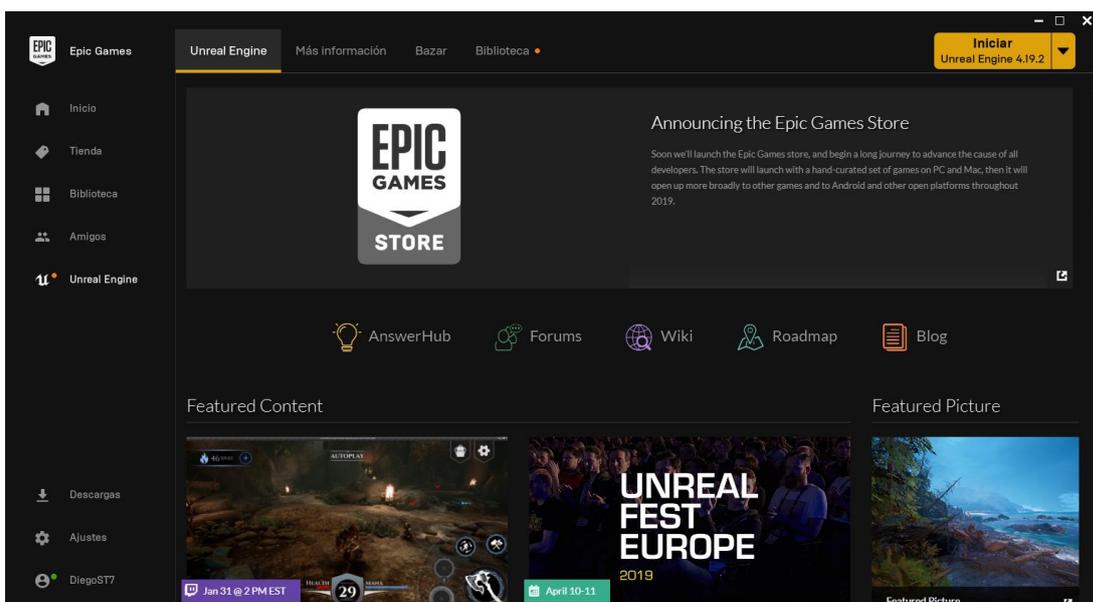
Ante nuevos conceptos de realidad, las industrias tecnológicas se centran en la fabricación de dispositivos que ayuden al usuario a tener una experiencia más placentera al momento de sumergirse en estos nuevos entornos y cada vez se asemeje más a lo real.

##### 4.1.1.1 Instalación

Para la instalación respectiva en primer lugar, se dirigirá al sitio oficial <https://www.unrealengine.com/en-US/what-is-unreal-engine-4> que permite descargar la aplicación.

Una vez que se dispone del instalador, se ejecuta e inicia el asistente de instalación. Hay que tener en cuenta los requerimientos de hardware que necesita la herramienta para su funcionamiento.

El programa que se instaló en un inicio es el Epic Games Luncher, el cual sirve como gestor de descarga para el Unreal Engine y demás librerías que podemos hacer uso dependiendo del proyecto (ver Figura 23).



**Figura 23.** Gestor de Epic Games – Unreal Engine.

En la parte superior izquierda, se observa la opción de instalación del Unreal Engine, lo ejecutamos y automáticamente inicia la descarga e instalación de la herramienta que se necesita para el entorno 3D. Cuando finalice se apreció la siguiente ventana (ver Figura 24).

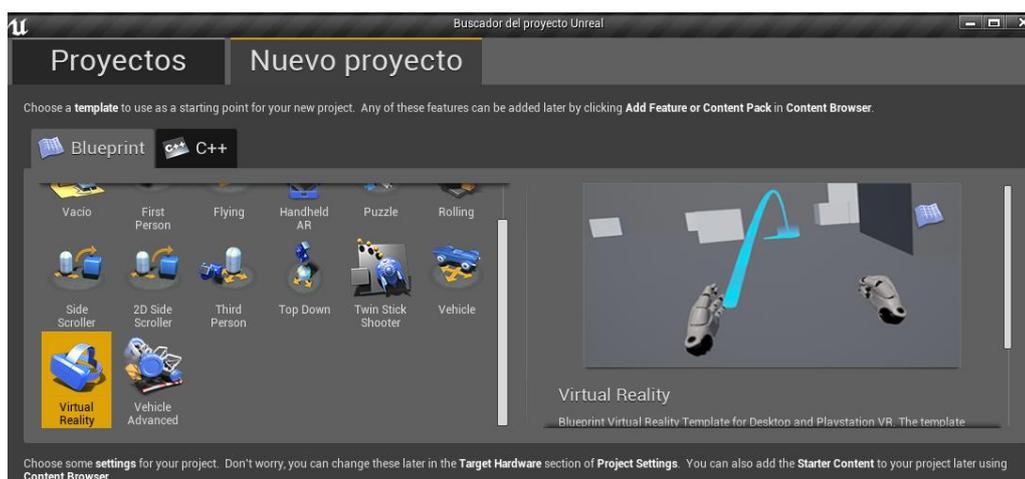


**Figura 24.** Pantalla principal Unreal Engine Blueprints.



**Figura 25.** Pantalla principal Unreal Engine C++.

En la ventana se dispone de las plantillas existentes para la creación de proyectos, varía desde la forma de programación ya sea por medio de Blueprints o C++, hasta el tipo de compilado que se vaya a necesitar. En este caso se usa la plantilla de realidad virtual (Virtual Reality) (ver Figura 26).



**Figura 26.** Pantalla principal Unreal Engine – Plantilla realidad virtual.

#### **4.1.2. Conexión del Oculus Rift con el motor gráfico Unreal Engine.**

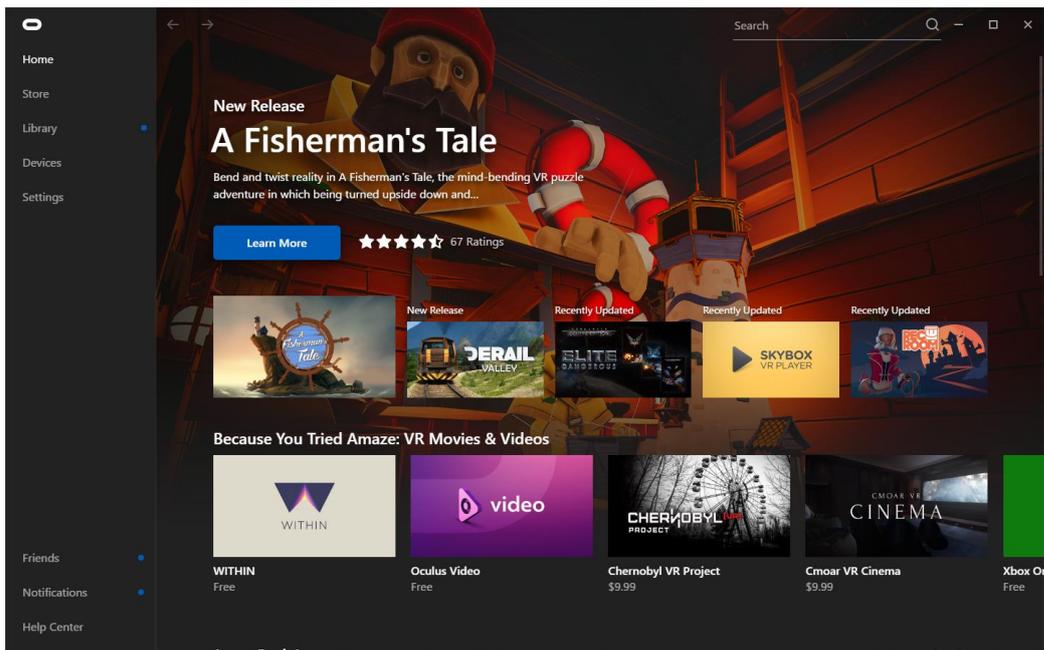
Se explica la forma de vincular el dispositivo Oculus Rift Touch al proyecto y ver el funcionamiento con el nuevo entorno en desarrollo.

Lo primero que se necesita es obtener la librería SDK de Oculus que prácticamente es la caja de herramientas para el funcionamiento del dispositivo en nuestro computador y se pueda vincular con los proyectos nuevos. Adicional, se debe instalar la aplicación propia de Oculus para la administración de los dispositivos, que a la vez funciona como un gestor de descargar de aplicaciones que están disponibles en la tienda.

Al igual que las herramientas anteriores, se hará referencia a la página principal del producto <https://www.oculus.com/> para acceder a los instaladores y las respectivas instrucciones.

Antes de iniciar con el proceso, se debe comprobar que la unidad del disco duro del computador tenga al menos 4 GB de espacio libre.

- Se ejecuta la aplicación de Oculus para la iniciar el asistente de instalación.
- Se prosigue con las instrucciones que aparecen en pantalla para crear una cuenta de Oculus y configurar el dispositivo Rift (facebook, n.d.).
- Y finalmente se tiene la pantalla principal de Oculus(ver Figura 27)

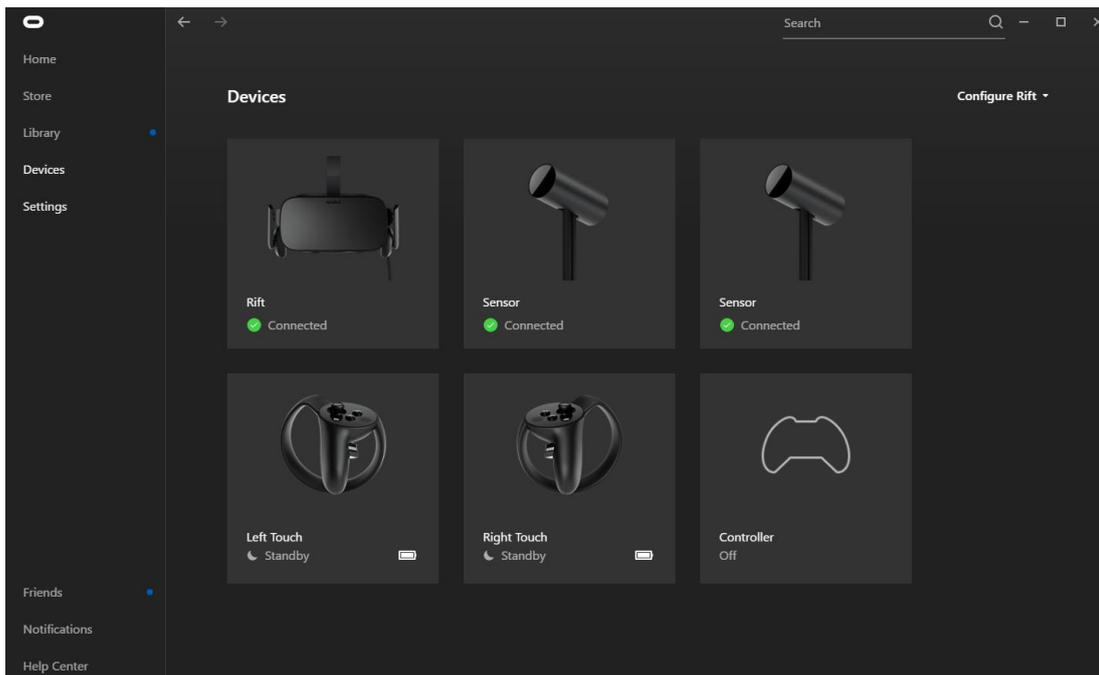


**Figura 27.** Pantalla principal de la aplicación Oculus.

#### 4.1.2.1 Comprobar el estado de los dispositivos

Se puede comprobar el estado de los dispositivos que se conectó al Oculus Rift en la configuración. Para ello se realiza lo siguiente:

- Abrimos la aplicación de Oculus en el computador.
- Seleccionamos Dispositivos en el menú de la izquierda para comprobar el estado de los dispositivos (ver Figura 28).



**Figura 28.** Aplicación Oculus- Estado de dispositivos.

Si, en algún momento, se necesite volver a conectar los dispositivos, podemos agregarlos uno a uno o ejecutar una configuración completa.

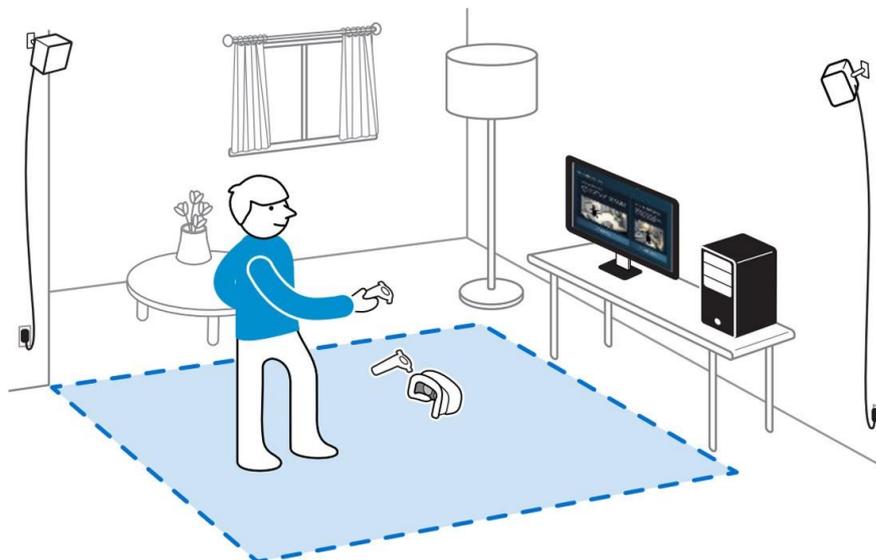
Para volver a conectar los dispositivos:

- Abrimos la aplicación de Oculus en el computador.
- Seleccionamos Dispositivos en el menú de la izquierda.
- Hacemos clic en Configurar Rift. A continuación, seleccionamos un dispositivo o la opción Configuración completa para configurar todo (facebook, n.d.).

#### 4.1.2.2 Configuración del área de juego.

Esta configuración es clave, para que el usuario tenga una mejor experiencia al momento de interactuar con el entorno virtual. Debido a que la aplicación Oculus y el dispositivo Rift simulan un área en donde el jugador o espectador no puede salirse como un nivel de seguridad, mientras dure la estancia en mencionado sitio. Para ello los 2 sensores que se tiene, dibujan una malla tanto frontal, posterior y laterales que

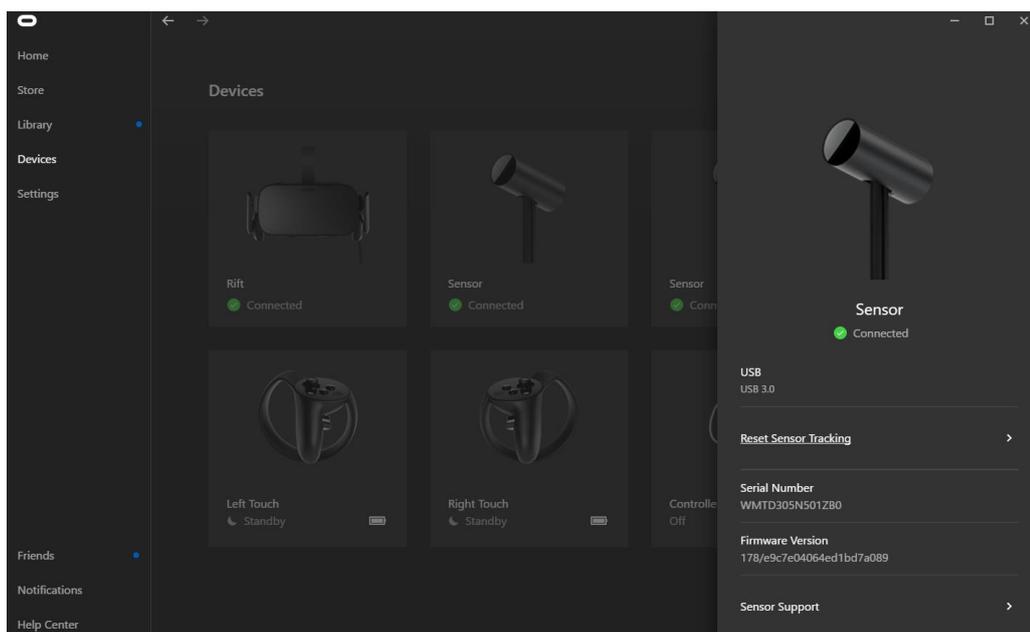
lo podemos observar cuando ya estamos por salir del lugar configurado como muestra la imagen (ver Figura 29).



**Figura 29.** Seteo del área para el usuario (“The Oculus Rift Onboarding Experience – Chen Li – Medium,” n.d.).

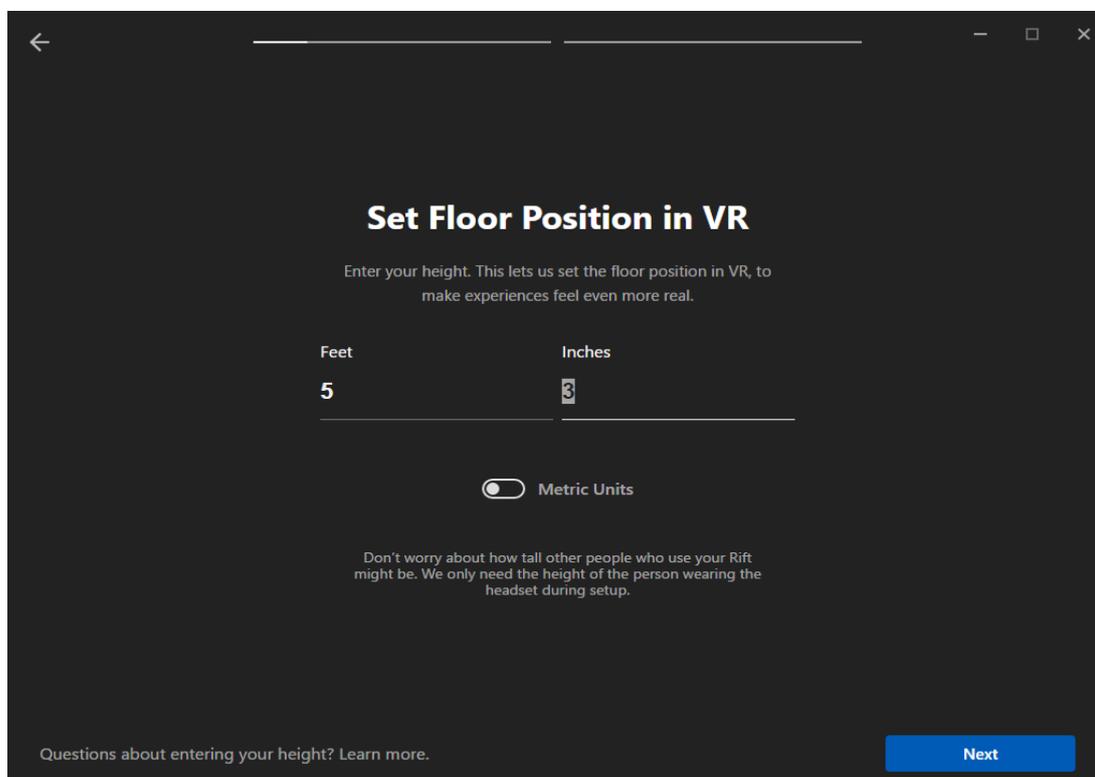
Para realizar el proceso mencionado, se lo hace mediante la aplicación Oculus en la opción dispositivos del menú lateral izquierdo como indican las siguientes imágenes.

1. Comprobar que todos los dispositivos estén conectados y el software lo reconozcan.
2. En el dispositivo sensor nos posicionamos y escogemos actualizar, con ello ingresaremos al asistente de configuración como muestra la imagen (ver Figura 30).



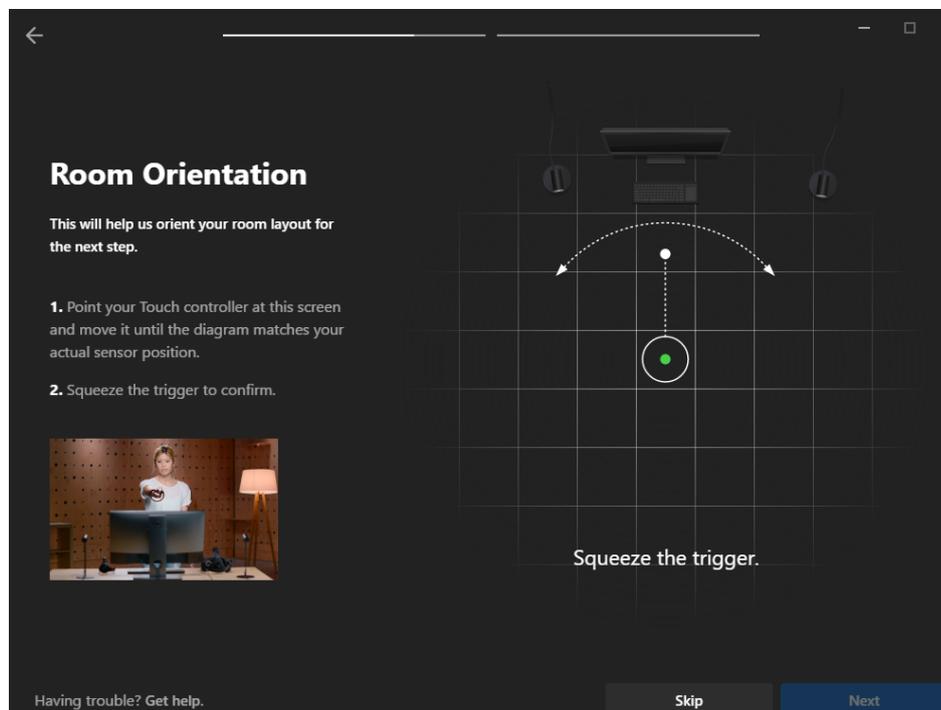
**Figura 30.** Configuración de los sensores.

3. Primero que nada, se coloca el valor de la altura que va a estar el visor (ver Figura 31).



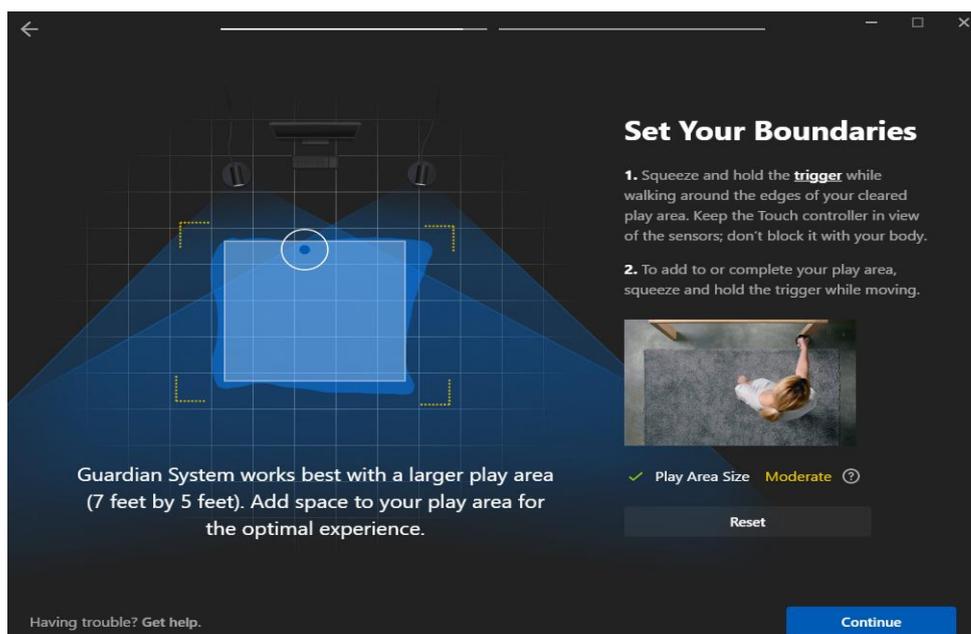
**Figura 31.** Configuración de los sensores- altura.

4. Luego, con los mandos touch colocaremos la ubicación de los sensores (ver Figura 32).



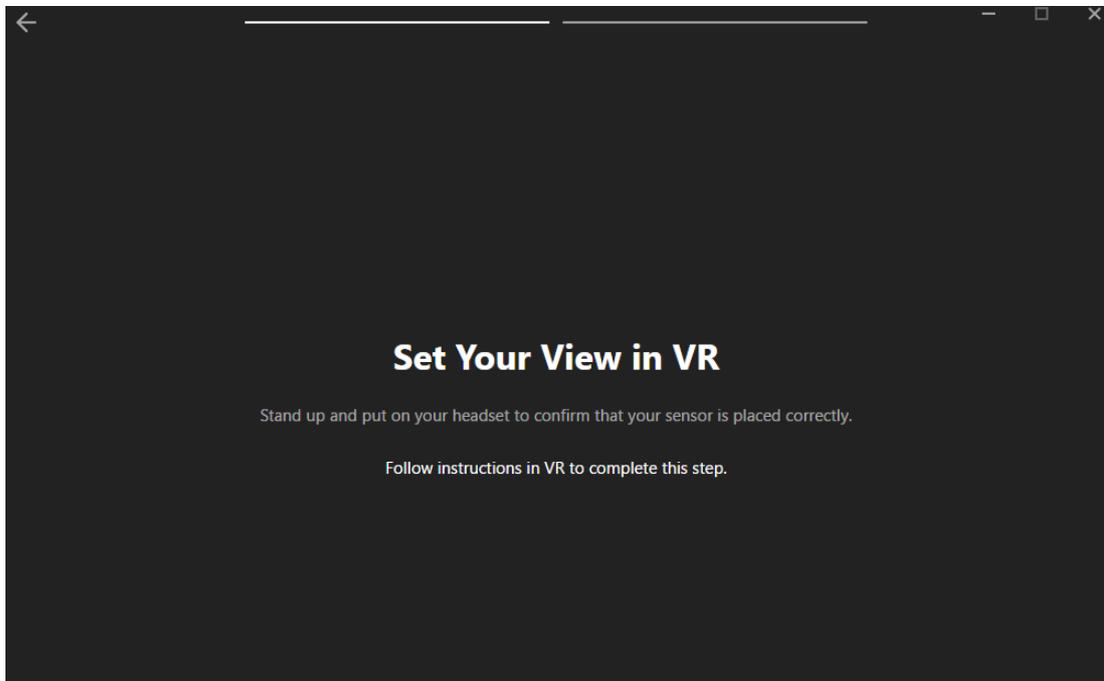
**Figura 32.** Configuración de los sensores- altura.

5. El asistente solicita dibujar el área donde se podrá movilizar para la nueva experiencia (ver Figura 33).



**Figura 33.** Configuración de los sensores- área.

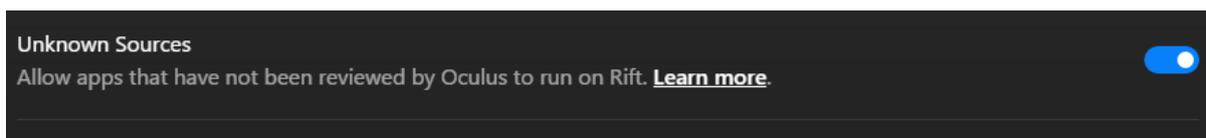
6. Finalmente, a través del visor se confirman los ajustes realizados (ver Figura 34).



**Figura 34.** Configuración de los sensores- área.

#### 4.1.2.3 Configuración del proyecto VR con el dispositivo Rift

Una vez creado el proyecto por medio de la plantilla que ofrece la herramienta Unreal Engine, solo basta con realizar la siguiente modificación en la aplicación Oculus. Como muestra la imagen (ver Figura 35) simplemente es habilitar las fuentes desconocidas y con eso ya podremos vincular el visor y los controles touch a nuestro proyecto en desarrollo.

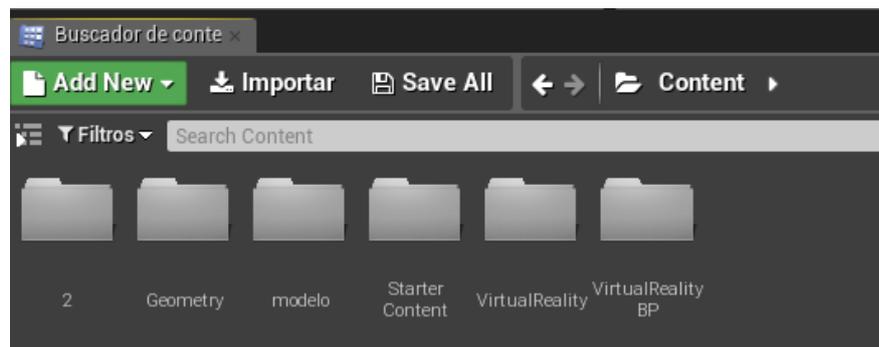


**Figura 35.** Configuración aceptar fuentes desconocidas.

### 4.1.3. Generación del primer escenario virtual.

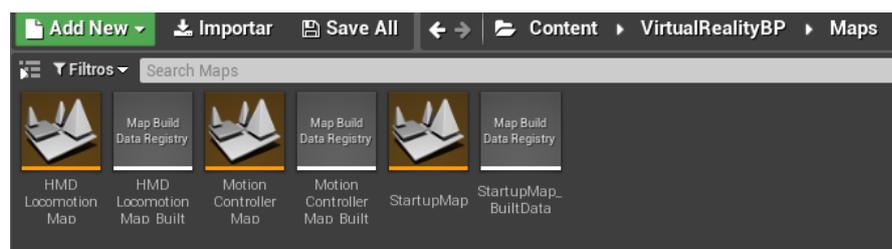
Para crear nuestro primer entorno virtual, lo realizaremos mediante la plantilla que tenemos a disposición. Y ajustaremos el proyecto de acuerdo a nuestras necesidades. El propósito de dicha plantilla es generar lo siguiente.

- Un directorio de carpetas y archivos básicos para que se pueda ejecutar el proyecto (ver Figura 36).



**Figura 36.** Directorio de archivos del proyecto.

- Los 3 niveles de distinto esquema, es decir 3 ambientes diferentes (ver Figura 37).



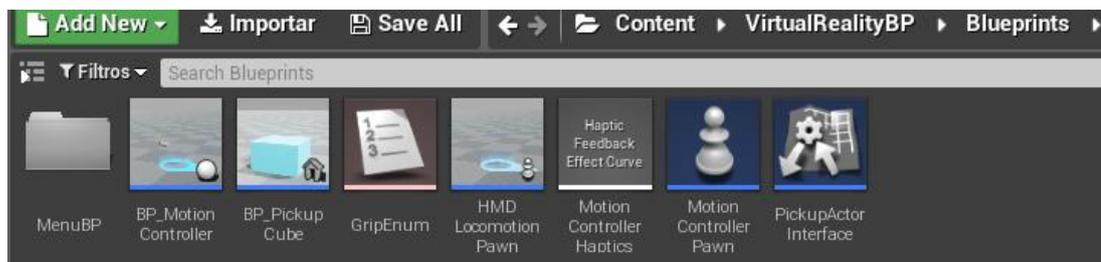
**Figura 37.** Niveles del proyecto.

- Se dispone de modelos 3D de objetos que servirán de interacción en el nuevo ambiente y que son vinculados directamente con el dispositivo Oculus Rift (ver Figura 38).



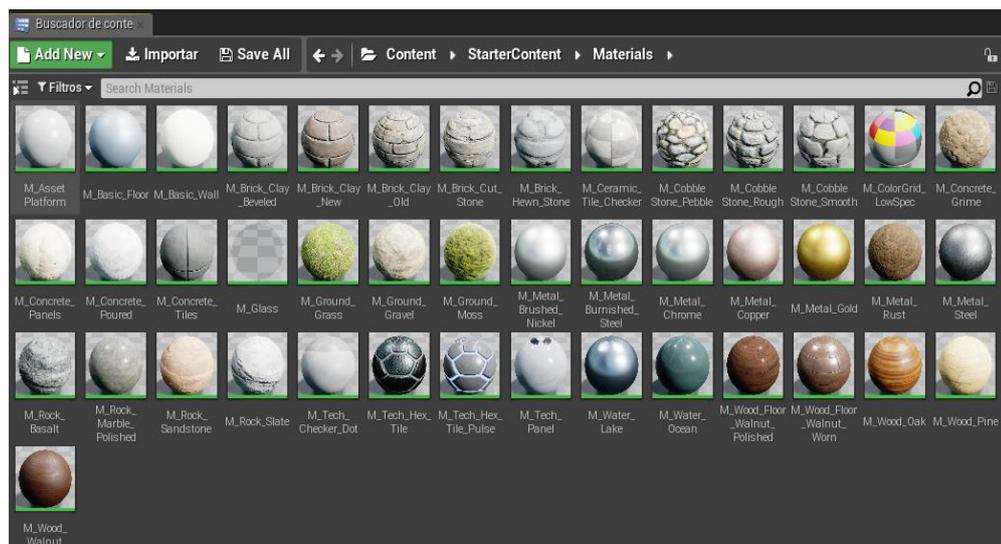
**Figura 38. Modelos 3D del proyecto - Maniquis.**

- La funcionalidad en cada nivel mediante el uso de blueprints, para gestionar ciertas acciones como son: el desplazamiento, movimiento de los objetos (Cubo por defecto) a través del modelo de extremidades superiores (manos) con el control touch (ver Figura 39).



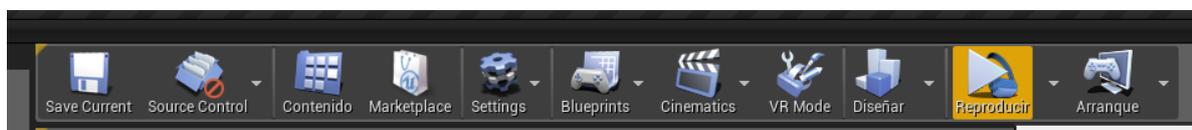
**Figura 39. Blueprints.**

- De igual manera se verifica las texturas y materiales que por defecto se crean al momento de iniciar el proyecto (ver Figura 40).

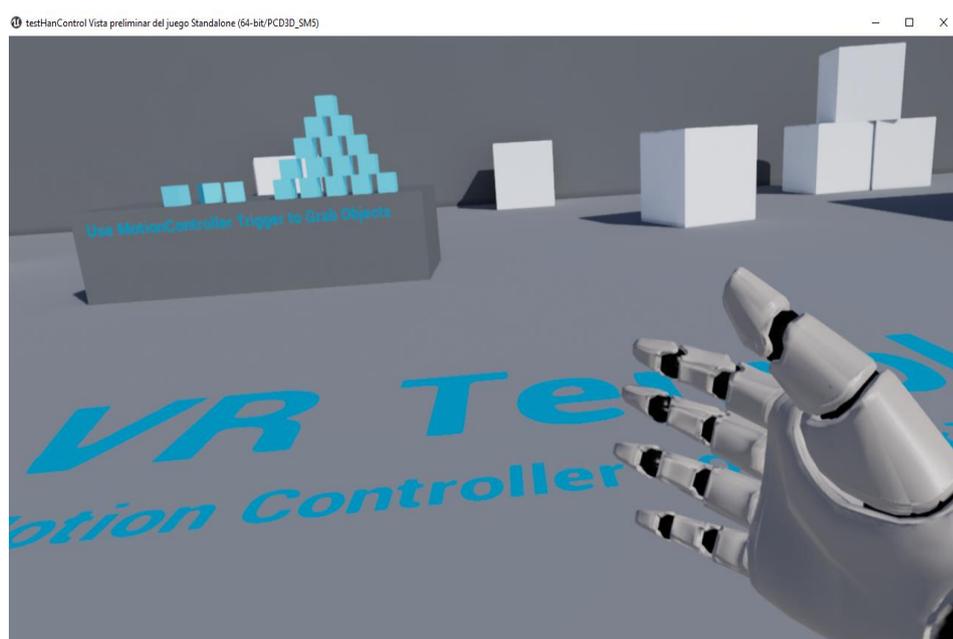


**Figura 40.** Materiales.

A partir de lo mencionado, ya podemos ejecutar al proyecto para ver su funcionamiento, con ayuda de la opción reproducir ubicado en el panel de herramientas (ver Figura 41).



**Figura 41.** Ejecución del proyecto.



**Figura 42.** Ejecución del proyecto plantilla vr.

## CAPÍTULO V

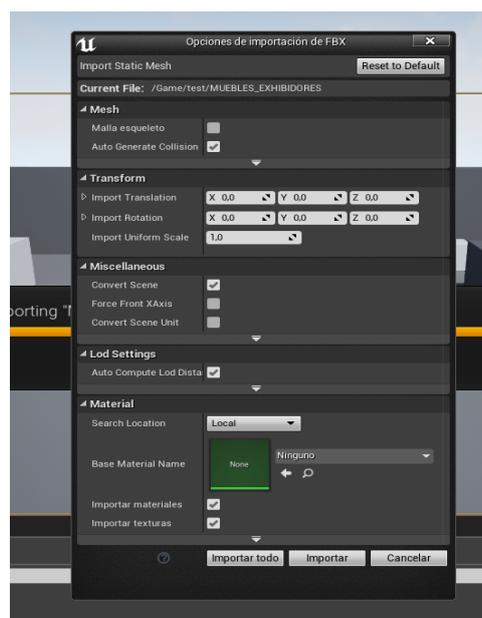
### 5.1. Sprint 2: Integración de los productos en el entorno 3d

Esta sección se explica la importación de los productos de impermeabilización, los objetos (showroom, modelo arquitectónico, sistemas) diseñados con la herramienta sketchUp al proyecto creado recientemente. De la misma forma se observa la creación de los materiales con sus respectivas texturas y colores por cada elemento.

#### 5.1.1. Importación de objetos 3D.

Para la importación de los objetos antes mencionado al motor gráfico, se debe tener en cuenta lo siguiente:

El modelado que se haya realizado debe ser guardado con la siguiente extensión (.fbx), este formato de archivo tiene una estructura abierta para la transferencia de datos 3D incluyendo todas sus propiedades que son texturas, colores, dimensión, y colisiones si fuera el caso. Al momento de realizar la importación el mismo motor gráfico brinda la oportunidad de personalizar dicho proceso. Es decir, se tiene control sobre que características y comportamiento va a tener el componente cuando este dentro del motor gráfico (ver Figura 43).



**Figura 43.** Ventana de importación de objetos.

### 5.1.2. Creación de materiales y texturas.

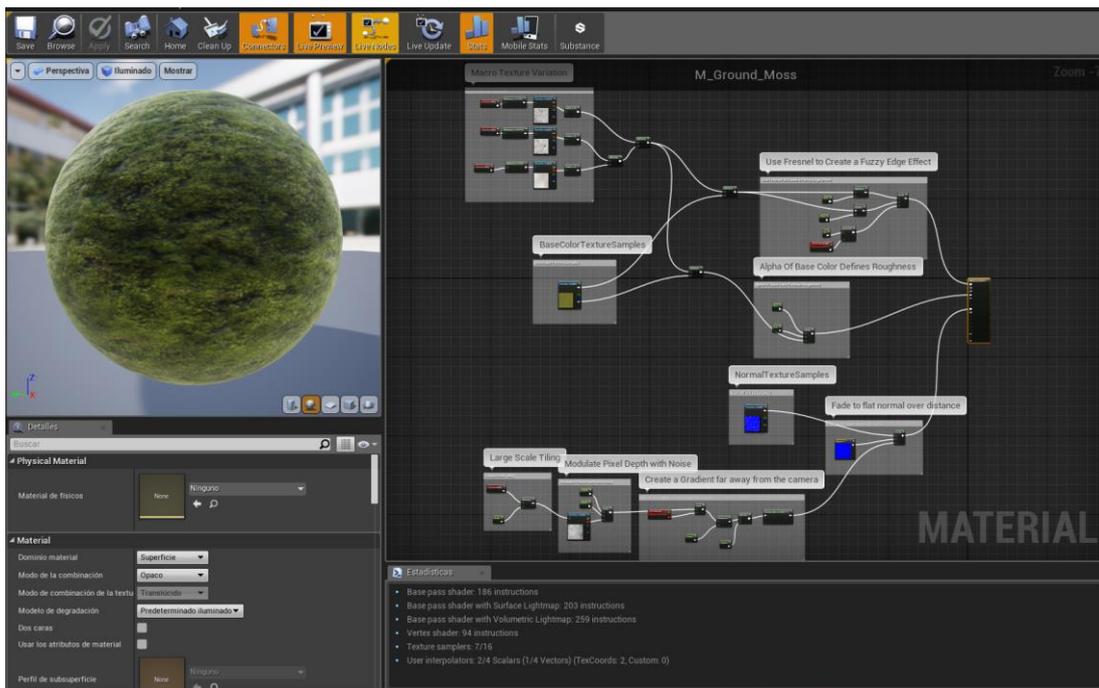
Dentro del motor gráfico Unreal Engine, uno de los temas importantes para el desarrollo del proyecto es la creación de materiales con sus respectivas texturas. Elementos esenciales para una mejor experiencia del usuario por el nivel de realismo que pueden presentar.

Con cada importación de los objetos, observaremos que algunos materiales y texturas ya fueron creados para representar a dicho elemento. Pero primero entendamos el concepto de materiales y texturas.

Un material es un activo que se puede aplicar a un objeto para controlar el aspecto visual de la escena. En un nivel alto, probablemente sea más fácil pensar en un Material como la "pintura" que se aplica a un elemento. Pero incluso eso puede ser un poco engañoso, ya que un Material define literalmente el tipo de superficie a partir de la cual parece estar hecho su objeto. Puede definir su color, su brillo y aspecto (Epic Games, 2019).

Las texturas son simplemente imágenes que proporcionan algún tipo de datos basados en píxeles. Estos datos pueden ser el color de un objeto, su brillo, su transparencia y una variedad de otros aspectos. Si bien el proceso de creación de texturas sigue siendo crítico, es importante pensar en las texturas como un componente de los materiales, y no como el resultado final en sí.

Una vez creadas e importadas en Unreal Editor, las texturas se incorporan a un material por medio de nodos especiales de "Expresión de Materiales", como los nodos de muestra de textura. Se puede ejemplificar en el piso tipo césped (ver Figura 44). Estos nodos hacen una referencia al elemento de textura, que existe fuera del material y se puede encontrar por separado en el navegador de contenido. A diferencia de algunas aplicaciones 3D, no hay forma de que un material contenga sus texturas (Epic Games, 2019).

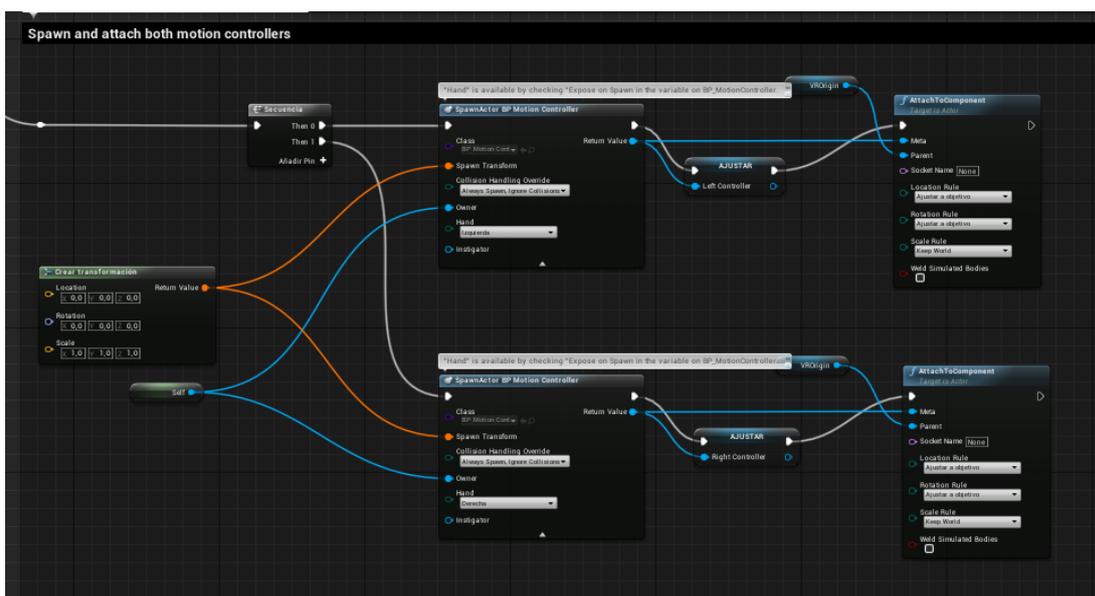


**Figura 44.** Material visualización de Script.

### 5.1.3. Interacción de objetos 3D mediante Oculus Rift

Con los objetos 3D en el escenario de realidad virtual, necesitamos añadirle la funcionalidad para que podamos interactuar con cada uno de ellos mediante el uso de los controles touch. Para conseguir esto necesitamos de la ayuda de varios blueprints.

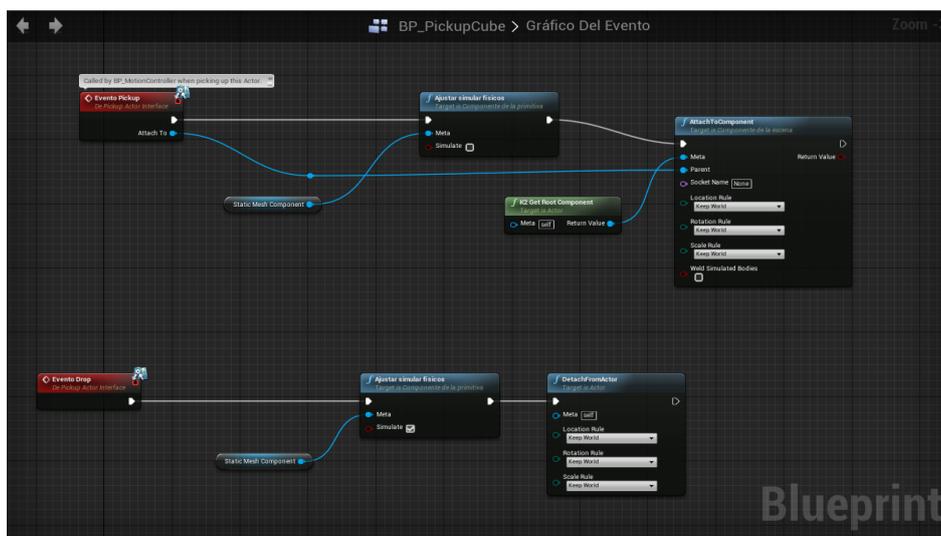
El primer blueprint que se realiza para lograr este requerimiento, es el siguiente *Spawn and attach both motion controllers*, con el cual está directamente relacionado con los controles touch, es decir que sucederán cuando intentemos sujetar algún objeto. Por otro lado, tenemos que programar en cada objeto que vaya a tener interacción con los controles mencionados (ver Figura 45).



**Figura 45.** Spawn and attach both motion controller.

En el Blueprint del objeto, se describe los dos eventos que son: EventPickup y EventDrop los cuales se ejecutaran cuando el usuario sujete y suelte respectivamente al objeto en mención. Al momento de sujetar lo que procede el evento es ajustar las características del elemento para simular como uno real, otorgando la propiedad principal de colisión ya que sin ella solo lo atravesaríamos.

En cuanto a la acción soltar, el evento de igual manera personaliza el objeto, añadiéndole la característica de colisión y simulando el efecto de gravedad se observa que el objeto cae simulando tener peso (ver Figura 46).



**Figura 46.** Blueprint del objeto cubo.

#### 5.1.4 Escenario Showroom

Showroom es el primer entorno virtual que el usuario experimenta con la visualización e interacción de los productos de impermeabilización diseñados en el sprint 0. Además, se incluye elementos auditivos y visuales como los avatares que ayudan explicando las características del entorno en el que se encuentra y a los que nos trasladaremos, así como de los productos expuestos brindando la información técnica de cada uno de ellos. Esperando alcanzar un alto nivel de realismo en el recorrido virtual de la persona.

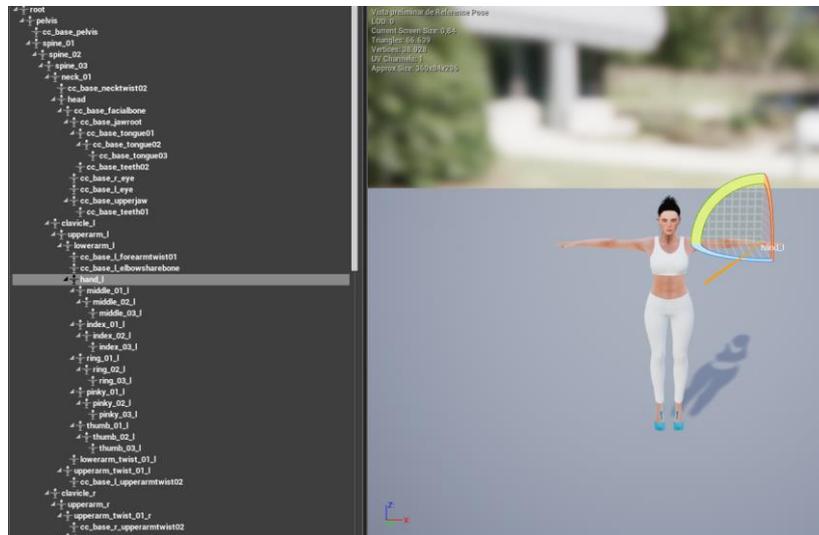
Avatar. – Es un diseño tridimensional de una persona con materiales y texturas para lograr la similitud a una chica real contratada para publicidad de Imptek. Incluye la respectiva programación de los movimiento y gestos necesarios para la explicación de cada producto (ver Figura 40).



**Figura 47.** Avatar.

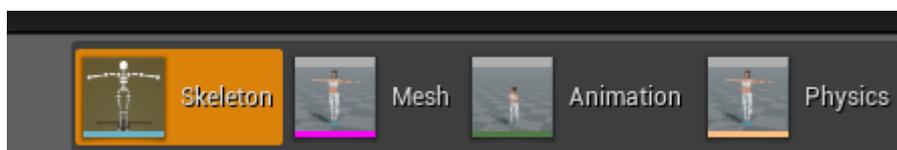
Animación avatar. – Para realizar la animación de los movimientos se tiene que usar la propiedad de Skeleton, la cual permite añadir un esqueleto óseo al avatar

diseñado. Cada hueso del esqueleto se lo puede ir moviendo para crear el efecto requerido y al final guardar la animación generada (ver Figura 48).



**Figura 48.** Avatar y la propiedad Skeleton.

Cuando se está trabajando con Skeletons, Unreal Engine dispone de un editor para animaciones, el cual consta de varias pestañas tales como: skeleton, mesh, animation y physics (ver Figura 49).



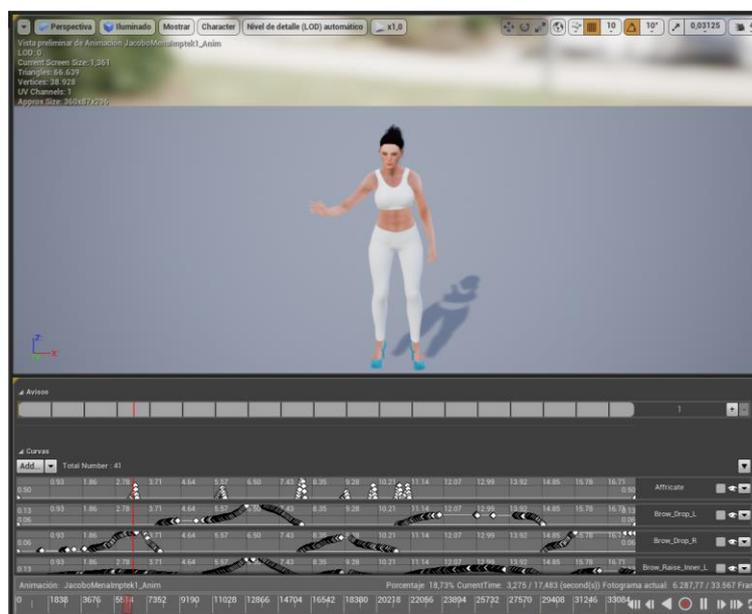
**Figura 49.** Editor para animación de avatars.

Mesh. - Se traduce en el objeto 3D de la modelo a la cual se le añadirá el skeleton, aquí se detalla los diferentes materiales que necesita para un mayor realismo (ver Figura 50).



**Figura 50.** Editor para animación – Mesh.

Animation. – En esta pestaña se evidencia la animación creada ya en ejecución, es similar a usar fotogramas que van almacenando el movimiento de cada uno de los huesos que hayamos modificado. Todo este proceso se basa en una línea de tiempo la cual se encarga de representar la animación en el avatar modelado (ver Figura 51).



**Figura 51.** Editor para animación – Animation.

### 5.1.5 Escenario Galería

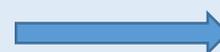
Para la creación del nivel galería, se tuvo en un inicio que obtener las imágenes en un formato 360 grados. Las cuales fueron tomadas con una cámara Samsung Gear 360° que tiene las siguientes características.

**Tabla 13.**

*Características Samsung Gear 360.*

CARACTERÍSTICAS	GEAR 360 (2016)
<b>Dimensiones y peso</b>	66.7 x 56.3 x 60.1 mm 152gr
<b>Sensores</b>	2 sensores opuestos, 1/2,3" CMOS 15 Mpx, Lentes 180° apertura f/2.0, ISO máx 1.600
<b>Resolución</b>	Vídeo procesado: máx 4K (3840x2160) a 24fps, Foto procesada: 360° 25,9 Mpx

Continúa



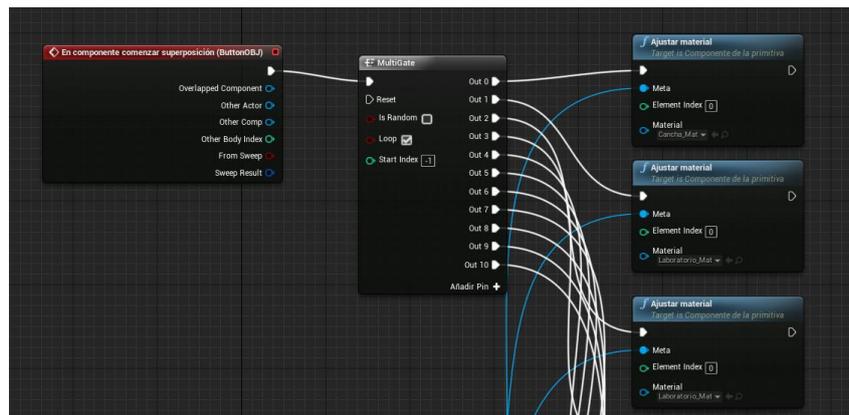
<b>Autonomía</b>	Batería extraíble 1.350 mAh
<b>Almacenamiento</b>	MicroSD
<b>Conectividad</b>	Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac (2.4/5GHz), Wi-Fi Direct, Bluetooth® v4.1, NFC, microHDMI
<b>Conexión</b>	MicroUSB 2.0
<b>Apps</b>	Android (sólo disponible para Samsung) y PC

Con el material multimedia obtenido, se procede a crear el blueprint que interprete el formato 360 grados de la imagen y genere la simulación de estancia en el lugar que dice la fotografía. Además de la función que permita pasar por todas las imágenes de una en una mediante un botón que dice siguiente. Para lograr lo mencionado se ayudó de una esfera, la cual permite generar la profundidad y con ello el realismo que se busca (ver Figura 52).



**Figura 52.** Blueprint Galería – Ventana Gráfica.

Finalmente se procede a crear la función que permita pasar las imágenes mediante un botón. Para lo cual se hace uso del evento BeginOverlapComponet disponible para el botón siguiente, que ayuda a realizar un proceso cuando se sobreponga la mano virtual a través del touch control (ver Figura 53).

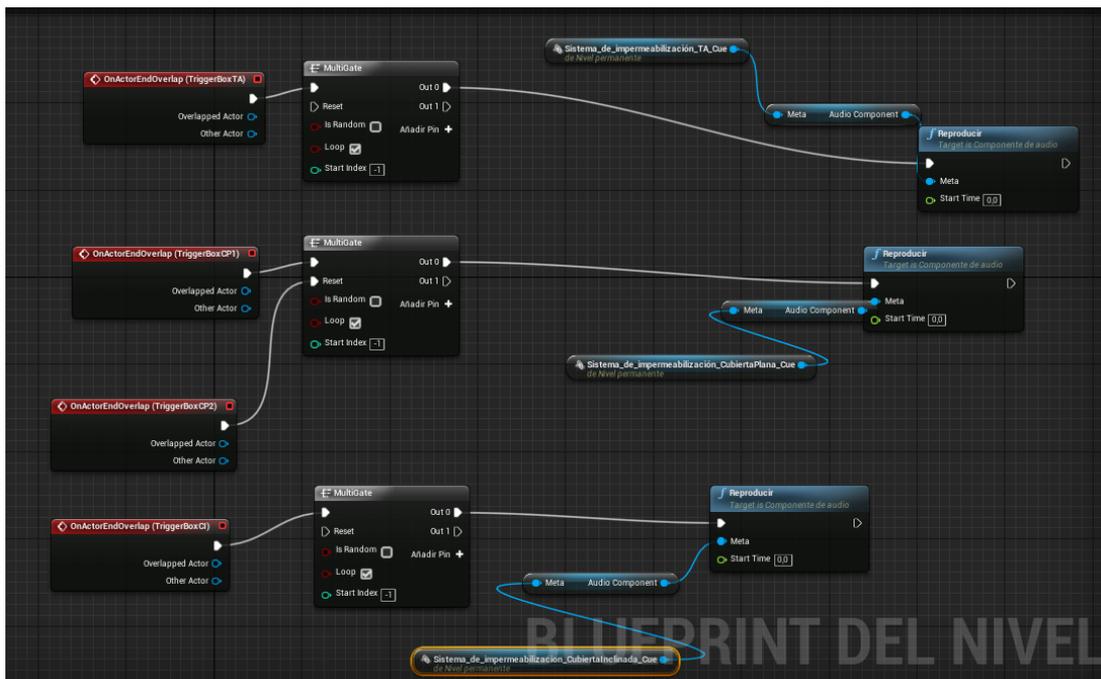


**Figura 53.** Blueprint Galería – Gráfico del evento.

### 5.1.6 Escenario Sistemas de impermeabilización

En la creación de un nivel que demuestre los sistemas de impermeabilización, se optó por generar diseños arquitectónicos de cubiertas tanto planas como inclinadas y terraza ajardinada con el interés de simular una maqueta en donde se evidencia las soluciones a casos reales.

Como parte de la explicación de cada sistema impermeable se ayudó de sonidos multimedia, lo cuales se activan respectivamente una vez que sujetemos cada pila de capas que representa a una solución. Se realizó bajo el uso del blueprint principal del nivel el cual controla los eventos de los elementos que se encuentran inmersos en él nivel.

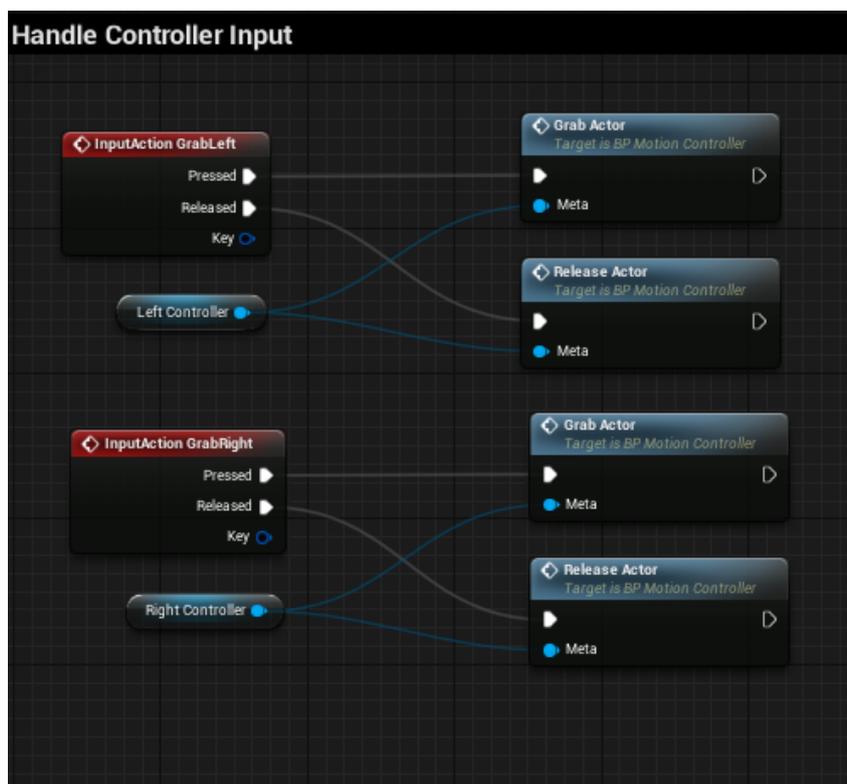


**Figura 54.** Blueprint del nivel – Sistemas de impermeabilización.

Si se necesita crear un nuevo escenario virtual o añadir un diseño 3D de un producto impermeabilizante se puede consultar los pasos que indica el manual en el anexo A.

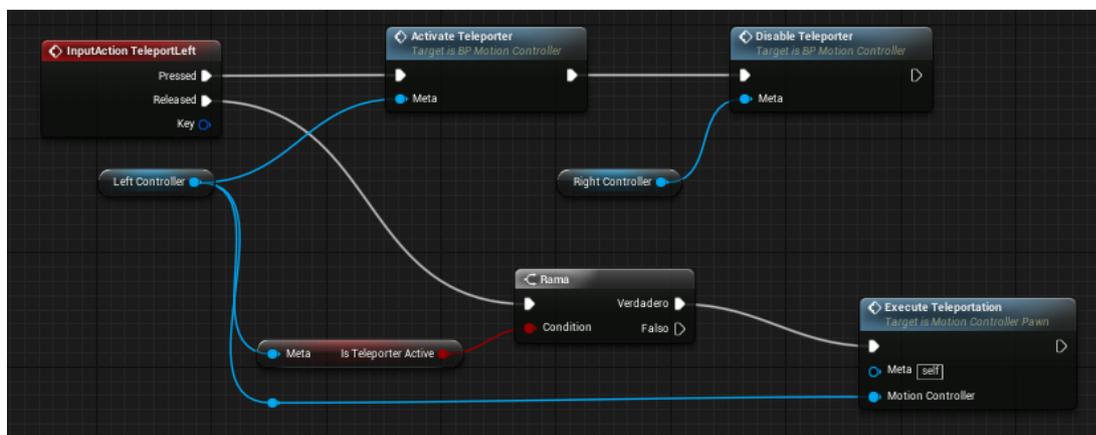


nosotros movernos presionando el botón GrabLeft del mando, nos ubicaríamos con la vista hacia la izquierda y de la misma manera hacia la derecha con el botón GrabRight (ver Figura 57).

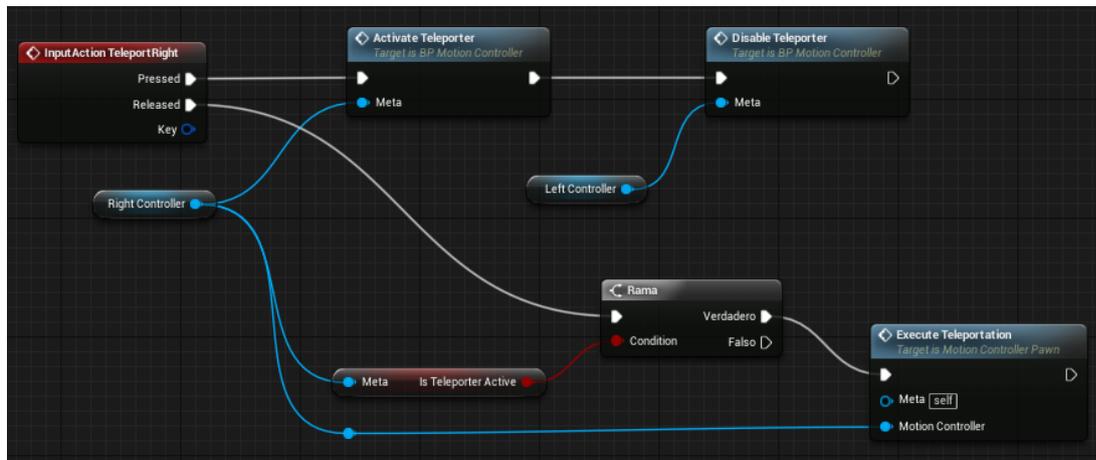


**Figura 57.** Blueprint Handle Controller Input.

La parte de nodos que se presenta es para el evento de activar la teletransportación hacia el sitio donde necesitamos estar, tanto con el mando izquierdo como con el derecho (ver Figura 58).



**Figura 58.** Blueprint activación teletransportación.



**Figura 59.** Blueprint activación teletransportación.

En adición a esto, se crea la funcionalidad de poderse ir de escenario en escenario para que la experiencia del usuario incremente y diferencie los entornos que podemos visitar (ver Figura 60).



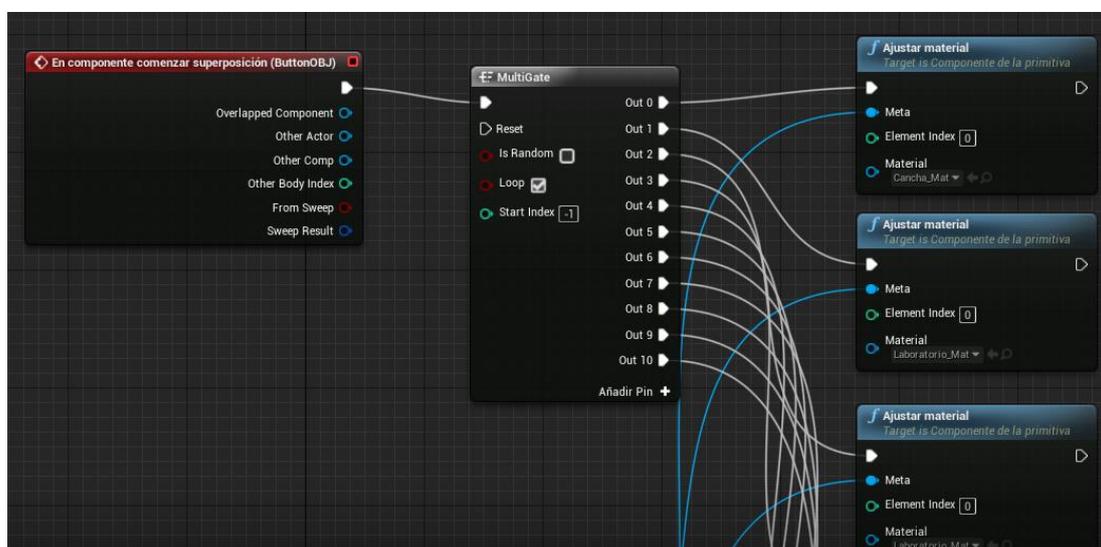
**Figura 60.** Blueprint moverse entre niveles.

### 6.1.2. Visualización de lugares Impermeabilizados.

Esta parte del documento se trata explícitamente de la galería de fotos, donde podamos observar imágenes 360°, las cuales con el visor se convierte en una experiencia única debido a que la semejanza de estar en el lugar es casi real. Pudiendo apreciar los materiales y productos de Imptek Chova del Ecuador ya instalados. Para ello se trabajó con la creación de materiales y texturas incluyendo la funcionalidad a través de blueprints que permiten el recorrido de todas las imágenes disponibles que se tiene en la galería (ver Figura 61).



**Figura 61.** Materiales de fotos tipo 360°.

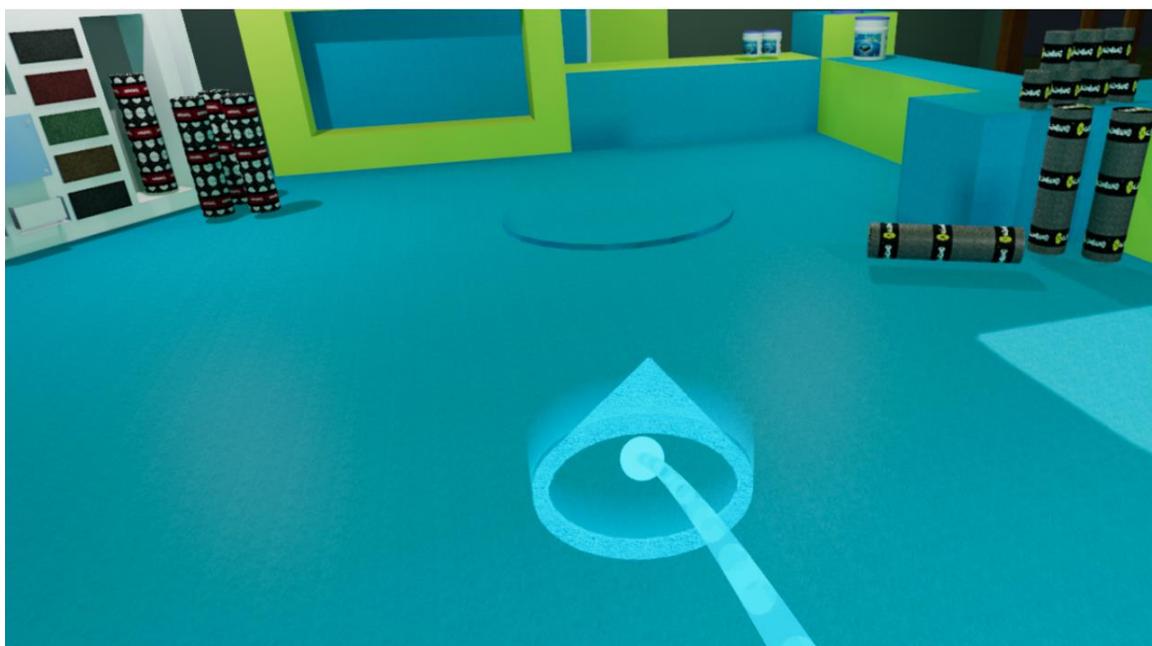


**Figura 62.** Funcionalidad para ver todas las imágenes 360°.

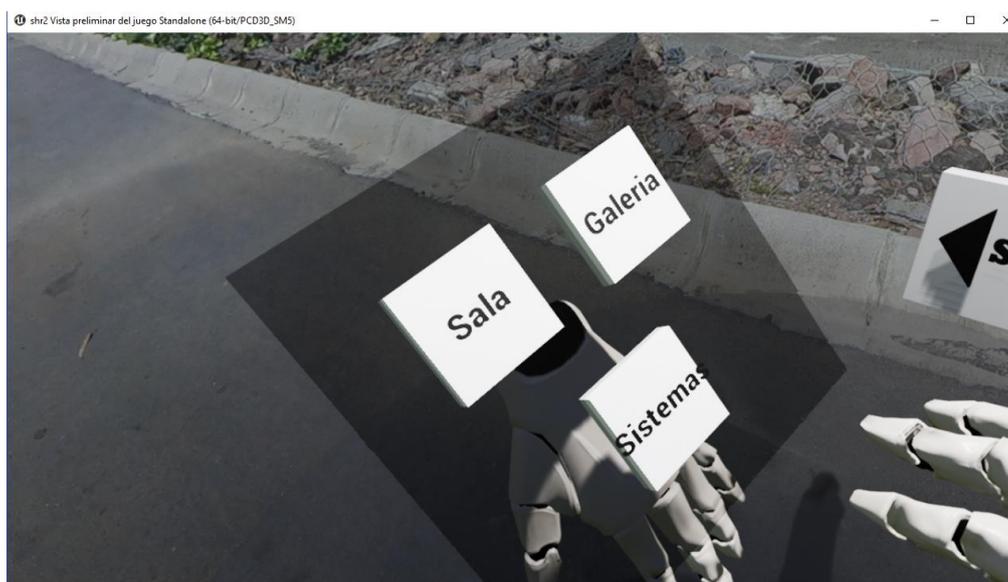
## 6.2. Pruebas de ejecución

Las pruebas respectivas del proyecto virtual, se las realiza por medio de un grupo de usuarios, en donde validamos que la usabilidad del prototipo no sea compleja sino, brinde una experiencia única al momento de conocer los sistemas impermeabilizantes y los productos que se usan.

Para el recorrido virtual, se lo realiza por medio de una teletransportación, accionada desde el mando touch, y para que el usuario no se desoriente se muestra una flecha azul para indicar el lugar a donde se quiere llegar (ver Figura 63).



**Figura 63.** Visualización de la teletransportación.



**Figura 64.** Visualización del objeto para moverse por niveles.

### 6.3. Revisión final de prototipo.

Esta es la etapa final del proyecto de realidad virtual, en donde se valida todos los escenarios desarrollados, desde los materiales, texturas utilizadas, funcionalidad, navegabilidad y usabilidad ante el usuario.

Para ello empezaremos por la presentación del showroom, en donde encontramos los productos de impermeabilización organizados por stands, explicación breve del producto y presentaciones de los mismos (ver Figura 65).



**Figura 65.** Nivel 1- Showroom vista 1.



**Figura 66.** Nivel 1- Showroom vista 2.

El siguiente nivel, se encarga de proporcionar una serie de imágenes en formato 360° para una apreciación mayor de los productos instalados en diferentes lugares (ver Figura 67).



**Figura 67.** Nivel 2- Galería de imágenes.



**Figura 68.** Nivel 2- Galería de imágenes.

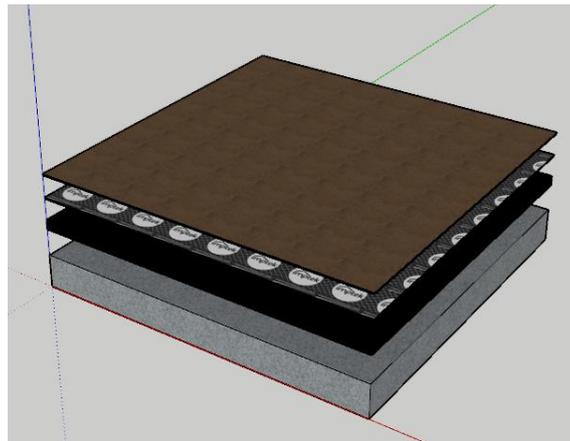
Y como ultimo nivel, se observa el nivel donde se presentan los diseños arquitectónicos y los sistemas de impermeabilización en casos reales respectivamente como se muestra en las siguientes imágenes (ver Figura 69 y 70).



**Figura 69.** Nivel 3- sistemas de impermeabilización.



**Figura 70.** Nivel 3- sistemas de impermeabilización vista aérea.



**Figura 71.** Nivel 3- sistemas de impermeabilización cubiertas planas.



**Figura 72.** Nivel 3- sistemas de impermeabilización jardinerías.

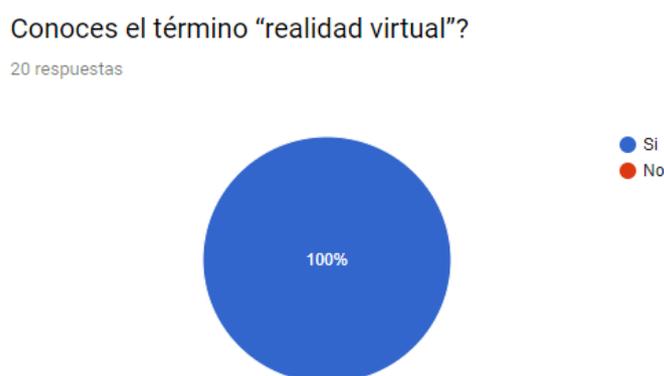


**Figura 73.** Sistemas de impermeabilización – Aplicaciones.

#### 6.4. Evaluación de resultados

Una vez terminado el prototipo virtual, realizamos las respectivas encuestas para medir la experiencia del usuario frente a esta nueva tecnología que cada vez converge en distintas áreas, en este caso beneficiará directamente al marketing de la empresa. Para los resultados que se muestran, cabe mencionar que se tomó una muestra de 20 personas de un universo de 100, quienes laboran en la misma empresa en diferentes cargos.

En la Figura 74 de la primera pregunta evidenciamos que el término realidad virtual, ya es conocido por las personas que si bien es cierto es un paradigma que surge años atrás pero que en la actualidad se está explotando al 100%.

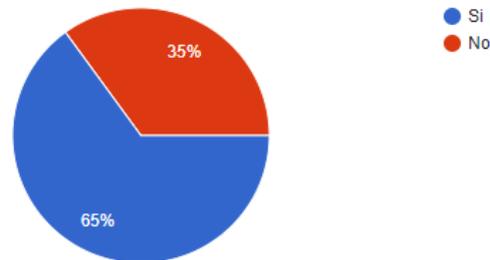


**Figura 74.** Resultado pregunta 1.

Para continuar con la validación del prototipo, se necesita conocer, si las personas han tenido alguna experiencia con realidad virtual, debido a que es más fácil la familiarización con los dispositivos y el entorno. Sin embargo, se observa en Figura 75 que hay un 35 % que no han tenido alguna experiencia, lo que ocasionó la demora en recorrer todos los niveles del prototipo.

Has tenido alguna experiencia en el campo de realidad virtual ?

20 respuestas

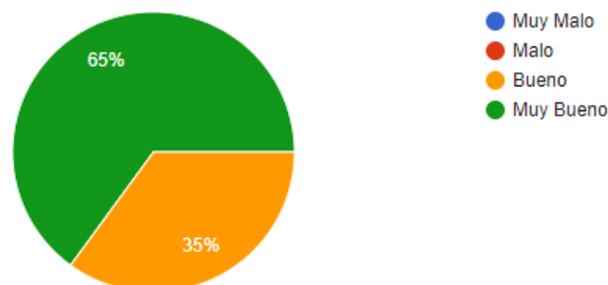


**Figura 75.** Resultados pregunta 2.

Como se observa en la Figura 76, el prototipo virtual tuvo acogida por parte de las personas que experimentaron esta actividad, citando los datos porcentuales tenemos el 65% de las personas que el ambiente satisface su expectativa y el otro 35% que difiere, este porcentaje se presenta debido a que estas personas ya tuvieron otra experiencia anteriormente.

Califique el nivel de experiencia en el nuevo entorno virtual que ingresó?

20 respuestas



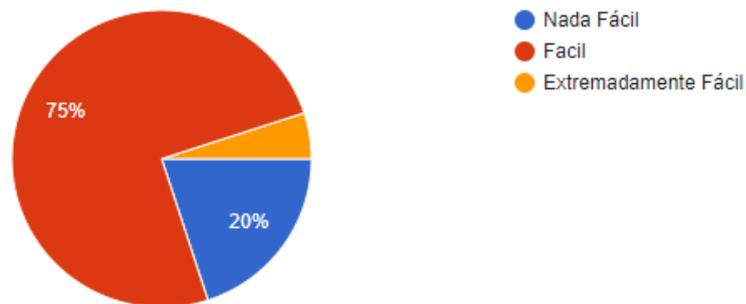
**Figura 76.** Resultados pregunta 3.

La pregunta anterior depende directamente del uso y manipulación del dispositivo Oculus Rift. Las personas al tener inconvenientes con los mandos touch al momento de probar el prototipo tienden a confundirse y distraerse del objetivo principal que es conocer los productos y sistemas de impermeabilización, debido a que la persona está

más pendiente de averiguar cómo funciona los mandos a visualizar el escenario creado (ver Figura 77).

Como fue el uso del dispositivo Oculus Rift touch?

20 respuestas

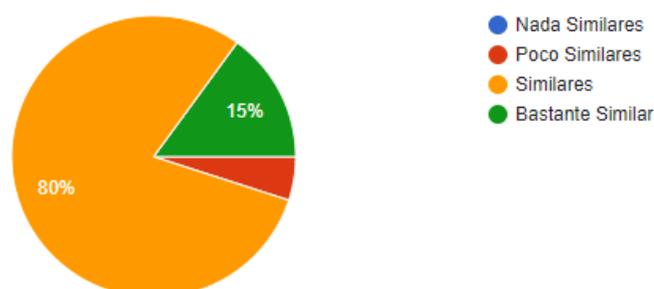


**Figura 77.** Resultado pregunta 4

Para finalizar la encuesta, nos fijaremos si los productos diseñados son similares a los reales y cumplen la expectativa del usuario. Para ello se muestra el siguiente gráfico (ver Figura 78).

Indique el nivel de similitud de los productos diseñados mostrados en el entorno con los reales.

20 respuestas



**Figura 78.** Resultados pregunta 4.

Una vez llegado al fin de esta encuesta y con los resultados ya tabulados, se evidencia que la realidad virtual está en auge, hay aceptación por parte de las

personas y fácil familiarización. Cabe mencionar que dependiendo de la edad de la persona la experticia con el uso de nuevos dispositivos varia, y desencadena una experiencia ya sea mala o buena en la navegación del prototipo virtual. De igual manera un buen diseño de los productos y sistemas de impermeabilización son clave para que el usuario se quede con la idea de lo que la empresa Imptek Chova del Ecuador ofrece.

De acuerdo a los resultados obtenidos afirmamos que los productos diseñados en un formato 3D son similares en un 80% sin embargo, trabajando en los detalles más a fondo y con una herramienta robusta se puede llegar a un 100%.

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1. Conclusiones**

Realidad virtual es un paradigma que está tomando fuerza en los últimos años debido a la creación de nuevos dispositivos que mejoran la experiencia del usuario. Por consiguiente, los negocios están optando por dar un giro a la tradicional manera de exponer sus servicios o productos en el mercado; haciendo que empresas con el uso de esta tecnología puedan destacar entre las demás. El prototipo basado en realidad virtual ayuda directamente al departamento de marketing en la promoción de soluciones impermeabilizantes y de los productos que Imptek Chova del Ecuador ofrece a nivel latinoamericano.

Para el diseño tridimensional de los sistemas y productos de impermeabilización es necesario tener una herramienta robusta que brinde las propiedades adecuadas para garantizar la calidad y semejanza de cada objeto creado versus el real. Esto se logró utilizando Unreal Engine.

La facilidad de generar material multimedia (imágenes 360°) se debe al avance tecnológico, especialmente en la creación de nuevos dispositivos que ayudan a plasmar en una fotografía todo el entorno en el que se encuentra el usuario. A esto se le suma el fácil acceso a estos dispositivos ya que su costo no representan un rubro excesivo.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las encuestas se concluye que el recorrido por los diferentes entornos virtuales es amigable e intuitivo, gracias a la ayuda de ciertos elementos como: avatares que otorgan la información respectiva del producto, sonido multimedia que mejora el ambiente, una fácil navegabilidad dentro del entorno virtual como en el traslado a uno nuevo y el porcentaje de realismo que los diseños 3D poseen.

La interacción del usuario con los materiales en el entorno virtual depende de la familiarización y experticia necesaria para la manipulación del dispositivo Oculus Rift.

Esto podría generar una buena o mala experiencia con el prototipo desarrollado y la idea de promocionar los productos que se desea plasmar.

El método Scrum utilizado en el desarrollo del prototipo virtual brindó la facilidad de tener entregables periódicamente de acuerdo a la priorización de los requisitos y una comunicación directa con el usuario con el fin de obtener la retroalimentación respectiva en cada sprint.

La incursión en el paradigma de realidad virtual a través del proyecto desarrollado refleja su convergencia en distintas áreas tales como: la medicina, arquitectura, marketing, educación. En donde profesionales del área de sistemas que dispongan de las competencias necesarias para el manejo de nuevas tecnologías tienen la oportunidad de dar una solución de navegabilidad óptima y oportuna.

## 7.2. Recomendaciones

El área comercial de la empresa Imptek Chova del Ecuador, debe seguir explotando el ámbito de realidad tanto virtual como mixta para que nuevas ideas de marketing puedan plasmarse mediante mencionadas tecnologías que han evolucionado en los últimos años. Con el propósito de que los productos y la marca que representa dicha compañía sobresalgan en el mercado latinoamericano.

Con el fin de mejorar la experiencia del usuario frente a la realidad virtual se debe contemplar el uso de nuevos dispositivos que aumenten la calidad del material multimedia y la manera de interactuar con los entornos tridimensionales, de tal forma que el cliente mantenga una idea muy cercana a la realidad de lo que se desea promocionar.

Los tiempos que se planifiquen en cada sprint de Scrum deben ser calculados de acuerdo a los requerimientos obtenidos con anterioridad y los mismo deben ser claros y precisos para una correcta priorización y desarrollo con el fin de evitar demoras en la entrega del prototipo final.

Para colocar nuevos productos al prototipo virtual final se necesita de la capacitación para el uso de la herramienta Unreal Engine, el reconocimiento de la estructura del proyecto desarrollado y los Blueprints para mantener un mismo formato de interacción. Con lo mencionado se lograría prescindir de la presencia del técnico que desarrolló el prototipo de realidad virtual.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acerca de Unreal Engine 4. (n.d.). Retrieved July 23, 2018, from <https://www.unrealengine.com/en-US/features>
- Blueprint Overview. (n.d.). Retrieved February 6, 2019, from <https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Blueprints/Overview>
- Continuo de la virtualidad - Wikipedia, la enciclopedia libre. (n.d.). Retrieved February 7, 2019, from [https://es.wikipedia.org/wiki/Continuo\\_de\\_la\\_virtualidad](https://es.wikipedia.org/wiki/Continuo_de_la_virtualidad)
- Epic Games. (n.d.-a). Rendering Overview. Retrieved February 6, 2019, from <https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Rendering/Overview>
- Epic Games. (n.d.-b). Unreal Game Projects. Retrieved February 7, 2019, from <https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Basics/Projects>
- Epic Games, I. (2019). Materials. Retrieved January 29, 2019, from <https://docs.unrealengine.com/en-us/Engine/Rendering/Materials>
- Equipo de Redacción de Concepto.de. (2017). ¿Qué es Probabilidad? - Concepto, Definición y Características. Retrieved April 20, 2018, from <http://concepto.de/probabilidad/>
- Essential Material Concepts. (n.d.). Retrieved February 6, 2019, from <https://docs.unrealengine.com/en-us/Engine/Rendering/Materials/IntroductionToMaterials>
- facebook. (n.d.). Oculus Platform SDK | Developer Center | Oculus. Retrieved July 31, 2018, from <https://developer.oculus.com/downloads/package/oculus-platform-sdk/>
- Facebook Technologies, L. (n.d.-a). Oculus Avatar SDK. Retrieved February 7, 2019, from <https://developer.oculus.com/documentation/avatarsdk/latest/concepts/avatarsdk-intro/>

Facebook Technologies, L. (n.d.-b). The Oculus Rift, Oculus Touch, and VR Games at E3 | Oculus. Retrieved February 9, 2019, from <https://www.oculus.com/blog/the-oculus-rift-oculus-touch-and-vr-games-at-e3/>

GitBook. (n.d.). Basic Concepts - StarUML documentation. Retrieved February 7, 2019, from <https://docs.staruml.io/user-guide/basic-concepts>

Goradia À, I., Doshi À, J., & Kurup À, L. A. (2014). *A Review Paper on Oculus Rift & Project Morpheus. Review Article International Journal of Current Engineering and Technology* (Vol. 4). Retrieved from <http://inpressco.com/category/ijcet>

Introduction to Virtual Reality Audio. (n.d.). Retrieved February 7, 2019, from <https://developer.oculus.com/documentation/audiosdk/latest/concepts/book-audio-intro/>

Mazuryk, T., & Gervautz, M. (n.d.). Virtual Reality History, Applications, Technology and Future. Retrieved from <http://www.cg.tuwien.ac.at/>

Microsoft. (n.d.). What is mixed reality? - Mixed Reality | Microsoft Docs. Retrieved January 30, 2019, from <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/mixed-reality>

Microsoft. (2018). What is mixed reality? - Mixed Reality | Microsoft Docs. Retrieved August 4, 2018, from <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/mixed-reality>

Pérez Martínez, F. J. (2011). Presente y Futuro de la Tecnología de la Realidad Virtual. *Creatividad y Sociedad: Revista de La Asociación Para La Creatividad*, (16), 3–39. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4208297&info=resumen&idioma=SPA>

Qué es SCRUM – Proyectos Ágiles. (n.d.). Retrieved January 30, 2019, from <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>

SketchUp Reviews: Overview, Pricing and Features. (n.d.). Retrieved February 7, 2019, from <https://reviews.financesonline.com/p/sketchup/>

The Oculus Rift Onboarding Experience – Chen Li – Medium. (n.d.). Retrieved January 30, 2019, from <https://medium.com/@thevrdesign/the-oculus-rift-onboarding-experience-8097e09235ed>

Y Soportado Por, D., Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). La Guía de Scrum La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego. Retrieved from <http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-ES.pdf>