

# Museo Virtual en 3D para la Fundación Guayasamín utilizando el Framework XNA para Aplicaciones Desktop Multimedia

Luis Miguel Córdor, Germán Ñacato Caiza, César X. Villacís

*Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", Sangolquí, Ecuador,*

[luis.condor.g@gmail.com](mailto:luis.condor.g@gmail.com), [gnacato](mailto:gnacato@espe.edu.ec), [cvillacis@espe.edu.ec](mailto:cvillacis@espe.edu.ec)

## RESUMEN

El presente trabajo presenta el levantamiento en 3D del museo "La Capilla del Hombre" de la Fundación Guayasamín que se ha realizado empleando Autodesk 3Ds Max, el lenguaje de programación C# dentro de la plataforma .NET de Microsoft y el Framework XNA como componente para la simplificación del proceso de desarrollo. Incluye un sistema de simulación que se ha realizado aplicando el Proceso Scrum con el lenguaje de modelado unificado (UML) y patrones de diseño, como un marco de trabajo referencial que se ha integrado con un método de análisis, diseño y codificación para la obtención de la aplicación final. El resultado del proyecto desarrollado constituye una aplicación piloto para la creación de nuevos modelos virtuales en beneficio de la Fundación Guayasamín que aplicará estos métodos de difusión para hacerse conocer tanto a nivel nacional como a nivel mundial.

**Palabras Clave:** Museo Interactivo, Recorrido Virtual, Scrum, UML, Modelado 3D

## ABSTRACT

This paper presents the uprising 3D museum called "La Capilla del Hombre" from the Foundation Guayasamín which has been conducted using Autodesk 3Ds Max, C # programming language within Microsoft .NET platform and the XNA Framework as component for simplifying the development process. It included a simulation system by applying the Scrum process with the Unified Modeling Language (UML). This aimed the design patterns as a framework of reference that has been integrated with a method of analysis, design and coding to obtain the final application. The result shows a project developed as a pilot application for the creation of new 3D virtual models to benefit the Foundation Guayasamín apply these methods of dissemination in order to be known both nationally and globally.

**Keywords:** Interactive Museum, Virtual Tour, Scrum, UML, 3D Modeling.

## 1. INTRODUCCIÓN

La animación 3D se ha diversificado a varios ámbitos. En arquitectura se utiliza la animación para una demostración realista de cómo serán los futuros edificios, se realizan recorridos virtuales por interiores y exteriores en donde se emplea cada vez más animación. En el pasado se veía a los computadores solo como equipos empresariales, ahora dejaron de ser simples máquinas procesadoras de números y ofrecen al usuario experiencias en vídeo, voz, datos, juegos creando innumerables opciones a desarrollarse en el ámbito multimedia.

Los motores de juegos fueron diseñados con el propósito de simplificar el nivel de abstracción al momento de desarrollar un videojuego, ahora son herramientas que permiten la creación de contenido interactivo para el usuario. Se puede visualizar en el ambiente arquitectónico, para la modelación de las edificaciones a ser construidas o también ser usados para el desarrollo de simuladores de vuelo para el entrenamiento de los futuros aviadores. Para efectos de este proyecto, éstas herramientas se utilizaron con el fin de producir una réplica virtual de un museo en el cual no sólo el usuario recorre el establecimiento, sino que además interactúa con los elementos que encuentra en su visita para tener una mayor información y una mayor profundización en los diferentes elementos que componen al museo (Condor Guachamín, 2012).

Esta investigación muestra el levantamiento en 3D del museo "La Capilla del Hombre" de la Fundación Guayasamín que se ha realizado empleando la herramienta Autodesk 3Ds Max, el lenguaje de programación C# dentro de la plataforma .NET de Microsoft y el Framework XNA como componente para la simplificación del proceso de desarrollo. Incluye un sistema de simulación que se ha realizado aplicando el Proceso Scrum con UML y patrones de diseño, como un marco de trabajo referencial que se ha integrado con un método de análisis, diseño y codificación para la obtención de la aplicación final

El resto del artículo se ha estructurado de la siguiente manera: En la sección dos se presenta los métodos empleados que incluyen información del proceso Scrum, UML y patrones de diseño así como también el framework XNA. En la sección tres se puede apreciar el proceso de diseño e implementación. La sección cuatro presenta los resultados obtenidos. La sección cinco muestra los trabajos relacionados. Finalmente la sección seis muestra las conclusiones y trabajo futuros.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Ingeniería de software

La Ingeniería de software es un paradigma que se apoya sobre un enfoque de calidad. El fundamento es la capa de proceso que define un marco de trabajo para un conjunto de áreas claves que se deben establecer para la entrega efectiva de la tecnología (Pressman, 2006). El objetivo de la Ingeniería de Software es diseñar y no trabajar en los detalles de la implementación. Lo importante es que la solución pueda ser realizada y sirva para el propósito requerido (Liu, 2003). Para el presente proyecto se toma como proceso a Scrum, un marco de trabajo referencial sobre el cual se sustenta el desarrollo. En consecuencia, este proyecto se basa en una acertada aplicación de la Ingeniería de Software para el desarrollo del recorrido virtual, enfocándose en la factibilidad de realizar cambios y llevar un control del tiempo utilizado para cada una de las tareas. En la Figura No. 1 se muestra un esfuerzo de

organización de calidad, a fin de obtener un aplicativo agradable al cliente, que en este caso fue la Fundación Guayasamín.

En este contexto, los métodos de la Ingeniería de Software indican cómo construir técnicamente una aplicación. Debido a que Scrum define un marco de trabajo, enfocado en el desarrollo y no en la documentación, en el proyecto se utiliza un método genérico de desarrollo, que aborda el análisis de requisitos, el diseño, la codificación y las pruebas constantes durante todo el desarrollo del proyecto.

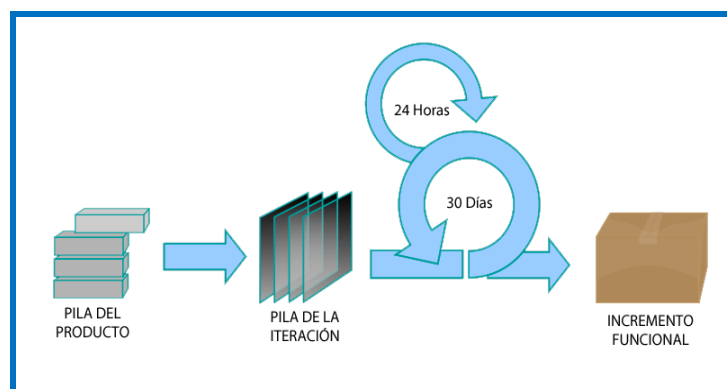
Las herramientas que proporcionan un soporte para el proceso y los métodos que apoyan el presente proyecto son UML y patrones de diseño (Flynt, 2005), aplicando los diferentes diagramas que permiten una mejor visualización de la estructura del aplicativo.



**Figura No. 1: Capas de Ingeniería de Software**

## 2.2.El proceso Scrum

Scrum define un conjunto de prácticas y roles. Se basa en: i) El desarrollo incremental de los requisitos del proyecto en bloques temporales cortos y fijos; (ii) La priorización de los requisitos por valor para el cliente y coste de desarrollo en cada iteración; (iii) La potenciación del equipo, que se compromete a entregar unos requisitos y para ello se le otorga la autoridad necesaria para organizar su trabajo; y, (iv) La sistematización de la colaboración y la comunicación tanto entre el equipo y el cliente (Münch, 2010).



**Figura No. 2: El Proceso Scrum**

En la Figura No. 2 se muestra cómo el proceso parte de la pila del producto, que representa el catálogo completo de requerimientos del sistema a desarrollar. El cliente prioriza en esta lista los objetivos balanceando el valor que le aportan respecto a su costo y se los divide en iteraciones y entregables (Schwaber, 2009). El desarrollo está dividido en tres iteraciones: la primera abarca el modelado en 3D del museo, la segunda el desarrollo del aplicativo para el recorrido virtual, y la tercera se enfoca en los complementos multimedia que van integrados en la aplicación.

### **2.3.UML y patrones de diseño**

El Lenguaje Unificado de Modelado define un conjunto de notaciones y diagramas estándar para modelar sistemas orientados a objetos, y describe la semántica esencial del significado de los diagramas y símbolos utilizados. UML se puede usar para modelar distintos tipos de sistemas: sistemas de software, sistemas de hardware, y organizaciones del mundo real (Sommerville, 2005). Los diagramas a representar dependerán del sistema a desarrollar y se deberán adaptar a las características de cada desarrollo (Booch, 2006).

Los patrones de diseño complementan a UML y detallan en profundidad cada uno de los diagramas a ser utilizados, además se incluye en los patrones la especificación de requisitos que provee una lista descriptiva de las especificaciones funcionales y no funcionales de los componentes de la aplicación.

Los patrones de diseño describen las clases cuyas instancias colaboran entre sí que deben ser adaptados para resolver problemas de diseño generales en un contexto particular. Un patrón de diseño identifica: clases, instancias, roles, colaboraciones y la distribución de responsabilidades. Para el presente proyecto se ha utilizado los diagramas de: casos de uso, clases, actividad y estado.

### **2.4. Framework XNA**

El Framework XNA se basa en la implementación nativa de .NET Compact Framework 2.0 para el desarrollo de la Xbox 360 y .NET Framework 2.0 en Windows. Dispone de un conjunto de bibliotecas de clases, promoviendo la reutilización de código máximo a través de plataformas de destino.

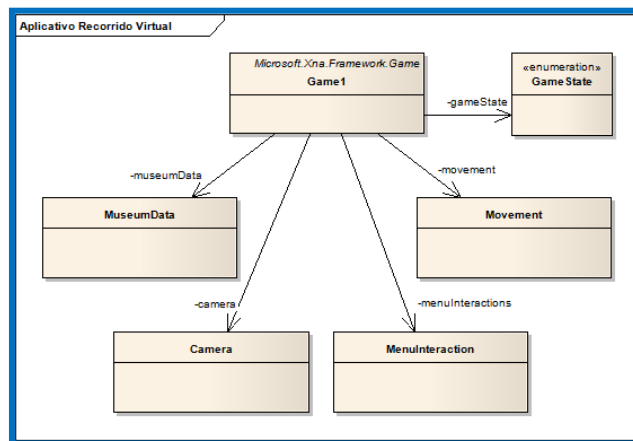
Es un conjunto de herramientas desarrolladas por Microsoft, que proporcionan una API (Application Programming Interface) para el desarrollo de videojuegos en varias plataformas. Técnicamente se lo puede considerar como un marco de trabajo, basado en DirectX y .NET. Por lo tanto, permite simplificar y hacer más intuitivo el uso de las librerías nativas de DirectX y simplifica de manera notable la programación permitiendo la concentración del esfuerzo en el contenido a desarrollar (Colmena de Celis, 2010). Aunque XNA es un kit de desarrollo gratuito, existe sin embargo un costo implícito cuando el IDE a utilizar es Microsoft Visual Studio 2008 o 2010. En este proyecto se utilizó una licencia académica de Microsoft Visual Studio.

### 3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

#### 3.1. Diagramas UML

##### 3.1.1. Diagrama de Clases

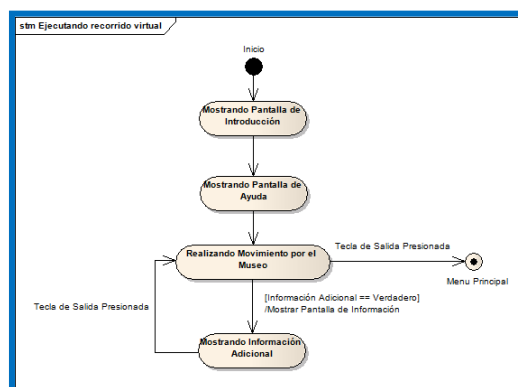
La Figura No. 3 muestra las clases que componen el aplicativo del recorrido virtual. La clase "Game1" proporciona la inicialización básica de dispositivo gráfico y lógica de juego. La clase "camera" maneja la visualización y el movimiento del usuario dentro del modelo del museo. La clase "Movement" controla el movimiento de la cámara dentro del modelo, impidiendo el paso por paredes y permitiendo el movimiento por escaleras y puertas. La clase "MuseumData" provee la información documental de las obras y pinturas en exposición. La clase "MenuInteraction" junto con "Game State" permiten navegar por los diferentes estados de la aplicación (Menú Principal, Video, Recorrido, Ayuda, Base Documental).



**Figura No. 3: Diagrama de clases del aplicativo.**

##### 3.1.2. Diagrama de Estado

En la Figura No. 4 se puede apreciar el diagrama de estado correspondiente al recorrido virtual por dentro del modelo del museo. Inicia con la pantalla de introducción y ayuda donde se muestran los controles de la aplicación, y se mantiene en el estado del movimiento por el museo hasta que el usuario decida salir.

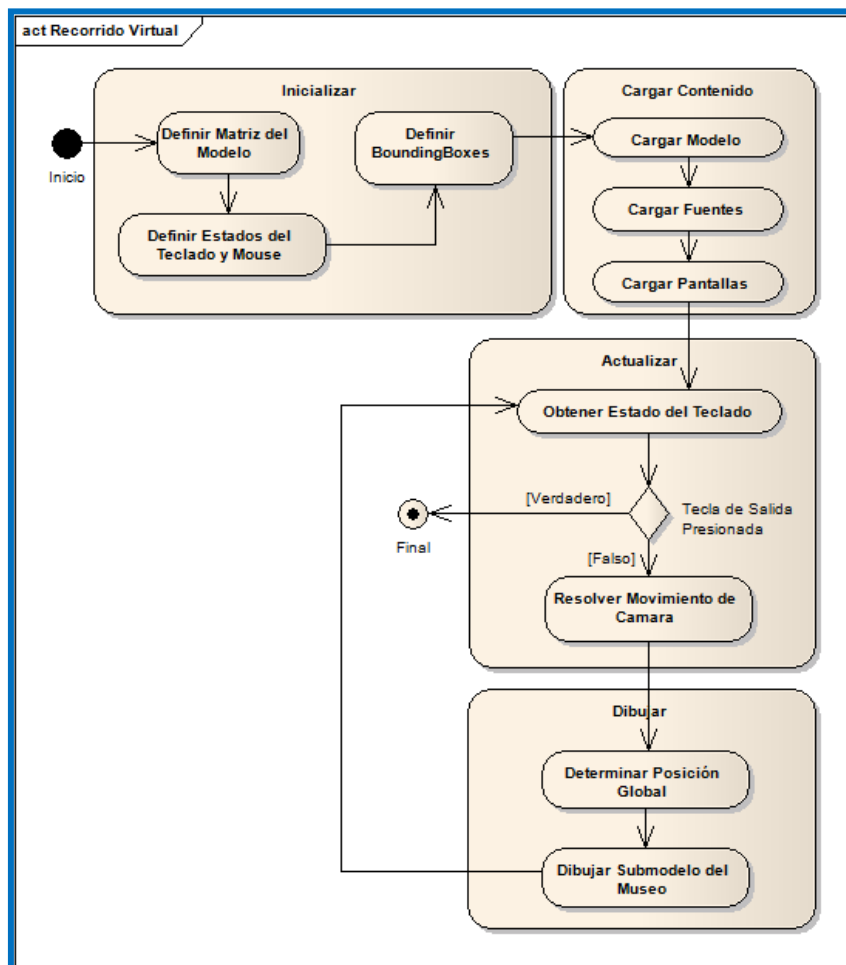


**Figura No. 4: Diagrama de estado del recorrido virtual.**

### 3.1.3. Diagrama de Actividad

La Figura No. 5 muestra el diagrama de actividad de la ejecución del recorrido virtual. El programa crea una matriz del modelo para poder ser desplegada en la pantalla. Luego define el estado inicial del teclado y mouse, iniciándolos para poder interpretar las instrucciones que ingrese el usuario, y posteriormente define los límites por los cuales podrá moverse el usuario (BoundingBoxes). El siguiente paso es cargar el modelo del museo virtual, creado con el programa Autodesk 3ds Max, junto con las fuentes textuales y las pantallas de las opciones de introducción, ayuda e información.

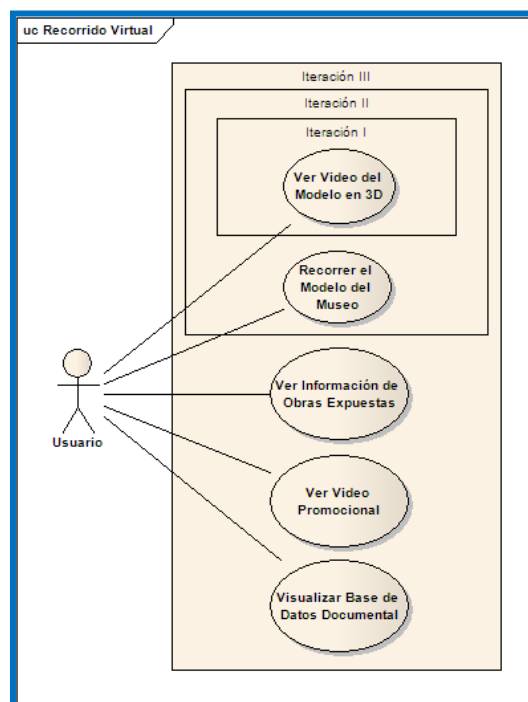
Los métodos: actualizar y dibujar, son utilizados para permitir al usuario recorrer el modelo virtual. El método actualizar se encarga de la lógica de la aplicación, lee cualquier entrada realizada por el usuario con el teclado y verifica la tecla presionada, si es una tecla de movimiento se realiza el movimiento de la cámara por dentro del modelo. Luego la aplicación hace un llamado al método de dibujo, con el cual se determina el lugar en el que se encuentra el usuario, además de los elementos del modelo que deben ser mostrados en pantalla. El modelo no se carga en su totalidad a todo momento, sino que solo el área que visualiza el usuario es cargada en memoria. El ciclo entre los dos métodos continúa hasta que el usuario decida salir de la aplicación.



**Figura 5: Diagrama de estado del recorrido virtual.**

### 3.1.4. Diagrama de Casos de Uso

La Figura No. 6 muestra el diagrama de casos que comprende los hitos del desarrollo del aplicativo, subdividido en las tres iteraciones definidas para el proyecto.



**Figura No. 6: Diagrama de casos de uso de la aplicación.**

## 3.2.El proceso SCRUM

### 3.2.1. Roles

Los roles que actúan en el proyecto se los divide en dos grupos diferenciados por su nivel de compromiso y por el grado de involucramiento con el proyecto en desarrollo. En el primer grupo se tiene los roles que están comprometidos enteramente con el desarrollo y el éxito del aplicativo:

- ❖ Dña. Berenice Guayasamín representa a la propietaria del producto, como representante de la Fundación Guayasamín, además personifica a todos los interesados con el proyecto, verificando continuamente el avance del mismo.
- ❖ Los responsables de la correcta dirección de los avances del proyecto.
- ❖ Luis Miguel Córdor quien es el encargado del desarrollo del aplicativo en cada una de las iteraciones.

Además existen los roles externos, que tienen cierto grado de relevancia en el proceso Scrum, y que deben ser tomados en cuenta para un mayor grado de satisfacción con el aplicativo, los cuales son:

- ❖ *Los usuarios*, personas o entidades que van a recibir el CD Interactivo con el Recorrido Virtual. Dentro del proceso de desarrollo del proyecto los usuarios se enfocan al para que el sistema sea fácil de usar por cualquier persona que no tenga muchos conocimientos de informática.

- ❖ *El cliente* representa una generalización mayor del Propietario del Producto, dentro del presente proyecto está personificado por la Fundación Guayasamín, entidad a la cual será entregado el aplicativo completo para su posterior distribución.
- ❖ *Los administrativos* del museo "La Capilla del Hombre", facilitaron la información, fotografías y facilidades de acceso al museo, elementos necesarios para el desarrollo del modelo en 3D.

### 3.2.2. Artefactos

Scrum dictamina la creación de la pila del proyecto como se aprecia en la Tabla No. 1, la misma que contiene los requisitos totales del aplicativo a desarrollar, como un punto de inicio para el desarrollo del proyecto.

**Tabla No. 1: Pila Completa del Producto**

ITERACIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN	ESFUERZO ESTIMADO (horas)	PRIORIDAD
1	1	Tomar las medidas físicas del museo.	5	ALTA
	2	Fotografiar las obras en exposición.	5	ALTA
	3	Modelar el museo en Autodesk 3ds Max 2010.	100	ALTA
	4	Determinar la iluminación a usar en el modelo.	4	MEDIA
	5	Realizar un video del modelo del museo.	6	BAJA
2	6	Configurar las herramientas de XNA Game Studio 3.1.	5	ALTA
	7	Desarrollar el recorrido virtual por el museo.	110	ALTA
	8	Generar el instalador del aplicativo.	3	MEDIA
	9	Documentar los manuales de usuario.	2	BAJA
3	10	Documentar la información de las obras y exposiciones.	10	ALTA
	11	Desarrollar los diferentes estados del aplicativo.	20	ALTA
	12	Integrar la base documental en el aplicativo.	30	MEDIA
	13	Compilar toda la información en un medio óptico.	10	MEDIA

Se ha subdividido los diferentes ítems que llevarán a la culminación de cada iteración, y además se expresa el esfuerzo estimado requerido para la culminación de cada hito y la prioridad que éstos tienen en relación al proyecto en general. Se requiere la priorización de cada ítem a fin de que el cliente pueda decidir si desea o no continuar con el desarrollo de la aplicación, y en caso de ocurrir un recorte económico de fondos o un plazo de culminación menor, se pueden obviar los ítems con prioridad más baja.

### 3.2.3. Iteraciones

Cada iteración representa una parte del aplicativo desarrollado. El proceso Scrum requiere la subdivisión de todas las tareas en iteraciones, a fin de obtener un entregable al final de cada una y decidir si es factible la continuación del proyecto o si se debe dar por terminado. Se ha realizado un total de tres iteraciones durante el desarrollo del proyecto. La primera iteración es el modelado en 3D del museo "La Capilla del Hombre". Un trabajo en conjunto con la propietaria del producto quien facilitó el proceso de inspección del museo y permitió la toma de fotografías y medidas de la edificación, con el objetivo de obtener un modelo apegado a la realidad. Con todas las mediciones y los datos obtenidos se procede a la creación de un plano



completo de las áreas a ser modeladas, con la ayuda del software Autodesk 3ds Max se realiza el modelado y renderización para obtener el video que viene a constituir el Incremento obtenido de esta iteración.

La segunda iteración se enfoca el trabajo para implementar la aplicación que permite realizar un recorrido virtual, por el modelo del museo generado en la anterior iteración. Mediante el IDE Visual Studio, junto con el Framework XNA y el lenguaje de programación C#, se consigue la creación de un aplicativo de manera rápida y eficaz. En primera instancia se diseña la cámara y el movimiento de la misma, luego del cual se cargan las diferentes partes del museo, subdividiendo en secciones para que no exista tanto contenido cargado en memoria. Al final de la iteración se obtiene un aplicativo que permite recorrer todas las salas y el exterior del museo.

Finalmente en la tercera iteración se planteó el reto de expandir más la información contenida en el recorrido virtual. En esta iteración se agrega la base documental de archivos de las obras y el video del recorrido, además se genera un archivo ejecutable que no requiere instalación y la aplicación puede ser ejecutada desde el CD Interactivo sin necesidad de instalar la aplicación en el computador. Al final de la iteración la aplicación interactiva multimedia fue entregada a la propietaria del producto para que pueda reproducirlo y distribuirlo, culminando así el desarrollo del aplicativo.

#### 4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

##### 4.1. Evaluación de objetivos alcanzados

Los resultados obtenidos luego del desarrollo del aplicativo, con respecto a los objetivos planteados al inicio del proyecto, se pueden apreciar en la Tabla No. 2. De la misma manera, la Figura No.7 muestra uno de los modelos de la aplicación, correspondiente al primer piso. Como se puede observar, el modelo en 3D del museo posee todas las pinturas, esculturas y muebles deseados para una correcta y fiel representación del museo físico, lo cual permite mostrar a los usuarios finales el estado real del museo. El recorrido virtual corresponde a solo uno de los varios museos que administra la fundación Guayasamín, por lo cual se recomienda un estudio que evalué la factibilidad de realizar un recorrido similar en las otras edificaciones y exposiciones que posee la fundación mencionada.

**Tabla No. 2: Evaluación de Objetivos Alcanzados**

TIPO	OBJETIVO	RESULTADOS
<b>General</b>	Desarrollar un museo virtual en 3d para la fundación Guayasamín, utilizando el Framework XNA.	Se desarrolló con éxito el recorrido virtual utilizando las tecnologías mencionadas.
<b>Específico</b>	Realizar el diseño y desarrollo de la aplicación del museo virtual con el Framework XNA aplicando Scrum con UML y patrones de diseño.	La aplicación base fue creada para poder cargar cualquier modelo virtual y recorrer el mismo. Se aplicó Scrum junto con UML y patrones de diseño en el desarrollo lo cual facilitó el control del avance del proyecto.
	Desarrollar el modelo 3D de la aplicación con la herramienta Autodesk 3ds Max 2010.	Se creó un modelo 3D del museo para su posterior utilización en el aplicativo del recorrido virtual.
	Implementar el recorrido virtual del museo mediante el uso del Framework XNA y C#.NET como el lenguaje de programación.	Se mejoró el aplicativo del recorrido virtual a fin de cumplir con los requisitos propuestos y es posible ahora recorrer el museo virtual y acceder a la base documental de archivos del mismo.



**Figura No. 7: Modelo del primer piso.**

## **5. TRABAJOS RELACIONADOS**

Se han encontrado dos trabajos más relevantes de recorridos virtuales de museos: El trabajo propuesto por [10] MUVA, Museo Virtual de Arte está concebido como un museo interactivo en donde se registran las obras del arte del Uruguay contemporáneo. El trabajo propuesto por [11], presenta la visita al templo más grande de la Iglesia católica, Ciudad del Vaticano. Este proyecto ha involucrado durante dos años a estudiantes de la Universidad de Villanova en Pennsylvania, a quienes se les permitió fotografiar las joyas del arte de todos los tiempos. Es una de las exploraciones más innovadoras de una obra de arte. Los peregrinos y turistas virtuales pueden utilizar acercamientos y observar los detalles de las obras de arte gracias a la elevada resolución.

## **6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO**

El presente trabajo presentó el análisis, diseño e implementación del recorrido virtual en 3D del museo "La Capilla del Hombre" de la Fundación Guayasamín que se ha realizado empleando Autodesk 3Ds Max, C# dentro de la plataforma .NET de Microsoft y el Framework XNA como componente para la simplificación del proceso de desarrollo. Incluyó un sistema de simulación aplicando el Proceso Scrum con el lenguaje de modelado UML y patrones de diseño, como un marco de trabajo referencial que se ha integrado con un método de análisis, diseño y codificación para la obtención de la aplicación final. Los resultados muestran la funcionalidad del modelo en 3D del museo con las pinturas, esculturas y muebles deseados para una correcta y fiel representación del museo físico, lo cual permite mostrar a los usuarios finales el estado real del museo. El proyecto desarrollado constituye una aplicación piloto para la creación de nuevos modelos virtuales en beneficio de la Fundación

Guayasamín que aplicaría estos métodos de difusión para hacerse conocer tanto a nivel nacional como a nivel mundial.

En razón de que el recorrido virtual corresponde a solo uno de los varios museos que administra la fundación Guayasamín, como trabajo futuro se planea un estudio que evalué la factibilidad de realizar un recorrido similar en las otras edificaciones y exposiciones que posee la fundación mencionada en un entorno distribuido.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Booch, G. (2006). El lenguaje unificado de Modelado. Addison wesley.
- Colmena de Celis, J. M. (2010). Un entorno virtual con clientes remotos sobre la plataforma XNA. Madrid.
- Condor Guachamín, L. M. (2012). Análisis, diseño e implementación de un museo virtual en 3D para la fundación Guayasamín, utilizando el Framework XNA para aplicaciones desktop multimedia. Quito: ESPE.
- Flynt, J. P. (2005). Software Engineering for Game Developers. Boston: Thomson Course Technology PTR.
- Innovative Media Inc. (27 de Jul de 2010). El mundo visto desde Roma. Recuperado el 17 de Ago de 2013
- Liu, J. (26 de Febrero de 2003). The Newspaper of the University of Waterloo Engineering Society. Recuperado el 14 de Abril de 2011, de [http://iwarrior.uwaterloo.ca/props/?module=displaystory&story\\_id=1051](http://iwarrior.uwaterloo.ca/props/?module=displaystory&story_id=1051)
- Münch, J. (2010). New Modeling Concepts for Today's Software Processes. Paderborn: Proceedings.
- País, Guillermo Pérez Rossel. (1 de Mar de 1996). MUVA. Recuperado el 23 de May de 2013, de <http://muva.elpais.com.uy/>
- Pressman, R. S. (2006). Ingeniería del software: un enfoque Práctico. Madrid: McGraw-Hill.
- Schwaber, K. (2009). Agile Project Management with Scrum. O'Reilly Media.
- Sommerville, I. (2005). Ingeniería de Software. Madrid: Pearson Educación S.A.