**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE**

**INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**





**PROYECTO FIN DE CARRERA**

*TÍTULO DEL PFC*

**INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

MÁLAGA, 2009 MANUEL JESÚS ROMERO PERALES

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE**

**INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**

**Titulación: Ingeniería de Telecomunicación**

Reunido el tribunal examinador en el día de la fecha, constituido por:

D./Dª.

D./Dª.

D./Dª.

para juzgar el Proyecto Fin de Carrera titulado:

**TÍTULO DEL PFC**

del alumno D./Dª.

dirigido por D./Dª.

ACORDÓ POR \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ OTORGAR LA CALIFICACIÓN DE \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Y, para que conste, se extiende firmada por los componentes del tribunal, la presente diligencia

Málaga, a \_\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| El Presidente | El Vocal | El Secretario |
|  |  |  |
| Fdo.: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Fdo.: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Fdo.: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE**

**INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**

**TÍTULO DEL PFC**

**REALIZADO POR:**

*Manuel Jesús Romero Perales*

**DIRIGIDO POR:**

*Ricardo Ron Ángevin*

**DEPARTAMENTO DE: Tecnología Electrónica**

**TITULACIÓN: Ingeniería de Telecomunicación**

**PALABRAS CLAVE:**

**RESUMEN:**

Málaga, mes y año de presentación

Agradecimientos

Esta sección no es en absoluto obligatoria, pero es el lugar correcto para dedicar el proyecto a las personas/instituciones/empresas/… que se desee.

Resumen

Un texto breve (una cara aproximadamente) que describa qué se ha hecho en el proyecto, sus principales objetivos, la utilidad que se le quiere dar, si está destinado a algún cliente real, aspectos sobre la tecnología usada y cosas similares que permitan hacerse una idea rápida del trabajo realizado.

Se trata de describir brevemente todos los aspectos más importantes del proyecto destacando en lo posible sus puntos fuertes para permitir comprenderlo fácilmente en una lectura rápida sin tener más referencias del mismo. Por tanto, no debe ser un texto demasiado largo ni complejo.

*Abstract*

Traducción al inglés del resumen anterior. Conviene hacerlo una vez se tenga la versión definitiva de dicho resumen. Se recomienda consultar al director del proyecto acerca de si considera adecuado que aparezca esta sección.

Palabras Clave

Índice General

[1 Introducción 13](#_Toc228804601)

[1.1 Motivaciones del proyecto 13](#_Toc228804602)

[1.2 Objetivos 13](#_Toc228804603)

[1.3 Alcance del proyecto 13](#_Toc228804604)

[1.4 Estudio de la Situación Actual 14](#_Toc228804605)

[1.4.1 Evaluación de Alternativas 14](#_Toc228804606)

[2 Aspectos teóricos relevantes 15](#_Toc228804607)

[2.1 Sistema BCI (Interfaces Cerebro-Computadora) 15](#_Toc228804608)

[2.2 Realidad Virtual 15](#_Toc228804609)

[2.3 VRML (Virtual Reality Modelling Language) 15](#_Toc228804610)

[3 Herramientas utilizadas 17](#_Toc228804611)

[3.1 Introducción 17](#_Toc228804612)

[3.2 Entorno de trabajo 17](#_Toc228804613)

[3.3 3D Studio Max 18](#_Toc228804614)

[3.3.1 Interfaz del 3ds max 18](#_Toc228804615)

[3.3.2 Utilizando 3ds max 18](#_Toc228804616)

[3.4 Cortona 3D Viewer 19](#_Toc228804617)

[3.5 Matlab 19](#_Toc228804618)

[4 Descripción general de los mundos 20](#_Toc228804619)

[4.1 Vivienda virtual 20](#_Toc228804620)

[4.2 ETSI Telecomunicación 20](#_Toc228804621)

[4.3 Simulador virtual de vuelo 21](#_Toc228804622)

[5 Modelado de Vivienda Virtual 22](#_Toc228804623)

[5.1 Descripción general 22](#_Toc228804624)

[5.2 Implementación 22](#_Toc228804625)

[5.2.1 Plano de planta 22](#_Toc228804626)

[5.2.2 Paredes y contorno a partir del plano 22](#_Toc228804627)

[5.2.3 Planos de suelo 22](#_Toc228804628)

[5.2.4 Huecos para puertas y ventanas 23](#_Toc228804629)

[5.2.5 Puertas 23](#_Toc228804630)

[5.2.6 Ventanas 23](#_Toc228804631)

[5.2.7 Exteriores 23](#_Toc228804632)

[5.2.8 Iluminación de la escena 23](#_Toc228804633)

[5.2.9 Texturización 24](#_Toc228804634)

[5.2.10 Decoración interior 25](#_Toc228804635)

[5.3 Integración con sistema BCI existente 25](#_Toc228804636)

[5.3.1 Sensores de proximidad 25](#_Toc228804637)

[5.3.2 Escalado de dimensiones 25](#_Toc228804638)

[5.3.3 Exportación a VRML 25](#_Toc228804639)

[6 Modelado de ETSIT 27](#_Toc228804640)

[6.1 Descripción general 27](#_Toc228804641)

[6.2 Implementación 27](#_Toc228804642)

[7 Modelado del simulador de Vuelo 28](#_Toc228804643)

[7.1 Descripción general 28](#_Toc228804644)

[7.2 Implementación 28](#_Toc228804645)

[8 Conclusiones y Ampliaciones 29](#_Toc228804646)

[8.1 Conclusiones 29](#_Toc228804647)

[8.2 Ampliaciones 29](#_Toc228804648)

[9 Referencias Bibliográficas 31](#_Toc228804649)

[9.1 Libros y Artículos 31](#_Toc228804650)

[9.2 Referencias en Internet 32](#_Toc228804651)

[10 Apéndices 32](#_Toc228804652)

[10.1 Glosario y Diccionario de Datos 32](#_Toc228804653)

Índice de Figuras

[Figura 4‑1: Interior de vivienda virtual 20](#_Toc228803767)

[Figura 4‑2: ETSIT Telecomunicación virtual 21](#_Toc228803768)

[Figura 4‑3: Simulador virtual de vuelo 21](#_Toc228803769)

# Introducción

En los siguientes capítulos de esta memoria se va a describir el diseño e implementación de diferentes entornos virtuales desarrollados utilizando técnicas de realidad virtual.

El concepto de memoria de un proyecto es, en esencia, un resumen del proyecto para personas que desconozcan o no posean conocimientos avanzados de la naturaleza del proyecto y/o sus tecnologías, o incluso no posean conocimientos específicos de informática. Por tanto, debemos orientarla de manera que cualquier persona pueda entender que se ha hecho durante todo el proyecto.

Los puntos obligatorios de la memoria varían mucho de unos proyectos a otros, pero en este documento se proponen unos mínimos. En muchos casos, la memoria tiene un apartado por cada parte importante del proyecto, por ejemplo (Introducción, Requerimientos, Análisis y Diseño, Presupuesto, etc.) y en cada apartado se resume (para el perfil de lector mencionado anteriormente) el contenido del apartado técnico correspondiente. En cualquier caso, podemos orientar la memoria de la siguiente forma:

## Motivaciones del proyecto

La principal motivación del desarrollo de este proyecto es la de proporcionar a los sistemas BCI de tres entornos virtuales que se asemejen, con el mayor grado posible a la realidad que intentan representar, con la finalidad de realizar de una manera mucho más entretenida y familiar el uso de estos sistemas, y que el paso a su implementación y explotación en entornos reales sea menos costosa.

## Objetivos

El objetivo de este proyecto es el diseño e implementación de mundos tridimensionales virtuales, utilizando técnicas de realidad virtual, logrando el mayor grado de inmersión posible, proporcionando la sensación visual de encontrarse en los tres entornos siguientes:

1. El interior de una vivienda.
2. La planta baja de la Escuela Técnica Superior de Telecomunicaciones de Málaga.
3. Un simulador de vuelo, recreando el vuelo sobre la ciudad de Málaga y alrededores.

Un último objetivo es el de adecuar el desarrollo e implementación de los mundos virtuales de modo que la integración con el sistema BCI existente y el interfaz de navegación, elaborado en el Departamento de Tecnología Electrónica, se produzca de forma casi inmediata .

## Alcance del proyecto

## Estudio de la Situación Actual

En esta sección deben identificarse y describirse sistemas similares al que se va a desarrollar, estableciendo una comparación entre lo que ofrecen estos sistemas y lo que pretendemos lograr con el proyecto, para de esta forma diferenciar nuestro desarrollo de lo ya existente.

No tienen porque ser sistemas que hagan lo mismo que el nuestro, sino que pueden ser sistemas que contengan funcionalidad en común con una parte significativa o bien que estén orientados a un conjunto de potenciales usuarios similar.

En esta sección también es adecuado evaluar las posibles herramientas o lenguajes de programación utilizables para el proyecto y determinar cual (o cuales) se adaptan mejor a nuestras necesidades concretas (de forma justificada).

Conviene en general destacar los puntos en común y las principales discrepancias entre estos sistemas y el nuestro, con la idea de ver en qué sentido nuestro desarrollo supone una ganancia o mejora sobre ellos (también puede orientarse a resolver ciertos defectos de los mismos, mejorar algunas funciones para hacerla más completa, rápida o fácil de usar, etc.). Si los sistemas carecen de alguna funcionalidad que el nuestro va a incorporar, conviene también destacarlo (precisamente esto puede ser una de las principales aportaciones del mismo).

En general, conviene usar esta sección como un primer paso para “promocionar” las “bondades” de nuestro proyecto.

### Evaluación de Alternativas

En esta sección se describirán, una por una, todas las alternativas estudiadas. Conviene estudiar 3 o 4 alternativas importantes, salvo que por algún motivo justificado se deba incluir un número menor o mayor de las mismas. En todo caso, siempre es conveniente cuidar de que en esta sección haya un conjunto de sistemas significativo. En función de lo dicho anteriormente, cada sistema podrá dividirse en tres secciones: “Descripción”, “Ventajas” e “Inconvenientes”, aunque es posible cualquier otra división que contenga los aspectos descritos, dependiendo de qué tipo de sistemas se estudien.

# Aspectos teóricos relevantes

## CREACION DE UN MUNDO VIRTUAL

Existen tres modalidades de construcción de mundos virtuales:

* Un editor de texto
* Una aplicación constructora o *builder* de VRML
* Un modelador 3D o herramienta CAD especializada con capacidad conversora a VRML.

### Componentes de un mundo virtual

Todo mundo virtual debe poseer necesariamente:

- Una ESCENA dentro de la cual desarrollarse.

- Escala

- Un conjunto de OBJETOS GRAFICOS y sus características.

- Forma

- Color

- Textura

- Comportamiento

- Ubicación

- Unas condiciones AMBIENTALES entre las que figuran:

- Luz y/o sonido.

### Pasos a cumplimentar en la construcción de un mundo virtual

Existen varios caminos. Como ejemplo adoptamos la siguiente secuencia:

1. Concepción inicial de mundo, sus componentes y comportamiento.

1) Utilización de un MODELADOR GEOMETRICO para construir objetos del mundo.

2) Exportar los Objetos construidos a ficheros VRML 2.0.

3) Recolectar en los repositorios VRML, si fuere requerido, MODELOS

MENORES, que pueden estar en diferentes tipos de formato 3D.

4) Recolectar y/o construir las TEXTURAS que van a utilizarse.

6) Agrupar objetos en una ESCENA

- iluminarlos,

- texturizarlos

- añadir comportamientos.

- preparar cámaras (viewpoint cameras).

7) Ajustar (tweak) la escala de objetos y escena de modo tal que se reduzca el riesgo de operar con el producto directo del convertidor que muchas veces adopta un tamaño excesivo y lento para "cargar" (load) y representar (render).

(Este paso es optativo pero aconsejable para evitar deserciones

de los participantes que acceden al mundo).

8) Probar el resultado y realizar los ajustes necesarios.

### Comentarios adicionales

**CONSTRUCCION DE ESCENAS**

El proceso de construir una escena en base al acceso directo al listado alfanumérico del mundo es largo y tedioso. Si se trata de mundos con algún grado de complejidad y extensión es preferible recurrir a algún MODELADOR DE ESCENA de los cuales existen varios en el Repositorio de VRML en el SDSC (dentro de la lista de modeladores geométricos). Esto es bastante lógico por cuanto a menudo la misma herramienta ejecuta los dos trabajos. Sin embargo, tenga siempre en cuenta que la herramienta que resulta mejor para generar objetos no necesariamente es la mejor para ordenarlos y que una herramienta dotada de pocos recursos para generar objetos puede ser excelente para ordenar objetos, luces y puntos de vista.

**MODELACION DE OBJETOS**

Un modelador geométrico permite construir formas geométricas tridimensionales incluyendo recortado y extrusión y otros recursos para la generación de formas. Ese modelador permite además colores y texturas, brindando en general la posibilidad de embellecer objetos.

En la actualidad casi todos los programas de CAD y de modelación general permiten exportar resultados hacia VRML y muchos de ellos lo hacen a VRML 2.0. También pueden conseguir modeladores especialmente orientados a VRML. Bajo esas variadas circunstancias, lo más importante en una selección es que el participante elija un modelador que le resulte cómodo, útil y confiable....Y para eso debe ejercitarse y practicar en el uso de dicha herramienta.

**INSTANCIACION (Instancing)**

Una vez definidos inicialmente, los objetos pueden ser reutilizados en un mundo VRML. Esta técnica puede ayudar a mantener un tamaño reducido para un archivo de mundos. Una vez definido, un objeto puede ser utilizado muchas veces. A esta técnica se la denomina INSTANCIACION. Y, aun cuando existen algunas limitaciones a su aplicación, su empleo puede hacer la codificación VRML mas fácil de escribir y de mantener, y sus mundos virtuales mas fáciles de "bajar" (download).

**COMPONENTES GRAFICOS- POLIGONOS**

Los polígonos constituyen los "átomos" geométricos del mundo virtual.

Las formas que constituyen un mundo virtual están hechas de polígonos. A mayor complejidad de forma, mayor será el numero de polígonos requeridos. Un cubo, por ejemplo es una forma sencilla que puede ser descrita con doce polígonos, dado que cada cara está conformada por dos triángulos. En contraste, una esfera de apariencia simple requiere para su construcción de más de doscientos polígonos triangulares. Y mientras más objetos se agreguen a un mundo su cuenta de polígonos crecerá. Cada vez que el visitante al mundo cambie su punto de vista (visualizador) deberá redibujar la escena. Mientras mas polígonos se involucren en la descripción de un mundo, mayor tiempo tomara redibujarlo. En consecuencia reducir el número de polígonos constituye un modo de incrementar la velocidad de navegación.

Por tanto, mediante la utilización de muchos de polígonos podemos llegar a visualizar modelos más elaborados como esferas, toros, paralelepípedos, etc. Bien como modelos rellenos o bien como modelos de hilo de alambre.

En realidad, todas las superficies tridimensionales son reducidas a una malla de triángulos debido a que los cálculos sobre estos son mucho más sencillos.

**TEXTURAS Y COLORES**

La utilización de texturas es determinante para dar una apariencia real al material del que estén constituidos los modelos de la escena. Una textura es una imagen que se pega a un modelo tridimensional de forma que parezca que forma parte del objeto, dando mayor complejidad al objeto sin utilizar apenas más geometría.

Para poder utilizar las texturas en tiempo real se utiliza una **Memoria de Texturas** , dedicada específicamente a guardar todas las texturas que el sistema pretenda usar en tiempo real. Por lo tanto la cantidad de texturas que pueda usar el sistema estará limitada por la cantidad de memoria de texturas disponible.

El VRML permite que puedan "mapearse" (Mapping) texturas sobre las superficies de un objeto. Las texturas incorporadas a la construcción de un mundo virtual pueden incrementar en mucho el tamaño de dicho mundo. Esto afectara ambas su capacidad para "cargarlo" y redibujarlo. En consecuencia, si van a emplearse texturas debería evitarse el cubrir superficies muy grandes así como evitar el exceso de colores, aunque en ciertas circunstancias puede ser inevitable y hay que cargar con ello.

**PUNTOS DE VISTA**

De no existir puntos de vista determinados, el visitante puede, de pronto, hallarse mirando en la dirección equivocada. Uno puede casi siempre elegir un mejor punto de vista que aquel aportado por la opción de defecto. Si se involucra a la escena, uno puede utilizar camaras con punto de vista (viewpoint cameras) para lograr que los visitantes se desplacen de un sitio de interés a otro. No debe abandonarse a los visitantes por cuanto hay el riesgo de que no vean lo que queremos que vean.

**RECICLANDO RECURSOS EXISTENTES**

Existe en la Internet un vasto numero de recursos de modelación y texturado que aguardan su reutilización, siempre y cuando

a) se otorgue el debido crédito a sus autores,

b) se recuerde que estos modelos al ser insertados en el mundo virtual en desarrollo resultan las mas de las veces demasiado grandes para ser prácticos y hay que redimensionarlos (tweaking), optimizarlos (optimize),

c) estos modelos vienen imbuidos por un estilo artístico que no es el propio y puede ser requerida su compatibilización (transform) con respecto al resto de la escena.

La mayor parte de los modelos así capturados poseen formatos CAD convencionales, tales como 3DS y DXF.

**ESCALADO, OPTIMIZACIÓN y TRANSFORMACION**

El sacrificio de tamaño que deba aceptar una escena se ve recompensado con mayor rapidez y mejor apariencia en el resultado obtenido.

Una vez definida la proyección que se va a utilizar y modelados los objetos de la escena, podemos proceder a situarlos donde deseemos con la orientación y tamaño que deseemos utilizando transformaciones básicas como traslaciones, rotaciones o escalados, o bien composiciones de las mismas.

Por otro lado herramientas CAD como 3dStudio incluyen facilidades de optimización de las características de los objetos.

**ILUMINACION**

Las escenas en las que no utilizamos iluminación dan una apariencia plana, sin profundidad. La introducción de la luz permite dar una mayor apariencia real a los objetos a costa de complejos algoritmos que tienen en cuenta el vector normal a cada uno de los triángulos que conforman cada superficie, la normal en cada vértice de los triángulos o la normal en cada punto del modelo. Son algoritmos que por lo tanto sobrecargan bastante el sistema. El tipo y número de luces son determinantes en el número de cálculos.

* Tipos de luz: direccional, spot y ambiente
* Propiedades de la luz: posición, dirección, color.
* Propiedades de los objetos: color, transparencia, luz ambiente, luz difusa, lud de brillo, luz difusa, luz emisiva.

## Sistema BCI (Interfaces Cerebro-Computadora)

En los últimos años ha crecido mucho el interés por encontrar una nueva interfaz de comunicación entre el cerebro humano y el exterior, sobre todo en el campo de la medicina con el objetivo de establecer un nuevo canal de control para personas físicamente incapacitadas y de este modo restaurar la función que dicha discapacidad le impide realizar, y mejorar de forma general la interacción de los humanos con los ordenadores.

Una Interfaz Cerebro-Computadora, más conocida por sus siglas en inglés BCI *(Brain-Computer Interface)*, es un sistema que permite controlar un dispositivo externo a través del cerebro.

Hay varias señales electrofisiológicas emitidas por el cerebro que pueden llegar a ser controladas por el individuo, pero las señales electroencefalográficas (EEG) destacan como la técnica más ampliamente aplicada para implementar un sistema BCI, especialmente debido a su carácter no invasivo, fácil aplicación y el precio comparativamente bajo de los equipos necesarios [1,2].

Las señales EEG tienen un carácter no invasivo, es decir, no requieren del implante de ningún tipo de dispositivo en el cuerpo humano. Aún así, resulta evidente que se necesitará algún dispositivo para capturar dichas señales, y suele ser común el uso de electrodos aplicados sobre el cuero cabelludo del individuo. Dichos electrodos, que pueden estar dispuestos sobre un gorro como el de la figura 1.1, captan la actividad eléctrica cerebral (a niveles de micro voltios) y la amplifican para que puedan ser analizadas.



Figura 1.1: Gorro con electrodos

Un sistema BCI, se basa en el análisis de señales EEG adquiridas durante una actividad mental concreta. El sistema consigue transformar estas señales EEG en una señal de control capaz de ejecutar funciones en un ordenador (mover un cursor, el ratón, seleccionar una opción de navegación en un mundo de realidad virtual,…) o en un hardware específico.

## Realidad Virtual

Existe un gran número de conceptos asociados con las palabras *realidad virtual.* Pero el que más se aproxima a la intención que persigue este proyecto es la siguiente:

*"Realidad virtual: un sistema de computación usado para crear un mundo artificial en el que el usuario tiene la impresión de estar en ese mundo y la habilidad de navegar y manipular objetos en él". Manetta C. y R. Blade (1995)*

Por lo tanto, la realidad virtual es la representación de una serie de elementos a través de software informático y equipamiento electrónico, con el objetivo de crear entornos sintéticos con el mayor realismo posible en los que sumergir al individuo, proporcionándole la sensación de encontrarse realmente en el mundo y con la capacidad de navegar e interactuar con los elementos que se encuentran dentro de él.

DESCRIBIR LOS TIPOS DE REALIDAD VIRTUAL y SOBRETODO ESPECIFICAR MAS CONCIENZUDAMENTE LA REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA

## VRML (Virtual Reality Modelling Language)

VRML stands for Virtual Reality Modelling Language. VRML is an ASCII-based open, non-proprietary language. This means that it can be used by anyone without licensing. It has been officially adopted by International Standardization Organization (ISO). The current version of this language supports animation, spatial sound, collision detection and scripting. Virtual reality is defined by a VRML file which consists of a multi-tree of nodes. Each node is of a predefined type but note that new types of nodes can be created.

The Virtual Reality aspect of VRML is centred on the metaphor which it pursues: human space. That space is 3-dimensional and defines the ways we move in it, perceive it and interact with it. VRML accordingly includes many of the things that are required in making the virtual world: a way of describing the geometry which creates the objects and spaces we move around in - light, texture and sound. We can approach and view theobjects from different angles. We can hear the sound from different positions.

The second part of VRML, Modelling Language, describes the process of making a virtual world. While much of VRML is composed and optimised in text, VRML authors typically use other modelling programs for designing and creating 3D geometry in a graphical format. Later, these models, which will constitute a Virtual World, are translated to VRML and viewed using a VRML browser. The browser renders the VRML in real time and turns the code into perceivable space with which we can interact.

**3ds max** supports the modelling process in two ways:

1. with a modelling environment capable of producing high quality 3D models

2. with VRML helper objects

Helper objects are very important in VRML worlds. Without them, the user is still able to move around the virtual world but interaction is limited to looking at objects from different angles. Integration of sound, touch and other spatial perceptions can only be accomplished by using helper objects - which significantly extend interactivity.

# Herramientas utilizadas

## Introducción

Para el modelado de los elementos 3D y los propios entornos virtuales se ha utilizado el software 3D Studio Max 9 (3dStudio a partir de ahora) que ofrece un entorno de desarrollo excelente para crear modelos 3D de gran impacto visual. Nos centraremos en como las herramientas y técnicas disponibles con 3dStudio pueden ser muy adecuadas para producir modelos virtuales tridimensionales y exportables al estándar VRML 97.

Cuando surge la necesidad de crear mundos virtuales VRML, la primera pregunta que surge es la de elegir el mecanismo de modelado. Se disponen tres opciones:

1. Creación y edición visual del mundo usando herramientas CAD especializadas como VR-Builder (de Matlab) o 3D Studio Max.
2. Crear y editar código VRLM con la ayuda de un editor de texto habitual como Notepad o UltraEdit.
3. Un híbrido de los métodos 1 y 2, lo que significa ir conmutando desde las herramientas orientadas a la visualización a las herramientas de edición de líneas de código en texto plano.

La elección tomada es la correspondiente al método primero, consiguiendo alta calidad y realismo utilizando un entorno visual de creación y edición potente como 3dStudio. Con esta elección se cubren los siguientes objetivos:

* Minimizar el tiempo de modelado. Se descarta la idea de utilizar VR-Builder, herramienta de modelado visual que incorpora Matlab, para la creación de entornos complejos y de alto realismo, ya que su nivel y capacidades de edición de mundos virtuales es muy básica y limitada. Se puede decir que el tiempo invertido con VR-Builder en modelar y editar una forma simple, en 3dStudio es casi inmediato.
* Conseguir la interacción necesaria en los entornos virtuales creados a través del uso de potentes herramientas que proporciona el software de modelado.
* Incrementar y extender la calidad de los entornos virtuales explotando todo el potencial de VRML.

## Entorno de trabajo

**Hardware**: para la elaboración de este proyecto se han utilizado computadoras con características similares a las que se indican a continuación:

* Pentium Centrino Mobile a 1.5 G
* 512 Mb de RAM y 1Mb cache L2
* 80 Gb de disco Duro
* Tarjeta gráfica Intel Graphics de 128 Mb

**Software**: y el software instalado es el siguiente:

* Windows XP Professional Service Pack 2
* 3D Studio Max 9
* Cortona 3D Viewer
* Matlab R2007b

## 3D Studio Max

3ds max es un completo entorno que soporta amplia gama de técnicas de modelización desde modelización de bajo número de polígonos hasta modelización de objetos compuestos y modelado de malla (mesh modelling o NURBS modelling). Cuando nuestro modelo básico ha sido construido, podemos asignarle texturas para mejorar la percepción más realista del usuario. Para completar la escena, diferentes puntos de luz pueden añadirse a la escena para iluminarla y además también podemos incorporar cámaras para capturar partes de la escena en diferentes intervalos de tiempo.

### Interfaz del 3ds max

Al igual que otros programas 3ds MAX cuenta con menús, y barras de herramientas, pero una gran diferencia con otros programas, es que en este programa, la mayor parte de la ventana es abarcada por visores los cuales contienen diferentes vistas como: vista de planta, perspectiva, vista desde una cámara, etc. Aquí se muestra una vista general del 3ds MAX:

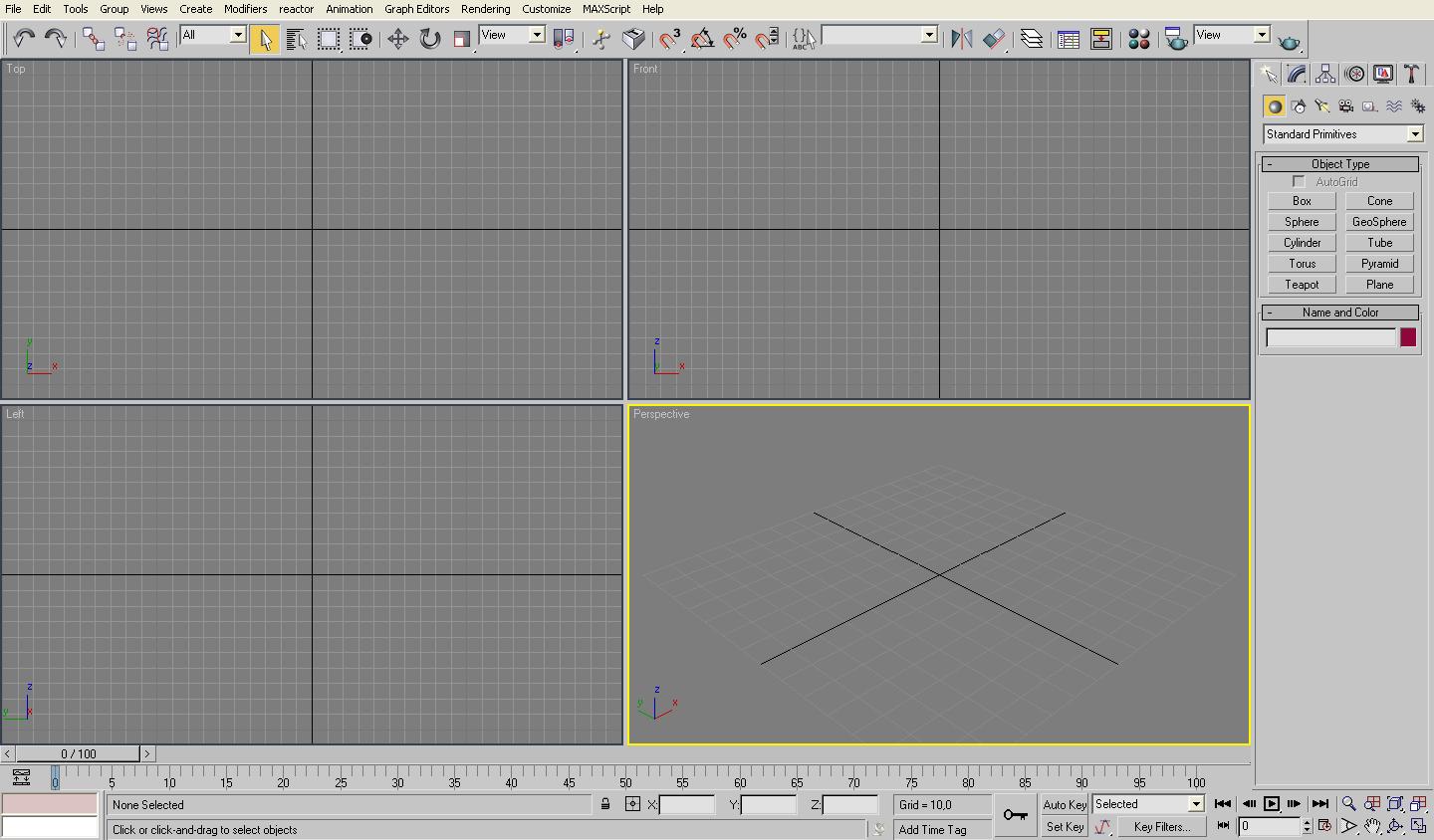


Figura ‑: Interfaz 3ds max

### Utilizando 3ds max

Podemos extendernos en el uso de las distintas opciones que tiene 3ds max y perdernos por sus menús y submenús, pero este no es el objetivo de este proyecto. Por tanto a continuación a modo de guía esquemática mostramos una completa tabla que resume, describe y localiza las distintas herramientas más relevantes que se han utilizado para la elaboración de los tres mundos virtuales que se describen en este proyecto a partir del apartado 4.Descripción general de los mundos.

|  |  |
| --- | --- |
|  | BARRA DE MENUS |
| Bmenus.bmp | |
|  | **MENU FILE** |
| NEW | Nos permite crear una Nueva escena |
| RESET | Reinicia y borra todos los datos de una escena, para así trabajar desde cero con otra escena |
| OPEN | Abre escenas previamente guardadas |
| SAVE AS | Guarda una escena con un nombre decidido por el usuario. |
| SAVE SELECTED | Guarda el objeto/s seleccionado/s de una escena. |
| MERGE | Este comando nos permite agregar escenas y/o objetos dentro de la escena de trabajo, haciendo que los objetos u escenas adheridas no estén vinculadas con las guardas en la escena de referencia. |
| IMPORT | Una de los opciones más importantes ya que mediante está podemos agregar geometría de otros programas o en otros formatos distintos a 3ds MAX, entre los más importantes están: dxf, dwg (ambos archivos de AUTOCAD), ai (de ilustrador) y 3ds. |
| EXPORT | Sirve para exportar tanto escenas como objetos en diferentes formatos como wrml, dwg, dxf, entre otros. |
| EXPORT SELECTED | Cuando se requiere exportar un objeto o una selección de objetos esta es la opción ideal. |
| VIEW IMAGE FILE | Con está opción se pueden previsualizar archivos de imágenes sin necesidad de abrir un programa especializado para está acción. |
| EXIT | Cierra el programa de 3ds MAX. |
|  | **MENU EDIT** |
| UNDO (Ctrl+Z) | Deshace la última acción sobre un objeto o una serie de objetos. |
| REDO(Ctrl+Y) | Regresa a la última acción realizada. |
| DELETE (Sup) | Borra el o los objetos seleccionados. |
| Clone | Sirve para crear copias de geometría. |
| SELECT ALL | Selecciona todo dentro de la escena. |
| SELECT INVERT | Cambia la selección, es decir selecciona lo que no estaba seleccionado. |
| SELECT BY Name, Color, Region | Permite escoger dentro de una lista el nombre a seleccionar. O por color, o por región. |
| OBJETS PROPERTIES | Mediante está opción se tiene acceso al cuadro de propiedades, en el cual se puede ver nombre del objeto, coordenadas, caras, vértices, layers, etcétera. |
|  | **MENU TOOLS** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  | **MENU GROUP** |
| GROUP | Se pueden crear bloques de objetos con está opción para no tener que seleccionar uno por uno. |
| UNGROUP | Deshace el grupo de objetos y cada objeto se vuelve independiente. |
| OPEN | Cuando se crea un grupo es posible abrir este para modificar alguno o algunos objetos del grupo. |
| CLOSE | Una vez que se modificó algún objeto, se procede a cerrar el grupo, para evitar más modificaciones. |
| ATTACH | Nos permite agregar más objetos al grupo. |
| DETTACH | Nos permite desvincular del grupo a un objeto. |
| EXPLODE | Simplemente descompone el grupo haciendo que cada objeto sea independiente. |
| ASSEMBLY | Nos permite la creación de grupos más la adición del asistente luminaria. |
|  | **MENU VIEW** |
| UNDO VIEW CHANGE | Vuelve al estado anterior de la vista |
| REDO VIEW CHANGE | Vuelve al estado posterior de la vista, rehaciendo el cambio en la vista. |
| CREATE CAMERA FROM THE VIEW | Agrega una cámara, la cual encuadra lo que se visualiza en el visor activo. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | BARRA DE HERRAMIENTAS (Barra Principal) |
|  |  |
|  | **Barra de selección** |
| <http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image015.jpg>SELECTION FILTER | Nos permite filtrar selecciones, por ejemplo si únicamente queremos seleccionar luces, seleccionamos de la lista Light. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image017.jpgSELECT OBJET | Nos permite seleccionar un objeto o una serie de objetos. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image019.jpg SELECT BY NAME | Nos permite seleccionar mediante un nombre en específico, se pueden filtrar las selecciones, por ejemplo que únicamente nos muestre el nombre de todos los objetos de la geometría. |
|  | **Barra de transformación** |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image024.jpgMOVE | Nos permite desplazar objetos a nuestro gusto y conveniencia, si se presiona F12, se despliega el conmutador de transformaciones en el cual podemos especificar las coordenadas donde queremos que se nuestro objeto se sitúe. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image025.jpgROTATE | Nos permite hacer rotaciones, en los distintos ejes de simetría. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image027.jpg ESCALE | Nos permite reducir o aumentar el tamaño de objetos mediante un porcentaje de escala, hay 2 formas de escalar objetos, uniforme el objeto conserva la proporción, no uniforme; el objeto no conserva la proporción, puede ser escalado en los 3 ejes de simetría independientemente. |
|  | **Barra de materiales** |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image070.jpgMATERIAL EDITOR | Despliega una ventana donde se diseñan y seleccionan los materiales, que después pueden aplicarse como texturas para los objetos |
|  | **Barra de renderizado** |

|  |  |
| --- | --- |
|  | PANEL DE COMANDOS |
| PANELCOMANDOS.JPGEl panel de comandos es una parte importante ya que desde este se puede crear cualquier tipo de geometría, modificar geometría, acceder a los diferentes submenús de mallas, splines, luces, cámara, etcétera. | |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image076.jpg CREATE (Panel de creación): Nos permite crear casi todos los elementos dentro de 3ds MAX, entre los cuales se encuentran: | |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image078.jpg GEOMETRY | Nos permite crear todas los objetos básicos, como cubos, esferas, conos, así como objetos de composición como terrenos. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image080.jpg SHAPES | Nos permite crear objetos bidimensionales, como rectángulos, círculos, arcos, etcétera. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image082.jpg LIGHTS | Nos permite adicionar luces a nuestro trabajo. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image084.jpgCAMERAS | Mediante está opción podemos definir vistas en nuestra escena, añadiendo cámaras. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image086.jpg HELPERS | Son objetos que solamente son de referencia para el desarrollo de un proyecto.  Aquí encontramos objetos propios de **VRML 97**, que se describirán en secciones posteriores. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image092.jpg MODIFY(Panel de modificadores): Los modificadores son de suma importancia, ya que mediante estos podemos cambiar el aspecto de un objeto, a nuestra gusto, así como ajustar algunos parámetros con respecto a materiales y cámaras. Los que se han utilizado en este proyecto se describen a continuación. | |
| UVWmap | Mapea texturas adecuándolas a formas báscias tridimensionales planares, esféricas, cilíndricas, en forma de caja… |
| Optimize | Optimiza el número de prismas o polígonos del elemento al que se le aplica. |
| Normal | Este modficador aporta la posibilidad de visualizar y manejar las propiedades de las normales de un elemento 3D. |
| Edit Mesh | Al aplicar este modificador se puede acceder a cada uno de los prismas o conjunto de prismas que compone un elemento 3D. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image088.jpgSPACE WARPS (Efectos especiales).-Producen distorsiones o ciertos efectos en los objetos. | |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image090.jpg SYSTEM (Sistemas).- Son un conjunto de objetos, que actúan como un sistema, por ejemplo, sistema de huesos. Un sistema de huesos son un conjunto de articulaciones de objetos vinculadas entre sí, los cuales conforman la estructura de un personaje, para animarlo. | |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image094.jpg HIERACHY (Panel de jerarquías).- Nos muestra las opciones cuando los objetos están vinculados entre sí, de igual manera las diferentes opciones del pivote de los objetos, el cual se puede ajustar a conveniencia del usuario. | |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image096.jpgMOTION (Panel de movimientos).- Contiene información de movimientos de los objetos animados como su trayectoria desde el punto inicial al punto final. | |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image098.jpgDISPLAY (Panel de presentación).-Nos permite definir las características de los objetos mostrados en los visores, como ocultar, congelar, mostrar propiedades del objeto, etc. | |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image100.jpg UTILITIES (Utilidades).- Contiene diversas opciones principalmente de plug-ins, como por ejemplo reactor, MAXscrip. | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | VISORES Y BARRA DE EXPLORACION DE VISORES |
| VIEWPORT (Visores).- Está conformado por 4 visores, y están definidos por vista de planta, frontal, vista de la parte izquierda y perspectiva, así como distintas vistas de objetos como vista desde una luz, cuadrícula, de forma, aunque estos se pueden configurar a la necesidad del usuario, cada visor puede configurarse de distinta manera, sin que afecte a los demás visores.  VISORES.JPGBarra de exploración de visores.- Nos permite explorar la escena, mediante: | |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image105.jpg ZOOM | Nos permite observar todos los objetos dentro de los distintos visores. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image108.jpgZOOM | Realiza un zoom, de forma que los objetos contenidos en los visores sean visibles abarcando los distintos visores. |
| ZOOM EXTENDED OBJET | Realiza un zoom solamente al objeto seleccionado de manera que este abarque los visores. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image109.jpgFIELD OF VIEW | Nos permite ampliar o disminuir el campo visual. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image110.jpg PAN | Nos permite arrastrar la orientación de los objetos para ubicarlos donde se requiera. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image111.jpgROTATE | Nos permite rotar las distintas vista contenidas en los diferentes visores, principalmente en la vista perspectiva. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image112.jpgZOOM WINDOW | Nos permite seleccionar un rectángulo, en el cual se centrará el acercamiento. |
| http://www.foro3d.com/tutoriales/3ds_max_en_procesos_creativos_de_arquitectura_archivos/image114.jpg VIEWPORT TOGGLE MAX/MIN | Permite cambiar entre visualizar los 4 visores a visualizar un visor en específico. |
|  |  |

## Cortona 3D Viewer

Cortona3D Viewer es un visor Web3D rápido y de alta interactividad, que es ideal para visualizar modelos 3D en la Web. Un conjunto de renderizados 3D optimizados garantizan la mejor calidad visual en PCs con las actuales capacidades de las tarjetas de video.

Cortona3D Viewer funciona como un plug-in de VRML para los populares navegadores Web (Internet Explorer, Netscape, Mozilla Firefox,etc.).

Explorar mundos virtuales y navegar a través de ellos es tan fácil como abrir el archivo que contiene el mundo virtual VRML, que automáticamente lanzará un explorador Web con la ventana de Cortona3D Viewer con la visualización del mundo virtual cargada en ella.

Hay dos partes en la ventana de Cortona3D Viewer.

1. La barra de herramientas, que contiene botones usados para especificar el tipo de navegación en el mundo, y
2. La ventana 3D, que muestra el mundo VRML.

Navegar en el mundo utilizando Cortona3D Viewer

Moverse a través de un espacio 3D es similar a mover una cámara. Hay que pensar en una video cámara que captura imágenes en el mundo real y las convierte en señales electrónicas para visualizarlas en una pantalla; tiene una posición y una orientación, y éstas son atributos independientes.

Los movimientos en el mundo continuamente posicionan y orientan esa cámara. Los movimientos se realizan con la barra de herramientas que mueven la cámara a través del espacio 3D. Este concepto asume que existe una persona real visualizando e interaccionando con el mundo VRML.

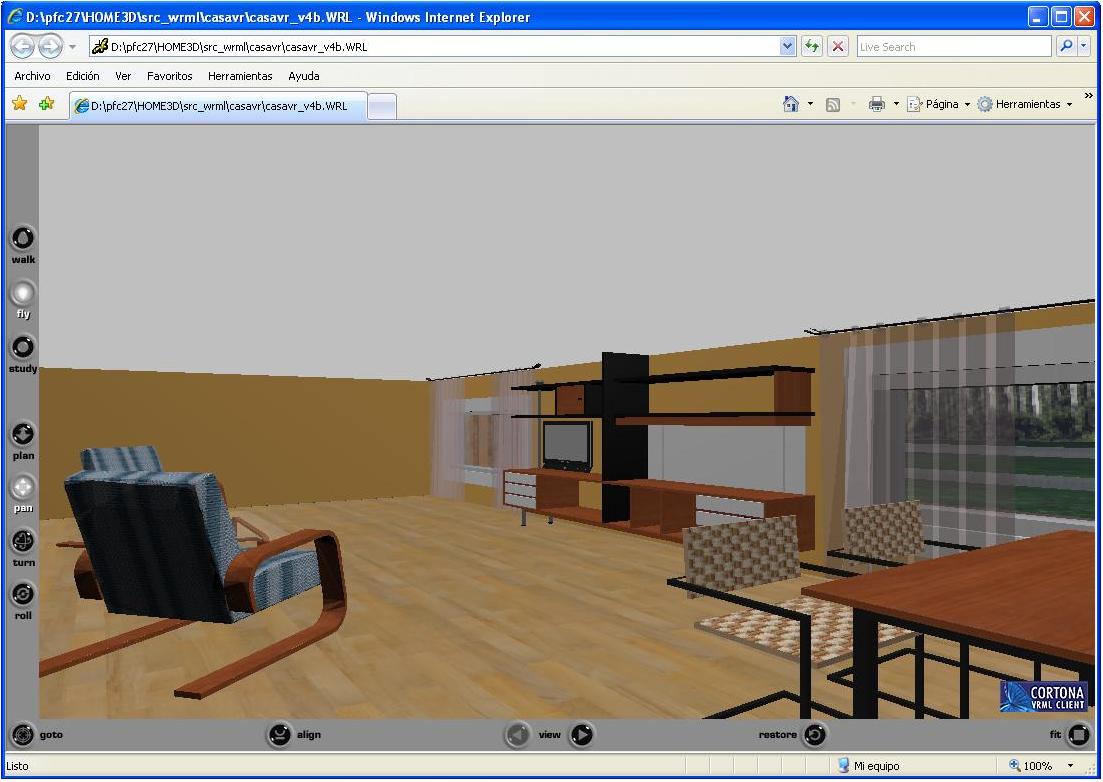


Figura ‑: Interfaz Web Cortona3D Viewer

El creador del mundo virtual puede situar cuantas cámaras quiera en el espacio 3D, es lo que se denomina “puntos de visualización”, que se suelen situar en puntos estratégicos o de interés. Estos puntos de visualización sirven como puntos de partida para comenzar la exploración, a través de la barra de herramientas de movimientos, por el mundo VRML. Un único punto de visualización puede ser seleccionado al mismo tiempo.

## Matlab

# Descripción general de los mundos

## Vivienda virtual

El primer mundo virtual nos sumerge en un entorno muy usual para cualquier individuo como es el interior de una vivienda estándar, en el que podemos encontrar los recintos más habituales, una entrada, un salón, un dormitorio, baño y terraza. Se trata de una sola planta dado que el interfaz de navegación (con la que se realiza la integración) es una silla de ruedas cuya restricción principal es la de no subir escaleras, por tanto podría asemejarse a la vivienda de un individuo con la imposibilidad de mover sus extremidades, de ahí que las puertas tengan suficiente tamaño y los espacios sean lo suficientemente amplios.



Figura ‑: Interior de vivienda virtual

## ETSI Telecomunicación

El segundo mundo virtual desarrollado nos hace vivir la experiencia de un autentico “paseo virtual” por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones de Málaga. Este entorno es altamente conocido por todo aquel que haya cursado alguna de las carreras que en este centro se imparten. Del mismo modo, se desarrolla exclusivamente la planta baja por el mismo motivo que en el mundo anterior, dado que igualmente se integra con el sistema BCI existente que introduce la silla de ruedas junto con el interfaz de navegación.



Figura ‑: ETSIT Telecomunicación virtual

## Simulador virtual de vuelo

En el caso del simulador de vuelo, mediante el interfaz de navegación gobernaremos un avión que sobrevuela la ciudad de Málaga.

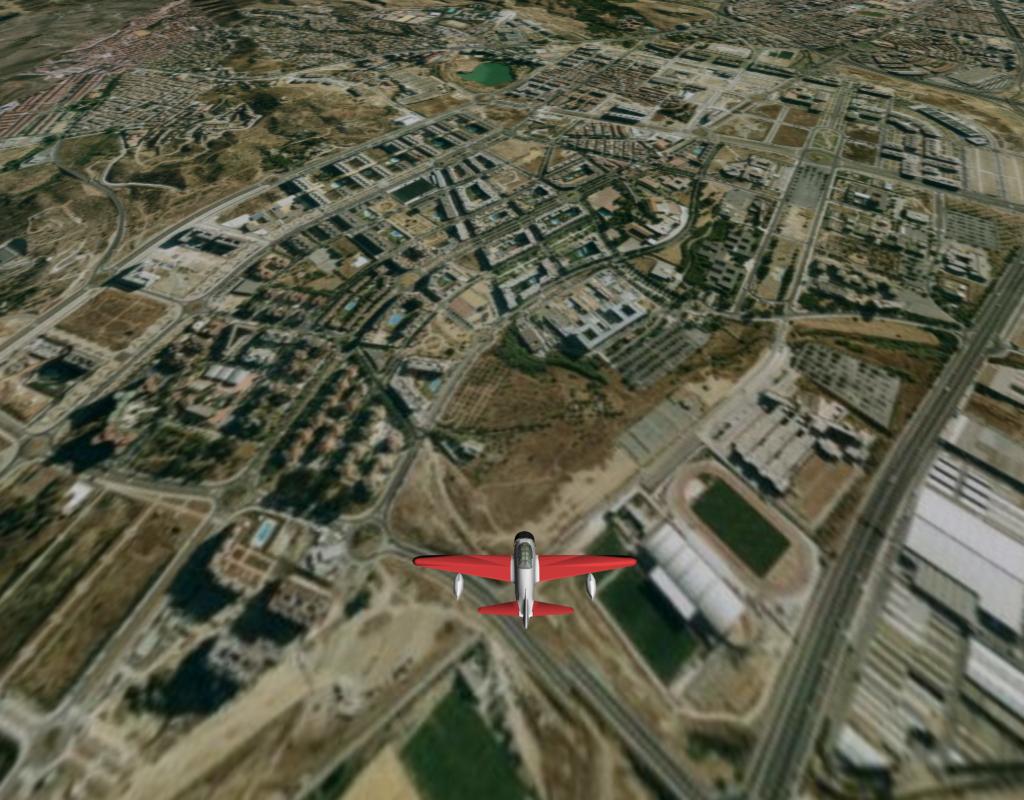


Figura ‑: Simulador virtual de vuelo

# Conclusiones y Ampliaciones

## Conclusiones

Conclusiones del sistema: Qué hemos elaborado, si los resultados están dentro de lo esperado, si hemos cumplido las expectativas, justificación de haber escogido las mejores opciones para cada uno de los aspectos del sistema, etc.

## Ampliaciones

Cualquier labor de ampliación que tengamos contemplada en el sistema debe ser descrita aquí, mencionando en qué consiste, cómo ampliará el sistema, qué ventajas nos aporta y porqué no se ha incluido en el sistema diseñado, entre otros aspectos.

# Referencias Bibliográficas

## Libros y Artículos

Libros y artículos usados de alguna forma durante el desarrollo del proyecto o su documentación.

**Formato sugerido:**

**[<PrimerApellidoAutor><DosUltimosDigitosDelAño>]** <Apellidos1, Nombre1; Apellidos2, Nombre2;…>. ”<Título del libro o Articulo>”. <Editorial o lugar de publicación>. <Año (4 cifras)>.

**Ejemplo:**

**[Redondo07]** Redondo L., J. Manuel; De Tal y Cual, Menganito. ”Ejemplo para la plantilla de PFC”. Universidad de Oviedo. 2007.

Si tenemos el ISBN, debemos también ponerlo al final.

## Referencias en Internet

Páginas Web consultadas para cualquier aspecto relacionado con el desarrollo del sistema o su documentación.

**Formato sugerido:**

**[<PrimerApellidoAutor><DosUltimosDigitosDelAño>]** <Apellidos1, Nombre1; Apellidos2, Nombre2;…>. “<Título de la página Web>”. <URL>. <Año en el que se consultó (4 cifras)>.

**Ejemplo:**

**[Redondo07]** Redondo L., J. Manuel; De Tal y Cual, Menganito. “Título de la página Web de ejemplo”. www.unaurlcualquiera.com. 2007.

Si tenemos más datos que permitan localizar la información dentro de la página, podemos ponerla donde consideremos oportuno.

Esta referencia es real (se usa dentro del documento) y debe dejarse aquí siempre que usemos el cuestionario que la menciona en la sección de usabilidad.

**[Hassan08]** Hassan Montero, Y. “Guía de Evaluación Heurística de Sitios Web”. <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/heuristica.htm>

# Apéndices

## Glosario y Diccionario de Datos

Por orden alfabético, todos los términos que se consideren importantes en la aplicación con una descripción breve de su significado dentro de la aplicación.

* **Término1**: Descripción del significado.
* **Término2**: Descripción del significado.