

REALIDAD VIRTUAL INTERACTIVA EN ARQUITECTURA MEDIANTE  
DISPOSITIVOS MÓVILES

Anderson Fabian Solano Cubillos | Kevin Parrado Perdomo

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

## Resumen

This project search to ease the selling of property as houses, apartments, warehouses, etc. It is important to take advantage of the increase of the population and the urbanization that is being presented in the Bogota city besides of the increasing development of technology to begin a project that is about an interactive software that helps to the real estate to sell of an easier and economic way that property for this it is use the virtual reality to carry this out, the principal idea is that this product take the attention of the users and convince them to buy the property through the interactivity with the house or apartment model where it can be modify at the user preferences. In this documentation it's going the market research the one it will affect, its ambient impact, its technical research and the rest to afford knowing the field in the one it is going to perform and to know if it is going to accomplish with the expectative besides of knowing its viability in the locality as in the Bogota city as well.

REALIDAD VIRTUAL INTERACTIVA EN ARQUITECTURA MEDIANTE  
DISPOSITIVOS MÓVILES

**Índice**

Resumen	2
REALIDAD VIRTUAL INTERACTIVA EN ARQUITECTURA MEDIANTE DIS- POSITIVOS MÓVILES	3
<b>Introducción</b>	<b>7</b>
<b>Planteamiento del Problema</b>	<b>8</b>
<b>Objetivos</b>	<b>9</b>
General . . . . .	9
Específicos . . . . .	9
<b>Justificación</b>	<b>10</b>
<b>Marco Teórico</b>	<b>11</b>
Marco Conceptual . . . . .	11
Realidad Virtual . . . . .	11
Comparación entre VR, AR y MR . . . . .	11
Mercado Inmobiliario . . . . .	12
Industrias creativas . . . . .	13
Marco Referencial . . . . .	13
Realidad virtual enfocada a la arquitectura . . . . .	13
La evolución de la realidad virtual en la arquitectura . . . . .	14
Realidad virtual para el entrenamiento en industria y emergencia . . . . .	14
Recorrido Virtual por Almendros . . . . .	14
Prototipo Tour Realidad Virtual Uniagustiniana Sede Suba Y Tagaste . . . . .	14
Unreal para Realidad Virtual . . . . .	15

Forward Renderer . . . . .	15
Construcción de VR en VR . . . . .	15
Implementación de una aplicación en realidad virtual para la selección de un inmueble del consorcio la estancia . . . . .	15
Aporte del proyecto . . . . .	15
<b>Metodología</b>	<b>16</b>
Método KanBan . . . . .	16
Origen de la Metodología . . . . .	16
Aplicación al Proyecto . . . . .	18
<b>Recursos</b>	<b>19</b>
Recursos . . . . .	19
Roles . . . . .	20
<b>Actividades</b>	<b>21</b>
<b>Calendario</b>	<b>23</b>
<b>Referencias</b>	<b>24</b>

**Índice de figuras**

1.	Variación anual de las unidades vendidas(Acumulado a doce meses). Fuente: La galería inmobiliaria, calculo del Banco de la República . . . . .	12
2.	Índice de rotación mensual construido con el promedio trimestral de las ventas. Fuente: La galería inmobiliaria, calculo del Banco de la República	13
3.	Simulador de Prevención de riesgos en contexto de emergencia. Fuente: Realidad virtual para el entrenamiento en industria y emergencia . . . .	14
4.	Muestra del Uso de la metodología KanBan Fuente: KanBanTool.com . .	17
5.	Tablero KanBan Hasta el ultimo punto del anteproyecto Fuente: Propia .	18
6.	Diagrama Gantt Fuente: Propia . . . . .	23

**Índice de cuadros**

1.	Tabla de Presupuesto . . . . .	19
2.	Tabla de Roles . . . . .	20

## **Introducción**

Aunque un anteproyecto no lleve introducción, este se realiza para facilitar la comprensión de la propuesta del prototipo dispuesto en este documento. En la actualidad la venta de inmuebles en Bogotá se ha realizado de forma tradicional es decir se construye o alquila una casa modelo la cual permite al vendedor mostrar el producto a sus clientes y estos deciden comprar la propiedad, esta forma de venta limita la forma en que se da a conocer dicho inmueble, ya que muchos de sus clientes podrían desear modificar el espacio a su preferencia antes de tomar una decisión de compra.

En este proyecto se propone el desarrollo de un prototipo que facilite la venta de inmuebles de finca raíz. Es conveniente aprovechar el creciente desarrollo de la tecnología para poder llevar a cabo el prototipo que trata de un software interactivo para ayudar a las inmobiliarias a mostrar de una manera mucho más fácil y económica dichos inmuebles para lo cual se utiliza la realidad virtual. La idea principal es que este prototipo llame la atención a los usuarios y los convenza de comprar el inmueble mediante la interactividad con un modelo de casa o apartamento donde se pueda modificar a gusto del usuario.

### **Planteamiento del Problema**

La forma de venta de los inmuebles en la actualidad en la ciudad de Bogotá no ha cambiado mucho en los años posteriores es decir, la forma de venta sigue siendo por medio de casas modelos lo cual genera un gasto considerable y sobretodo genera una vista estática del inmueble al comprador.

¿Cómo podría facilitar la forma de venta de los inmuebles en la que los compradores puedan visualizar el inmueble a su gusto antes de decidir comprar? Este documento propone el uso de un software de realidad virtual donde se facilite no solo la vista al usuario del inmueble, sino que, además permita que este pueda modificarlo a su gusto de esta manera se contribuya a la decisión final del comprador.



## Objetivos

### General

Proponer un prototipo software que apoye la venta de inmuebles en la ciudad de Bogotá, aplicando técnicas y herramientas de realidad virtual para facilitar la presentación de inmuebles mostrando su distribución de manera que pueda ser visualizado por los compradores.

### Específicos

- Identificar las fortalezas y debilidades de la realidad virtual aplicada al sector inmobiliario.
- Especificar la manera de implementar la realidad virtual en la propuesta enfocada al mercado inmobiliario.
- Reconocer los proyectos de realidad virtual usados en la industria inmobiliaria en Bogotá y determinar nuestro valor agregado con respecto a estos.
- Investigar la aplicación de interactividad en proyectos de realidad virtual en tiempo real.
- Reconocer los recursos actuales que se cuentan para el desarrollo del prototipo.
- Evaluar los procesos existentes en el flujo de trabajo para el desarrollo del prototipo.
- Desarrollar el entorno de simulación de una manera amigable al usuario.
- Aplicar un sistema de interactividad con el entorno que permita al usuario personalizarlo.

### **Justificación**

Plantear una propuesta que brinde facilitar la forma de mostrar inmuebles a través de un software de realidad virtual implementado en dispositivos móviles el cual brinde más comodidad a las inmobiliarias con respecto a las casas modelos usadas, además de darles a los usuarios del software interactividad con los objetos que los rodean mediante la modificación del entorno y un asistente de voz, el cual les oriente en su recorrido.

Este prototipo busca ayudar a las inmobiliarias a presentar de una manera didáctica y óptima su producto, teniendo en cuenta los problemas que acarrea el uso de casas modelo como el gasto en tiempo y dinero para llegar a estas por parte de los interesados en comprar el inmueble.

### Marco Teórico

En esta parte estará ubicada toda la información con respecto a las herramientas que se usaran para el desarrollo del prototipo, el mercado actual de inmuebles en Bogotá, el desarrollo e importancia del uso de las industrias creativas en Bogotá haciendo énfasis en la realidad virtual, el uso de la metodología Kanban y por último los proyectos que actualmente usan realidad virtual en el mercado inmobiliario mundial.

### Marco Conceptual

**Realidad Virtual.** “La primera descripción conocida de un sistema de realidad virtual se puede encontrar en la obra de ciencia ficción de los años 30 Pygmalion Spectacles, del escritor Stanley Weinbaum (1935). En la obra, el protagonista conoce a un inventor que desarrolla un sistema inmersivo de visionado de películas y de simulaciones, donde no solamente se puede ver y oír el contenido digital, sino que también es posible interactuar de manera táctil u olfativa”. Rubio Tamayo (2016)

La realidad virtual se refiere a la simulación de un entorno en un ambiente digital, esto mediante el uso de dispositivos tecnológicos como las gafas o controles que permiten la inmersión del usuario en este mundo creado y que le faciliten la interacción con el mismo.

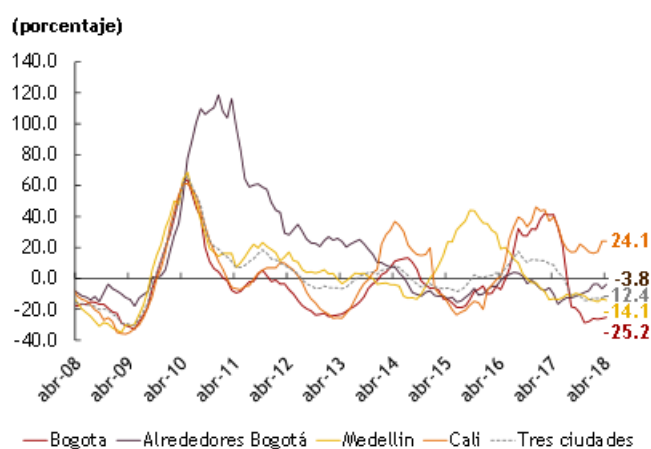
**Comparación entre VR, AR y MR.** <sup>1</sup> Son tecnologías similares, pero con distintas capacidades. La primera es la inmersiva. El usuario se sumerge en un entorno completamente virtual y dependiendo del dispositivo que se use, se puede caminar por las distintas habitaciones de una casa. Con la realidad aumentada, los datos o la información se muestran a través de las pantallas de los dispositivos de forma superpuesta a la realidad que se está captando. Finalmente, la realidad mixta, es la mezcla de la realidad virtual y aumentada, tomando objetos que se encuentran en el espacio real del usuario y los ubica en el entorno virtual en el que se encuentra sumergido.

---

<sup>1</sup>Hacen referencia a Realidad Virtual(Virtual Reality), Realidad Aumentada(Augmented Reality) y Realidad Mixta (Merged Reality)

**Mercado Inmobiliario.** Es el encargado de la oferta y demanda de los bienes inmobiliarios, en este proyecto se enfocará en el mercado colombiano específicamente en la ciudad de Bogotá el cual ha tenido un decrecimiento en las ventas de inmuebles pues “se registra contracción de 25,2 % en abril de 2018, superior en 2,8 % a la de seis meses atrás. A pesar de lo anterior, desde noviembre del año pasado la tendencia decreciente que se observaba desde principios de 2017 se estabilizó”. Juan Sebastián Mariño (2018)

En la siguiente gráfica se muestra el porcentaje de las ventas de inmuebles por ciudades entre la fecha de abril del 2008 y abril del 2018:

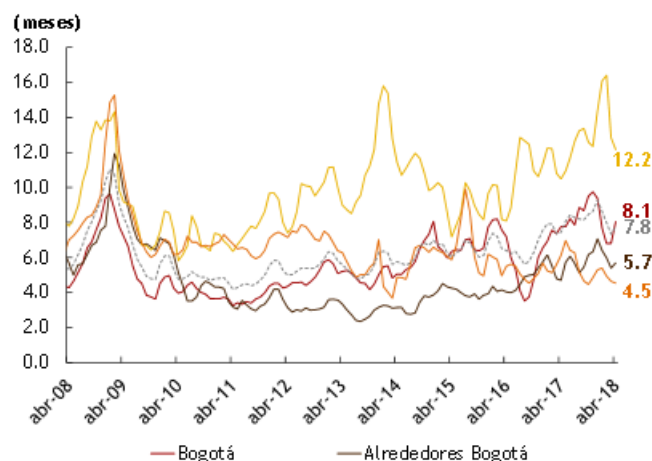


*Figura 1.* Variación anual de las unidades vendidas(Acumulado a doce meses). Fuente: La galería inmobiliaria, calculo del Banco de la República

Por lo tanto aunque el mercado inmobiliario en Bogotá no haya tenido un crecimiento en los últimos años con respecto a otras ciudades o los alrededores de la ciudad, aunque la verdadera oportunidad de negocio se ve en los tiempos de venta de los inmuebles en la ciudad específicamente en vivienda usada , pues en el primer semestre de este año se ha aumentado “Entre octubre de 2017 y abril de 2018 el tiempo de venta aumentó en 15, 18 y 19 días para los estratos cuatro, cinco y seis, en su orden” Juan Sebastián Mariño (2018)

Aunque para vivienda nueva los tiempos se redujeron “la venta de una vivienda nueva ahora tarda 1,4 meses menos que hace seis meses, situación explicada por un crecimiento de 26,1 % en las ventas en este período”. Juan Sebastián Mariño (2018)

Estos tiempos siguen siendo muy altos ya que en esos lapsos de tiempo no se



*Figura 2.* Índice de rotación mensual construido con el promedio trimestral de las ventas. Fuente: La galería inmobiliaria, calculo del Banco de la República

generan ganancias para las inmobiliarias.

**Industrias creativas.** Las industrias creativas hace parte de la economía naranja que es un conjunto de actividades en las que las ideas se transforman en servicios o también bienes dependiendo del enfoque el cual su valor está protegido por los derechos de propiedad intelectual esta industria abarca las creaciones funcionales el cual está ubicado el campo de acción de la propuesto de este proyecto de realidad virtual el cual es el software, actualmente esta industria presenta un gran crecimiento a nivel global y no es la excepción en nuestra región ya que “ experimentó la tasa de crecimiento más alta, pasando del 0,7 % en 2003 al 7,8 % en 2012.” Creativas (2017), con respecto a otras áreas de la industria creativa, lo cual es una gran oportunidad el explotar este tipo de proyectos no solo para la ciudad sino para el país.

## Marco Referencial

**Realidad virtual enfocada a la arquitectura.** Este escenario es cada vez más común entre los arquitectos que incorporan la realidad virtual (RV) en sus prácticas laborales, permitiendo que tanto profesionales como clientes, se enfrenten a nuevas formas de experimentar y de entender un edificio -o un espacio- antes de que se construya.

**La evolución de la realidad virtual en la arquitectura.** Con los avances en la tecnología móvil, que colocó las imágenes de alta resolución en manos de todos, la realidad virtual ha experimentado una importante explosión en los últimos dos años, pero aún no ha avanzado lo suficiente. Según un estudio de CGarchitect, los principales usuarios de realidad virtual enfocada a la visualización arquitectónica están en Europa (40 %) y en Estados Unidos (21 %).

**Realidad virtual para el entrenamiento en industria y emergencia.** Se nos muestra algunas aplicaciones de la realidad virtual sobre todo en campos de riesgos como incendios y demás donde se estimula no solo la vista sino otros sentidos como el oído e incluso el tacto.



*Figura 3.* Simulador de Prevención de riesgos en contexto de emergencia.

Fuente: Realidad virtual para el entrenamiento en industria y emergencia

**Recorrido Virtual por Almendros.** “Una instalación de realidad virtual donde se puede recorrer el edificio “Almendros” de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali. Se trata de crear en un diseño de tres dimensiones (3D) esta edificación de la institución, una vista general donde se pueda recorrer de forma virtual (a través de un computador) el campus que compone esta zona de la universidad.”Cuervo (2010)

**Prototipo Tour Realidad Virtual Uniagustiniana Sede Suba Y Tagaste.** “Desarrollar un software en Unity que permita la visualización de imágenes en 360°, y la utilización de entornos y objetos en 3d para la interacción entre diferentes escenarios

así crear la mejor inmersión posible.” D. Diaz (2018)

En este proyecto se busco mejorar los recorridos en la universidad UniAgustiniana, usando realidad virtual elaborado en el motor gráfico Unity.

**Unreal para Realidad Virtual.** “A la hora de crear experiencias inmersivas que sean creíbles para la mente humana, la realidad virtual se requiere renderizado de escenas a muy altos Framrates”. Games (s.f.) Unreal Engine está diseñado para aplicaciones demandantes como juegos AAA, realización de películas y visualización fotorrealista, cumple estos requerimientos y provee de una sólida base para construir contenido en todas las plataformas de realidad virtual, de PC a Consolas a Móviles.

**Forward Renderer.** “En la creación de “Robo Recall”, Epic desarrollo una solución de renderizado específica para realidad virtual. El Forward Renderer soporta características de iluminación de alta calidad, Anti Alias Multimuestral (MSAA) y renderizado estéreo instanciado para producir detalladas imágenes a 90 FPS”. Games (s.f.)

**Construcción de VR en VR.** “El editor de Unreal corre en realidad virtual con avanzados controles de movimiento de modo que se puede construir en un ambiente de “Lo que ves es lo que tienes”. Es más robusto, con características completas y capaces de desarrollar soluciones en realidad virtual en el mundo.”

**Implementación de una aplicación en realidad virtual para la selección de un inmueble del consorcio la estancia.** “La app permite que el cliente luego de comprar su terreno, casa o departamento pueda hacer cambios a través del aplicativo siempre y cuando el inmueble este en etapa de desarrollo.” Verastegui (2017)

La aplicación brinda una forma fácil de que cualquiera pueda modificar un inmueble sin la necesidad de ayuda profesional, haciendo uso de realidad virtual.

**Aporte del proyecto.** Este proyecto plantea dar como valor agregado a las aplicaciones actuales, inicialmente el montaje en dispositivos móviles como Smartphones y Tablets, con el fin de obtener un manejo más sencillo y accesible para cualquier usuario. Además se brindará al usuario la posibilidad de modificar el inmueble, permitiéndole una mayor personalización del área que está visualizando. Agregado a

esto también se incluirá un asistente por voz para el recorrido, con el cual se planea orientar al usuario en cada una de las habitaciones que visite.

## Metodología

### Método KanBan

**Origen de la Metodología.** El origen de esta metodología no está definido, aunque se dice que surgió en la compañía Toyota, La compañía Toyota lo empezó a usar a finales de los años 40, dicho sistema se conceptualiza como: David (2010)

- manufactura justo a tiempo
- fuerza de trabajo flexible
- pensamiento creativo.

David J. Anderson identificó cinco características básicas que habían sido observadas en cada implementación correcta del método KanBan. Posteriormente fueron etiquetadas como prácticas y se ampliaron con la adición de una sexta característica. David (2010)

1. Visualizar: Visualizar el flujo de trabajo y hacerlo visible es la base para comprender cómo avanza el trabajo. Sin comprender el flujo de trabajo, realizar los cambios adecuados es más difícil. Una forma común de visualizar el flujo de trabajo es el uso de columnas. Las columnas representan los diferentes estados o pasos en el flujo de trabajo.
2. Limitar el trabajo en curso: Limitar el trabajo en curso implica que un sistema de extracción se aplica en la totalidad o parte del flujo de trabajo. El sistema de extracción actúa como uno de los principales estímulos para los cambios continuos, incrementales y evolutivos en el sistema.
3. Dirigir y gestionar el flujo: Se debe supervisar, medir y reportar el flujo de trabajo a través de cada estado. Al gestionar activamente el flujo, los cambios continuos,



graduales y evolutivos del sistema pueden ser evaluados para tener efectos positivos o negativos.

4. Hacer las Políticas de Proceso Explícitas: Configure las reglas y directrices de su trabajo. Entienda las necesidades y asegúrese de seguir las reglas. Las políticas definirán cuándo y por qué una tarjeta debe pasar de una columna a otra. Escríbalas. Cambie las reglas cuando la realidad cambie.
5. Utilizar modelos para reconocer oportunidades de mejora: Cuando los equipos tienen un entendimiento común de las teorías sobre el trabajo, el flujo de trabajo, el proceso y el riesgo, es más probable que sea capaz de construir una comprensión compartida de un problema y proponer acciones de mejora que puedan ser aprobadas por consenso. El método KanBan sugiere que un enfoque científico sea utilizado para implementar los cambios continuos, graduales y evolutivos. El método no prescribe un método científico específico para utilizarlo



*Figura 4.* Muestra del Uso de la metodología KanBan

Fuente: KanBanTool.com

## Aplicación al Proyecto

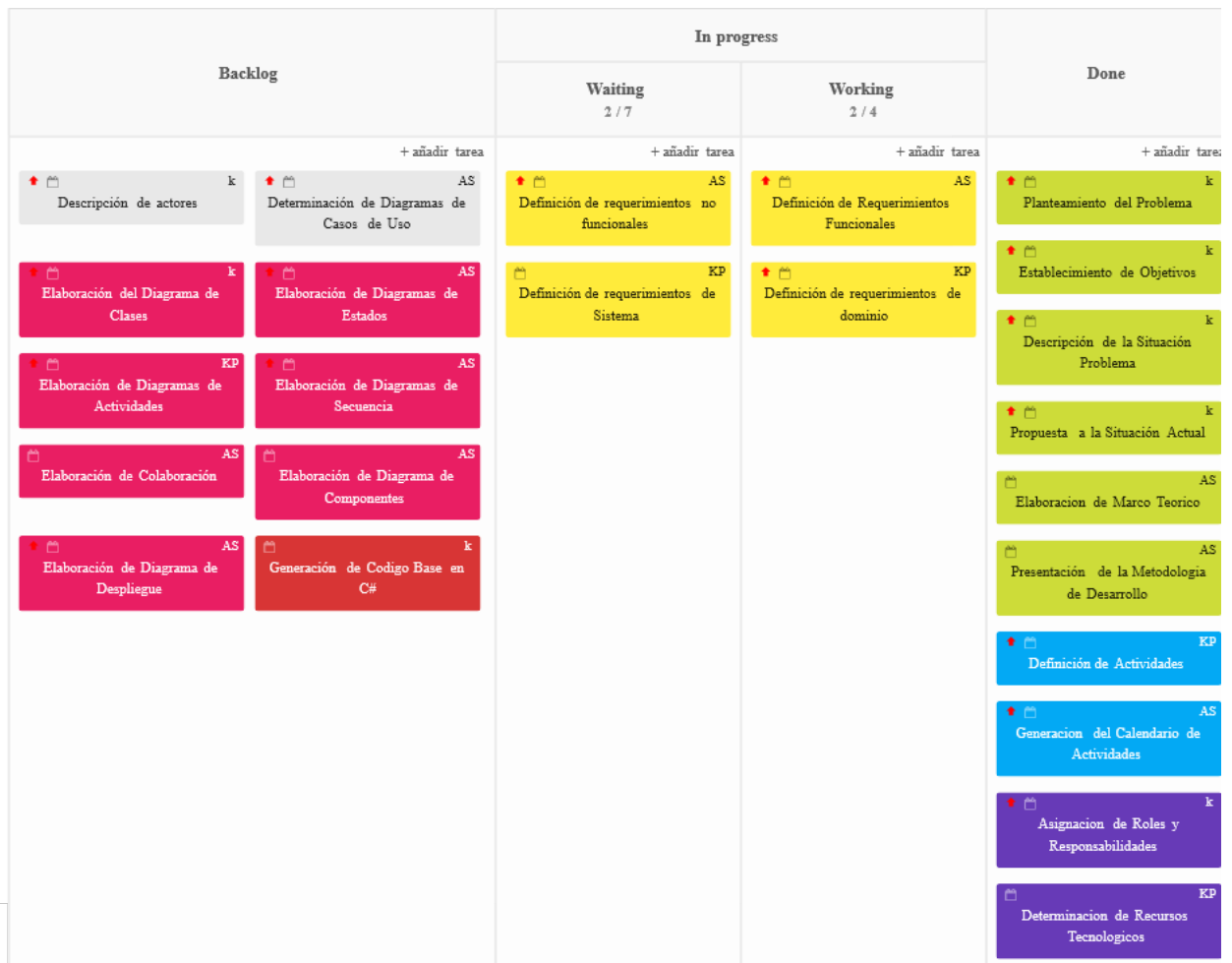


Figura 5. Tablero KanBan Hasta el ultimo punto del anteproyecto

Fuente: Propia

## Recursos

## Recursos

Categoría		Costo unitario \$ (mensual)	Vida Útil Proyecto (6 meses) Costo total \$
Recursos Humanos	Modelador grafico	400,000	2,400,000
	Analista	800,000	4,800,000
	Desarrollador	700,000	4,200,000
	Tester	500,000	3,000,000
Hardware	Computador		
	Procesador: AMD A10 5750m		
	Tarjeta de video: APU RADEON tm HD graphics 2.50ghz		1,100,000
	Memoria Ram: 8 GB		
	Sistema operativo: windows 10		
	Smartphone One Plus 5		
	Procesador: Snapdragon 835 (8 núcleos)		
	Memoria RAM: 8 GB		1,700,000
	Resolución: 1,920x1,080		
	Sistema operativo: Android 9		
Software	Herramienta de arquitectura: Enterprise Architect 8.0 <sup>2</sup>		653,000
	Herramienta de modelamiento 3D: Blender 2.8 <sup>3</sup>		20,000
	Motor Gráfico: Unreal Engine 4.21		400,000
	Gestor base de datos: SQLite 3.27.27		40,000
Viáticos	Transporte	146,000	876,000
	Papelería (Impresiones)	10,000	36,000
	Servicios Públicos (Energía, Internet)	70,000	420,000
TOTAL			19,592,000.00

Cuadro 1

## Tabla de Presupuesto

<sup>2</sup>Se utiliza una versión bajo licencia gratuita, el costo se refiere al costo de la licencia de mercado

<sup>3</sup>El Software se utiliza bajo licencia gratuita, el costo se refiere al proceso de instalación, configuración y mantenimiento

## Roles

Actor	Rol	Responsabilidades
Kevin Parrado Perdomo	Modelador Gráfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de blueprints como base para los modelos.</li> <li>• Modelamiento y texturizado de partes para el entorno.</li> <li>• Creación de iluminaciones realistas en el entorno.</li> <li>• Estructuración De Los Espacios.</li> </ul>
Anderson Fabián Solano Cubillos	Analista de Software	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirige el diseño del Sistema, dentro de las restricciones de los requisitos, arquitectura y proceso de desarrollo para el proyecto.</li> </ul>
Kevin Parrado Perdomo	Desarrollador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar modelos y diagramas de flujo que establezcan cómo deben escribir el código y cómo las aplicaciones son diseñadas.</li> <li>• Crear los códigos basados en los diseños y en los diagramas de flujo de los diseñadores de software.</li> </ul>
Anderson Fabián Solano Cubillos	Tester	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probar el prototipo para revisar posibles errores en las etapas de desarrollo y el cumplimiento de los requerimientos.</li> <li>• Reportar los fallos encontrados en las pruebas.</li> </ul>

Cuadro 2

*Tabla de Roles*

## Actividades

### 1. Análisis

- a)* Planteamiento del problema
- b)* Establecimiento de objetivos
- c)* Descripción de la situación problema
- d)* Propuesta a la situación actual
- e)* Elaboración de marco teórico
- f)* Presentación de la metodología de desarrollo
- g)* Sincronización del tablero KanBan

#### **HITO: DEFINICIÓN DEL ÁMBITO DEL SISTEMA**

- h)* Definición de Actividades
- i)* Generación del calendario de Actividades
- j)* Sincronización del tablero KanBan

#### **HITO: CALENDARIO DE ACTIVIDADES**

- k)* Asignación de roles y responsabilidades.
- l)* Determinación de recursos tecnológicos
- m)* Sincronización del tablero KanBan

#### **HITO: GENERACION DE LA ESTIMACION DE RECURSOS**

### 2. Diseño

- a)* Definición de requerimientos funcionales y no funcionales.
- b)* Definición de requerimientos de dominio.
- c)* Definición de requerimientos de Usuario.
- d)* Definición de requerimientos de Sistema.
- e)* Sincronización del tablero KanBan

#### **HITO: ESTABLECIMIENTO DE LA INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS**

- f)* Descripción de Actores
- g)* Determinación de Diagramas de Casos de Uso
- h)* Sincronización del tablero KanBan

#### **HITO: GENERACION DE CIM**

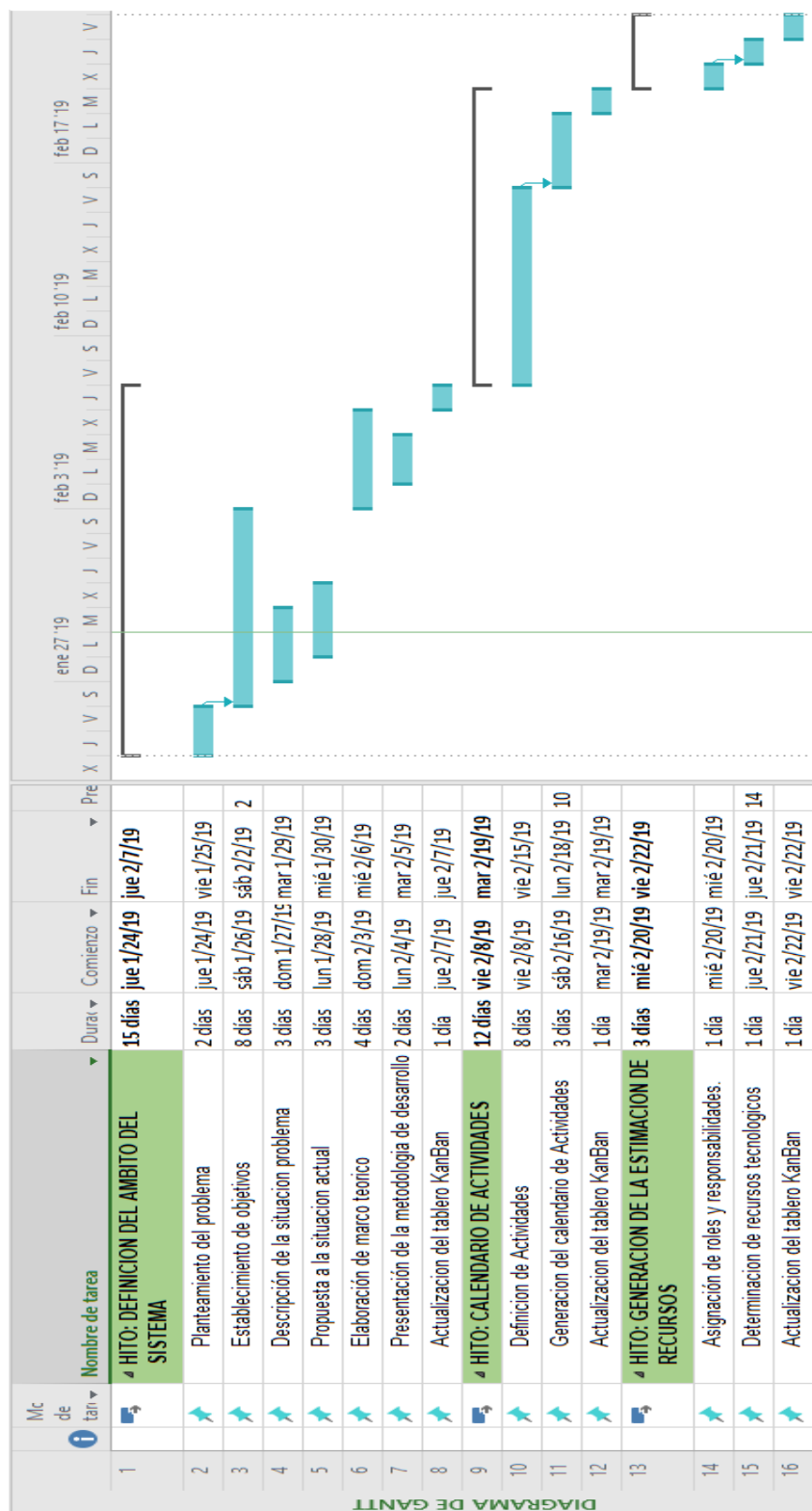
- i)* Elaboración Diagramas Estructurales
- j)* Elaboración Diagramas Comportamiento
- k)* Elaboración Diagramas de Interacción
- l)* Elaboración Diagramas de Implementación
- m)* Sincronización del tablero KanBan

#### **HITO: GENERACION DE PIM**

- n)* Transformación automatizada de los modelos en código fuente.
- ñ)* Modificación básica de Códigos generados.
- o)* Sincronización del tablero KanBan

#### **HITO: GENERACION DE PSM**

## Calendario



*Figura 6.* Diagrama Gantt

Fuente: Propia

## Referencias

- Creativas, I. (2017). *Economía naranja industrias creativas, emprendimiento cultural e innovación social*. (9)
- Cuervo, J. P. (2010). *Recorrido virtual por almendros*.
- David, A. (2010). Successful evolutionary change for your technology business. *Blue Hole Press*.
- D. Diaz, C. A. (2018). *Prototipo tour realidad virtual uniagustiniana sede suba y tagaste*. Universitaria Agustiniana.
- Games, E. n. (s.f.). *Unreal engine*. [www.unrealengine.com](http://www.unrealengine.com).
- Juan Sebastián Mariño, C. Q., Daisy Pacheco. (2018). *Informe especial de estabilidad financiera: Análisis de la cartera y del mercado de vivienda en colombia* (Inf. Téc.). Banco de la Republica.
- Rubio Tamayo, G. B. (2016). Realidad virtual (hmd) e interacción desde la perspectiva de la construcción narrativa y la comunicación: Propuesta taxonómica. *Icono 14*, 14(2), 1-24.
- Verastegui, O. A. M. A. (2017). *Implementación de una aplicación en realidad virtual para la selección de un inmueble del consorcio la estancia*. Universidad Peruana De Las Américas.