

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
COMPUTACIÓN Y SISTEMAS



**“SIMULACIÓN WEB 3D DE UN DEPARTAMENTO DOMOTIZADO
DEL GRUPO ALGOL S.A.C. PARA MEDIR EL CONSUMO
ENERGÉTICO DEL APLICATIVO LUMINARIA”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: WEB 3D**

AUTORES: Br. Maive de la Flor Gonzalez Iparraguirre
Br. Ronny Alexis Sánchez Vargas

ASESOR: Dr. Luis Vladimir Urrelo Huiman

TRUJILLO – PERÚ

2016

ACREDITACIONES

TÍTULO: “SIMULACIÓN WEB 3D DE UN DEPARTAMENTO DOMOTIZADO DEL GRUPO ALGOL S.A.C. PARA MEDIR EL CONSUMO ENERGÉTICO DEL APLICATIVO LUMINARIA”

AUTOR (ES):

Br. Maive de la Flor Gonzalez Iparraguirre

Br. Ronny Alexis Sánchez Vargas

APROBADO POR:

Ing. Elmer Hugo Gonzalez Herrera
PRESIDENTE
N° CIP: 24721

Ing. Freddy Henry Infantes Quiroz
SECRETARIO
N° CIP: 139578

Ing. Agustin Eduardo Ullón Ramirez
VOCAL
N° CIP: 137602

Ing. LUIS VLADIMIR URRELO HUIMAN
ASESOR
N° CIP: 88212

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos y Reglamento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero de Computación y Sistemas, se pone a vuestra consideración el Informe del Trabajo de Investigación Titulado “SIMULACIÓN WEB 3D DE UN DEPARTAMENTO DOMOTIZADO DEL GRUPO ALGOL S.A.C. PARA MEDIR EL CONSUMO ENERGÉTICO DEL APLICATIVO LUMINARIA”, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen, excusándonos de antemano de los posibles errores involuntarios cometidos en el desarrollo del mismo.

Trujillo, 07 de julio de 2016.

Br. Maive de la Flor Gonzalez Iparraguirre
Br. Ronny Alexis Sánchez Vargas

DEDICATORIA

Dedicatoria 1

La presente tesis la dedico a mis queridos padres Samuel y Flavia porque con su apoyo incondicional he logrado finalizar mi carrera y lograr otra de mis metas.

A mis hermanos Jeffer y Jampier que son una fuente infinita de inspiración, la cual me ayudó a seguir adelante en todo este tiempo como estudiante.

A mi abuelita Santos, a mis tías Rosa y Juana por quererme y apoyarme siempre.

Maive de la flor Gonzalez Iparraguirre

Dedicatoria 2

Dedico la presente tesis a mis padres Jorge y Susana por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, todos mis logros se los debo a ustedes, entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me apoyaron y motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mis hermanos Danny y Erick por su apoyo y compañía incondicional.

Ronny Alexis Sánchez Vargas

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento 1

Agradezco infinitamente a dios, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar ante los problemas, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el interés.

A mis padres por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años, les agradezco por haberme dado todas las oportunidades que me dieron para poder hoy llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Es un privilegio ser su hija. Son los mejores padres.

También agradezco al ingeniero Vladimir Urrelo Huiman por ser un excelente guía en el transcurso de nuestra investigación.

Y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis. ¡Gracias a ustedes!

Maive de la Flor Gonzalez Iparraguirre

Agradecimiento 2

Yo agradezco primeramente a mis padres y Hermanos que han dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida y darles las gracias por apoyarme en todos los momentos difíciles de mi vida tales como: la felicidad la tristeza pero ellos siempre han estado junto a mí y gracias a ellos soy lo que ahora soy y con el esfuerzo de ellos y mi esfuerzo ahora puedo ser un gran profesional.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento al Ing. Vladimir Urrelo Huiman su importante aporte y participación activa en el desarrollo de esta tesis.

Ronny Alexis Sánchez Vargas

RESUMEN

Simulación web 3d de un departamento domotizado del grupo algol S.A.C. para medir el consumo energético del aplicativo luminaria

Por: Br. Maive de la Flor Gonzalez Iparraguirre

Br. Ronny Alexis Sánchez Vargas

En Trujillo los servicios eléctricos son costosos, las tarifas han aumentado en un promedio de 3.3% además que generan contaminación. Por otro lado las empresas constructoras necesitan de un valor agregado para la venta de sus departamentos ya que sus estas han disminuido, y la alternativa sería la domótica, siendo necesario simularlo antes de construirlo ya que sería muy costos. Por lo tanto se plantea el siguiente problema: ¿Cómo identificar anticipadamente el consumo de energía en departamentos domotizados, en la aplicativo luminaria, del Grupo Algol, Trujillo, utilizando sistemas de información en la Web? Y la hipótesis de esta investigación es que: La Simulación Web 3D de un departamento domotizado con el aplicativo luminaria del Grupo Algol S.A.C. en el edificio Jardines del Golf de Trujillo, permite medir de manera anticipada el consumo energético. Para ello se plantea un objetivos de Desarrollar una Simulación Web 3D de un departamento domotizado con el aplicativo luminaria del Grupo Algol S.A.C. en el edificio Jardines del Golf, departamento 301, en Trujillo, para medir el consumo energético y se ha definido 5 objetivos específicos. Analizar las características de un departamento domotizado mediante revisión bibliográfica, Estudiar las herramientas de modelamiento e interacción 3D en la Web mediante revisión bibliográfica y de casos de estudio, Desarrollar la conceptualización, planificación y diseño de los ambientes web 3D según la metodología propuesta por Luz Santamaría Granados y Juan Francisco Mendoza Moreno de la Universidad Santo Tomás, Tunja, (Colombia), Desarrollar el muestreo, construcción, prueba y publicación de los ambientes web 3D según la metodología propuesta por Luz Santamaría Granados y Juan Francisco Mendoza Moreno de la Universidad Santo Tomás, Tunja, (Colombia) y acordes al departamento 301 del edificio Jardines del Golf del Grupo Algol S.A.C. utilizando Unity 3D y Sweet Home 3D y Medir el consumo de energía generado por un avatar en el departamento domotizado simulado. Como resultado se obtuvo que con el uso de la aplicación web en 3D se puede medir el consumo energético anticipadamente. Por lo tanto podemos concluir que se acepta la hipótesis.

PALABRAS CLAVES: Simulación web 3D, Aplicativo luminaria, Domótica.

ABSTRACT

Web 3D simulation of a group domotizado algol apartment S.A.C. to measure the energy consumption of luminaire applicative

At Trujillo, the electrical services are expensive; prices have risen by an average of 3.3% addition that generate pollution. On the other hand the construction companies need an added value for the sale of their apartments because their these have declined, and home automation serious alternative, being necessary to simulate it before building it because it would be very costly. Therefore the following problem: How to identify in advance the energy consumption in domotic apartments in the luminaire applicative, the Algol Group, Trujillo, using information systems on the Web?. The hypothesis of this research is that: The Web 3D simulation of a domotic apartment with the luminaire applicative of Algol Group S.A.C. in the Jardines of Golf in Trujillo building, can measure anticipated energy consumption. This requires a Web objectives Develop a 3D simulation of a domotic apartment with the luminaire applicative of Algol Group arises S.A.C. in the Jardines of Golf, apartment 301, building in Trujillo, to measure energy consumption and defined five specific objectives. Analyze the characteristics of a domotic apartment through literature review, study the modeling tools and 3D interaction on the Web by literature and case study review, develop the conceptualization, planning and design of 3D web environments according to the methodology proposed by Luz Santamaria Granados and Juan Francisco Mendoza Moreno of the University of Santo Tomas, Tunja (Colombia) Develop sampling, construction, testing and publishing 3D web environments according to the methodology proposed by Luz Santamaria Granados and Juan Francisco Mendoza Moreno of the Universidad Santo Tomas , Tunja (Colombia) and chords apartment building 301 Gardens Golf Algol Group SAC using Unity 3D and Sweet Home 3D and measure the energy generated by an avatar in the domotizado simulated department. The result was obtained with the use of 3D web application can measure energy consumption in advance. Therefore, we can conclude that the hypothesis is accepted.

KEYWORDS: Web3D Simulation, Aplicative luminaire, Domotic.

INDICE DEL CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Realidad problemática.....	1
1.2.	Delimitación del problema	2
1.3.	Características y análisis del problema.....	2
1.4.	Formulación del Problema.....	3
1.5.	Formulación de la Hipótesis.....	3
1.6.	Objetivos del estudio.....	3
1.7.	Justificación del Estudio.....	4
1.8.	Limitaciones del estudio	4
2.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.	Antecedentes	5
2.2	Bases teóricas.....	6
2.3	Definición de términos.....	19
3.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	31
3.1.	Material	31
3.1.1	Población.....	31
3.1.2.	Muestra.....	31
3.1.3.	Unidad de Análisis	31
3.2.	Método	31
3.2.1.	Nivel de Investigación	31
3.2.2.	Diseño de Investigación	31
3.2.3.	Variables de estudio y operacionalización	32
3.2.4.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	33
3.2.5.	Técnicas de Procesamiento de datos	33
3.2.6.	Técnicas de análisis de datos	34
4.	RESULTADOS	34
4.1.	Analizar las características de un departamento domotizado mediante revisión bibliográfica.	34
4.2.	Estudiar las herramientas de modelamiento e interacción 3D en la Web mediante revisión bibliográfica y de casos de estudio.	35
4.3.	Desarrollar la conceptualización, planificación y el diseño y muestreo de los ambientes web 3D utilizando Sweet Home 3D.Según la metodología propuesta por Luz Santamaría	

Granados y Juan Francisco Mendoza Moreno de la Universidad Santo Tomás, Tunja, (Colombia).

38

4.3.1.	Conceptualización	38
4.3.2.	Planificación.....	39
4.3.3.	Diseño y muestreo	40
4.4.	Desarrollar la construcción, prueba y publicación de los ambientes web 3D según la metodología propuesta por Luz Santamaría Granados y Juan Francisco Mendoza Moreno de la Universidad Santo Tomás, Tunja, (Colombia) y acordes al departamento 301 del edificio Jardines del Golf del Grupo Algol S.A.C. utilizando Unity 3D.	43
4.4.1	Construcción.....	43
4.4.2	Prueba	60
4.4.3	Publicación	61
4.5.	Medir el consumo de energía generado por un avatar en el departamento domotizado simulado.	65
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	66
6.	CONCLUSIONES.....	74
7.	RECOMENDACIONES	77
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Unity 3D.....	13
Ilustración 2: Sweet Home 3D.....	14
Ilustración 3: Google SketchUp.....	16
Ilustración 4: Blender 3D	18
Ilustración 5: Unreal Engine.....	19
Ilustración 6: Arquitectura centralizada	26
Ilustración 7: arquitectura distribuida	27
Ilustración 8: Arquitectura Mixta	28
Ilustración 9: Casa Domótica	30
Ilustración 10: Planos del departamento 301.....	39
Ilustración 11: Diseño 2D del departamento 301.	41
Ilustración 12: Diseño 3D del departamento 301.	42
Ilustración 13: Diagrama Jerárquico de nodos 3D.....	44
Ilustración 14: Cadena de Interacción.....	45
Ilustración 15: Ubicación del archivo obj. para la exportación	46
Ilustración 16: Construcción del terreno	46
Ilustración 17: Departamento importado de Sweet Home a Unity	47

Ilustración 18: Avatar.....	47
Ilustración 19: Configuración de la cámara.....	48
Ilustración 20: Primer tipo de puerta.....	48
Ilustración 21: Segundo tipo de puerta.....	49
Ilustración 22: Iluminación	51
Ilustración 23: Iluminación del departamento 301	51
Ilustración 24: Contadores de Watts	53
Ilustración 25: Prueba de la Simulación.....	60
Ilustración 26: Archivos HTML y unity3d.....	61
Ilustración 27: Opción Build Settings	61
Ilustración 28: Upload del archivo unity3d.....	62
Ilustración 29: Modificación del archivo HTML.....	62
Ilustración 30: Panel control del Hosting	63
Ilustración 31: Cliente FTP	63
Ilustración 32: Registro del Dominio .TK.....	64
Ilustración 33: Aplicación Web3D publicada.....	65
Ilustración 34: Medición del consumo de energía	66
Ilustración 35: Medición del indicador de Realismo	70
Ilustración 36: Foco Ahorrador	71
Ilustración 37: Sensor de Movimiento	71
Ilustración 38: Controlador Domótico	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características	35
Tabla 2: Comparación de Características	37
Tabla 3: Conceptualización	38
Tabla 4: Consumo de Energía Real vs Simulación.....	67
Tabla 5: Consumo de energía luminaria real vs Simulación	68
Tabla 6: Ejecución de la prueba T-Student	69
Tabla 7: Coste de Implementación Real	72
Tabla 8: Recursos de la Tesis	72
Tabla 9: Comparación de Costos	73

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el Perú según OSINERGMIN los servicios eléctricos son costosos y generan contaminación, el 18 % del total de emisiones de Gases de efecto Invernadero pertenecen al sector eléctrico (OSINERGMIN, 2014).

Las tarifas del servicio eléctrico han aumentado en promedio 2.8% para usuarios residenciales y 3.9 para comerciales e industriales (Peru21, 2016).

Según el Diario la Industria en Trujillo al año 2016 las ventas del sector Construcción se han reducido un 60 % debido la inestabilidad política, esto genera desconfianza en el consumidor para solicitar préstamos bancarios (Diario la Industria, 2016).

Por otro lado la morosidad de créditos hipotecarios subió de 1,39% a 1,46 % lo que indicaría un nivel alarmante. (Diario la Industria, 2016)

Así, la empresa Grupo Algol S.A.C. en Trujillo, pretende construir edificios multifamiliares para vender departamentos domóticos, pero evaluar el ahorro de energía que generarían amerita una simulación previa según los planos colocados en el Anexo 01.

Se desea vender departamentos pero se necesita dar un valor agregado, una alternativa podría ser la domótica, siendo necesario modelarlo de manera más realista posible antes de construirlo.

1.2. Delimitación del problema

La presente investigación queda delimitada a la simulación a escala del departamento 301 domotizado con el aplicativo luminaria, del edificio Jardines del Golf del Grupo Algol S.A.C., Trujillo año 2016.

1.3. Características y análisis del problema

- Características problemáticas
 - Para saber si funciona la domotización se debe construir el departamento.
 - No hay modo de demostrar a un potencial comprador, en etapa de preventa, que el departamento domotizado ahorrará energía y en qué nivel.
- Análisis de características problemáticas
 - Para saber si funciona la domotización se debe construir el departamento lo que depararía un costo aproximado de \$90,000.00 dólares más el costo de domotización y un elevado riesgo de no poder venderlo.
 - No hay modo de demostrar a un potencial comprador, en pre venta, que el departamento domotizado ahorrará energía y en qué nivel, pues solo se les muestra información técnica de ahorro de energía de los dispositivos.

1.4. Formulación del Problema

¿Cómo identificar anticipadamente el consumo de energía en departamentos domotizados, en la aplicativa luminaria, del Grupo Algol, Trujillo, utilizando sistemas de información en la Web?

1.5. Formulación de la Hipótesis

H1: La Simulación Web 3D de un departamento domotizado con el aplicativo luminaria del Grupo Algol S.A.C. en el edificio Jardines del Golf de Trujillo, permite medir de manera anticipada el consumo energético.

1.6. Objetivos del estudio

Objetivo General

Desarrollar una Simulación Web 3D de un departamento domotizado con el aplicativo luminaria del Grupo Algol S.A.C. en el edificio Jardines del Golf, departamento 301, en Trujillo, para medir el consumo energético.

Objetivos Específicos

- Analizar las características de un departamento domotizado mediante revisión bibliográfica.
- Estudiar las herramientas de modelamiento e interacción 3D en la Web mediante revisión bibliográfica y de casos de estudio.

- Desarrollar la conceptualización, planificación y diseño de los ambientes web 3D según la metodología propuesta por Luz Santamaría Granados y Juan Francisco Mendoza Moreno de la Universidad Santo Tomás, Tunja, (Colombia).
- Desarrollar el muestreo, construcción, prueba y publicación de los ambientes web 3D según la metodología propuesta por Luz Santamaría Granados y Juan Francisco Mendoza Moreno de la Universidad Santo Tomás, Tunja, (Colombia) y acordes al departamento 301 del edificio Jardines del Golf del Grupo Algol S.A.C. utilizando Unity 3D y Sweet Home 3D.
- Medir el consumo de energía generado por un avatar en el departamento domotizado simulado.

1.7. Justificación del Estudio

- Ayuda a conocer y revisar conceptos relacionados a la Domótica, así como técnicas y métodos para desarrollar entornos interactivos Web 3D con Unity 3D y Sweet Home 3D.
- Permite, a una empresa constructora, contar con una herramienta de simulación para medir el ahorro energético y construcción de edificaciones responsables con el medio ambiente.
- Ayuda a mejorar el proceso de cotización de departamentos domotizados del Grupo Algol S.A.C.

1.8. Limitaciones del estudio

Limitación del tiempo con la necesidad de profundizar en el conocimiento de tecnologías como: Unity 3D, Sweet Home 3D y JavaScript.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Jiménez, (2011), en su investigación “Diseño de un sistema domótico para el control de iluminación y monitoreo de consumo eléctrico”, se propuso como objetivo: diseñar un sistema domótico para control de iluminación y monitoreo del consumo eléctrico de una vivienda unifamiliar de estrato medio alto. Este proyecto concluyó en el estudio de la domótica y sus aplicaciones existentes en el área de iluminación y monitoreo de energía, también se diseña un sistema que permita controlar el consumo eléctrico como una herramienta tecnológica para el diseño ecológico y sustentable de gran valor para las viviendas de la comunidad.

Flores (2014), en su investigación “Sistema de control de iluminación con protocolo de control domótico estandarizado”. Se propuso como objetivo diseñar y desarrollar un sistema de control de iluminación utilizando un protocolo de control estandarizado para instalaciones inmóticas, tomando en consideración las características arquitectónicas de cada recinto, su tipo de uso y horarios, así como evaluar la tecnología existente en el campo de la inmóticas, específicamente, los protocolos de control disponible para dichas instalaciones y seleccionar el adecuado conforme a su proyección tecnológica. Este proyecto concluyó con el diseño de un sistema de control de iluminación para el piso 1 de la Torre de Ingeniería de la UNAM, tomando en consideración las características arquitectónicas de cada oficina, así como su tipo de uso y los horarios en los que se utilizan, este sistema se divide en dos áreas, la primera el diseño de iluminación, logrando seleccionar tipos de alumbrado y luminarias convenientes, de acuerdo con la metodología de diseño, y la segunda, el control de iluminación, utilizando el protocolo de control estandarizado. En esta parte se seleccionan los dispositivos del sistema y se realiza el programa de control para la red de iluminación.

Manuel (2012) En su investigación “Diseño e implementación de sistema domótico para contribuir con el ahorro energético y seguridad en viviendas de clase media”. Esta investigación se desarrolló con el objetivo de reducir el consumo energético en una vivienda, para se realizarán experimentos en un ambiente controlado, la instalación de sensores y actuadores permitieron adquirir datos y un controlador principal se encargó de la toma de decisiones en forma automática. Este proyecto concluyo Existen muchos dispositivos conectados dentro de una vivienda que pueden consumir energía eléctrica innecesariamente, la iluminación y climatización son algunos de ellos, en oficinas e instituciones educativas y privadas se nota en gran medida este consumo innecesario. Las pruebas se realizaron en ambientes controlados dentro del LITI, con ello se puso a prueba los sensores de movimiento y temperatura, una matriz de condiciones ejecuta la secuencia de encendido de las luminarias.

2.2 Bases teóricas

- Proceso de cálculo del consumo de energía eléctrica en un inmueble.

El consumo de energía eléctrica se reparte en: 60% Electrodomésticos, 15% Iluminación, 10% Calefacción 15% Otros. (WEBMASTER, 2013).

La energía eléctrica que consume un artefacto eléctrico (kWh), se determina multiplicando la potencia de dicho artefacto (kW) por la cantidad de horas que está prendido (horas). (OSINERG, 2011)

Potencia (KW)	X	Tiempo (horas)	=	Energía consumida(KWh)
------------------	---	-------------------	---	---------------------------

Si un foco está prendido cinco horas diarias, entonces en un mes de 30 días estará prendido: 5 horas/día x 30 días = 150 horas, por lo tanto, este foco tiene un consumo de energía mensual de: (OSINERG, 2011)

$$0.1 \text{ kW} \times 150 \text{ horas} = 15 \text{ kWh}$$

- Ley de Ohm – Potencia eléctrica

Si a un determinado cuerpo le aplicamos una fuente de alimentación (Voltaje) se va a producir dentro del cuerpo una cierta corriente eléctrica. Dicha corriente será mayor o menor dependiendo de la resistencia del cuerpo. Este consumo de corriente hace que la fuente este entregando una cierta potencia eléctrica; o dicho de otra forma el cuerpo está consumiendo determinada cantidad de potencia. Esta potencia se mide en Watt. (Blogspot, 2016)

Normalmente se analiza la Ley de Ohm como una relación entre el voltaje, la corriente y el valor de un resistor. Una forma más completa de expresar la Ley de Ohm es incluyendo la fórmula de potencia eléctrica. (Electronica Unicrom, 2016)

POTENCIA = VOLTAJE x CORRIENTE

Que expresado en unidades da:

WATT = VOLT x AMPER

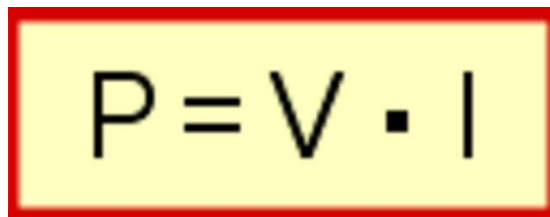
The image shows the formula P = V · I in a yellow box with a red border. The text is in a bold, black, sans-serif font.

Figura 1: Formula Ley de Ohm

Fuente: (Alvarez, 2015)

- Metodologías de desarrollo Web 3D

UP4VED (Proceso unificado para el desarrollo de entornos virtuales), es una metodología de desarrollo fundamentada en el proceso unificado y en buenas prácticas para la construcción de entornos virtuales; donde se recogen las mejores propuestas planteadas en las metodologías existentes para el desarrollo de EVs (Entornos Virtuales), las consideraciones especiales para su modelado, así como los pilares del proceso unificado. (Cardona, 2012)

Metodología propuesta por Luz Santamaría Granados y Juan Francisco Mendoza Moreno de la Universidad Santo Tomás, Tunja (Colombia). Esta metodología está estructurada en dos fases. La primera explica el desarrollo del ambiente virtual y está conformada por las etapas de conceptualización, estudio de diagnóstico y diseño e implementación del ambiente virtual; la segunda fase de evaluación de las pruebas del ambiente virtual (Granados & Moreno, 2014)

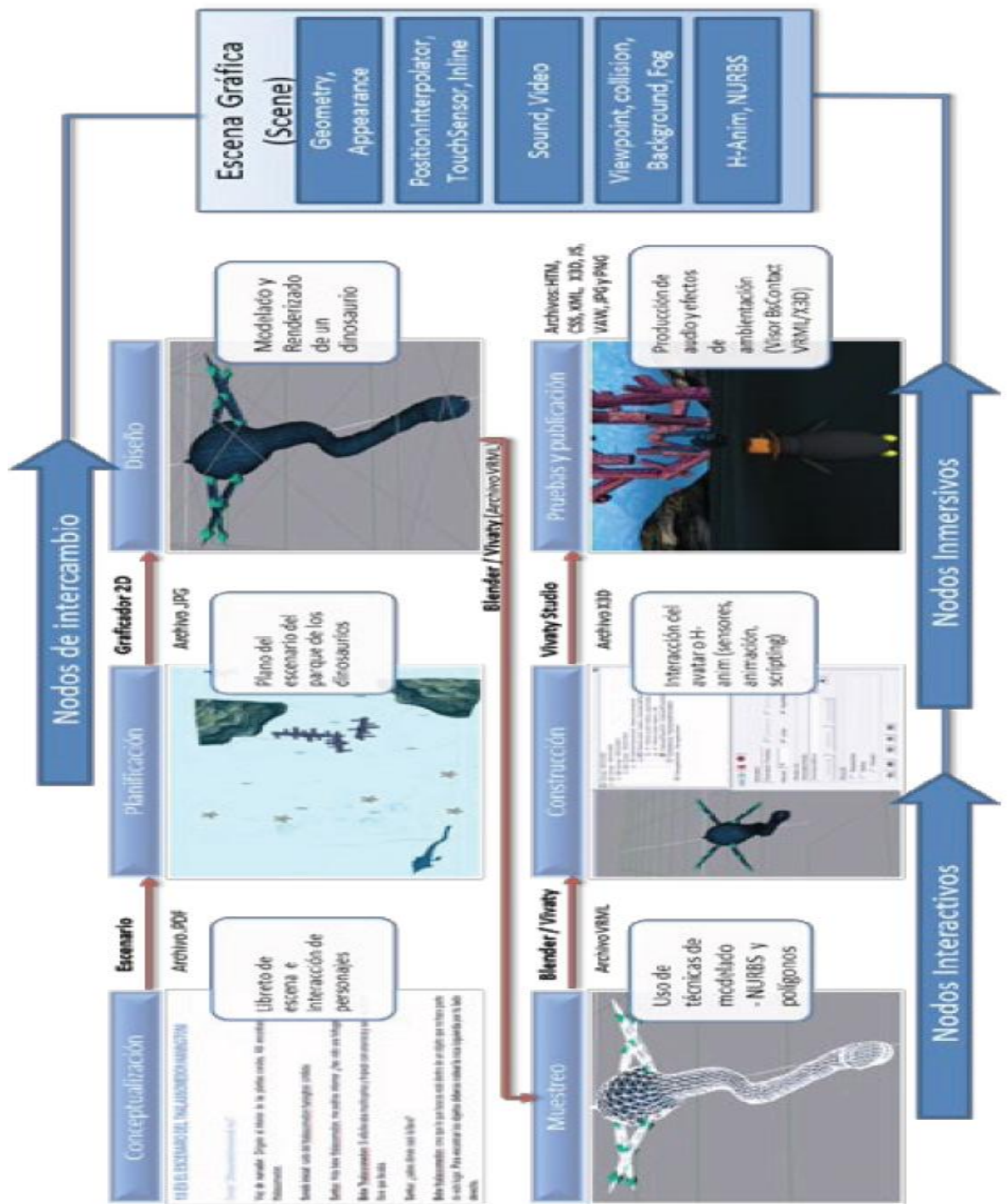


Figura 2: Metodología de Luz Santamaría Granados y Juan Francisco Mendoza Moreno.

Fuente: (Granados & Moreno, 2014)

Según la figura N°2 esta metodología se divide en:

Conceptualización: se analizan las historietas de los mundos virtuales de acuerdo con los indicadores de lateralidad propuestos en la test de diagnósticos.

Planificación: se diseñan los planos de los escenarios que forman parte de cada mundo virtual.

Diseño: se especifican la geometría y los factores estéticos de renderizado de los objetos 3D.

Muestreo: se usan herramientas graficas 3D para el diseño de polígonos complejos.

Construcción: se crean los escenarios con los efectos de animación y ambientación. Por cada mundo virtual se agruparon los nodos de los objetos 3D. Se realiza la programación de los sensores de movimiento para cada personaje (avatar) y los scripts requeridos para proporcionar escenarios dinámicos.

Pruebas: se realizan las pruebas de navegabilidad de los mundos virtuales con plugins distintos.

Publicación: se integran los mundos virtuales para que el usuario tenga acceso a través de la interfaz de usuario.

- Simulación Web 3D con Unity 3D

Cada vez más surge la tendencia de ver los navegadores web como un medio para proporcionar modelos y aplicaciones de simulación. Actualmente su uso puede ser para e-learning, aprendizaje a distancia, aplicaciones de ingeniería del software o para juegos online, con el que se puede aprovechar crear entornos 3D sobre web. (LSYM, 2015)

Unity 3D Es un motor gráfico 3D para PC y Mac que viene empaquetado como una herramienta para crear juegos, aplicaciones interactivas, visualizaciones y animaciones en 3D y tiempo real. Unity puede publicar contenido para múltiples plataformas como PC, Mac, Flash(Hasta la version 4), XBox, PS2/3/4, Android, PSVita y iPhone. El motor también puede publicar juegos basados en web usando el plugin Unity web player.

El editor de Unity 3D es el centro de la línea de producción, ofreciendo un completo editor visual para crear juegos. El contenido del juego es construido desde el editor y el gameplay se programa usando un lenguaje de scripts. Esto significa que los desarrolladores no necesitan ser unos expertos en C++ para crear juegos con Unity, ya que las mecánicas de juego son compiladas usando una versión de JavaScript, C# o Boo, un dialecto de Python.

El motor también incluye un editor de terrenos, desde donde se puede crear un terreno (como una hoja en blanco), sobre la que los artistas podrán esculpir la geometría del terreno usando herramientas visuales, pintar o texturizar, cubrir de hierba o colocar árboles y otros

elementos de terreno importados desde aplicaciones 3D como Blender, Sweet Home, 3DS Max o Maya.

Unity 3D es un sistema de desarrollo único. Es enfocado en los assets¹ y no en el código, el foco en los assets es similar al de una aplicación de modelado 3D

Unity hace el proceso de producción de juego simple dándole un set de pasos lógicos para construir cualquier panorama concebible de juego. Establece el uso del concepto Game Object (GO)², donde se puede estudiar los componentes del juego en objetos dóciles, que está hecho de muchos componentes individuales.

Haciendo objetos individuales dentro del juego e iniciando funcionalidad en ellos con cada componente que se suma, se puede expandir el juego en una manera progresiva lógica. Los componentes a su vez tienen variables, esencialmente por los cuales serán controlados. (EduRed, 2016)

Aunque Unity 3D proporciona una gran versatilidad en cuanto a la mecánica del videojuego, las físicas y algunos elementos gráficos como la iluminación, texturas, etc. No es un programa que proporcione funcionalidades de modelado de objetos en 3D. Por ello los modelos que se utilizan en un videojuego creado con Unity 3D, normalmente se importan desde otros programas de modelado y animación 3D como: Sweet Home 3D. (Tudela, 2014)

¹ Son los bloques constructivos de todo lo que el Unity posee en sus proyectos. Se guardan en forma de archivos de imagen, modelos del 3D y archivos de sonido, el Unity se refiere a los archivos que se usarán para crear su juego como activos.

² Cuando un activo es usado en una escena de juego, se convierte en un "Game Object". Todo GameObjects contiene al menos un componente con el que comenzar, es decir, el componente Transform. Transformación simple la cual le dice al motor de Unity la posición, rotación, y la escala de un objeto

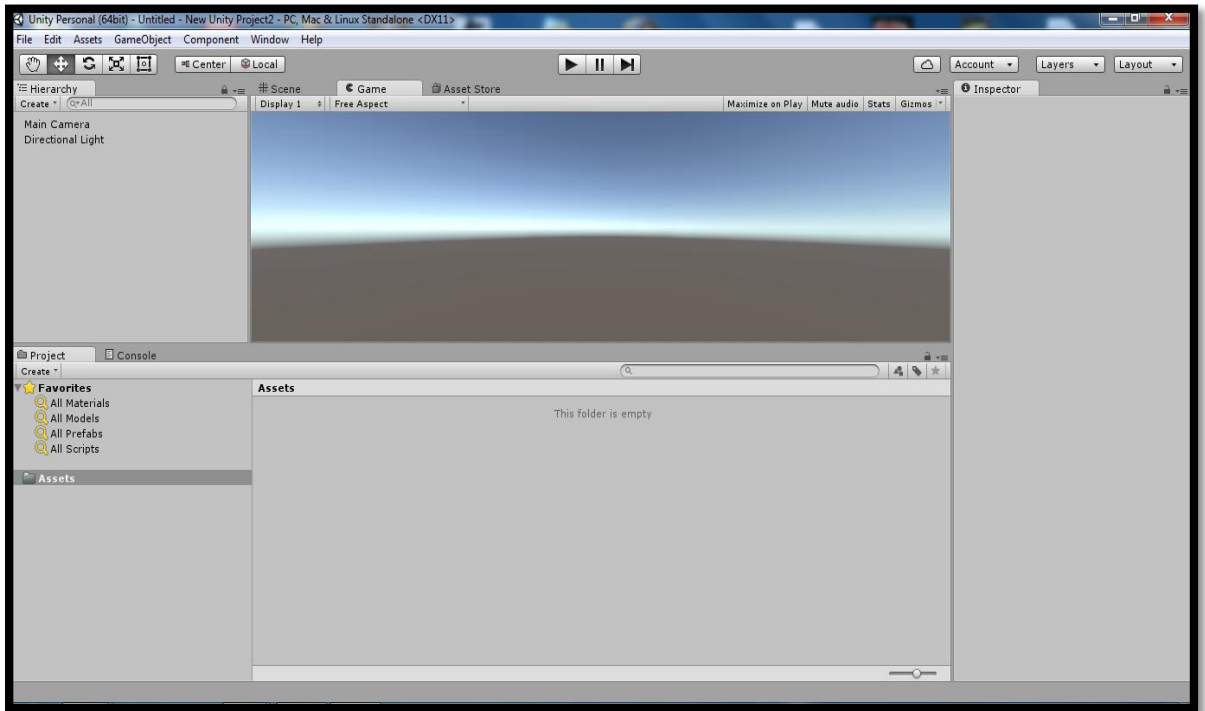


Ilustración 1: Unity 3D

- Modelado 3D con Sweet Home 3D.

Sweet Home 3D es una aplicación libre de diseño de interiores que te ayuda a colocar tu mobiliario en un plano 2D de la casa, con una vista previa 3D.

Este programa está dirigido a personas que quieren diseñar interiores con rapidez, si trabajan en ello o si sólo quieren rediseñar su casa. Numerosas guías visuales le ayudan a sacar el plano de su casa y el diseño de muebles. Usted puede dibujar las paredes de sus habitaciones a partir de la imagen de un plano existente y, a continuación, arrastrar y colocar los muebles en el plano a partir de un

catálogo organizado por categorías. Cada cambio en el plano 2D es a la vez actualizado en la vista 3D, para mostrar una representación realista en su diseño. (Sweet Home 3D, 2016)

Sweet Home 3D puede ejecutarse en Windows, Mac OS X 10.4 / 10.11, Linux y Solaris, y está traducido a 25 idiomas diferentes.

Cada ventana de Sweet Home 3D edita el diseño interior de la casa y se divide en cuatro paneles ajustables en tamaño, con una barra de herramientas en su parte superior, como se muestra en la figura.

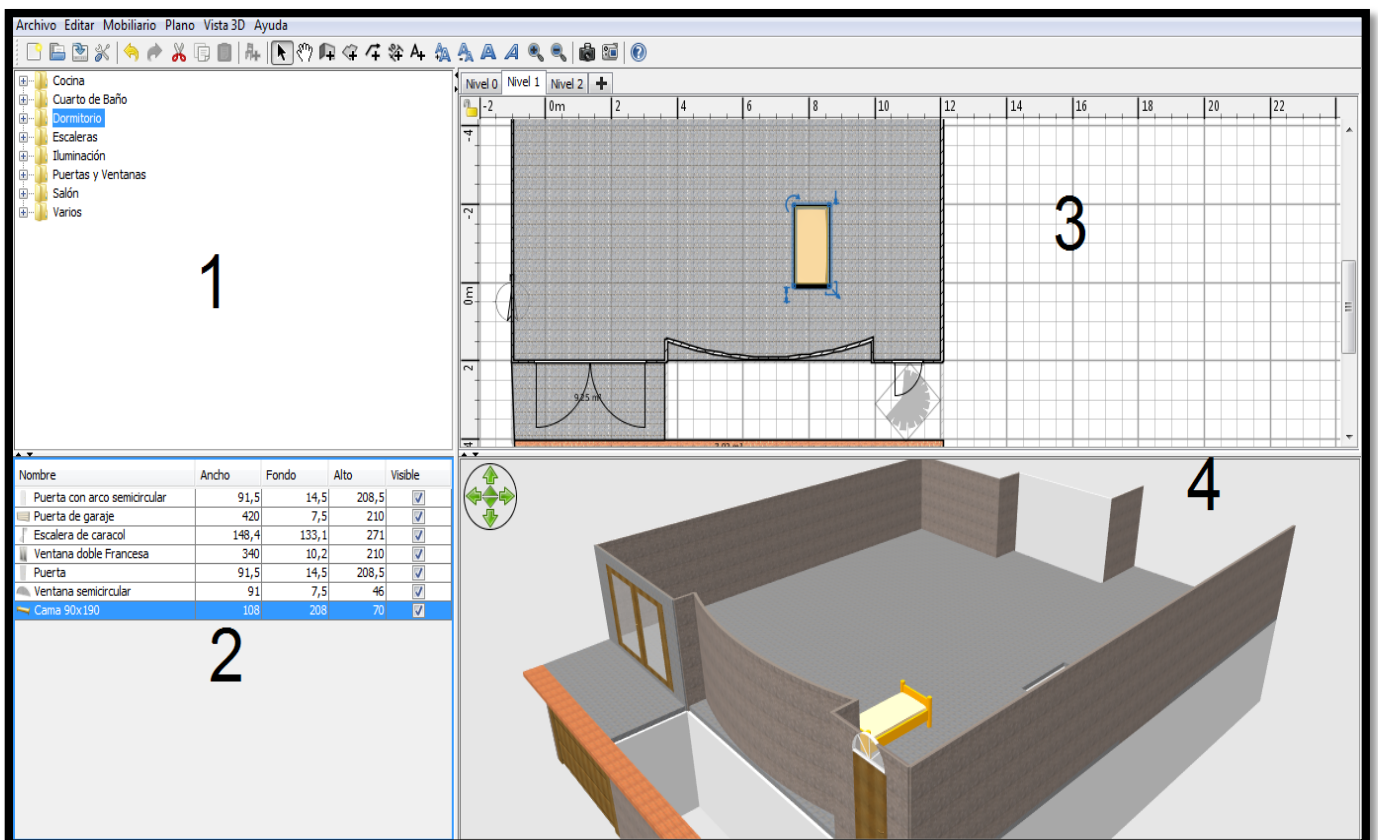


Ilustración 2: Sweet Home 3D

1. El catálogo de mobiliario:

Este catálogo, organizado por categorías, contiene todos los muebles y objetos que se podrán añadir al diseño de la casa. Puede mostrar los muebles de una categoría haciendo clic en el triángulo al lado de su nombre.

2. La lista de mobiliario de su casa:

Esta lista contiene los muebles de su casa, donde se muestran su nombre, tamaño y otras características. Puede ordenarse haciendo clic en cada título de la columna.

3. El plano de la casa:

Este panel muestra la casa vista desde la parte superior y una rejilla rodeada de reglas. Usted dibuja las paredes de su casa con el ratón en este panel y dispone el diseño de su mobiliario en él.

4. La vista 3D de la casa

Este panel muestra su casa en 3 dimensiones. Podemos ver la casa en este panel, ya sea desde la parte superior, o desde un punto de vista virtual de visitante. (Sweet Home 3D, 2016)

- Modelado 3D con Google SketchUp.

La mayoría de programas de modelado 3D requiere al menos una base de conocimiento de dibujo. Sin embargo, Google SketchUp está diseñado para que cualquier persona pueda usarlo ya que es una herramienta muy fácil de usar a comparación con otros programas 3D

Google SketchUp edificios, avatar, entre otros objetos en 3D. Los edificios creados se pueden localizar geográficamente y colocar sobre las imágenes de Google Earth. Además los modelos pueden ser subidos a la red y almacenarse en Google 3D Warehouse.

Google SketchUp está disponible para Windows y Mac OS.

Google SketchUp tiene dos versiones: la básica que es totalmente gratuita y es la más indicada para principiantes (con esta versión se pueden realizar todo tipo de dibujos). Y la versión Pro con un costo de \$695 según su página web SketchUp (Google SketchUp, 2016), cuenta con unas opciones inexistentes en la versión básica, carece de soporte técnico y no tiene algunas herramientas 3D específicas de modelado, ni genera informes. No se puede exportar pero si se pueden importar a otros programas. (Garcia, 2009)



Ilustración 3: Google SketchUp

- Modelado 3D con Blender

Blender es un software destinado, en primera instancia, al modelado 3D de objetos para después hacer representaciones de ese modelado. Incorpora la posibilidad de dar texturas y materiales, iluminar la escena. Incluye las tecnologías más utilizadas en el diseño 3D: mallas, textos, meta-objetos, curvas, superficies y modelado escultórico.

Incluye su propio motor de juegos para desarrollar paseos virtuales por recorridos arquitectónicos aunque en realidad es posible afrontar cualquier videojuego que un equipo humano cualificado se proponga. Además brinda muchas posibilidades en la simulación de físicas.

Para el montaje final de una película cuenta con su propio editor de vídeo.

Incorpora la potente tecnología de edición de nodos que permite disponer de cada uno de los efectos por separado y no en un orden secuencial (tipo historial) donde al anular uno de ellos desaparecerían todos los posteriores.

Se puede extender hasta el infinito con la programación en Python si se tienen los conocimientos necesarios. Al tratarse de un software de fuentes abiertas no hay límite conocido. Cualquier script puede ser añadido para funciones concretas; incluso el conjunto del programa puede alterarse y adaptarse a las necesidades de un usuario o empresa. (INTEF, 2011)

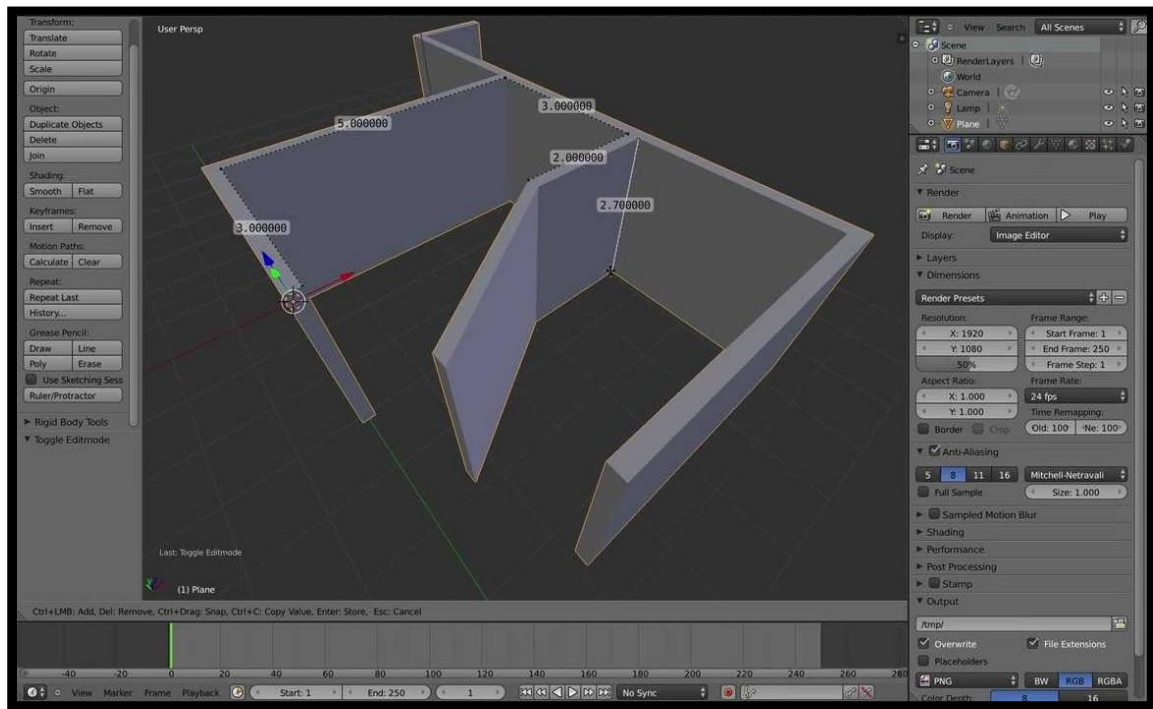


Ilustración 4: Blender 3D

- Modelado 3D con Unreal Engine 3D.

Unreal Engine 4 es una suite completa de herramientas de desarrollo de juegos realizados por los desarrolladores de juegos, los desarrolladores de juegos. Desde los juegos móviles en 2D para consolas éxitos de taquilla y VR, Unreal Engine 4 le da todo lo que necesita para empezar, nave, crecer y destacarse de la multitud.

Diseñado para móviles, ahora y en el futuro. Desde los juegos simples en 2D a imágenes de alta calidad impresionantes, Unreal Engine 4 le da el poder para desarrollar su juego y sin problemas implementar en dispositivos iOS y Android.

El Unreal Editor es un conjunto totalmente integrado de herramientas para la construcción de todos los aspectos de un proyecto. Las características avanzadas incluyen la representación de base física, la interfaz de usuario, la construcción de nivel, animación, efectos visuales, la física, la creación de redes y gestión de activos.

Unreal Engine 4 desarrollador tiene acceso al código fuente del motor y editor de la C ++ completo. (UNREAL ENGINE, 2016)



Ilustración 5: Unreal Engine

2.3 Definición de términos

- Web 3D:

Web 3D es la posibilidad de desplazarnos a través del navegador por un espacio tridimensional. (RedUSER, 2011)

- Consumo de energía en viviendas:

Depende de la potencia del artefacto eléctrico (que es constante) y del tiempo que está encendido (o conectado) el mismo. (OSINERG, 2011)

- Domótica:

Según la Real Academia Española (RAE, 2016) , Domótica es: “Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda”.

El término domótica se aplica a la ciencia y a los elementos desarrollados por ella que proporcionan algún nivel de automatización o automatismo dentro de la casa pudiendo ser desde un simple temporizador para encender y apagar una luz o aparato a una hora determinada , hasta los más complejos sistemas capaces de interactuar con cualquier elemento eléctrico de la casa. (Manuel Huidobro & Millán Tejedor, 2010)

Domótica se puede definir más técnicamente como: “El conjunto de servicios de la vivienda garantizado por sistemas que realizan varias funciones, los cuales pueden estar conectados entre sí y a redes interiores y exteriores de comunicación” (Benavides, 2009)

De una manera general, un sistema demótico dispondrá de una red de comunicación que permite la interconexión de una de equipos a fin de obtener información sobre el entorno doméstico y, basándose en esta, realizar unas determinadas acciones sobre dicho entorno. (Manuel Huidobro & Millán Tejedor, 2010)

- Departamento Domótico:

Vivienda en la que existen agrupaciones automatizadas de equipos, normalmente asociados por funciones, que disponen de la capacidad de comunicarse interactivamente entre sí por medio de un bus doméstico multimedia que las integra. (Huidobro).

Una vivienda domótica está conformada principalmente por 3 componentes:

- Los Sensores:

Es el dispositivo que está permanentemente monitorizando el entorno con objeto de generar un evento que será procesado por el controlador. Ejemplos activador del interruptor, los sensores de temperatura, humedad, humo, escape de agua o gas, etc. (Junestrand, Passaret, & Vázquez, 2005)

Los sensores o detectores son elementos encargados de recoger la información de los distintos parámetros que controlan (la temperatura ambiente, la existencia de un escape de agua, la presencia de luz solar suficiente en una habitación, la rotura de un cristal, etc.) y enviarla al sistema de control centralizado para que actúe en consecuencia. (Manuel Huidobro & Millán Tejedor, 2010)

- Controlador o Sistema de control

Es el elemento encargado de recoger toda la información proporcionada por los sensores distribuidos en distintos puntos de control de la vivienda o edificio domotizado, procesar y generar ordenes que ejecutaran los actuadores e interruptores. (Manuel Huidobro & Millán Tejedor, 2010)

En este reside toda la inteligencia del sistema y suele tener las interfaces de usuario necesarios para presentar la información (pantalla, teclado, monitor, etc.). (Junestrand, Passaret, & Vázquez, 2005)

- Actuadores

Son elementos que utiliza el sistema de control central para modificar el estado de ciertos equipos o instalaciones. (Manuel Huidobro & Millán Tejedor, 2010).

Es capaz de recibir una orden del controlador y realizar una acción (encendido/apagado de luces, subida/bajada de persiana, apertura/cierre de electroválvula, etc.) (Junestrand, Passaret, & Vázquez, 2005)

- Servicios que ofrece la domótica

- Ahorro energético

El ahorro energético no es algo tangible, sino un concepto al que se puede llegar de muchas maneras. En muchos casos no es necesario sustituir los aparatos o sistemas del hogar por otros que consuman menos sino una gestión eficiente de los mismos.

- Gestión eléctrica
- Uso de energías Renovables
- Gestión de tarifas, derivando el funcionamiento de algunos aparatos.

- Confort

El confort conlleva todas las actuaciones que se puedan llevar a cabo que mejoren el confort en una vivienda. Dichas actuaciones pueden ser de carácter tanto pasivo, como activo o mixtas.

- Iluminación:

Apagado general de todas las luces de la vivienda.

Automatización del apagado/ encendido en cada punto de luz.

Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente.

- Automatización de todos los distintos sistemas/ instalaciones / equipos dotándolos de control eficiente y de fácil manejo
 - Integración del portero al teléfono, o del videoportero al televisor
 - Control vía Internet
 - Gestión Multimedia y del ocio electrónico
 - Generación de macros y programas de forma sencilla para el usuario y automatización.
- Seguridad

Consiste en una red de seguridad encargada de proteger tanto los bienes patrimoniales como la seguridad personal.

- Alarmas de intrusión (Antiintrusión): Se utilizan para detectar o prevenir la presencia de personas extrañas en una vivienda o edificio.
- Detección de un posible intruso (Detectores volumétricos o perimetrales)
- Cierre de persianas puntual y seguro
- Simulación de presencia
- Alarmas de detección de incendios, fugas de gas, escapes de agua, concentración de monóxido en garajes cuando se usan vehículos de combustión.
- Alerta médica. Teleasistencia.
- Acceso a Cámaras IP.

- Comunicaciones

Son los sistemas o infraestructuras de comunicaciones que posee el hogar.

- Ubicuidad en el control tanto externo como interno, control remoto desde Internet, PC, mandos inalámbricos (p.ej. PDA con WiFi), aparellaje eléctrico.
- Tele asistencia
- Tele mantenimiento
- Informes de consumo y costes
- Transmisión de alarmas.
- Intercomunicaciones.

- Accesibilidad

Bajo este epígrafe se incluyen las aplicaciones o instalaciones de control remoto del entorno que favorecen la autonomía personal de personas con limitaciones funcionales, o discapacidad.

El concepto "diseño" para todos es un movimiento que pretende crear la sensibilidad necesaria para que al diseñar un producto o servicio se tengan en cuenta las necesidades de todos los posibles usuarios, incluyendo las personas con diferentes capacidades o discapacidades, es decir, favorecer un diseño accesible para la diversidad humana. La inclusión social y la igualdad son términos o conceptos más generalistas y filosóficos. La domótica aplicada a favorecer la accesibilidad es un reto ético y creativo pero sobre todo es la aplicación de la tecnología en el campo más

necesario, para suplir limitaciones funcionales de las personas. El objetivo no es que las personas con discapacidad puedan acceder a estas tecnologías, porque las tecnologías en si no son un objetivo, sino un medio. El objetivo de estas tecnologías es favorecer la autonomía personal. Los destinatarios de estas tecnologías son todas las personas. (Domotica, 2013)

- **Arquitectura**

Desde el punto de vista de donde reside la inteligencia del sistema domótico, hay varias arquitecturas diferentes:

Arquitectura Centralizada: un controlador centralizado recibe información de múltiples sensores y, una vez procesada, genera las órdenes oportunas para los actuadores.

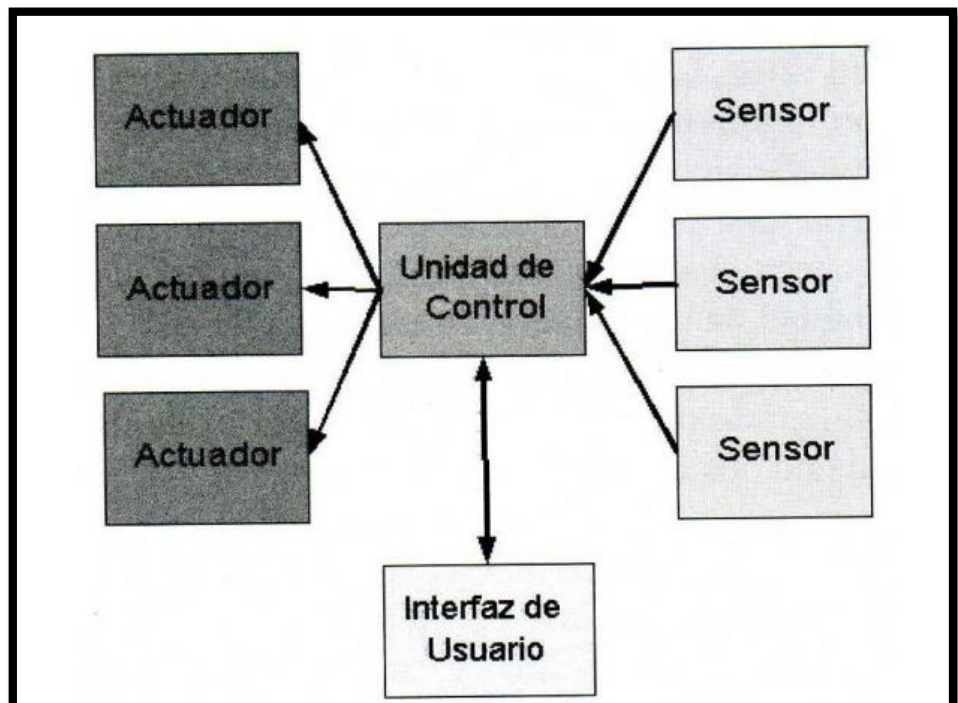


Ilustración 6: Arquitectura centralizada

Fuente: (Antonio, 2010)

Arquitectura Distribuida: toda la inteligencia del sistema está distribuida por todos los módulos sean sensores o actuadores. Suele ser típico de los sistemas de cableado en bus, o redes inalámbricas

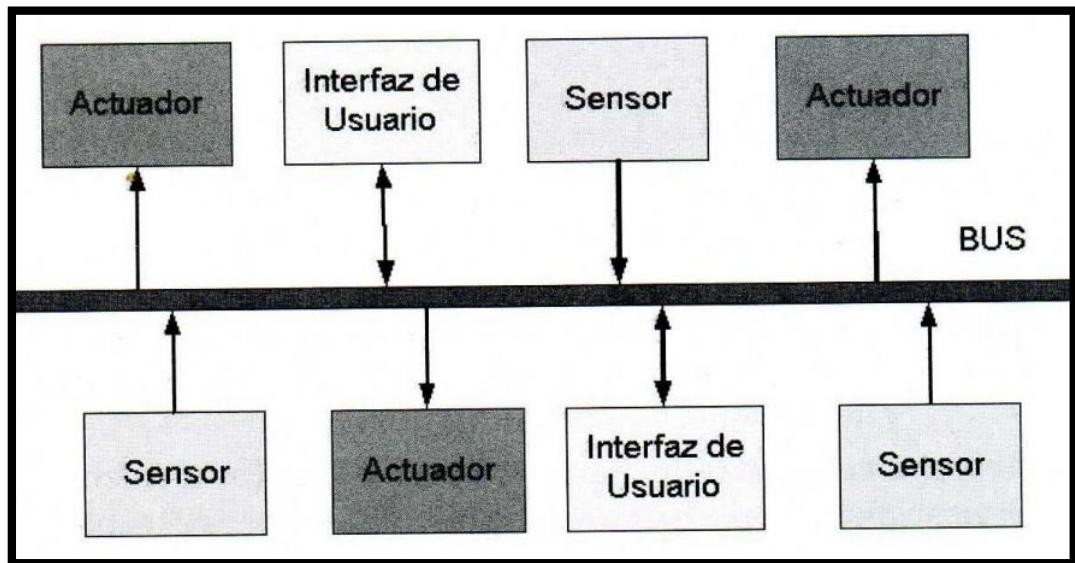


Ilustración 7: arquitectura distribuida

Fuente: (Antonio, 2010)

Arquitectura mixta: sistemas con arquitectura descentralizada en cuanto a que disponen de varios pequeños dispositivos capaces de adquirir y procesar la información de múltiples sensores y transmitirlos al resto de dispositivos distribuidos por la vivienda. (Antonio, 2010)

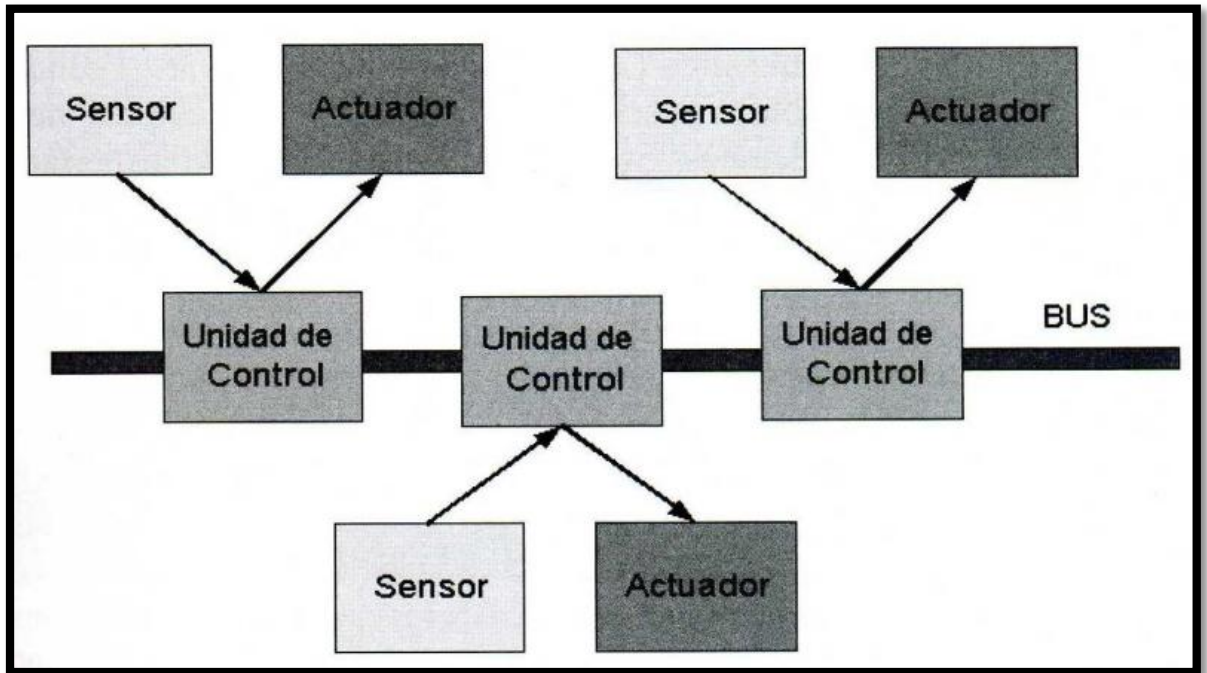


Ilustración 8: Arquitectura Mixta

Fuente: (Antonio, 2010)

- Características que ofrece la Domótica

1. Integración:

El sistema funciona bajo el control de una computadora. Por ende los usuarios no tienen que estar pendientes de los diversos equipos autónomos.

2. Interrelación:

Una de las principales características que debe ofrecer un sistema domótico es la capacidad para relacionar diferentes elementos, obtener una gran versatilidad y variedad en la toma de decisiones. Por ejemplo apagar la luz cuando se usa la televisión.

3. Facilidad de uso:

Con una sola mirada a la pantalla del Ordenador Personal, el usuario está completamente informado del estado de su vivienda.

4. Control remoto:

Las mismas posibilidades de supervisión y control disponibles localmente, pueden obtenerse mediante conexión telefónica desde otro PC, en cualquier lugar del mundo. De gran utilidad será en el caso de personas que viajan frecuentemente, o cuando se trate de residencias de fin de semana.

5. Fiabilidad:

Los Ordenadores Personales actuales son máquinas muy potentes, rápidas y fiables. Si añadimos la utilización de un Sistema de Alimentación Ininterrumpida, ventilación forzada de CPU, batería de gran capacidad que alimente periféricos, apagado automático de pantalla, etc. disponemos de una plataforma ideal para aplicaciones domóticas, capaz de funcionar muchos años sin problemas.

6. Actualización:

La puesta al día del sistema es muy sencilla. Al aparecer nuevas versiones y mejoras solo es preciso cargar el nuevo programa en su equipo. Toda la lógica de funcionamiento se encuentra en el software y no en los equipos instalados. De este modo, cualquier instalación existente puede beneficiarse de las nuevas versiones, sin ningún tipo de modificación. (Areas, 2013)

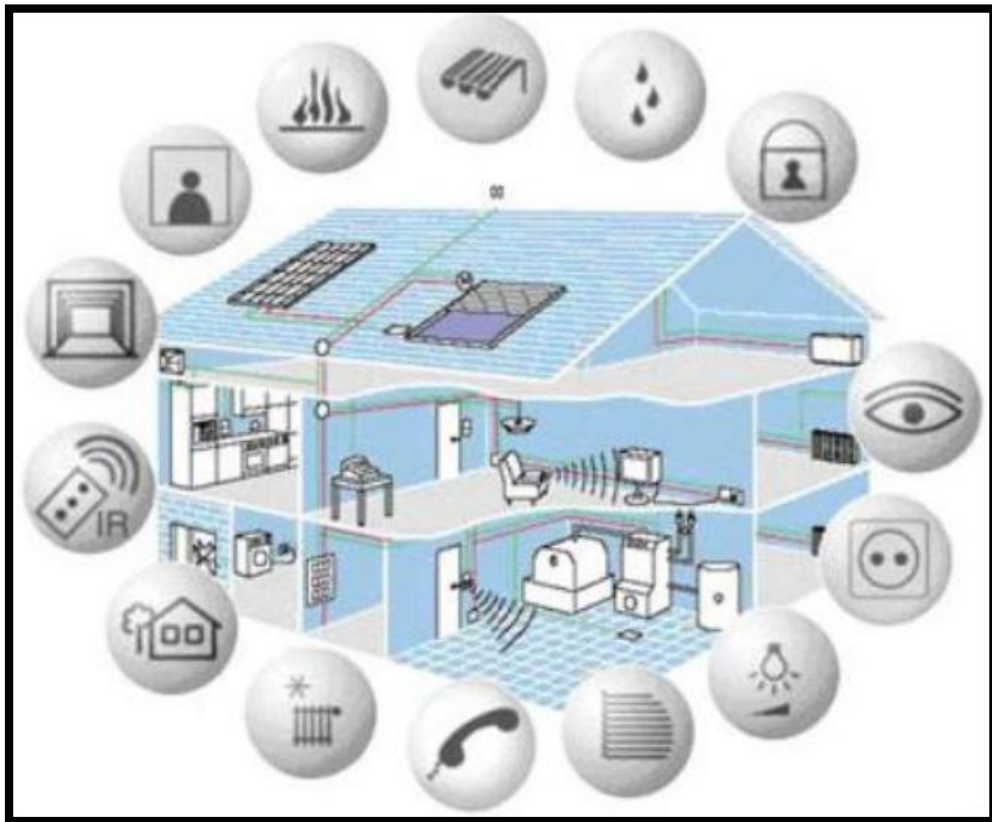


Ilustración 9: Casa Domótica

Fuente: (Areas, 2013)

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1 Población

Proyectos de edificación y departamentos domotizados en la ciudad Trujillo el año 2016.

3.1.2. Muestra

Departamento domotizado 301 del edificio Jardines del Golf del Grupo Algol S.A.C. en la ciudad Trujillo el año 2016.

3.1.3. Unidad de Análisis

Simulación de Departamento domotizado del edificio Jardines del Golf del Grupo Algol S.A.C. en la ciudad Trujillo el año 2016.

3.2. Método

3.2.1. Nivel de Investigación

Exploratorio

3.2.2. Diseño de Investigación

Mediante simulación

3.2.3. Variables de estudio y operacionalización

Variable Independiente

- Simulación Web 3D de un departamento domotizado con el aplicativo luminaria del Grupo Algol S.A.C. en el edificio Jardines del Golf de Trujillo:

Es la herramienta de simulación 3D que se usa para evaluar el ahorro energético del aplicativo luminaria en un departamento domotizado.

Variable Dependiente

- Consumo de energía en departamentos domóticos:

Es el indicador que estima el consumo eléctrico del aplicativo luminaria en una vivienda domótica y que simularemos evaluar.

Variable	Dimensión	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento
Independiente: Simulación Web 3D de un departamento domotizado con el aplicativo luminaria del Grupo Algol S.A.C. en el edificio Jardines del Golf, en Trujillo.	Simulación 3D	Realismo.	Escala propia	Encuesta
	Domotización en el aplicativo Luminario	Costo	Nuevos soles	Reporte
Dependiente: Consumo de energía en departamentos domóticos		Consumo simulado de energía eléctrica	Kw.h	Reporte

3.2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

- Encuestas
- Reportes

3.2.5. Técnicas de Procesamiento de datos

Tabulación y análisis estadística descriptiva

3.2.6. Técnicas de análisis de datos

Para el procesamiento, análisis e interpretación de datos se empleará el siguiente cálculo estadístico:

Prueba “t”-Student para datos emparejados:

$$t_v = \frac{\bar{d}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}} \quad v = n - 1 \quad \text{Grados de Libertad}$$

4. RESULTADOS

4.1. Analizar las características de un departamento domotizado mediante revisión bibliográfica.

Un departamento domótico está conformado principalmente por 3 componentes: los SENSORES, que son los detectores de eventos y cogen la información, el CONTROLADOR que es el que recoge toda la información y genera ordenes, los ACTUADORES que son los encargados de recibir dicha orden y ejecutar un acción.

La arquitectura que compone a los sistemas domóticos tiene a ser variada, dependiendo del tipo de arquitectura la organización de los componentes mencionados anteriormente variaran, algunos tipos de arquitectura son: CENTRALIZADA, es la más común y donde el controlador es el centro de todo y organiza al resto de componentes, DISTRIBUIDA donde no hay un controlador sino que los componentes se manejan solos, y MIXTA donde hay más de un controlador.

Tiene 6 características: INTEGRACION, todo el sistema domótico está bajo un solo control. INTERRELACION, esto quiere decir que tiene

la capacidad para relacionar diferentes elementos, FACILIDAD DE USO, el usuario puede interactuar con el sistema domótico sin necesidad de moverse de donde está, CONTROL REMOTO, es de gran utilidad ya que tendrá a su disposición múltiples tareas y realizarlas sin moverse o estando a larga distancia, FIABILIDAD, los ordenadores actuales son muy potentes y fiables para soportar un sistema domótico, ACTUALIZACION, cualquier instalación puede beneficiarse de las nuevas versiones, sin tener que hacer modificaciones.

4.2. Estudiar las herramientas de modelamiento e interacción 3D en la Web mediante revisión bibliográfica y de casos de estudio.

- Características de las herramientas de modelado e interacción 3D

Tabla 1: Características

PROGRAMAS 3D	CARACTERISTICAS
UNITY 3D	<ul style="list-style-type: none"> • Es multiplataforma. • Herramienta fácil de usar • Uso de lenguaje Java Script, C#, C++.(es mucho más sencillo que en otros programas) • Es más rápido de programar, sobre todo si lo hacemos a base de scripting.
SWEET HOME 3D	<ul style="list-style-type: none"> • Es multiplataforma. • Software Libre • Herramienta Fácil de usar • No se puede programar

GOOGLE SKETCHUP	<ul style="list-style-type: none"> • Es multiplataforma pero no está disponible para Linux • Herramienta fácil de usar • Es muy limitado en comparación con otras herramientas de modelado 3D • No se puede exportar a otros programas
BLENDER 3D	<ul style="list-style-type: none"> • Es multiplataforma • Software libre y gratuito • Su instalación es sencilla y ocupa 20MB. • Su interfaz no es muy intuitiva (no es fácil de usar) • Uso de lenguaje Python.
UNREAL ENGINE 4	<ul style="list-style-type: none"> • Es multiplataforma • Software libre • Herramienta fácil de usar • Se puede programar en Java Script, C#, C++. • Tarda más en hacer el desarrollo pero es más óptimo

- Comparación de características

Tabla 2: Comparación de Características

Características	Unity 3D	Unreal Engine 4	Sweet Home 3D	Google SketchUp	Blender 3D
Usabilidad	5	5	5	3	3
Integridad	5	3	2	3	4
Flexibilidad	4	4	5	3	3
Multipataforma	5	5	5	4	5
Programable	5	4	0	3	3

Escala de Likert

0: No tiene dicha Caracteristica

1: Muy malo

2: Malo

3: Regular

4: Bueno

5: Muy bueno

4.3. Desarrollar la conceptualización, planificación y el diseño y muestreo de los ambientes web 3D utilizando Sweet Home 3D. Según la metodología propuesta por Luz Santamaría Granados y Juan Francisco Mendoza Moreno de la Universidad Santo Tomás, Tunja, (Colombia).

4.3.1. Conceptualización

En la tabla 2 se relacionan los indicadores y actividades que se deben cumplir al momento de realizar la interacción con la simulación Web3D del departamento domotizado.

La simulación Web3D del departamento domotizado debe permitir medir el consumo energético del aplicativo luminaria mediante el recorrido del usuario (avatar) en los diferentes ambientes del departamento.

Tabla 3: Conceptualización

Simulación Web3D	Indicadores
<p>Departamento domotizado 301 del edificio Jardines del Golf</p> <p>Se definen un solo escenario que incluye el departamento 301, sus diversos ambientes y su respectiva iluminación y objetos. En este escenario virtual el usuario por medio del avatar, interactúa con los diversos ambientes del departamento y observa el funcionamiento del aplicativo luminaria.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recorre los ambientes del departamento domotizado. • La iluminación se activa dependiendo del ambiente donde se encuentre el avatar. • Se realiza el cálculo del consumo de energía de la aplicativo luminaria.

4.3.2. Planificación

En la planificación se utilizaron los planos de edificio Jardines del Golf del Grupo Algol S.A.C., el cual permitió determinar las características del diseño del departamento (Figura 5).

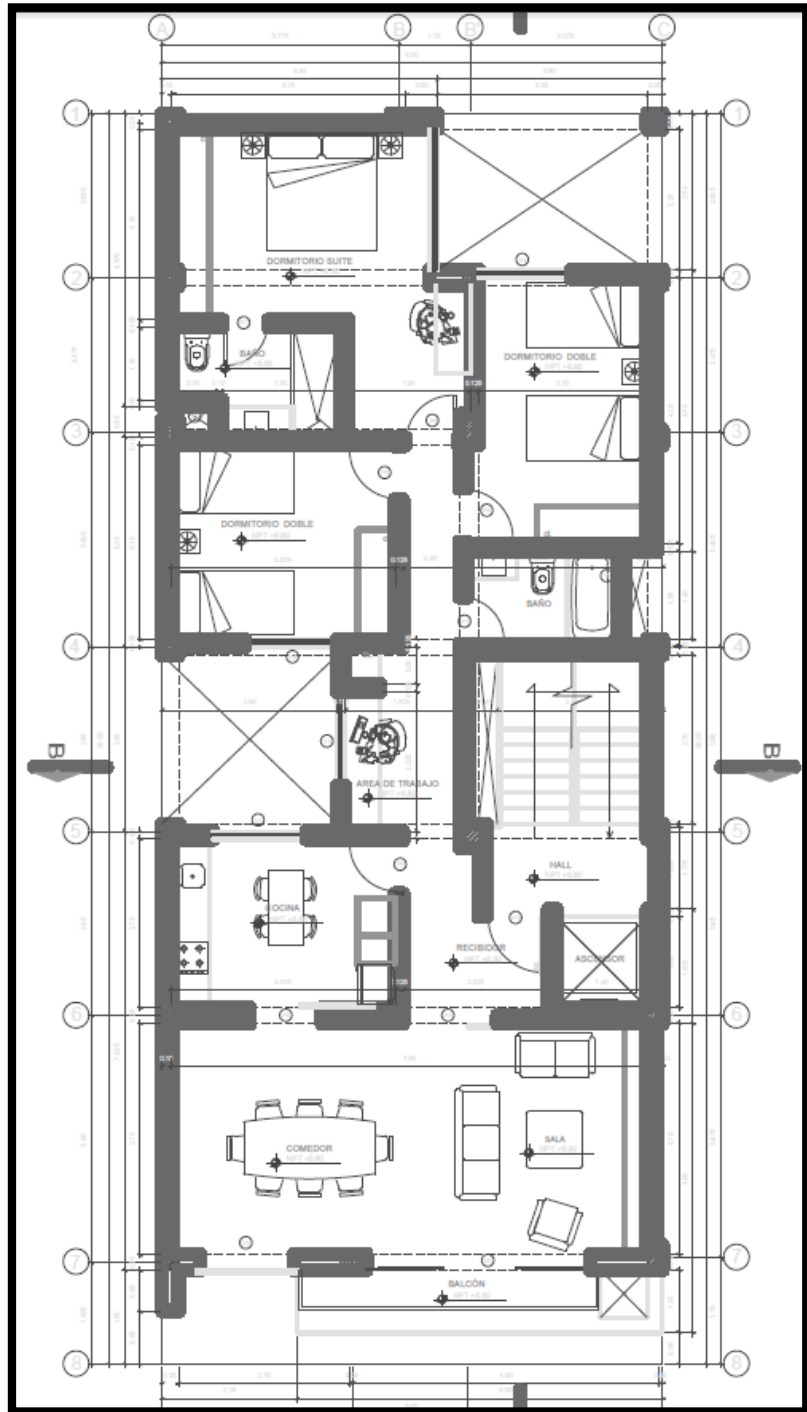


Ilustración 10: Planos del departamento 301.

4.3.3. Diseño y muestreo

La simulación Web3D del departamento domotizado fue diseñado a escala ,basándose en los planos del mismo, se realizó el diseño de la estructura básica del departamento , así como sus interiores y objetos que son propios de una vivienda como: muebles, camas, mesas ,sillas, electrodomésticos, accesorios de baño y cocina.

En las etapas de diseño y muestreo se definió la geometría del departamento con el uso de la herramienta Sweet Home 3D (Figura 6 y 7).

La simulación Web3D del departamento implica un diseño a detalle y a escala de tal modo que el usuario pueda interactuar por medio del avatar de la forma más realista posible.

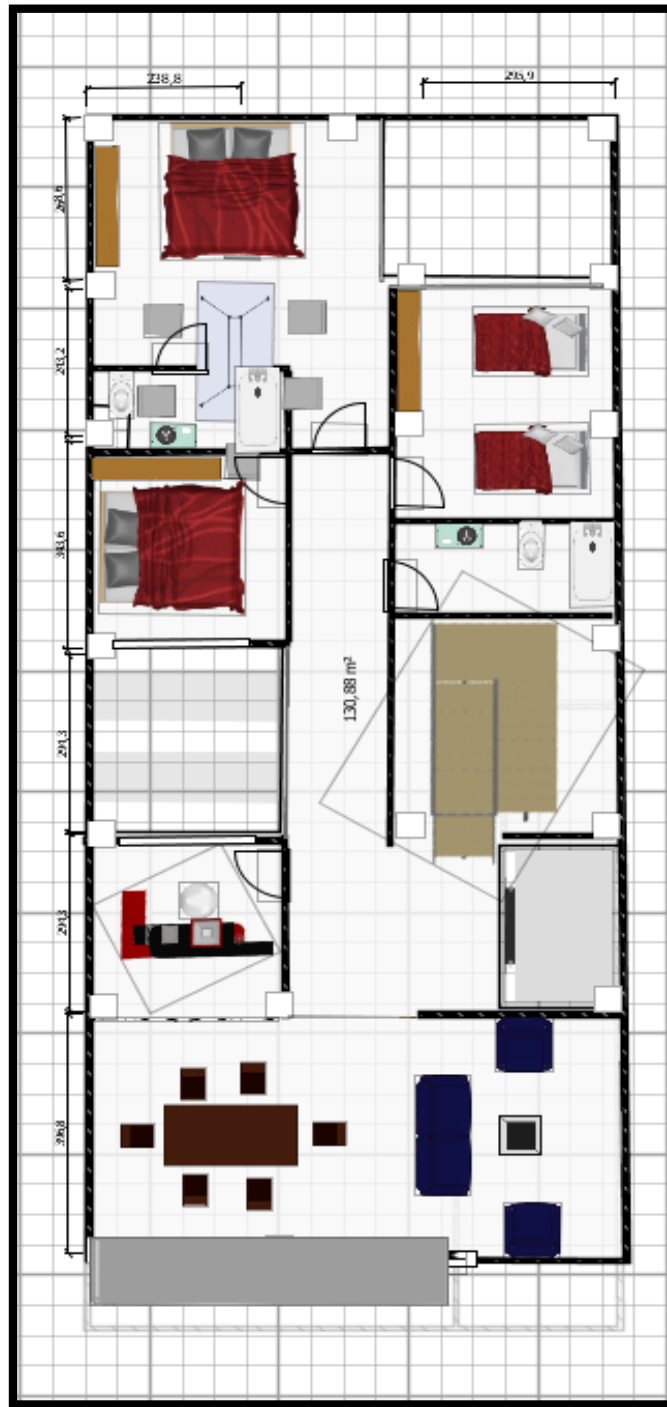


Ilustración 11: Diseño 2D del departamento 301.



Ilustración 12: Diseño 3D del departamento 301.

4.4. Desarrollar la construcción, prueba y publicación de los ambientes web 3D según la metodología propuesta por Luz Santamaría Granados y Juan Francisco Mendoza Moreno de la Universidad Santo Tomás, Tunja, (Colombia) y acordes al departamento 301 del edificio Jardines del Golf del Grupo Algol S.A.C. utilizando Unity 3D.

4.4.1 Construcción

La simulación del departamento domotizado está situado en un escenario vacío donde el departamento es el único elemento construido, el usuario podrá ingresar al departamento mediante el uso del avatar. Dentro del departamento la iluminación se activará de manera automática dependiendo en qué ambiente se encuentre el avatar.

- Diagrama Jerárquico de nodos 3D

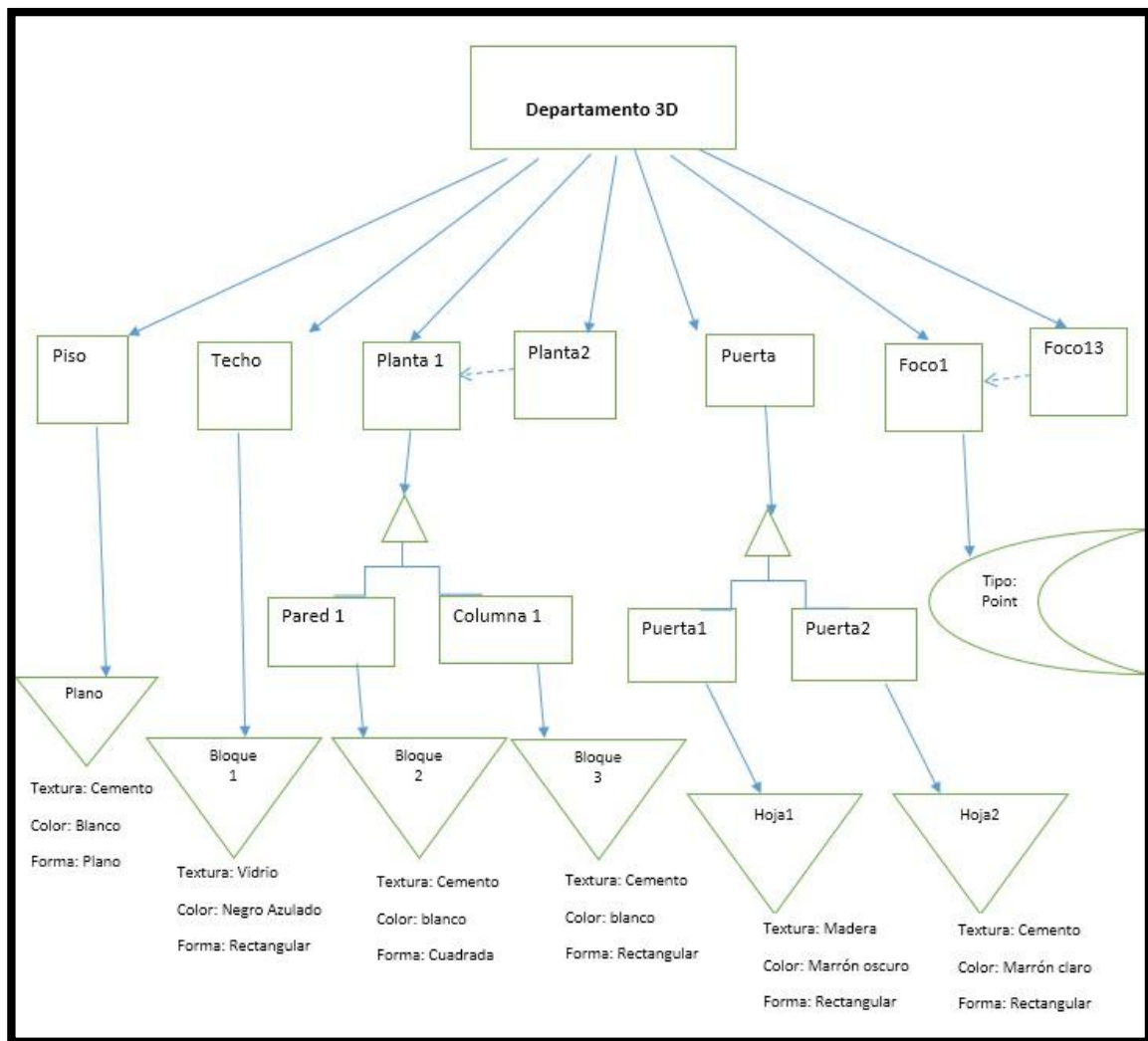


Ilustración 13: Diagrama Jerárquico de nodos 3D

- Cadena de Iteración

Calculo de consumo de energía en Watts/minutos: Cada vez que el usuario active algún foco en una habitación se calculara el consumo de energía en Watts/minutos de este.

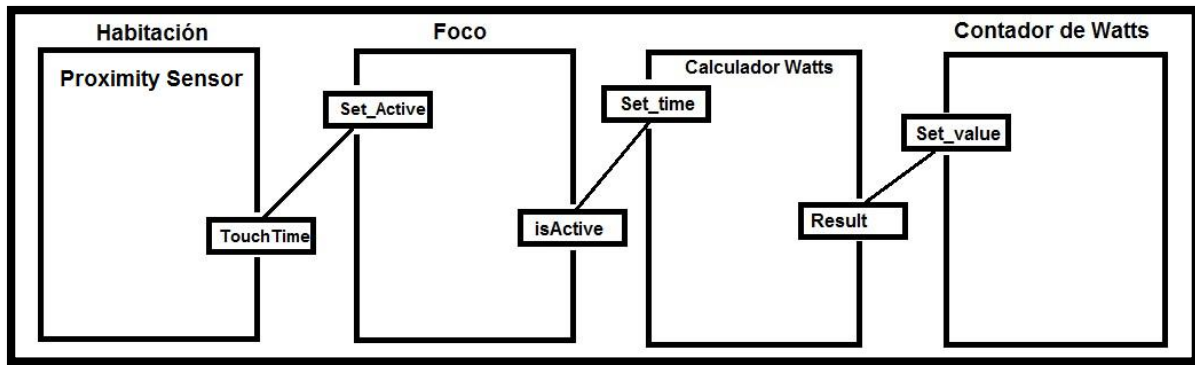


Ilustración 14: Cadena de Interacción

- Exportación del modelado del Departamento al motor de videojuegos Unity Technology:

Una vez terminado el modelado del departamento en Sweet Home 3D, se exportaron todos los elementos 3D al motor de videojuegos Unity Technology, ubicando el archivo con la extensión “.obj”.

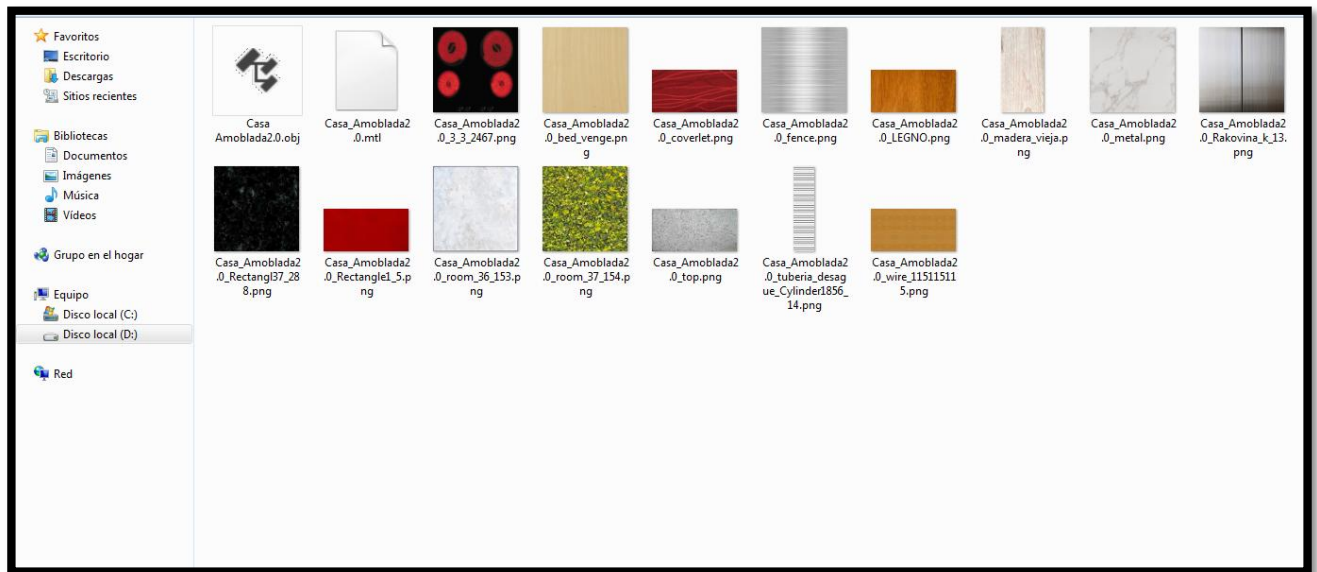


Ilustración 15: Ubicación del archivo obj. para la exportación

- Construcción del Terreno para el escenario 3D.

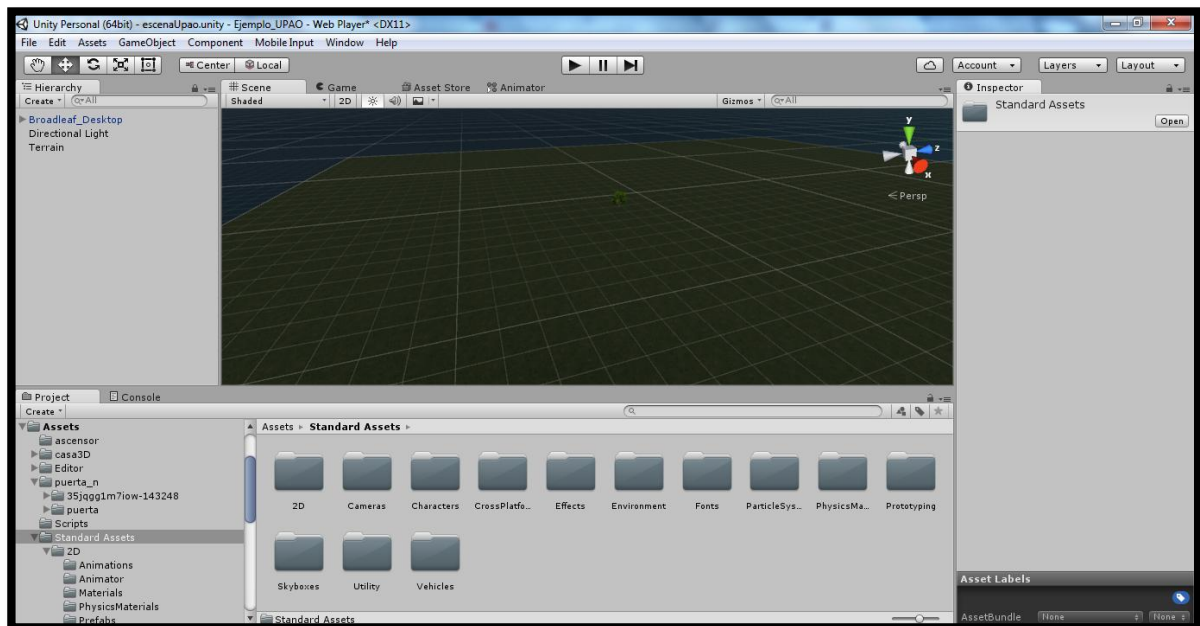


Ilustración 16: Construcción del terreno

- Importación del modelo del departamento:

A continuación se muestra la importación del modelo integrado en el programa Unity 3D:

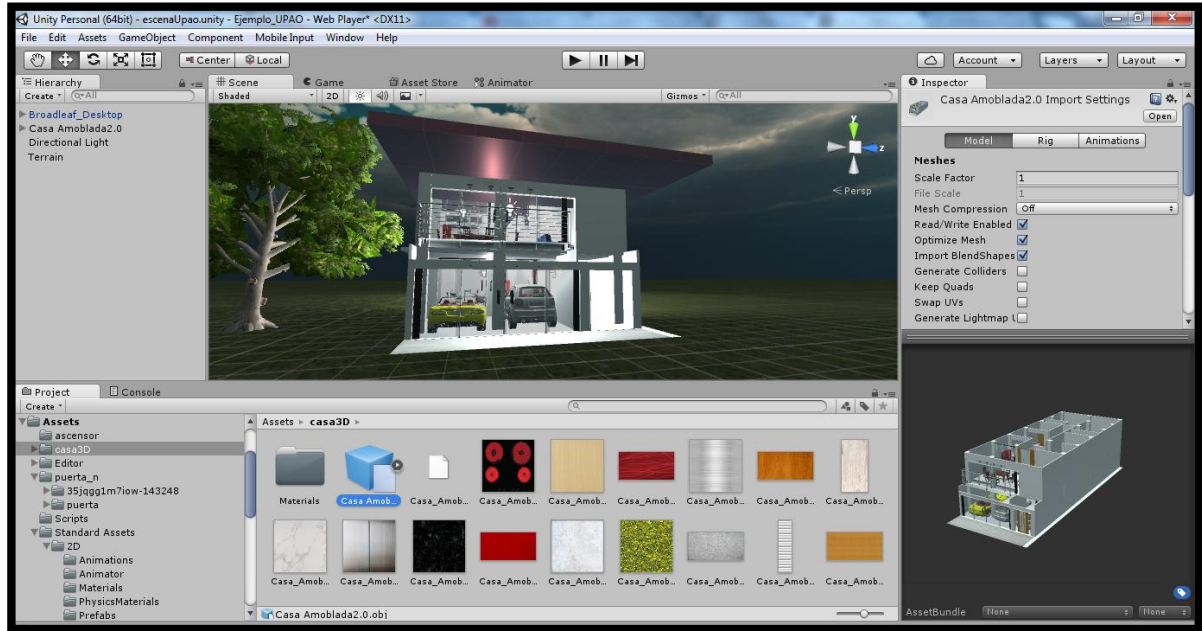


Ilustración 17: Departamento importado de Sweet Home a Unity

- Ubicación del avatar en tercera persona y configuración de la cámara:

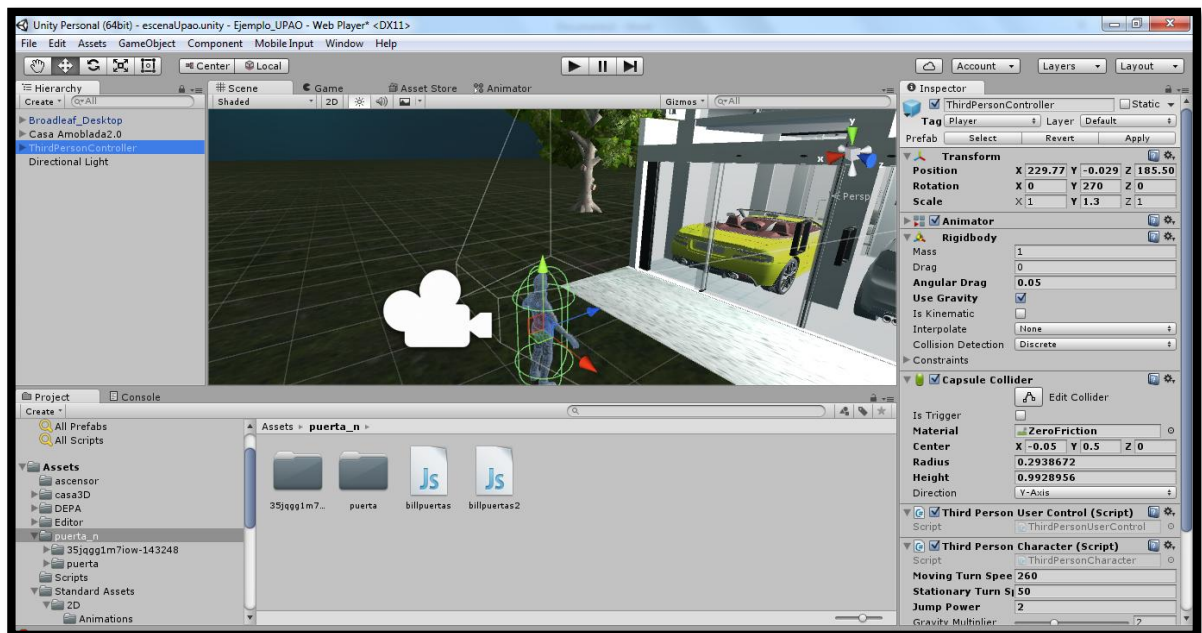


Ilustración 18: Avatar



Ilustración 19: Configuración de la cámara

- Ubicación de las puertas automáticas que permiten el ingreso al departamento y a sus diferentes ambiente

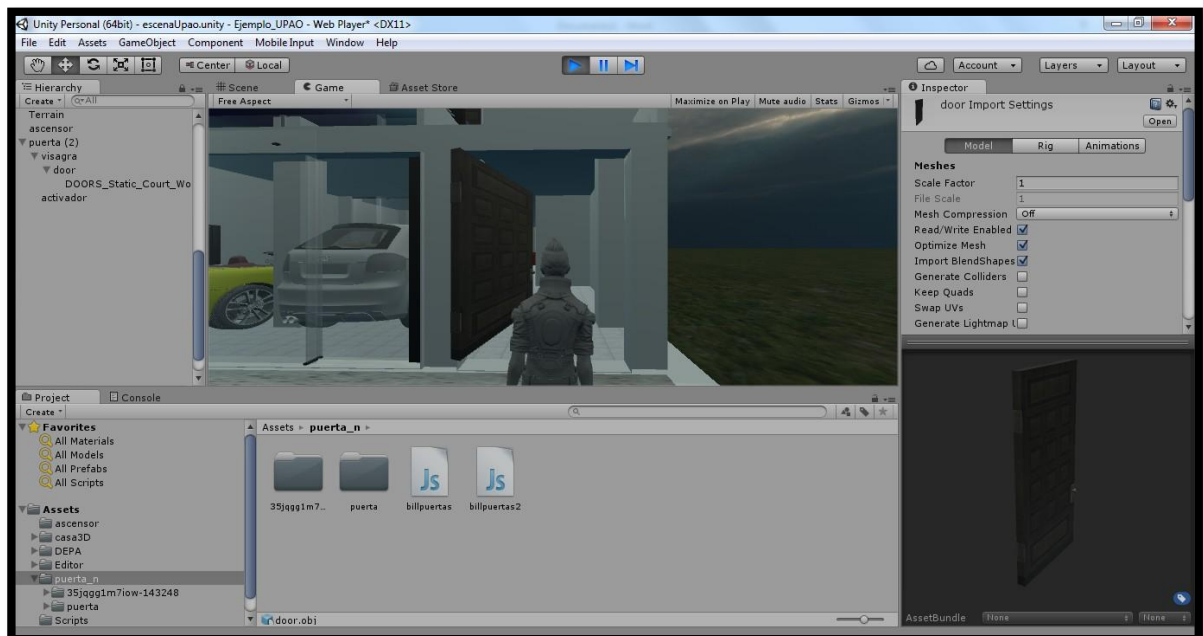


Ilustración 20: Primer tipo de puerta

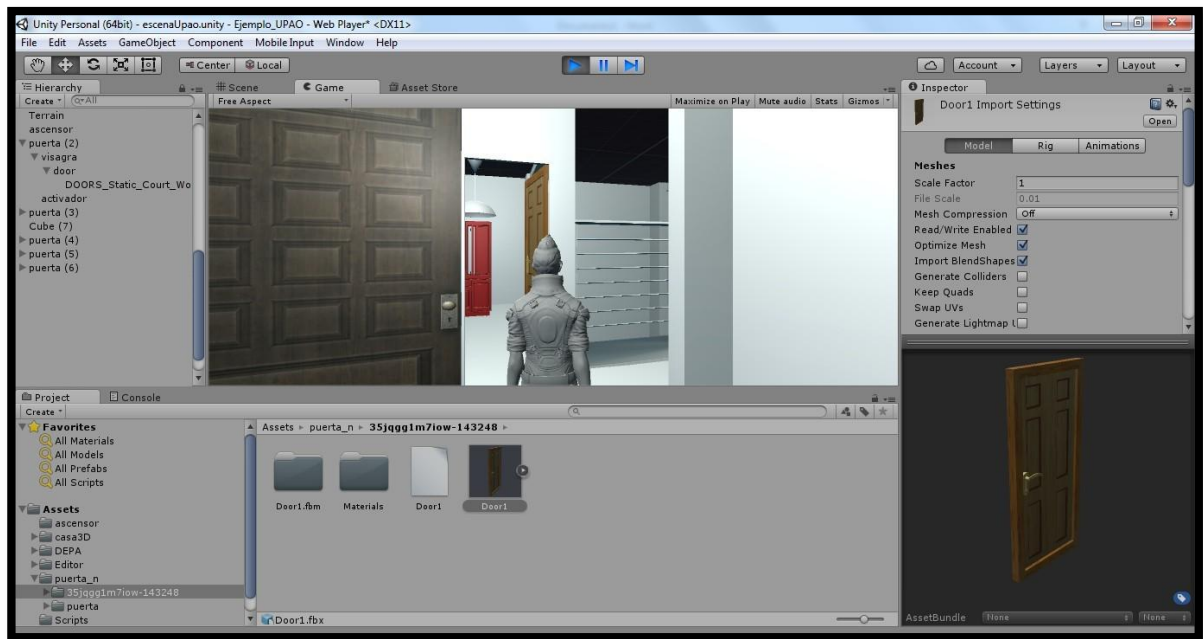


Ilustración 21: Segundo tipo de puerta

- Generación del Script que permite que las puertas se abran automáticamente.

```

var AngleY : float = 90.0;

private var targetValue : float = 0.0;
private var currentValue : float = 0.0;
private var easing : float = 0.06;

var Target : GameObject;

//comment
function Update(){
    currentValue = currentValue - (targetValue + currentValue) * easing;
    Target.transform.rotation = Quaternion.identity; // aplica rotacion en 0°
    Target.transform.Rotate(0, currentValue,0); // aplica toda la rotacion de la puerta
}

function OnTriggerEnter (other : Collider) {
    targetValue = AngleY;
    currentValue = 0;
}

function OnTriggerExit (other : Collider) {
    currentValue = AngleY;
    targetValue = 0.0;
}

```

- Ubicación de los focos y sensores en los respectivos ambientes del departamento, para su correspondiente iluminación

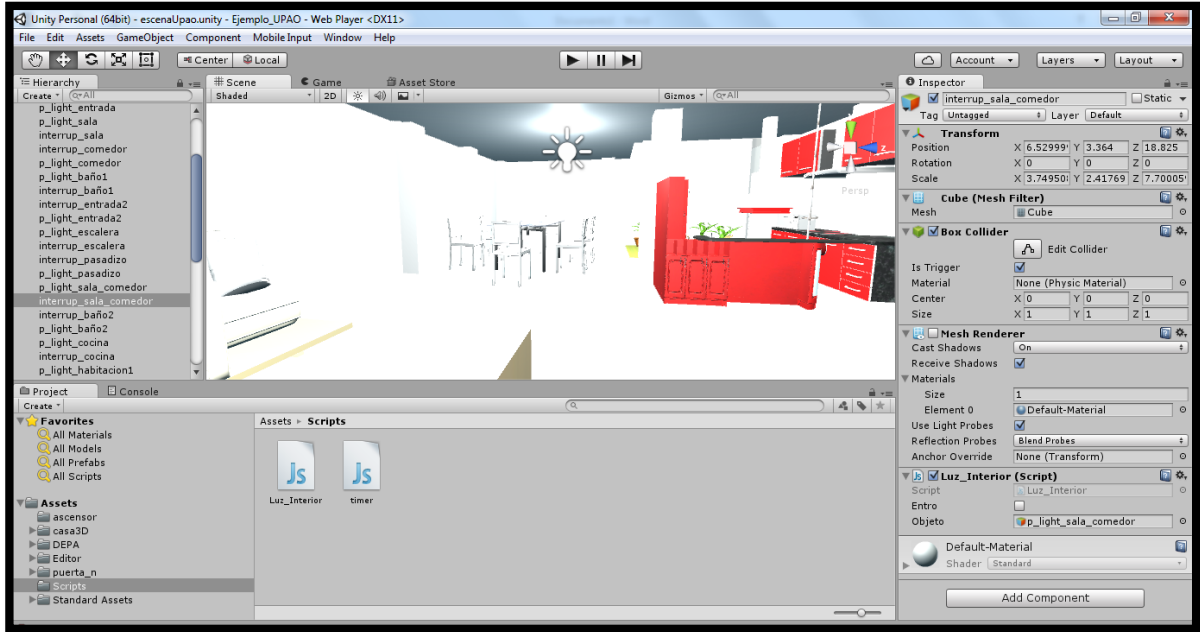


Ilustración 22: Iluminación

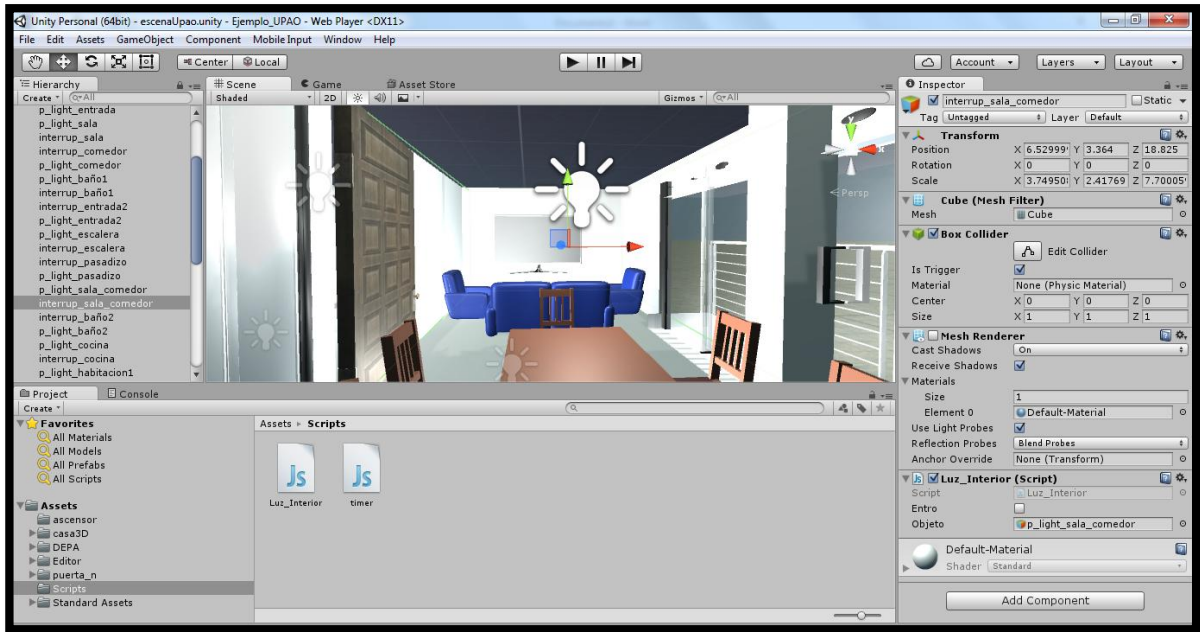


Ilustración 23: Iluminación del departamento 301

- Generación de Script que controla el encendido y apagado de los focos.

```
function Start () {  
}  
function Update () {  
    //si el sensor detecta al avatar , La luz se prende  
    if(entro == true){  
        objeto.SetActive(true);  
    }  
    //si el sensor no detecta al avatar , La luz se apaga  
    if(entro == false){  
        objeto.SetActive(false);  
    }  
}  
function OnTriggerEnter(){  
    entro = true;  
}  
function OnTriggerExit(){  
    entro = false;  
}
```

- Creación de contadores en la interfaz, que permitirán visualizar el conteo del consumo de energía (watts/hora) por cada ambiente del departamento y el consumo total

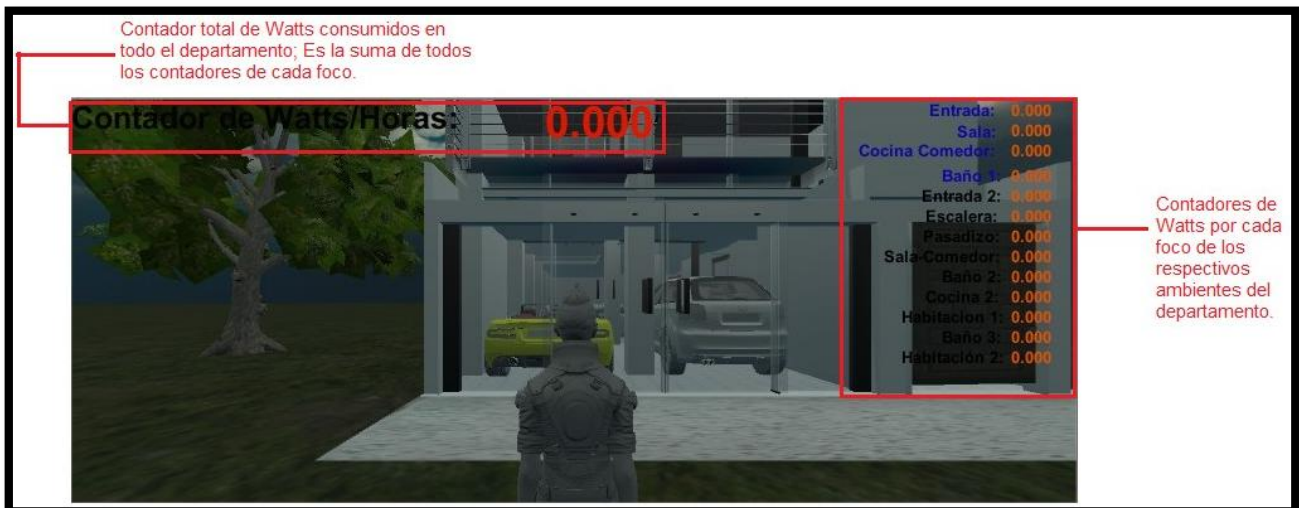


Ilustración 24: Contadores de Watts

- Generación del Script que permite el cálculo del consumo de energía (Watts/h) del departamento domotizado, para la simulación se asumió que el consumo de los focos era de 24w/h.

```
function Start () {
}

function Update () {
if(objeto.active){

time = time +Time.deltaTime;

guiTextToDisplayTime = GameObject.Find("Reporte");
guiTextToDisplayTime2 = GameObject.Find("Reporte2");
guiTextToDisplayTime3 = GameObject.Find("Reporte3");
```

```

guiTextToDisplayTime4 = GameObject.Find("Reporte4");
guiTextToDisplayTime5 = GameObject.Find("Reporte5");
guiTextToDisplayTime6 = GameObject.Find("Reporte6");
guiTextToDisplayTime7 = GameObject.Find("Reporte7");
guiTextToDisplayTime8 = GameObject.Find("Reporte8");
guiTextToDisplayTime9 = GameObject.Find("Reporte9");
guiTextToDisplayTime10 = GameObject.Find("Reporte10");
guiTextToDisplayTime11 = GameObject.Find("Reporte11");
guiTextToDisplayTime12 = GameObject.Find("Reporte12");
guiTextToDisplayTime13 = GameObject.Find("Reporte13");

minutos = (time/60);

//Como el contador se expresara en W/h , para visualizar el conteo de Los Watts ,el contador
//deberá ir incrementando por cada W/m consumido, por este motivo hacemos La siguiente
//conversión:

//(Potencia en W/h del foco) / (60) = (24 W/h) / (60) = 0.4

//por este motivo se multiplica La variable minutos por 0.4

textToDisplay = (minutos*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay;

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+float.P
arse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.Parse(textTo
Display7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse(textToDisplay10)+
float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(textToDisplay13);
textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;
}

if(objeto2.active){

time2 = time2 +Time.deltaTime;

minutos2 = (time2/60);

textToDisplay2 = (minutos2*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime2.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay2;

```



```

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+float.
Parse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.Parse(text
ToDisplay7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse(textToDisplay1
0)+float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(textToDisplay13);
textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;

}

if(objeto3.active){

time3 = time3 +Time.deltaTime;

minutos3 = (time3/60);

textToDisplay3 = (minutos3*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime3.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay3;

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+float.
Parse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.Parse(text
ToDisplay7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse(textToDisplay1
0)+float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(textToDisplay13);
textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;

}

if(objeto4.active){

time4 = time4 +Time.deltaTime;

minutos4 = (time4/60);

```

```

textToDisplay4 = (minutos4*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime4.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay4;

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+float
t.Parse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.Parse(
textToDisplay7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse(textToDi
splay10)+float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(textToDisplay
13);
textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;
}

if(objeto5.active){

time5 = time5 +Time.deltaTime;

minutos5 = (time5/60);

textToDisplay5 = (minutos5*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime5.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay5;

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+float
t.Parse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.Parse(
textToDisplay7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse(textToDi
splay10)+float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(textToDisplay
13);
textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;
}

if(objeto6.active){

time6 = time6 +Time.deltaTime;

minutos6 = (time6/60);

textToDisplay6 = (minutos6*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime6.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay6;

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+float
t.Parse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.Parse(
textToDisplay7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse(textToDi
splay10)+float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(textToDisplay
13);

```

```

textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;
}

if(objeto7.active){

time7 = time7 +Time.deltaTime;

minutos7 = (time7/60);

textToDisplay7 = (minutos7*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime7.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay7;

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+float.Parse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.Parse(textToDisplay7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse(textToDisplay10)+float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(textToDisplay13);
textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;
}

if(objeto8.active){

time8 = time8 +Time.deltaTime;

minutos8 = (time8/60);

textToDisplay8 = (minutos8*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime8.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay8;

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+float.Parse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.Parse(textToDisplay7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse(textToDisplay10)+float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(textToDisplay13);
textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;
}
if(objeto9.active){

time9 = time9 +Time.deltaTime;

minutos9 = (time9/60);

```

```

textToDisplay9 = (minutos9*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime9.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay9;

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+float
t.Parse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.Parse(
textToDisplay7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse(textToDi
splay10)+float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(textToDisplay
13);
textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;
}

if(objeto10.active){

time10 = time10 +Time.deltaTime;

minutos10 = (time10/60);

textToDisplay10 = (minutos10*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime10.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay10;

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+float
t.Parse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.Parse(
textToDisplay7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse(textToDi
splay10)+float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(textToDisplay
13);
textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;
}

if(objeto11.active){

time11 = time11 +Time.deltaTime;

minutos11 = (time11/60);

textToDisplay11 = (minutos11*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime11.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay11;

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+float
t.Parse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.Parse(
textToDisplay7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse(textToDi
splay10)+float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(textToDisplay
13);

```

```

textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;
}

if(objeto12.active){

time12 = time12 +Time.deltaTime;

minutos12 = (time12/60);

textToDisplay12 = (minutos12*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime12.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay12;

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+f
loat.Parse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.
Parse(textToDisplay7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse
(textToDisplay10)+float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(t
extToDisplay13);
textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;
}

if(objeto13.active){

time13 = time13 +Time.deltaTime;

minutos13 = (time13/60);

textToDisplay13 = (minutos13*0.4).ToString("F4");
guiTextToDisplayTime13.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplay13;

guiTextToDisplayTimeS = GameObject.Find("Suma");
suma=float.Parse(textToDisplay)+float.Parse(textToDisplay2)+float.Parse(textToDisplay3)+f
loat.Parse(textToDisplay4)+float.Parse(textToDisplay5)+float.Parse(textToDisplay6)+float.
Parse(textToDisplay7)+float.Parse(textToDisplay8)+float.Parse(textToDisplay9)+float.Parse
(textToDisplay10)+float.Parse(textToDisplay11)+float.Parse(textToDisplay12)+float.Parse(t
extToDisplay13);
textToDisplayS = suma.ToString("F4");
guiTextToDisplayTimeS.GetComponent.<GUIText>().text=textToDisplayS;
}
}
}

```

4.4.2 Prueba

Al ejecutarse la simulación 3D se podía apreciar que los contadores de Watts funcionaban de acuerdo a lo establecido en el Script anterior.

Se realiza el conteo de cada luminaria que tiene el departamento en sus respectivos ambientes y a su vez nos proporciona un contador total de todo el aplicativo luminaria.

El cálculo del consumo energético se basa en la simulación de focos ahorradores que consumen 24 Watts/horas de energía eléctrica.

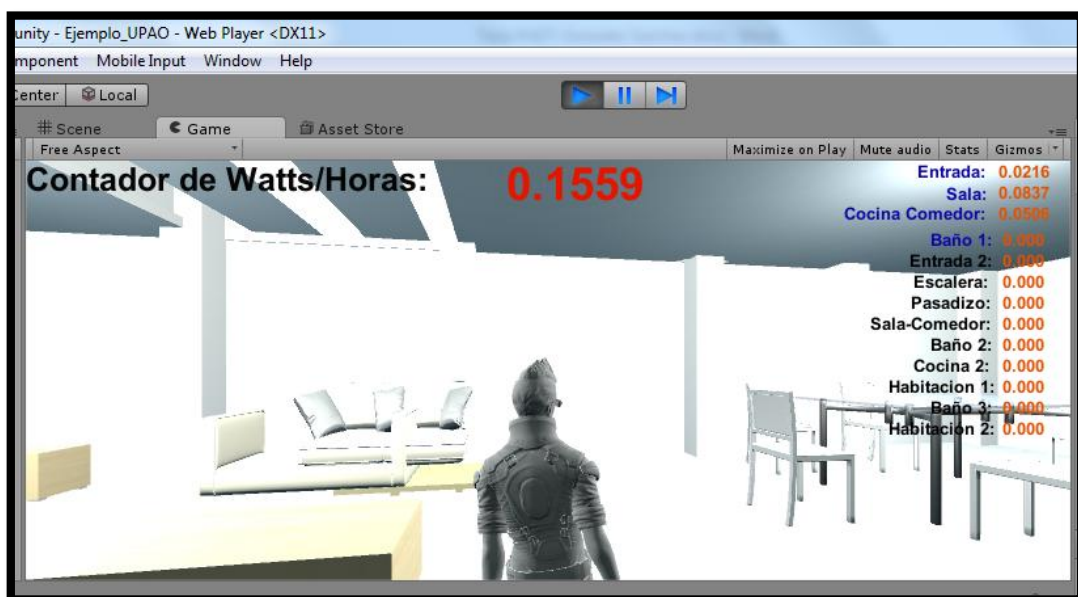


Ilustración 25: Prueba de la Simulación

4.4.3 Publicación

- El primer paso para publicar la simulación 3D es generar el archivo HTML y el archivo unity3d (Ilustración 26) mediante la opción Build Settings de Unity3D (Ilustración 27).

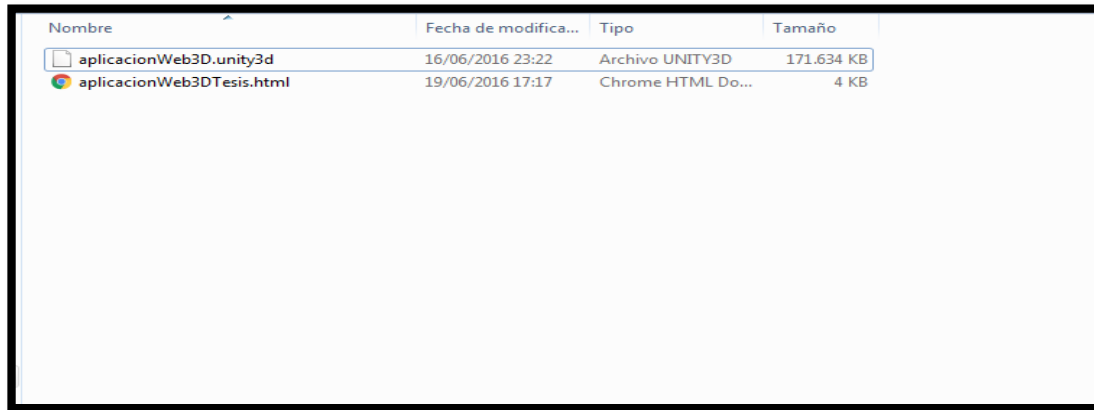


Ilustración 26: Archivos HTML y unity3d

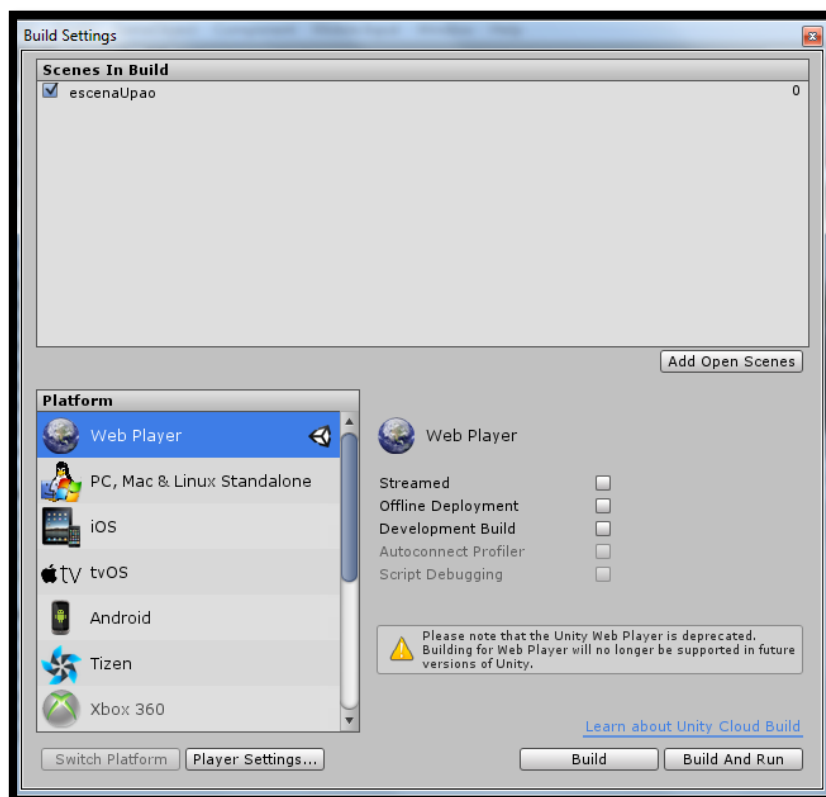


Ilustración 27: Opción Build Settings

- Luego procederemos a subir el archivo con extensión unity3d a Dropbox.

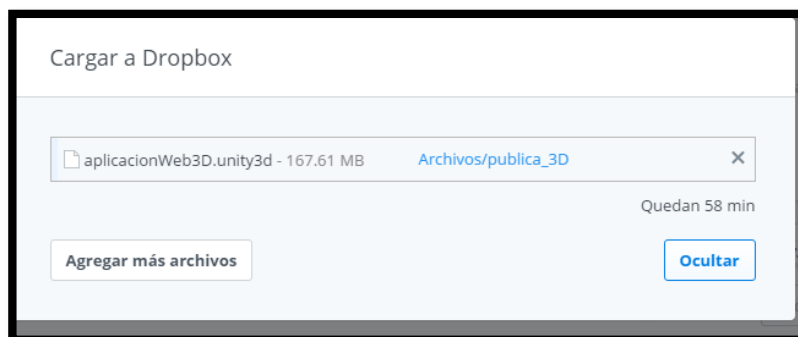


Ilustración 28: Upload del archivo unity3d

- Editaremos el archivo HTML generado anteriormente y modificaremos la ruta de ejecución del archivo unity3d.

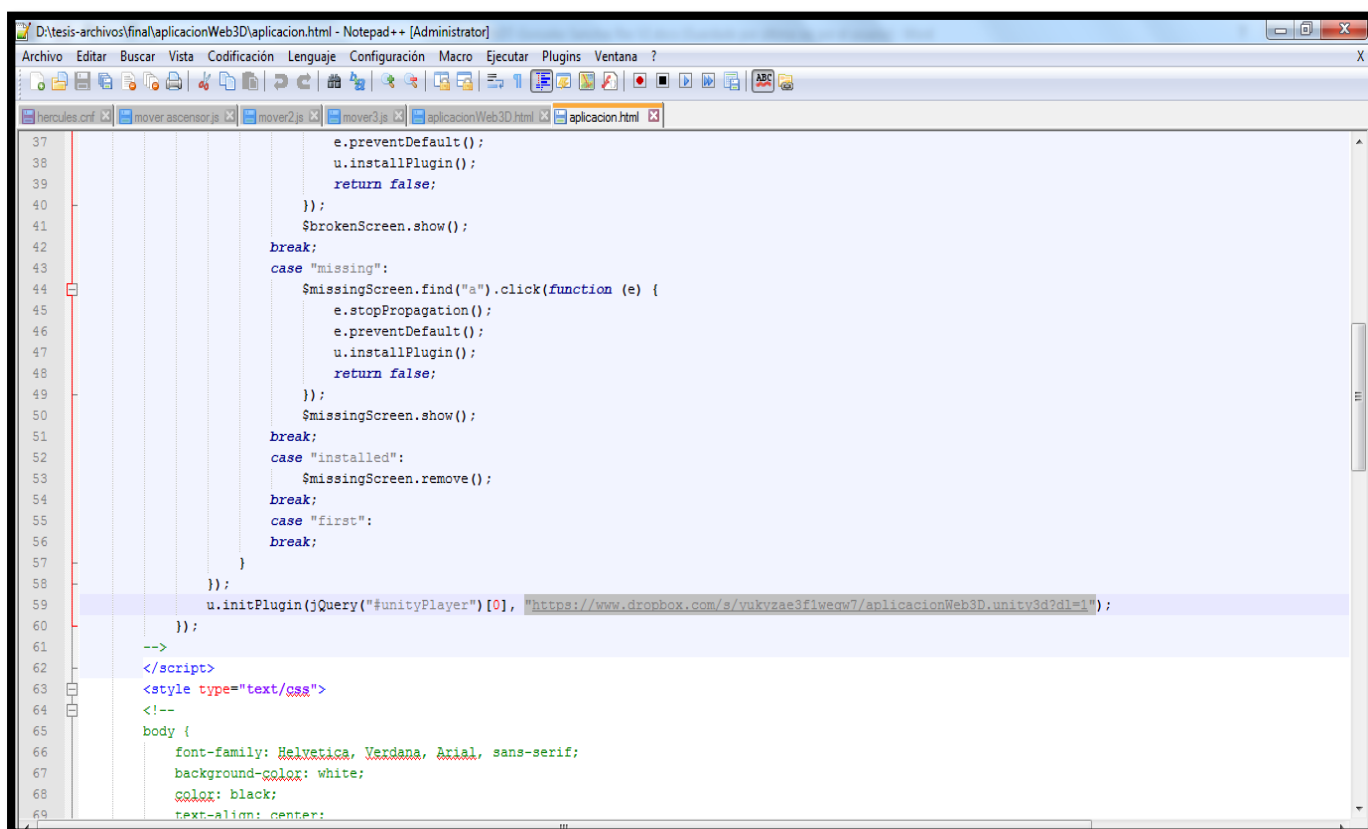


Ilustración 29: Modificación del archivo HTML

- Se necesitara un hosting en internet para poder publicar la aplicación, así que en este caso usaremos <http://www.hostinger.es/> ya que nos permite acceder a un host de forma gratuita.

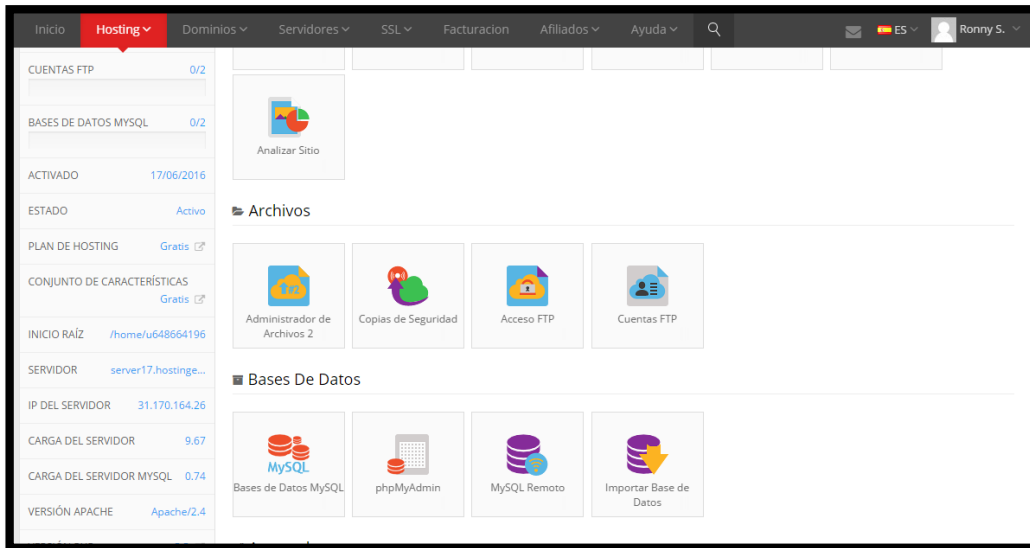


Ilustración 30: Panel control del Hosting

- Por medio del cliente FTP subiremos el archivo html que se modifiko anteriormente.

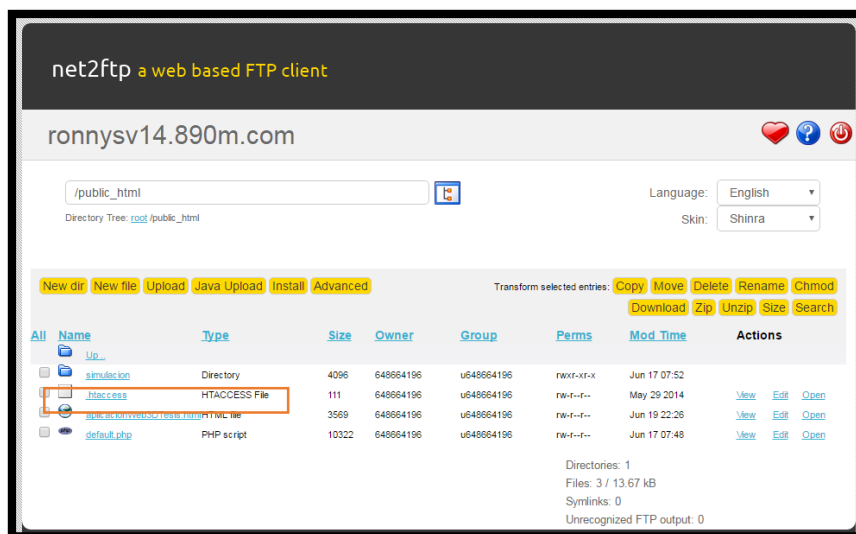
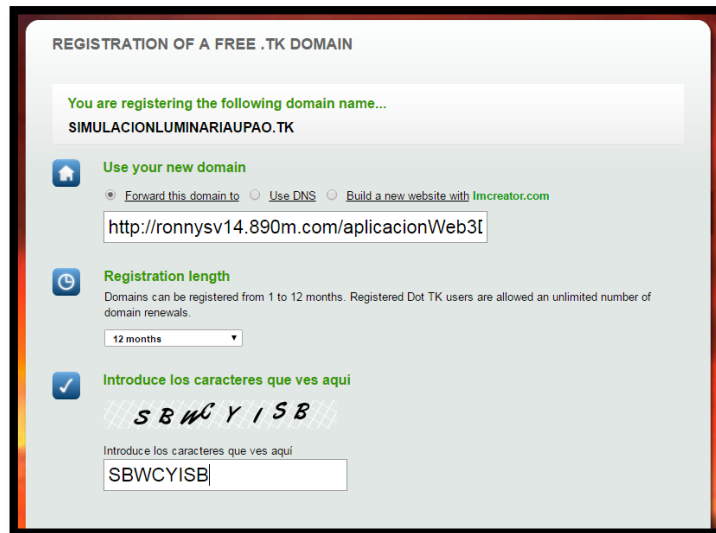


Ilustración 31: Cliente FTP

- Para abreviar la dirección web que tendrá nuestra aplicación usaremos un dominio gratis .tk.



The image shows a web form titled "REGISTRATION OF A FREE .TK DOMAIN". It contains the following sections:

- You are registering the following domain name... SIMULACIONLUMINARIAUPAO.TK**
- Use your new domain**
 - Radio buttons for: Forward this domain to, Use DNS, Build a new website with Imcreator.com
 - Text input field containing: `http://ronnysv14.890m.com/aplicacionWeb3D`
- Registration length**
 - Text: "Domains can be registered from 1 to 12 months. Registered Dot TK users are allowed an unlimited number of domain renewals."
 - Dropdown menu showing "12 months"
- Introduce los caracteres que ves aquí**
 - Image of a CAPTCHA showing the characters "SBWCYISB"
 - Text input field containing "SBWCYISB"

Ilustración 32: Registro del Dominio .TK

- Ahora nuestra aplicación web3D es accesible por medio de la siguiente dirección:

<http://simulacionluminariaupao.tk/>



Ilustración 33: Aplicación Web3D publicada

4.5. Medir el consumo de energía generado por un avatar en el departamento domotizado simulado.

Al realizar la simulación se pudo apreciar que el total de la energía consumida en los ambientes de la casa que avatar recorrió fue 118.50 Watts/horas aproximadamente en un tiempo aproximado de 5 horas.

Según el proceso de cálculo del consumo de energía eléctrica en un inmueble para estimar un consumo en KW.h al mes se debe multiplicar por 30 el consumo en KW.h del aparato eléctrico al día, pero como ya tenemos el consumo diario pero en W.h procederemos a convertirlo a KW.h (dividirlo entre 1000) y multiplicarlo por 30; lo cual nos dará un promedio de 3.54 KW.h al mes.

$$(118.50 \text{ W.h} / 1000) = 0.11850 \text{ KW.h}$$

$$0.11850 \text{ KW.h} \times 30 = 3.54 \text{ KW.h al mes.}$$

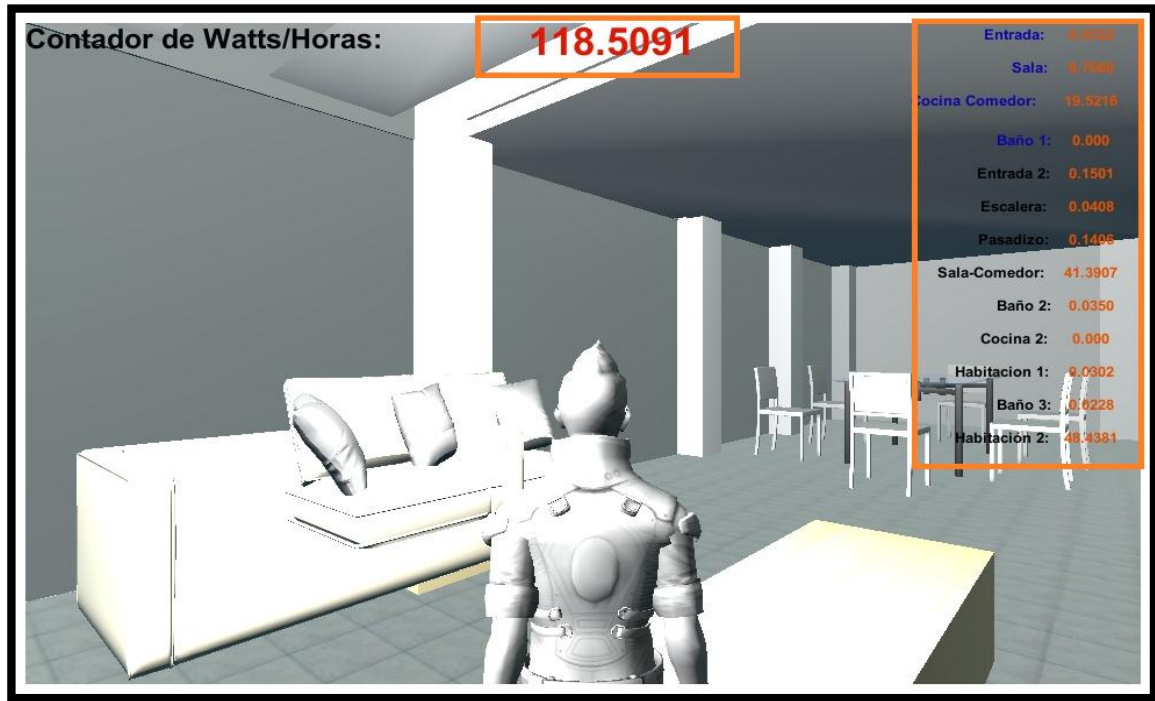


Ilustración 34: Medición del consumo de energía

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se analizan los resultados de la investigación en base a la aplicación de los diferentes instrumentos y el método de estudio planificado, cuyo resultado se ha procesado mediante la herramienta Excel; con el fin de contrastar la hipótesis.

La medición de la variable dependiente: “Consumo de energía en departamentos”, se realizó basándose en el indicador “Consumo Simulado de energía eléctrica”.

Para comprobar dicho indicador se compararon las mediciones de consumo de energía que figuran en el recibo de luz de un departamento normal (Anexo 2), con las mediciones de energía que se pudo simular con la aplicación web3D.

En la tabla N° 4 se ubicaron en primer lugar los datos de consumo de energía de los recibos de luz y luego los datos de consumo de energía que la simulación pudo calcular en aproximadamente 5 a 7 horas, ya que normalmente es el periodo de tiempo en los cuales se utiliza la iluminación en una vivienda.

Tabla 4: Consumo de Energía Real vs Simulación

Real	Simulación
Consumo total en un mes (kW.h), lo que sale en el recibo	W.h al dia
74	118
97	145
120	120
84	168
90	121

En la tabla N° 5 en la primera columna estima el consumo solo de luminaria, para ello se le saca un 15% al total consumido, para la segunda columna se debe multiplicar por 30 ya que el consumo medido en la simulación es de un solo día y se debe pasar a KW.h ya que está en W.h, para eso se dividirá entre 1000.

Tabla 5: Consumo de energía luminaria real vs Simulación

Real	Simulacion
KW.h solo luminaria al mes(15% del consumo total)	KW.h solo luminaria al mes
11,1	3,54
14,55	4,35
18	3,60
12,6	5,04
13,5	3,63

Al utilizar la prueba “T-Student” para comparar el consumo de energía real y el consumo de energía simulada en la aplicación web 3D, tenemos que el promedio del consumo de energía real ha sido de 13,95 Kw.h y el de la simulación ha sido de 4,032 Kw.h; lo que quiere decir que si hay una diferencia significativa de consumo de energía entre un departamento normal y uno domotizado.

Tabla 6: Ejecución de la prueba T-Student

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	13,95	4,032
Varianza	6,7275	0,42687
Observaciones	5	5
Coeficiente de correlación de Pearson	0,19716703	-
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	7,92926604	
P(T<=t) una cola	0,00068468	
Valor crítico de t (una cola)	2,13184679	
P(T<=t) dos colas	0,00136936	
Valor crítico de t (dos colas)	2,77644511	

La medición de la variable solucionadora: “Simulación Web 3D de un departamento domotizado”, se realizó basándose en los indicadores de realismo y costo.

Para el desarrollo del indicador de realismo se consideró usar como instrumento una encuesta (Anexo 3) para evaluar el realismo que tiene una simulación Web 3D de un departamento.

A continuación se muestra un gráfico del resultado estadístico sobre la evaluación del realismo de la Simulación Web 3D:

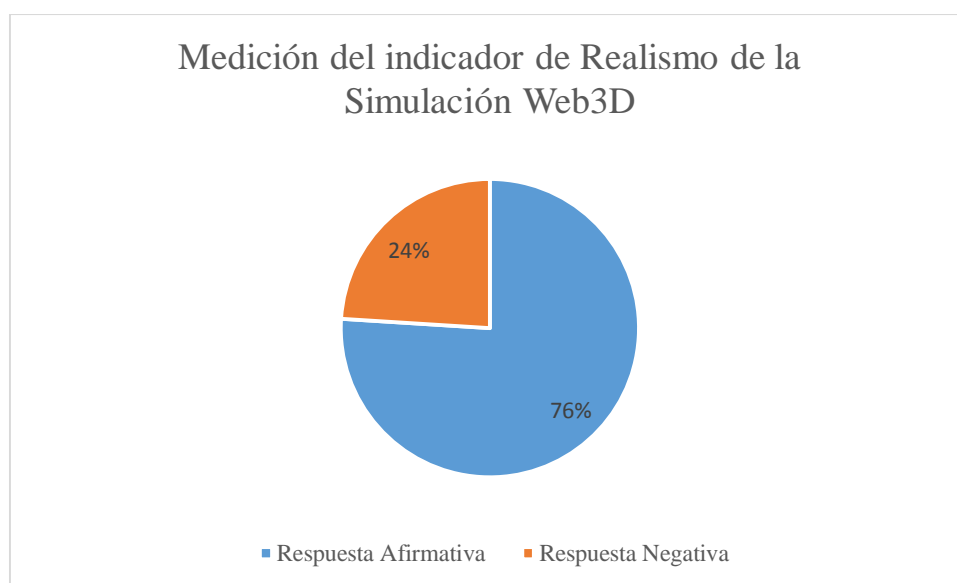


Ilustración 35: Medición del indicador de Realismo

Los resultados fueron obtenidos a través del procesamiento de los datos de la entrevista aplicada a los usuarios, en donde se puede observar que las respuestas afirmativas de la encuesta superan el 50%. Esto quiere decir que la Simulación Web 3D cumple con el indicador de Realismo.

Para el desarrollo del indicador de costo realizo una investigación en el mercado sobre el costo de componentes domóticos necesarios para implementar un departamento domotizado real solo con el aplicativo luminaria:

- Foco ahorrador espiral 24 W General Electric



Ilustración 36: Foco Ahorrador

Precio: S/18.90 c/u (SODIMAC, 2016)

- Sensores de movimiento



Ilustración 37: Sensor de Movimiento

Precio S/98.90 (SODIMAC , 2016)

- Controlador



Ilustración 38: Controlador Domótico

PRECIO: S/ 725 (DOMBOO, 2016)

Luego se realizó un presupuesto estimado de acuerdo a los componentes simulados en la aplicación web 3D y se añadió un costo de instalación referencial de 250 euros (Santamaria, 2012) que equivale a S/ 907.49 actualmente en el Perú.

Tabla 7: Coste de Implementación Real

	Precio Unitario	Total
13 Focos	S/ 18.90	S/ 245,7
13 sensor de movimiento	S/ 98.90	S/ 1285,7
1 controlador	S/ 725.00	S/ 725,00
Instalación		S/ 907.49
	Total	S/ 2438,89

A continuación se muestra el coste de los recursos que se necesitó para construir una simulación web 3D de un departamento domotizado con el aplicativo luminaria y una comparación con el coste real que tendría implementar un departamento domotizado con el aplicativo luminaria.

Tabla 8: Recursos de la Tesis

RECURSOS DE LA TESIS	
	Costo S/
Licencia Unity3D	0.0
Licencia Sweet Home3D	0.0
Luz	150.00
Celular	100.00
Internet	300.00
Movilidad y Viáticos	150.00

Escaneado	10.00
Fotocopias	50.00
Anillado/Empastado	50.00
Total	810.00

Tabla 9: Comparación de Costos

Coste Real	Coste de la Simulación Web3D
S/ 2438,89	S/ 810.00

Al realizar la comparación de costos se deduce que sería más factible económicamente realizar una simulación antes que implementar el aplicativo luminaria en un departamento doméstico real.

6. CONCLUSIONES

✓ Según el análisis realizado un departamento está formado por 3 componentes principales y su arquitectura varía entorno a la organización de estos. Las principales características de un departamento domótico son las siguientes: Integración, interrelación, facilidad de uso, control remoto, fiabilidad, actualización las cuales nos indican una serie de ventajas reflejados en comodidades, ahorro de energía eléctrica y dinero a largo plazo, gracias a este análisis tenemos una idea más clara de lo que implica un sistema domótico.

✓ Según el estudio de las herramientas de modelamiento de interacción 3D en la web se realizó un cuadro comparativo que se encuentra en la tabla N° 1 se concluye que Unity 3D es una herramienta completa de modelado 3D, fácil de usar, adaptable a multiplataformas, y en una escala de 0 a 5 es mejor programable que otros programas de modelado 3D. Y en cuanto a Sweet home es una herramienta muy fácil de usar para poder modelar nuestro departamento en 3D. Es por eso que se utilizó Unity 3D en colaboración con Sweet home 3D.

✓ En el desarrollo de la metodología propuesta por Luz Santamaría Granados y Juan Francisco Mendoza Moreno de la Universidad Santo Tomás, Tunja, (Colombia). Se divide en 4 fases: Primero es CONCEPTUALIZACION donde podemos ver una relación en la tabla N°2 entre la Simulación Web que se lleva a cabo del departamento 301 de edificio Jardines del GOLF y sus respectivos indicadores que son el recorrido de los ambientes del departamento domotizado mediante un avatar, la iluminación se activa dependiendo donde se encuentre el avatar y finalmente el cálculo del consumo de energía del aplicativo luminaria, Segundo PLANIFICACION en esta parte utilizamos los planos del edificio Jardines del Golf departamento 301 como se muestra en la figura N°5, Tercero DISEÑO y MUESTREO aquí se definió la geometría del departamento utilizando Sweet Home 3D.

Cuarto CONTRUCCION la simulación del departamento estará en un escenario vacío donde el departamento de Jardines del Golf será el único elemento construido. Entonces esta metodología nos permitió desarrollar con éxito cada una de estas fases para el desarrollo web 3D.

✓ Con la herramienta Unity 3D y programación en Java Script se logró desarrollar la construcción del escenario 3D del departamento 301 del edificio Jardines del Golf también se hizo la prueba de los ambientes 3D ya implementados con cada luminaria y para su publicación se utilizó Dropbox, un hosting gratuito y un dominio.tk.

✓ Siguiendo el proceso de cálculo de energía eléctrica en un inmueble el consumo generado en una prueba por un avatar en la simulación web 3D del departamento domotizado 301 del edificio Jardines del Golf nos dio como resultado un consumo total de 3.54 KW.h al mes.

✓ Según las simulaciones generadas por un avatar en la simulación web 3D del departamento domotizado 301 del edificio Jardines del Golf se apreció que al mes en un uso aproximado de 5 a 7 horas al día del aplicativo luminaria se consumió un promedio de 4,032 KW.h mientras que el consumo promedio del aplicativo luminaria de un departamento normal en el mismo intervalo de tiempo fue de 13,95 KW.h; lo que indica una diferencia significativa en el consumo energético entre un departamento normal y uno domotizado.

✓ Al aplicar un cuestionario de realismo sobre la simulación web3D se obtuvo un 76 % de respuestas afirmativas y un 24% de negativas, por lo cual deducimos que la simulación tiene un alto grado de realismo.

✓ Realizando una estimación de costos que tendría implementar un departamento domótico real solo con el aplicativo

luminaria se obtuvo la cantidad de S/ 2438,89 mientras que el costo de los recursos para realizar la simulación web3D fue de S/ 810.00; concluimos que es más factible realizar una simulación que una implementación real.

Con estos datos y pruebas aplicadas concluimos que se acepta la hipótesis de que la simulación web 3D de un departamento domotizado con el aplicativo luminaria del Grupo Algol S.A.C. en el edificio Jardines del Golf de Trujillo, permitirá medir de manera anticipada el consumo energético; ya que se puede realizar el proceso de cálculo de energía eléctrica en una vivienda mediante una simulación web 3D y los resultados de dicha simulación contrastan de manera significativa con los de un departamento normal.

7. RECOMENDACIONES

✓ La aplicación web 3D de un departamento domotizado para medir el consumo energético del aplicativo luminaria puede ser complementado y mejorado midiendo el consumo energético de todos los artefactos eléctricos para poder ver si ahorramos verdaderamente obteniendo un departamento domotizado y también para ver si satisface las necesidades de los potenciales clientes del mercado inmobiliario.

✓ Al exportar un modelo 3D de Sweet Home a Unity 3D este presenta errores de textura y colisión en muchos de sus objetos, lo que implicara una meticulosa revisión de todo el modelo 3D exportado.

✓ Actualmente Unity3D no provee soporte para ejecutar una aplicación web 3D en Google Chrome, por este motivo la aplicación debe ser ejecutada en Mozilla Firefox, Opera o Internet Explorer.

✓ La aplicación web 3D de un departamento contiene muchos objetos y texturas en 3D y por consiguiente hará que su espacio en disco supere los 100 MB, por este motivo para su publicación en la web recomendamos adquirir un hosting con la suficiente capacidad para alojar archivos de este tamaño.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, J. G. (2015). *Formulas Ley de Ohm*. Obtenido de http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_potencia/ke_potencia_elect_2.htm
- Antonio, J. (2010). *Domotica*. Obtenido de <http://www.nebrija.es/~jmaestro/ATA018/Domotica.pdf>
- Areas, S. (mayo de 2013). *Casas Domóticas*. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/sanchez_a_d/capitulo_2.html#
- Benavides, R. S. (2009). *UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE*. Obtenido de <http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/431/3/TMK00386.pdf>
- Blogspot*. (2016). Obtenido de <http://ohmwatt.blogspot.pe/p/ley-de-watt.html>
- Cardona, J. D. (22 de octubre de 2012). Obtenido de <http://jdcardonna.tumblr.com/post/34147285538/up4ved>
- Diario la Industria. (08 de Marzo de 2016). *www.laindustria.pe*. Obtenido de <http://www.laindustria.pe/actualidad/economia/venta-de-departamentos-disminuye-en-mas-de-60>
- Diario la Industria. (17 de Enero de 2016). *www.laindustria.pe*. Obtenido de [www.laindustria.pe: http://www.laindustria.pe/actualidad/economia/la-morosidad-en-creditos-hipotecarios-es-alarmante](http://www.laindustria.pe/actualidad/economia/la-morosidad-en-creditos-hipotecarios-es-alarmante)
- DOMBOO. (2016). *Controladores*. Obtenido de <https://domboo.es/producto/controlador-zwave-zipabox-de-zipato/>
- Domotica*. (junio de 2013). Obtenido de Servicios de la Domotica: <http://domoticainfo.blogspot.pe/2013/06/caracteristicas-generales-aplicaciones.html>
- EduRed*. (junio de 2016). Obtenido de <http://www.ecured.cu/Unity3D>
- Electronica Unicrom. (2016). *Ley de Ohm*. Obtenido de <http://unicrom.com/ley-de-ohm-potencia-electrica/>
- Flores, V. G. (mayo de 2014). Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4069/Tesis.pdf?sequence=1>
- Garcia. (9 de noviembre de 2009). Obtenido de <http://es.slideshare.net/gbgarcia/herramientas-de-modelado-3d-2455690>
- Google SketchUp*. (2016). Obtenido de <https://www.sketchup.com/es/buy/sketchup-pro>
- Granados, L. S., & Moreno, J. F. (Enero de 2014). *Educacion en Ingeniería*. Obtenido de <http://www.educacioneningeneria.org>

- Huidobro, J. M. (s.f.). Obtenido de http://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/032087.pdf
- INTEF. (2011). Obtenido de http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/181/cd/m1/qu_hace_blender.htm
- Junestrand, S., Passaret, X., & Vázquez, D. (2005). *Domotica y Hogar Digital*.
- LSYM. (ENERO de 2015). Obtenido de <http://www.uv.es/uvweb/institut-universitario-investigacion-robotica-tecnologias-informacion-comunicacion-IRTIC/es/grupos-investigacion/lsym/proyectos/simuladores-basados-tecnologias-web-1285895484292/ProjecteInves.html?id=1285898549750>
- Manuel Huidobro, J., & Millán Tejedor, R. J. (2010). *Manual de Domotica*.
- Manuel, N. (2012). *ACAMEDIA*. Obtenido de https://www.academia.edu/6311868/1._INFORME_Sistema_dom%C3%B3tico_para_contribuir_con_el_ahorro_energ%C3%A9tico
- OSINERG. (26 de JUNIO de 2011). Obtenido de http://es.slideshare.net/cruizgaray/gua-para-calculiar-el-consumo-elctrico-domstico?qid=b3e5da9d-4da3-4e41-a7ea-a50fb69f254c&v=&b=&from_search=1
- OSINERGMIN. (2014). <http://www.osinergmin.gob.pe/>. Obtenido de http://www.osinergmin.gob.pe/newweb/pages/Publico/cop20/uploads/Resumen_RAES_2014.pdf
- Ouazzani, I. (2012). *Manual de creacion de videojuegos con Unity 3D*.
- Peru21. (04 de Enero de 2016). *peru21.pe*. Obtenido de <http://peru21.pe/economia/osinergmin-anuncio-que-tarifas-electricas-aumentaran-desde-hoy-2235816>
- RAE. (2016). Obtenido de <http://dle.rae.es/>
- RedUSER. (8 de DICIEMBRE de 2011). Obtenido de <http://www.redusers.com/noticias/web-3d-internet-se-suba-a-las-tres-dimensiones/>
- Santamaria, P. (2012). <http://www.xatakahome.com/>. Obtenido de <http://www.xatakahome.com/domotica/por-donde-comenzar-para-implantar-un-sistema-de-control-inteligente-en-casa>
- SODIMAC . (2016). Obtenido de <http://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/search/?Ntt=sensor+de+movimiento+360+grados>
- SODIMAC. (2016). *sodimac*. Obtenido de <http://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/158402/Foco-ahorrador-esprial-24-W/158402>
- Sweet Home 3D. (2016). <http://www.sweethome3d.com/>. Obtenido de <http://www.sweethome3d.com/es/userGuide.jsp>

Tudela, J. G. (julio de 2014). Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/39730/Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

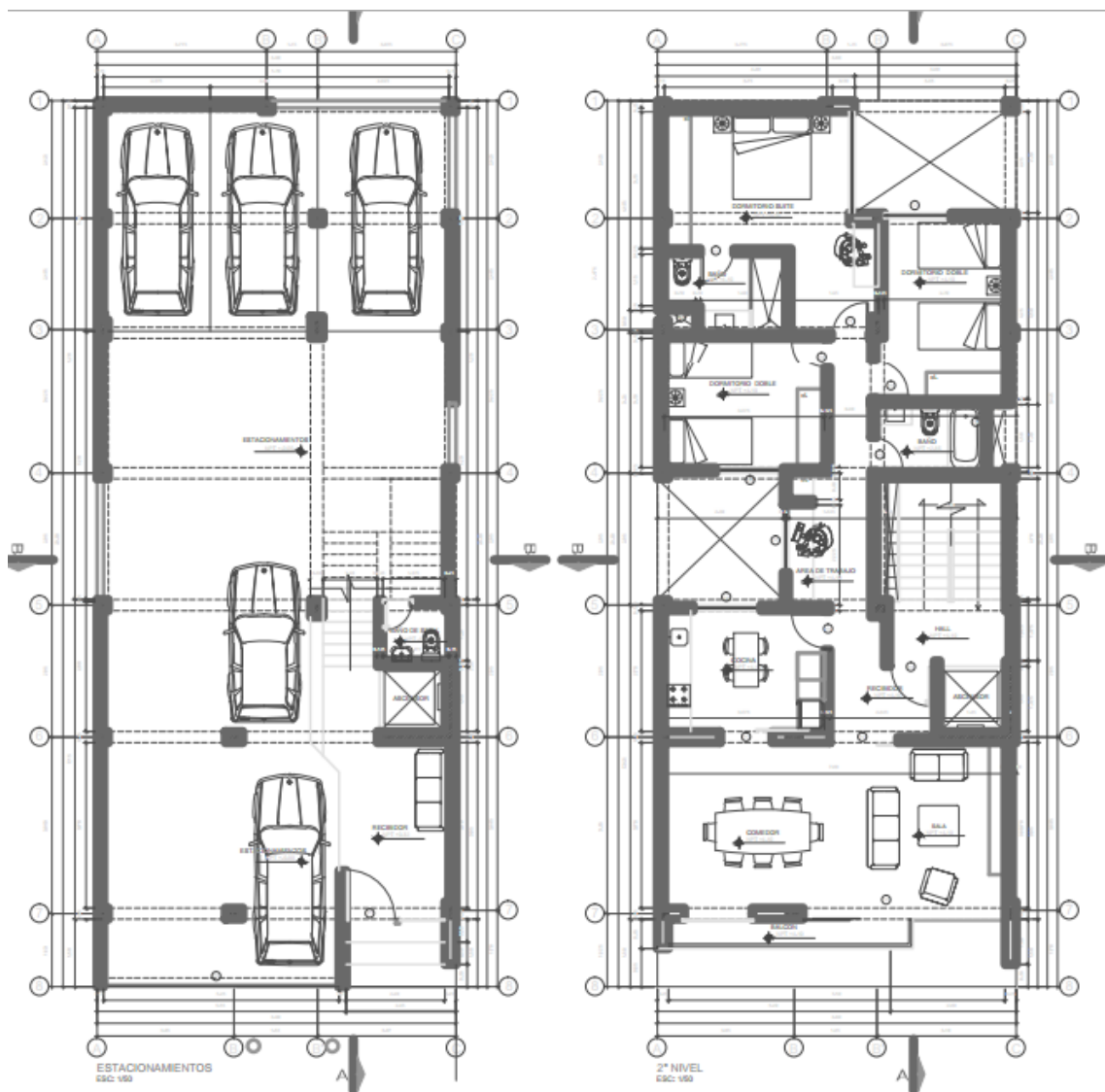
Unity 3D. (2016). *unity3d.com*. Obtenido de <https://unity3d.com/es/webplayer>

UNREAL ENGINE. (2016). Obtenido de <https://www.unrealengine.com/>

WEBMASTER. (19 de MAYO de 2013). Obtenido de <http://www.blogenergiasostenible.com/como-calcular-consumo-electricidad/>


ANEXOS

Anexo 01: Plano Arquitectónico del Departamento 301 del Proyecto Residencial Jardines del Golf del Grupo Algol.



Anexo 02: Recibo de luz mensual de una vivienda normal.

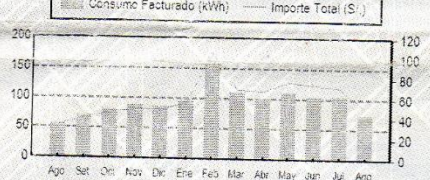
Of. Principal: Av. España 1030 - Trujillo
R.U.C. 20132023540




DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión	220 V - BT	Recibo por Consumo del 21/07/2015 al 20/08/2015	
Sub. Estación N°	D-304089 (SE0122)	Cargo Fijo	2.97
Tipo de Conexión	Monofásica-Aérea(C1.1)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	0.64
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	Enrg. Activa(S/. 11.7497 + 0.5221 x 44.000 kWh)	34.72
Medidor N°	00000606520898 - Electrón.	AlumbradoPublico (Alicuota : S/. 0.4389)	3.07
Hilos	2	Interés Compensatorio	0.10
Lectura Anterior	1,543.00 (20/07/2015)	Ajuste Tarifario	0.92
Lectura Actual	1,617.00 (20/08/2015)	SUB TOTAL	42.42
Diferencia de Lectura	74.00	Imp. Gral. a las Ventas	7.64
Factor	1.0000	Saldo por redondeo	0.03
Consumo	74.00 kWh	Diferencia de redondeo	0.04
Cons. Prom.(6)	115.00 kWh	Aporte Ley Nro. 28749 0.0077	0.57
Potencia Contratada	1.00 kW.	TOTAL RECIBO DE AGOSTO-2015	50.70
Inicio Contrato	09/01/2014	Descuento FOSE(Ley N°27510) S/. 3.92	
Término Contrato	08/01/2016		
Fecha Emisión	21/08/2015		

Consumo Facturado (kWh)

Importe Total (S/.)



Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Jun - 2015 S/. 73.70	Jul - 2015 S/. 70.90



EL PRONIED construye y trabaja para mejorar la infraestructura de los colegios públicos del Perú. ¡ Cuidemos nuestros colegios ! Visita www.pronied.gob.pe

FECHA DE VENCIMIENTO

08/09/2015

TOTAL A PAGAR ***50.70**

Anexo 03: Encuesta para medir el realismo de la aplicación web 3D.

CUESTIONARIO PARA EVALUAR LA VARIABLE SOLUCIONADORA “SIMULACIÓN WEB 3D DE UN DEPARTAMENTO DOMOTIZADO”.	
INDICADOR:	Realismo
1. ¿El usuario puede controlar el proceso de navegación en el Departamento domotizado de forma conveniente y de acuerdo con su necesidad o interés?	
a) SI	
b) NO	
2. ¿Los objetos 3D que se presentan en la simulación, son similares a los de un departamento real?	
a) SI	
b) NO	
3. ¿La iluminación de los focos en el departamento simulado se asemeja a la iluminación de un foco real?	
a) SI	
b) NO	
4. ¿Los sensores de iluminación se activan con la misma precisión de un sensor real?	
a) SI	
b) NO	
5. ¿La Aplicación Web 3D, le da una impresión real sobre el Departamento domotizado?	
a) SI	
b) NO	