

**ESCUELA DE INGENIERÍA MINERA E INDUSTRIAL DE  
ALMADÉN**



**MODELADO TRIDIMENSIONAL,  
VISITA VIRTUAL Y PÁGINA WEB DEL  
HOSPITAL MINERO SAN RAFAEL DE  
ALMADÉN EN LA DÉCADA DE LOS 70**

UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**Autor:** Alejandro Cañizares Nieto

**Directores del proyecto:** Javier Alonso Albusac Jiménez.

Luis Mansilla Plaza

**Curso 2015/16**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de Castilla-La Mancha por proporcionarme el acceso al Sistema de Supercomputación.

A Javier Alonso Albusac Jiménez y Luis Mansilla, por su ayuda y dedicación en este proyecto.

A María Hernández por ponerle voz a la visita virtual.

A Luis Ángel Úbeda, Valentín Rascón y Aurelio Flores Cortés por su colaboración desinteresada en la realización del proyecto.

A todas aquellas personas que de alguna manera han aportado su granito de arena para que este proyecto se lleve a cabo.

## RESUMEN

El Hospital de Mineros San Rafael es un espléndido edificio construido en el año 1.755. Comenzando como Hospital en 1774 y dando servicio con este fin hasta el año 1.975, con la inactividad pasa a un estado de semi-abandono hasta que se empezó su reparación entre los años 2.002 y 2.003.

El Archivo Histórico de la Minas de Almadén, el cual se encuentra actualmente en su interior, posee más de 100.000 expedientes, ya encasillados y una extensa recopilación de planos. Todos estos documentos están fechados desde el siglo XVIII hasta la actualidad.

Una visita virtual permitirá conocer y entender como era el Hospital Minero cuando éste albergaba actividad hospitalaria.

Con el software Blender se realizó el modelado tridimensional, el texturizado y la iluminación del edificio. Se utilizó el Servicio de Supercomputación de la Universidad de Castilla La Mancha para renderizar las imágenes, que finalmente se montaron para realizar la visita virtual.

**Palabras clave:** renderizar, visita virtual, Blender, modelado y edificio.

## ABSTRACT

Miners San Rafael Hospital is a magnificent building built in the year 1755. Starting as a Hospital in 1774 and serving for this purpose until the year 1975, with inactivity it becomes a state of almost abandonment until it began its service between the years 2002 and 2003.

The historical archive of the mines of Almadén, which is currently in its interior, has over 100,000 records, already boxes and an extensive collection of planes. All these documents are dated from the 18th century to the present day.

A virtual tour allows knowing and understanding how it was the mining Hospital when it housed a hospital operation.

With the Blender software I did perform three-dimensional modeling, the texturing and lighting of the building. The Supercomputing service of the University of Castilla-La Mancha has used to render the images, which have been finally assembled for the virtual visit.

**Key words:** Render, virtual tour, Blender, modeling and building.

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| LISTA DE ILUSTRACIONES .....   | 1  |
| LISTA DE TABLAS .....  | 8  |
| CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....  | 10 |
| CAPÍTULO 2: OBJETIVOS.....   | 16 |
| CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE. ....  | 18 |
| 3.1 HISTORIA DEL SOFTWARE CAD. ....  | 18 |
| 3.2 SOFTWARE 3D ACTUALES. ....   | 24 |
| 3.2.1 Autodesk 3ds Max .....   | 24 |
| 3.2.2 Autodesk Maya.....   | 25 |
| 3.2.3 Blender .....  | 26 |
| 3.3 BLENDER 2.68.....  | 29 |
| 3.3.1 Motor gráfico de Blender. ....   | 30 |
| 3.3.2 Interfaz de Blender. ....  | 30 |
| 3.3.3 Personalizar pantalla. ....  | 35 |
| 3.3.4 Navegar por Blender.....   | 36 |
| 3.3.5 Transformaciones. ....   | 38 |
| 3.4 VISITAS VIRTUALES .....  | 40 |
| CAPÍTULO 4: HISTORIA DEL REAL HOSPITAL DE MINEROS SAN RAFAEL DE<br>ALMADÉN.....                              | 44 |
| 4.1 Desde la Edad de Bronce hasta la construcción del Real Hospital de<br>Mineros San Rafael de Almadén..... | 44 |
| 4.2 Historia del Hospital Minero San Rafael de Almadén. ....   | 47 |
| CAPÍTULO 5: CONSTRUCCIÓN VIRTUAL DEL REAL HOSPITAL MINERO SAN<br>RAFAEL DE ALMADÉN Y VISITA VIRTUAL.....     | 55 |
| 5.1 MODELADO VIRTUAL.....  | 55 |
| 5.1.1 Análisis de la información.....  | 55 |
| 5.1.2 Modelado .....   | 64 |
| 5.1.2.1 Organización la escena.....  | 64 |
| 5.1.2.2 Puntos de referencia .....   | 64 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| 5.1.2.3    | Modo edición .....  | 65  |
| 5.1.2.4    | Operaciones básicas de modelado .....                         | 66  |
| 5.1.2.5    | Modelado del edificio.....                                    | 76  |
| 5.1.2.5.1  | Fachada.....  | 76  |
| 5.1.2.5.2  | Laterales exteriores izquierdo y derecho .....                | 82  |
| 5.1.2.5.3  | Patio interior.....   | 84  |
| 5.1.2.5.4  | Lateral izquierdo interior.....                               | 88  |
| 5.1.2.5.5  | Escaleras.....  | 90  |
| 5.1.2.5.6  | Suelo del patio.....  | 91  |
| 5.1.2.5.7  | Unión de laterales izquierdos.....                            | 91  |
| 5.1.2.5.8  | Tejado.....   | 92  |
| 5.1.2.5.9  | Césped .....  | 92  |
| 5.1.2.5.10 | Interiores.....   | 94  |
| 5.1.2.5.11 | Alrededores del Hospital Minero.....                          | 95  |
| 5.1.2.5.12 | Vegetación.....   | 96  |
| 5.1.2.5.13 | Modelo final .....  | 96  |
| 5.1.3      | Materiales y texturizado.....                                 | 97  |
| 5.1.3.1    | Materiales.....   | 97  |
| 5.1.3.2    | Cómo aplicar un material a un objeto del Hospital Minero..... | 104 |
| 5.1.3.3    | Texturizado.....  | 107 |
| 5.1.3.4    | Agregar textura a un material del Hospital Minero.....        | 109 |
| 5.1.4      | Iluminación exterior.....                                     | 116 |
| 5.1.5      | Iluminación exterior del proyecto.....                        | 121 |
| 5.1.5.1    | Cielo realista del proyecto.....                              | 123 |
| 5.1.6      | Iluminación interior del Hospital Minero.....                 | 124 |
| 5.1.7      | Iluminación interior de las salas.....                        | 124 |
| 5.1.8      | Simulación de fluidos. Agua de la fuente.....                 | 125 |
| 5.2        | ANIMACIÓN.....  | 128 |
| 5.2.1      | Timeline.....   | 128 |
| 5.2.2      | Animación de una cámara.....                                  | 128 |
| 5.2.3      | Animar objetos.....   | 130 |
| 5.2.4      | Ejemplo de animación.....                                     | 131 |
| 5.3        | RENDERIZADO.....  | 132 |
| 5.3.1      | Exportar un vídeo.....  | 132 |
| 5.3.2      | Sistema de Supercomputación.....                              | 135 |
| 5.4        | POSTPRODUCCIÓN Y MONTAJE.....                                 | 137 |
| 5.4.1      | Añadir imágenes.....  | 137 |
| 5.4.2      | Transiciones de vídeo.....                                    | 139 |

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 5.4.3                                   | Canal Alpha.....  | 139 |
| 5.4.4                                   | Audio.....  | 140 |
| 5.4.5                                   | Formato de salida.....                                    | 140 |
| 5.5                                     | PÁGINA WEB DEL HOSPITAL MINERO.....                       | 142 |
| 5.5.1                                   | Adobe Dreamweaver CS6.....                                | 142 |
| 5.5.2                                   | Creación de la página web.....                            | 142 |
| CAPÍTULO 6: RESULTADOS .....            |   | 148 |
| 6.1                                     | CONOCER Y ENTENDER EL HOSPITAL DE MINEROS SAN RAFAEL..... | 148 |
| 6.2                                     | MODELO TRIDIMENSIONAL.....                                | 148 |
| 6.3                                     | VISITA VIRTUAL.....                                       | 156 |
| 6.4                                     | PÁGINA WEB.....   | 158 |
| 6.5                                     | RECURSOS INFORMÁTICOS.....                                | 159 |
| CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES.....           |   | 161 |
| CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS ..... |   | 164 |
| 8.1                                     | BIBLIOGRAFÍA.....   | 164 |
| 8.2                                     | ANEXOS.....   | 167 |
| 8.2.1                                   | Guion de la visita virtual.....                           | 167 |

## LISTA DE ILUSTRACIONES

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1. Hospital Minero San Rafael de Almadén.....   | 11 |
| Ilustración 2. Ejemplo de modelado tridimensional.....      | 12 |
| Ilustración 3. Ejemplos de visitas virtuales.....           | 13 |
| Ilustración 4. Logotipo del programa Blender.....           | 14 |
| Ilustración 5. Sistema SAGE.....                            | 19 |
| Ilustración 6. Sistema Sketchpad.....                       | 19 |
| Ilustración 7. Proyecto ITEK.....                           | 20 |
| Ilustración 8. BDS.....                                     | 20 |
| Ilustración 9. Primera versión de Autocad.....              | 22 |
| Ilustración 10. Primer Autocad para Windows.....            | 22 |
| Ilustración 11. Autocad R14.....                            | 23 |
| Ilustración 12. Interfaz del programa Autodesk 3ds Max..... | 25 |
| Ilustración 13. Autodesk Maya.....                          | 26 |
| Ilustración 14. Versiones de Blender.....                   | 29 |
| Ilustración 15. Interfaz de Blender.....                    | 31 |
| Ilustración 16. Menú <i>View</i> .....                      | 32 |
| Ilustración 17. Menú <i>Select</i> .....                    | 33 |
| Ilustración 18. Opciones del Modo de la ventana 3D.....     | 33 |
| Ilustración 19. Tipo de Sombreado.....                      | 33 |
| Ilustración 20. Menú de selección de capas.....             | 34 |
| Ilustración 21. Barra de herramientas.....                  | 34 |
| Ilustración 22. Barra de propiedades.....                   | 34 |
| Ilustración 23. Esquema.....                                | 35 |
| Ilustración 24. Panel de propiedades.....                   | 35 |
| Ilustración 25. <i>Timeline</i> .....                       | 35 |
| Ilustración 26. Personalizar pantalla.....                  | 36 |
| Ilustración 27. Vistas.....                                 | 36 |
| Ilustración 28. Cursor 3D.....                              | 37 |
| Ilustración 29. Opción seleccionar varios.....              | 38 |
| Ilustración 30. Mover.....                                  | 38 |
| Ilustración 31. Rotar.....                                  | 39 |
| Ilustración 32. Escalar.....                                | 39 |

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 33. Renderizado.....   | 40 |
| Ilustración 34. Imagen del videojuego Call of Duty. ....   | 41 |
| Ilustración 35. Renderizado del salón de una vivienda. ....  | 41 |
| Ilustración 36. Simulador de coche. ....   | 42 |
| Ilustración 37. Visita virtual de una tienda.....  | 42 |
| Ilustración 38. Pinturas rupestres de la Virgen del Castillo (Chillón).....                              | 44 |
| Ilustración 39. Restos de la ciudad romana de Sisapo (La Bienvenida, Ciudad Real)...                     | 44 |
| Ilustración 40. Sarcofagos de época visigoda, yacimiento de Pilar de la Legua<br>(Almadén). ....         | 45 |
| Ilustración 41. Olla de un horno de Xabeca (Almadén). ....   | 45 |
| Ilustración 42. Jakob Fugger. ....   | 46 |
| Ilustración 43. Mina de Potosí (México) en la época colonial. ....                                       | 46 |
| Ilustración 44. Plano de la Plaza de Toros. ....   | 47 |
| Ilustración 45. Lapidas conmemorativas del inicio y final de las obras.....                              | 48 |
| Ilustración 46. “Catástrofe morboso de las Minas mercuriales de la Villa de Almadén<br>del Azogue” ..... | 49 |
| Ilustración 47. Bote de la farmacia del Hospital Minero.....   | 51 |
| Ilustración 48. Hospital Minero. Planta Baja. ....   | 57 |
| Ilustración 49. Plano de cubiertas.....  | 58 |
| Ilustración 50. Plano de alzado principal y lateral.....   | 58 |
| Ilustración 51. Planos de las secciones 4 y 5.....   | 59 |
| Ilustración 52. Planos de las secciones 1, 2 y 3.....  | 59 |
| Ilustración 53. Memoria de carpintería I. ....   | 60 |
| Ilustración 54. Memoria de carpintería II. ....  | 60 |
| Ilustración 55. Memoria de carpintería III.....  | 61 |
| Ilustración 56. Memoria de carpintería IV. ....  | 62 |
| Ilustración 57. Memoria de carpintería V.....  | 62 |
| Ilustración 58. Memoria de carpintería VI. ....  | 63 |
| Ilustración 59. Plano Planta Primera. ....   | 63 |
| Ilustración 60. Organizador de escena.....   | 64 |
| Ilustración 61. Capas. ....  | 64 |
| Ilustración 62. Puntos de referencia. ....   | 65 |
| Ilustración 63. Modo Edición. ....   | 65 |
| Ilustración 64. " <i>Limit selection to visible</i> ".....   | 66 |

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 65. Puntos, aristas y caras.....                  | 66 |
| Ilustración 66. Extruir.....                                  | 67 |
| Ilustración 67. Rellenar.....                                 | 67 |
| Ilustración 68. Revolución.....                               | 68 |
| Ilustración 69. Biselado. ....                                | 69 |
| Ilustración 70. Subdividir. ....                              | 69 |
| Ilustración 71.Secciones. ....                                | 70 |
| Ilustración 72. Cortes.....                                   | 70 |
| Ilustración 73. Separar. ....                                 | 71 |
| Ilustración 74. Juntar. ....                                  | 71 |
| Ilustración 75. Duplicar. ....                                | 72 |
| Ilustración 76. Modificadores.....                            | 72 |
| Ilustración 77. Modificadores aplicados.....                  | 73 |
| Ilustración 78. Suavizar objeto. ....                         | 73 |
| Ilustración 79. Subdivisiones.....                            | 74 |
| Ilustración 80. Biselado. ....                                | 74 |
| Ilustración 81. Simetría. ....                                | 75 |
| Ilustración 82. Organizar. ....                               | 75 |
| Ilustración 83. Operaciones Booleanas. ....                   | 76 |
| Ilustración 84. Añadir imagen. ....                           | 76 |
| Ilustración 85. Modelado fachada principal. ....              | 77 |
| Ilustración 86. Modelado balcones y escalera central. ....    | 77 |
| Ilustración 87. Modelar hueco de las ventanas.....            | 78 |
| Ilustración 88. Profundidad de fachada. ....                  | 78 |
| Ilustración 89. Modelado de ventana.....                      | 78 |
| Ilustración 90. Crear marcos y cristales.....                 | 79 |
| Ilustración 91. Ventanales planta superior. ....              | 79 |
| Ilustración 92. Modelado barrotes barandilla. ....            | 79 |
| Ilustración 93. Distribución de barrotes. ....                | 80 |
| Ilustración 94. Reposabrazos.....                             | 80 |
| Ilustración 95. Verja de las ventanas. ....                   | 81 |
| Ilustración 96. Modelado puerta principal.....                | 81 |
| Ilustración 97. Pilares fachada.....                          | 82 |
| Ilustración 98. Modelado lateral derecho Hospital Minero..... | 83 |

|   |     |
|---|-----|
| Ilustración 99. Modelado lateral izquierdo Hospital Minero. ....          | 84  |
| Ilustración 100. Modelado patio interior. ....                            | 85  |
| Ilustración 101. Plano estructura central del patio. ....                 | 85  |
| Ilustración 102. Modelado de la estructura central del patio.....         | 86  |
| Ilustración 103. Modelado finalizado de estructura central del patio..... | 86  |
| Ilustración 104. Plano de las secciones 3, 4 y 5. ....                    | 87  |
| Ilustración 105. Modelado del porche. ....                                | 88  |
| Ilustración 106. Modelado de la terraza. ....                             | 88  |
| Ilustración 107. Plano de las secciones 3, 4 y 5. ....                    | 89  |
| Ilustración 108. Modelado lateral izquierdo interior. ....                | 89  |
| Ilustración 109. Modelado de las escaleras del patio. ....                | 90  |
| Ilustración 110. Modelado del suelo del patio.....                        | 91  |
| Ilustración 111 Modelado la unión entre los laterales izquierdos. ....    | 91  |
| Ilustración 112. Modelado del tejado. ....                                | 92  |
| Ilustración 113. Modelado del suelo del césped.....                       | 92  |
| Ilustración 114. Propiedades del césped.....                              | 93  |
| Ilustración 115. Propiedades del césped.....                              | 93  |
| Ilustración 116. Propiedades del material del césped.....                 | 94  |
| Ilustración 117. Césped terminado. ....                                   | 94  |
| Ilustración 118. Modelado del interior. ....                              | 95  |
| Ilustración 119. Puertas y ventanas casas de alrededor. ....              | 95  |
| Ilustración 120. Modelado de los alrededores. ....                        | 96  |
| Ilustración 121. Vegetación.....  | 96  |
| Ilustración 122. Modelado final.....                                      | 96  |
| Ilustración 123. Nuevo material. ....                                     | 98  |
| Ilustración 124. Tipos de materiales.....                                 | 98  |
| Ilustración 125. Esquema difusión de la luz.....                          | 99  |
| Ilustración 126. Tipos de difusión. ....                                  | 99  |
| Ilustración 127. Esquema reflexión de la luz. ....                        | 100 |
| Ilustración 128. Tipos de reflexión.....                                  | 100 |
| Ilustración 129. Tipos de sombreadores. ....                              | 101 |
| Ilustración 130. Efecto Fresnel.....                                      | 102 |
| Ilustración 131. Nivel de transparencia. ....                             | 102 |
| Ilustración 132. Espejo. ....   | 103 |

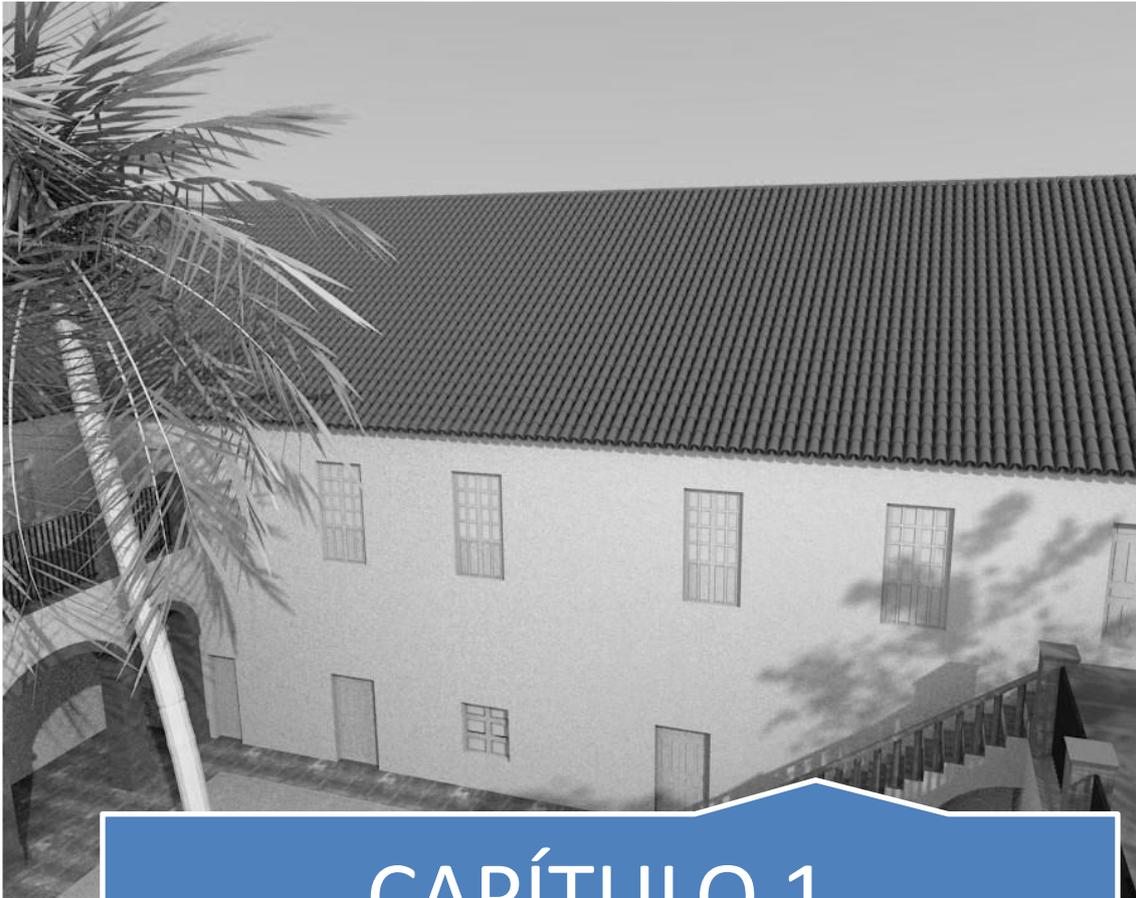
|  |     |
|--|-----|
| Ilustración 133. Seleccionar objeto para aplicar material.....           | 104 |
| Ilustración 134. Crear nuevo material. ....                              | 104 |
| Ilustración 135. Propiedades de los materiales.....                      | 105 |
| Ilustración 136. Asignar nuevo material al objeto seleccionado. ....     | 105 |
| Ilustración 137. Capas de imágenes. ....                                 | 107 |
| Ilustración 138. Textura no tileable.....                                | 107 |
| Ilustración 139. Propiedades de las texturas.....                        | 108 |
| Ilustración 140. Crear nueva textura.....                                | 109 |
| Ilustración 141. Tipo de textura.....                                    | 109 |
| Ilustración 142. Cargar imagen para textura. ....                        | 110 |
| Ilustración 143. Modificar imagen para la textura. ....                  | 110 |
| Ilustración 144. Selección del tipo de proyección.....                   | 110 |
| Ilustración 145. Propiedades del lugar donde actúa la textura. ....      | 111 |
| Ilustración 146. Selección de la opción "UV". ....                       | 111 |
| Ilustración 147. Pestaña textura al completo. ....                       | 111 |
| Ilustración 148. UV/Image editor.....                                    | 112 |
| Ilustración 149. Imagen seleccionada para que actuara como textura. .... | 112 |
| Ilustración 150. Panel UV/Mapping. ....                                  | 112 |
| Ilustración 151. Mapa desplegado. ....                                   | 113 |
| Ilustración 152. Renderizado final de la textura aplicada. ....          | 113 |
| Ilustración 153. Lámpara Point. ....                                     | 116 |
| Ilustración 154. Propiedades lámpara <i>point</i> . ....                 | 116 |
| Ilustración 155. Color de la luz. ....                                   | 117 |
| Ilustración 156. Lámpara <i>sun</i> . ....                               | 117 |
| Ilustración 157. Propiedades lámpara <i>sun</i> . ....                   | 117 |
| Ilustración 158. Color lámpara <i>sun</i> . ....                         | 118 |
| Ilustración 159. Lámpara spot. ....                                      | 118 |
| Ilustración 160. Propiedades lámpara spot. ....                          | 119 |
| Ilustración 161. Lámpara <i>hemi</i> . ....                              | 119 |
| Ilustración 162. Propiedades lámpara <i>hemi</i> . ....                  | 119 |
| Ilustración 163. Lámpara área y sus propiedades.....                     | 120 |
| Ilustración 164. Lámpara plano. ....                                     | 121 |
| Ilustración 165. Propiedades lámpara plano.....                          | 121 |
| Ilustración 166. Propiedades iluminación del proyecto. ....              | 122 |

|  |     |
|--|-----|
| Ilustración 167. Propiedades del mundo.....                | 122 |
| Ilustración 168. Esfera del cielo. ....                    | 123 |
| Ilustración 169. Textura de cielo con nubes. ....          | 123 |
| Ilustración 170. Resultado final del cielo. ....           | 124 |
| Ilustración 171. Luz secundaria.....                       | 124 |
| Ilustración 172. Resultado final iluminación interior..... | 125 |
| Ilustración 173. Dominio.....                              | 126 |
| Ilustración 174. Sistema emisor.....                       | 127 |
| Ilustración 175. Obstáculo.....                            | 127 |
| Ilustración 176. Sumidero. ....                            | 127 |
| Ilustración 177. <i>Timeline</i> . ....                    | 128 |
| Ilustración 178. Insertar cámara. ....                     | 129 |
| Ilustración 179. Opciones de cámara.....                   | 129 |
| Ilustración 180. Insertar <i>keyframe</i> en cámara.....   | 130 |
| Ilustración 181. Animar objeto.....                        | 131 |
| Ilustración 182. Realzar zonas del Hospital Minero.....    | 131 |
| Ilustración 183. Animación de objetos. ....                | 132 |
| Ilustración 184. Render.....                               | 133 |
| Ilustración 185. Menú <i>Dimensions</i> . ....             | 133 |
| Ilustración 186. Menú <i>Anti-Aliasing</i> . ....          | 134 |
| Ilustración 187. Menú Output.....                          | 134 |
| Ilustración 188. Login WinSCP. ....                        | 135 |
| Ilustración 189. WinSCP. ....                              | 136 |
| Ilustración 190. PuTTY. ....                               | 136 |
| Ilustración 191. <i>Video Editing</i> . ....               | 137 |
| Ilustración 192. Ventana edición de vídeo. ....            | 137 |
| Ilustración 193. Añadir imágenes. ....                     | 137 |
| Ilustración 194. Seleccionar imágenes. ....                | 138 |
| Ilustración 195. <i>Video Sequencer</i> . ....             | 138 |
| Ilustración 196. Fundido de vídeo. ....                    | 139 |
| Ilustración 197. <i>Alpha Over</i> .....                   | 140 |
| Ilustración 198. <i>Post Procesing</i> . ....              | 141 |
| Ilustración 199. Formato de vídeo.....                     | 141 |
| Ilustración 200. Configuración de salida.....              | 141 |

|  |     |
|--|-----|
| Ilustración 201. Plantilla para la página web.....                       | 143 |
| Ilustración 202. Cambiar nombre a las pestañas. ....                     | 144 |
| Ilustración 203. Insertar logo de la página web.....                     | 145 |
| Ilustración 204. Insertar texto e imágenes. ....                         | 145 |
| Ilustración 205. Aspecto final de la página web.....                     | 146 |
| Ilustración 206. Fachada del Hospital de Mineros San Rafael.....         | 149 |
| Ilustración 207. Puerta principal.....                                   | 150 |
| Ilustración 208. Fachada trasera. ....                                   | 150 |
| Ilustración 209. Patio. ....   | 151 |
| Ilustración 210. Hospital vista de pájaro. ....                          | 151 |
| Ilustración 211. Sala "La Playa".....                                    | 152 |
| Ilustración 212. Sala de enfermos. ....                                  | 152 |
| Ilustración 213. Sala de curas. ....                                     | 153 |
| Ilustración 214. Patios laterales. ....                                  | 153 |
| Ilustración 215. Cuerpo central de la fachada. ....                      | 154 |
| Ilustración 216. Ventanal del patio.....                                 | 154 |
| Ilustración 217. Terraza.....  | 155 |
| Ilustración 218. Escaleras del patio. ....                               | 155 |
| Ilustración 219. Presentación del vídeo.....                             | 156 |
| Ilustración 220. Planta Superior. ....                                   | 157 |
| Ilustración 221. Créditos del vídeo.....                                 | 157 |
| Ilustración 222. Página de Inicio. ....                                  | 158 |
| Ilustración 223. Página dedicada a la historia del Hospital Minero. .... | 158 |

## LISTA DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1. Fases del trabajo a desarrollar. ....                           | 55  |
| Tabla 2. Materiales utilizados en el Hospital Minero.....                | 106 |
| Tabla 3. Texturas aplicadas a los materiales en el Hospital Minero. .... | 115 |



# CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

El proyecto a realizar consiste en un modelado tridimensional del Hospital de Mineros San Rafael de Almadén, con una visita virtual de dicho edificio que permita conocer todas sus características históricas, morfológicas y artísticas, también su importancia a lo largo de la historia de la ciudad. Con la página web se intentará dar la mayor difusión posible y llegue a las personas que no puedan visitarlo físicamente. El proceso de modelado tridimensional y de creación de visita virtual se realizará con el programa informático Blender.

El proyecto se puede separar en dos grandes apartados. El primer apartado consistirá en un proceso de investigación que servirá para conocer el edificio en su contexto, a través de documentación gráfica y escrita. Tras conocer bien este primer apartado se pasará al segundo apartado que consistirá en la realización del modelado tridimensional, visita virtual y página web.

### **-Hospital de Mineros San Rafael**

La ciudad de Almadén posee un gran patrimonio, uno de los elementos más destacados es el Real Hospital Minero de San Rafael, construido entre 1755 y 1773, este edificio está ligado a la Plaza de Toros de Almadén, en la actualidad esta restaurado y totalmente puesto al servicio de la sociedad, con el objetivo de dar un mejor conocimiento de la historia y del significado de la minería de Almadén. El superintendente Francisco Javier de Villegas ordenó su fundación en 1752. En España se convirtió en uno de los primeros hospitales que contó con una asistencia facultativa, viéndose como un logro de los ideales del movimiento sanitario ilustrado del siglo XVIII. Así, el Real Hospital Minero de San Rafael fue uno de los pioneros de la Salud Laboral en España, investigando y desarrollándose curas y medicación para las enfermedades derivadas del trabajo en la mina, como el hidrargirismo, destacando métodos para su curación como el "cajón sauna" y "la playa" en el que se puede resaltar a los médicos José Parés y Franqués y Guillermo Sánchez Martín.

El hospital está constituido por pasillos, patios ajardinados y otras secciones en su interior que describen una geometría con forma de "L". En su momento diversos

servicios del Hospital, como cuadras, viviendas del personal sanitario, cocinas, se albergaban en otro edificio de dimensiones más reducidas.

Los dos cuerpos en los que se distribuye la fachada, cabe destacar la portada en piedra rematada con una figura del Arcángel San Rafael, el cual le da nombre al edificio. La puerta de acceso está escoltada por dos apuestas pilastras y en su interior predominan las espaciosas salas abovedadas designadas a los enfermos.



Ilustración 1. Hospital Minero San Rafael de Almadén.

Después de la supresión de las actividades sanitarias, este edificio propiedad de la Empresa Minera Minas de Almadén y Arrayanes S.A., fue utilizándose como archivo y oficinas de las labores geológicas, así como archivo general.

Actualmente acoge en su interior el Archivo Histórico de Minas de Almadén y el Museo del Minero. El edificio y el museo que alberga en su interior, permiten conocer mejor la historia y la influencia de la minería para la comarca de Almadén y sus gentes.

A los calabozos, donde los presos enfermos que trabajaban en las minas eran tratados, se ingresa desde los jardines que se encuentran a la espalda del museo.

Esta restauración, además del proyecto de rehabilitación que modificó la distribución y los espacios del Hospital de Mineros San Rafael sirvió como idea para realizar el proyecto, ya que sería imposible saber cómo era el edificio antes de la rehabilitación. Por ello, es una gran ocasión poder realizar una visita virtual del mismo, que permita a la gente conocer el patrimonio histórico de Almadén tal como era en un pasado (Wikipedia,Almadén).

### **-El modelado tridimensional.**

La técnica de modelado se basará en la traslación del lenguaje geométrico, suministrado por las medidas, y el lenguaje escrito dado por las fuentes escritas, al lenguaje gráfico visual. La cualidad que tiene este lenguaje es no depender del idioma e indistintamente de que el usuario tenga más o menos preparación, ya que por semejanza realiza la representación mediante modelos que rememoran la realidad, con lo que el sentido iconográfico es obtenido de manera inmediata.

Se procede al periodo de aplicación de la textura una vez terminado el modelo que recreará el objeto. El modelo tridimensional puede estar englobado por texturas fotorrealistas para dar un aspecto real o puede poseer un color que sea atribuido artificialmente según determinadas variables como una fuente de iluminación o un contenido temático. En cualquier caso, es fundamental no añadir elementos que nunca existieron, ya que son más fáciles de reconocer estos errores contra más realista es el modelo virtual.

En los modelos patrimoniales la asignación de texturas fotográficas requiere de una buena ecualización para que, la iluminación sea homogénea y las sombras percibidas con las fotografías puedan ser eliminadas, lo que exige a un tratamiento de las imágenes para disimular estas circunstancias.

Otro aspecto a tener en cuenta es que la fotografía que se va a utilizar como textura sea tomada en el momento que se quiere mostrar en el modelo virtual ya que con el paso del tiempo puede haber alteraciones (deterioro de la piedra, enfoscados, humedades, restauraciones, etc.) (Valle Melón & Rodríguez Miranda, 2011).

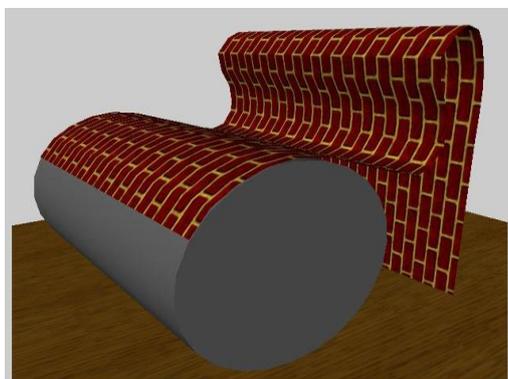


Ilustración 2. Ejemplo de modelado tridimensional.

## -Visita virtual.

Se le llama recorrido virtual a una secuencia de imágenes derivadas de una simulación de un lugar recreado virtualmente.

Actualmente, se puede mostrar un lugar virtual con la edición de un vídeo, o gracias a los sistemas de imagen panorámica, donde se puede ver de una forma un poco más interactiva todos los rincones de un lugar.

Se pueden encontrar muchos ejemplos de visitas virtuales como pueden ser La Mezquita de Córdoba (Moraga Campos, 2014), el Coliseo de la ciudad de Roma (Google maps).

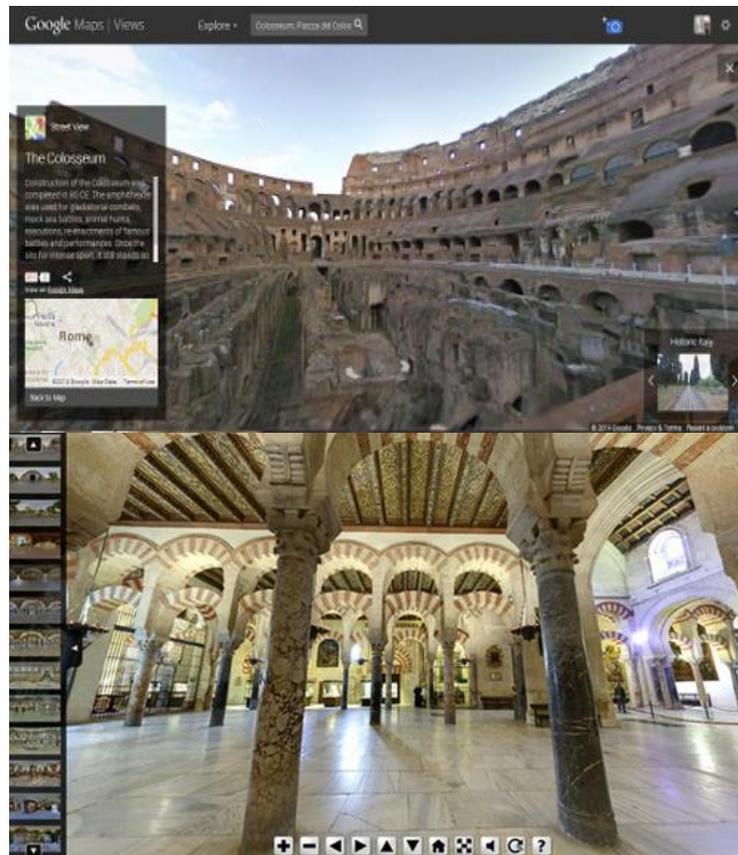


Ilustración 3. Ejemplos de visitas virtuales.

Las visitas virtuales pueden ser interactivas, en las cuales el usuario puede moverse libremente por el entorno virtual y las que no son interactivas las cuales el usuario sigue un recorrido determinado en el que le vayan explicando los aspectos de la visita. Para este proyecto la visita no será interactiva, ya que se considera más útil realizarla siguiendo un guion.

Esta visita puede ser muy beneficiosa para promocionar la ciudad de Almadén, ya que se dará a conocer uno de sus edificios más emblemáticos y con más historia.

#### **-Software informático Blender.**

El software elegido para la realización del modelado y la visita virtual es Blender. Es un *“software libre de código abierto para la animación en 3D”*. Permite realizar todas las operaciones relativas al 3D: *“modelado, texturización, animación, simulación, renderización, composición y creación de movimiento, la edición de vídeo y creación de videojuegos”* (Blender, Acerca de).

La ventaja de un programa del grupo conocido como software libre es la posibilidad de ser utilizado libremente para cualquier propósito, incluyendo fines educativos y comerciales (*GNU General Public License*) (Blender, Licencia). Así, el contenido de este proyecto podrá ser utilizado por otros alumnos para futuros proyectos.

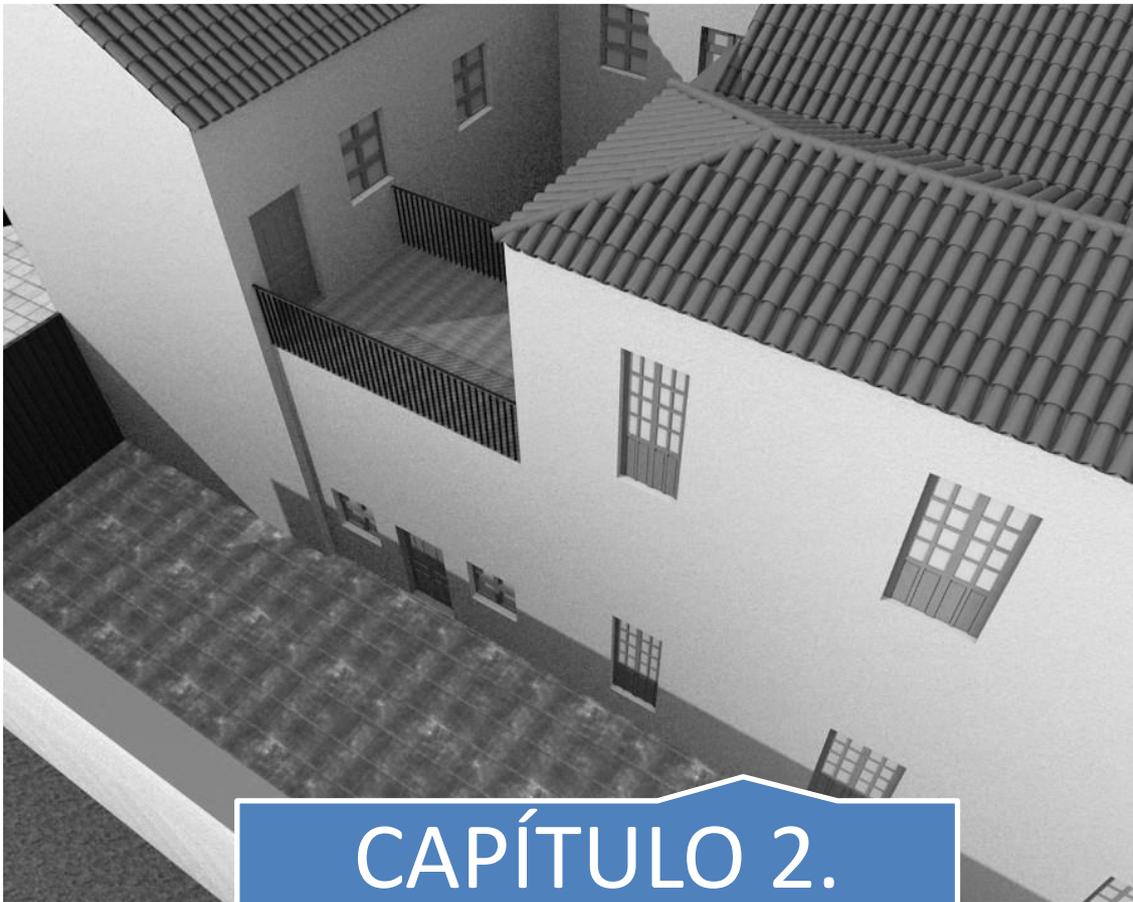


Ilustración 4. Logotipo del programa Blender.

#### **-Página web.**

La creación de una página web es el método más directo y de mayor difusión del que se dispone hoy en día para transmitir la información sobre cualquier trabajo realizado, dando la opción a cualquier persona con acceso a Internet conozca algo más sobre la historia de Almadén.

La realización de la web va a ser llevada a cabo con el programa Adobe Dreamweaver CS6, ya que su manejo es básico al no tener que programar y obteniéndose buenos resultados.



## CAPÍTULO 2. OBJETIVOS

## CAPÍTULO 2: OBJETIVOS.

El objetivo general de este trabajo fin de grado es el de dar a conocer como era el Hospital de Mineros de San Rafael cuando estaba en funcionamiento en la década de los años 70 del siglo pasado a través de una visita virtual de dicho edificio.

Como objetivos específicos se han planteado los siguientes:

- Conocer y entender el Hospital de Mineros San Rafael y obtener todos los datos necesarios para su posterior modelado. Por lo que es necesaria la búsqueda de documentación además de un análisis y síntesis de la misma, siendo muy importante la adquisición de la planimetría del Hospital de los años 70, algo principal para el posterior modelado del edificio.
- Realizar un modelo tridimensional partiendo de la información buscada que refleje la geometría del edificio. Para que alcance un aspecto material lo más cercano a la realidad hay que usar imágenes, una buena configuración de los materiales y una iluminación correcta.
- Realizar una visita virtual utilizando las posibilidades de representación y animación de Blender, con el fin de crear un vídeo presentación que será utilizado para dar a conocer las instalaciones y promocionar el Hospital.
- Dar a conocer los resultados del trabajo mediante una página web del Hospital Minero de Almadén. Con ella, se pretende ayudar a los ciudadanos a comprender una parte muy importante de la historia de Almadén.



## CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE.

### 3.1 HISTORIA DEL SOFTWARE CAD.

Hace 25 años, todos los dibujos se realizaban utilizando lápiz y papel y cuando era necesario cambiar algún aspecto, era obligatorio borrar y volver a dibujar. Si lo que se deseaba cambiar tenía mucha importancia en el conjunto del dibujo, se repetía por completo aumentando el tiempo requerido para realizarlo.

El diseño asistido por ordenador (*Computer Aided Design*–CAD) ha transformado esta manera de trabajo, mejorando las tareas de diseño en las formas que se llevan a cabo. Siendo originalmente una herramienta de dibujo 2D, ha progresado en el tiempo a la fase intermedia de 2,5D, hasta la fase 3D y la realidad virtual.

Los beneficios no se han reducido a crear una potente herramienta de dibujo que permite mejorar la calidad y la productividad, sino que también se consiguen otras utilidades. A la vez que se han instruido las aplicaciones de diseño asistido por ordenador, se han ido desarrollando otras de simulación, modelización y manufactura de productos. Esta evolución, ha ido de la mano con el aumento de la capacidad de proceso y a la facilidad de uso de los ordenadores, avanzando mucho desde la llegada de los PCs (Gómez, 2013).

A continuación se mostrará la evolución del diseño asistido por ordenador (CAD) a través del tiempo.

#### **-Antecedentes**

En 1955, el Lincoln Laboratory del Instituto de Tecnología de Massachusetts genera el primer sistema gráfico SAGE (*Semi Automatic Ground Environment*) de las Fuerzas Aéreas Norteamericanas. Éste trataba datos de radar y otras informaciones de localizaciones de objetos presentándolos en una pantalla CRT (Tubo de rayos catódicos).



Ilustración 5. Sistema SAGE.

### **-Década de los 60.**

En el mismo laboratorio, en 1962 Ivan Sutherland produce el sistema Sketchpad apoyado en su correspondiente tesis doctoral “*A Machines Graphics Communications System*”. Con este sistema instaura las bases de lo que se sabe hoy en día sobre los gráficos interactivos por ordenador. A Sutherland se le ocurrió la idea de utilizar un teclado y un lápiz óptico para seleccionar, situar y dibujar conjuntamente con una imagen figurada en la pantalla.

El mayor logro de Sutherland fue la introducción de su estructura de datos. Estaba cimentada en la topología del objeto que iba a representar, es decir era capaz de reproducir con toda fidelidad las relaciones entre las distintas partes que lo componía, insertando así, lo que se conoce como programación orientada a objetos, muy distinto a todo lo distinguido hasta ahora. Antes de esto, las representaciones visuales creadas en el ordenador, se habían determinado en un dibujo y no en el objeto en sí mismo. Con el sistema Sketchpad de Sutherland, el modelo representado en la estructura de datos y el dibujo que se aprecia en la pantalla tenían una clara diferencia entre sí.

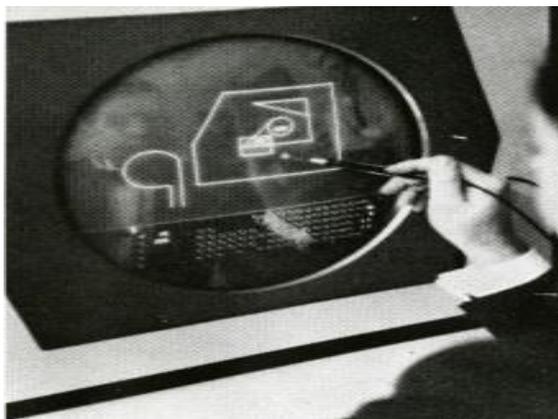


Ilustración 6. Sistema Sketchpad.

Se fomentaron en ITEK y General Motors proyectos afines al Sketchpad. El proyecto de ITEK utilizaba: una pantalla vectorial con memoria de refresco en disco duro, un

ordenador PDP-1 de Digital Equipment Corp. y una tableta y lápiz electrónico para introducir los datos.



Ilustración 7. Proyecto ITEK.

En el año 1963, las universidades implementan en sus aulas el sistema Sketchpad, causando una gran agitación. Lo que más impresionó fue ver que el ordenador podía calcular qué líneas definían la parte visible del objeto a la vez que borraba de la pantalla el resto. Las líneas ocultas eran acumuladas en la memoria del ordenador, en la base de datos, y volvían a mostrarse cuando al mover el objeto estas necesitaban ser visibles. Las restricciones del sistema eran más propicias del propio ordenador que del principio conceptual como tal.

El catedrático Charles Eastman de la Universidad Carnegie Mellon desarrolla BDS. Este sistema contenía diversos elementos arquitectónicos, guardados en una librería, que pueden ser acoplados y expuestos sobre la pantalla con un diseño arquitectónico al completo.

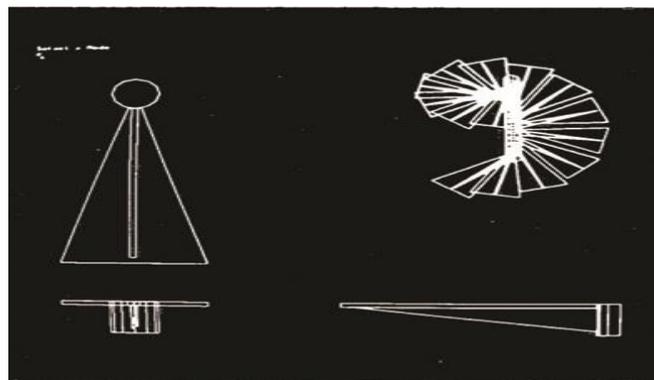


Ilustración 8. BDS.

En 1965 se distribuye el primer CAD, basado en ITEK Control Data Corp., con un valor de medio millón de dólares americanos. En ese año, el profesor J. F. Baker, jefe del

Departamento de Ingeniería de la Universidad de Cambridge, investigo en Europa con un ordenador gráfico PDP11. A. R. Forrest realiza la confluencia de dos cilindros ejecutándose así el primer estudio de investigación con un CAD.

Computervision fomenta el primer plotter (trazador) en 1969 y un año más tarde empiezan a usar sistemas CAD compañías aeroespaciales y automovilísticas (General Motors, Lockheed, Chrysler, Ford).

### **-Década de los 70.**

En 1975 Textronic impulsa el primer sistema CAD/CAM de la mano de AMD, siendo Lockheed la primera empresa en obtenerlo, así como también la primera pantalla de 19 pulgadas. Pasados dos años se origina en la Universidad de Cambridge el Delta Technical Services y un año después de la mano de Computervision se desarrolla mediante tecnología raster el primer terminal gráfico.

Los sistemas CAD a finales de los 70 rondaban los 125.000 US\$.

En 1979 varias empresas entre las que se encontraba Boeing, desarrollan un formato neutral de permuta de datos IGES.

### **-Década de los 80.**

En el 1980 se funda Investrónica, empresa española con desarrollos CAD y CAM orientados al sector textil-confección.

La empresa 3D/Eye Inc., basándose en desarrollos de la Universidad de Cornell, se transforma en la pionera del 3D y tecnología de gráficos. Unigraphics presenta Unisolid, el primer sistema de modelado sólido sobre un ordenador PADL-2.

John Walker funda junto a otros 12 creadores Autodesk (1982). Aderezado por 70 personas, querían elaborar un programa CAD para PC con un coste por debajo de los 1000 US\$. En el Comdex de Noviembre de Las Vegas se exhibe el primer AutoCAD.

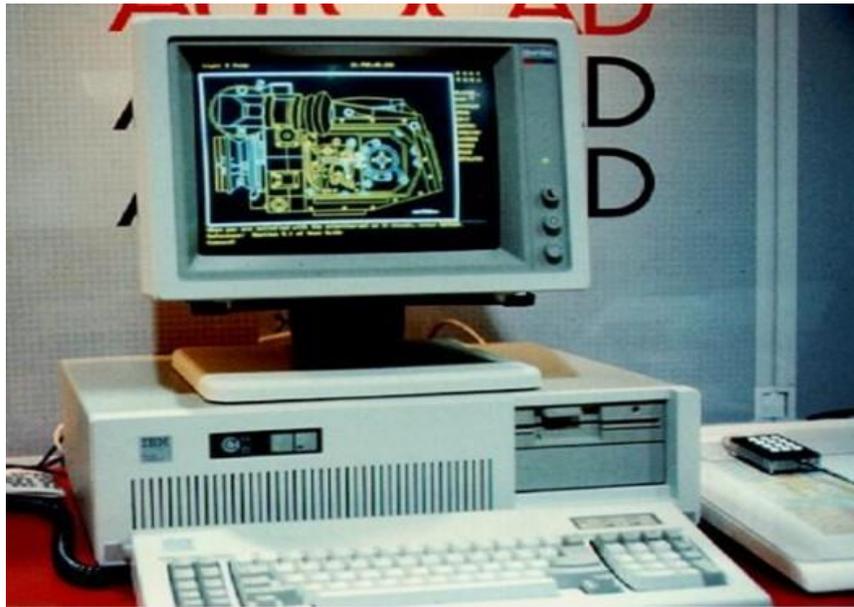


Ilustración 9. Primera versión de Autocad.

Se inicia el sistema universal de transferencia de datos STEP en 1983.

En 1985 se presenta MicroStation, desarrollo CAD para PC, otorgando la posibilidad de ver dibujos en formato IGES, basado en PseudoStation de Bentley System.

### -Década de los 90

Ya en la década de los 90, McDonnell Douglas (Boeing) recopila el sistema Unigraphics para su empresa.

En el año 1992, surge el primer AutoCAD sobre plataforma Sun.

En 1995 sale al mercado la primera versión para Microsoft Windows (versión 12).

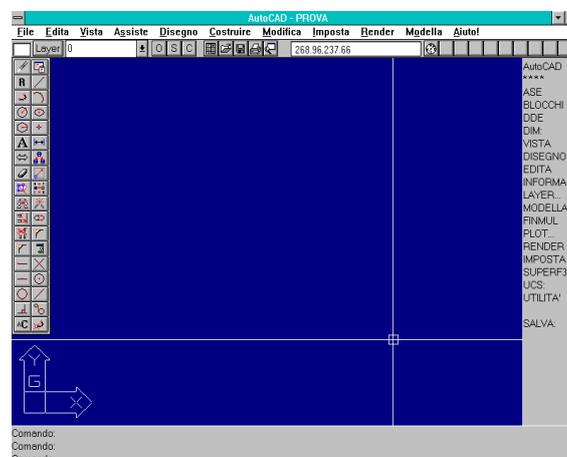


Ilustración 10. Primer Autocad para Windows.

Unigraphics da el salto a Windows en 1995, logrando que un año después firme el contrato más grande de la historia CAD/CAM con ellos General Motors.

La dimensión del mercado escala a 95.800 millones de US\$ en Estados Unidos y en Europa a 24.500 millones de Euros.

Autodesk fomenta AutoCAD R14 en 1997. No se buscaron nuevos rendimientos, solo fue un renacer de AutoCAD. El código fue reescrito totalmente con las mismas funciones que su antecesor, pero mucho mejor, más rápido, casi sin fallos y de manera más elemental. Desde la misma instalación las variaciones eran claras en todos los aspectos del sistema, autorizando la mejora en la calidad y la productividad. La trascendencia del AutoCAD 14 es que estableció un parámetro de estandarización para todos los programas de la industria en relación con el usuario final de pequeño a mediano tamaño.

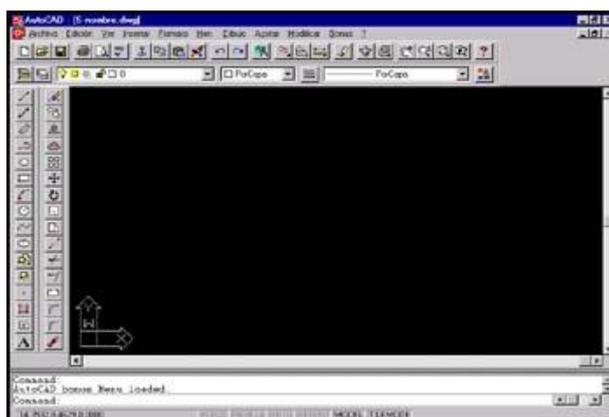


Ilustración 11. Autocad R14.

## **-Década del 2000**

El nuevo siglo, verá la comparecencia de programas inéditos, como el ArchiCAD encauzado a un diseño por objetos paramétricos edificados en un medio integrado 2D/3D, de neta orientación a la arquitectura; o el sketchup, que cambia el concepto de CAD al anexionar la idea de la construcción intuitiva mediante líneas de los objetos, muy cerca del dibujo manual tradicional, pero con la contribución de una construcción tridimensional asociada. Con la aparición de mejores modeladores tridimensionales, programas y plug-ins capaces de montarse sobre diferentes plataformas de software para la tarea de renderizado ha construido un mercado variado e interconectado (Wikipedia, Historia del diseño asistido por computadora).

### **3.2 SOFTWARE 3D ACTUALES.**

Los últimos años han visto el surgir de un modelo de permuta e interoperatividad entre los programas de diseño asistido por computadora de tipo general (AutoCAD, ArchiCAD, Sketchup) y programas concretos de las especialidades, debido al concepto BIM.

El software CAD se encuentra habituándose cada vez más a los nuevos tiempos por lo que está en continua evolución. El uso del 3D es cada vez más asiduo, y por ello ese es un aspecto que se perfecciona en cada versión de los programas, ganando en estabilidad, velocidad y prestaciones.

A pesar de haber muchas aplicaciones de modelado y animación 3D, algunas de las que se han ganado la mayor popularidad son:

#### **3.2.1 Autodesk 3ds Max**

Uno de los programas de animación 3D más utilizados es 3ds Max. Tiene una sólida capacidad de edición, una omnipresente arquitectura de plug-ins y una larga tradición en plataformas Microsoft Windows. El programa en mayor medida es utilizado por los desarrolladores de videojuegos, también se utiliza en proyectos de animación como películas o anuncios de televisión, efectos especiales y en arquitectura.

La dificultad de muchas de sus herramientas requerirá que pases mucho tiempo frente al ordenador para obtener algunos resultados, algo que sencillamente no vale la pena para un usuario casual.

La necesidad de un PC potente y con muchos recursos es evidente. Ocurre que la potencia del programa tiene que apoyarse sobre un hardware acorde, por lo que esta es otra de las características que ayuda a filtrar a las personas que solo desean pasar el rato de aquellas que realmente quieren trabajar con el modelado 3D.

Destaca la gran integración de este programa con otras herramientas de diseño 3D, podrás utilizar tus modelos 3D en otros proyectos así como importar a este programa lo que realices en otros programas.

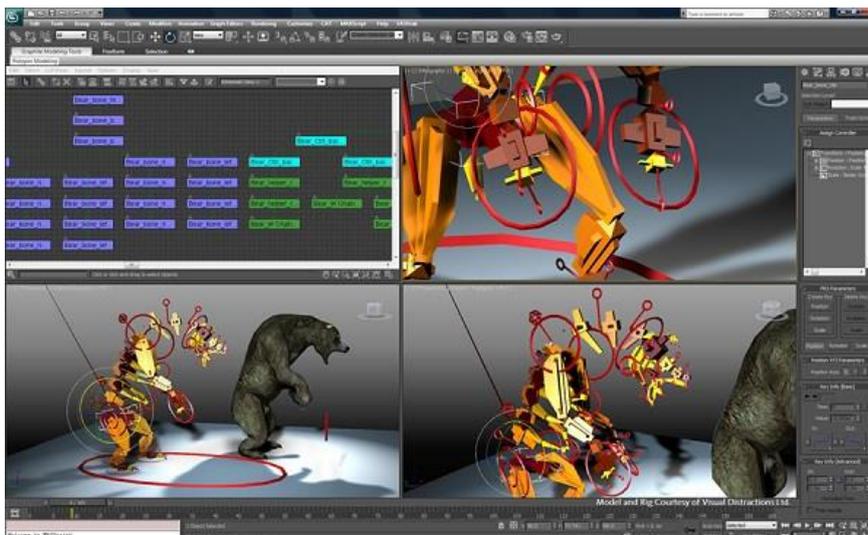


Ilustración 12. Interfaz del programa Autodesk 3ds Max.

### 3.2.2 Autodesk Maya

Maya se distingue por su potencia y los medios de expansión y personalización de su interfaz y herramientas. El código que compone el núcleo de Maya es MEL (Maya Embedded Language), y gracias al cual se obtienen scripts y personalizar el paquete.

El programa tiene muchas herramientas para modelado, animación, renderización, simulación de ropa y cabello, dinámicas (simulación de fluidos), etc.

El monumental impacto que ha tenido en la industria cinematográfica como instrumento de efectos visuales, es el único software de 3D avalado con un Oscar, con un aprovechamiento muy amplio debido a su gran disposición de desarrollo y personalización.

Su interfaz no es nada intuitiva y eso afecta a la hora de iniciar el aprendizaje de este software. Es un software muy sistemático y estricto, que no concede la introducción de muchos formatos. En cambio, es concurrente con los sistemas operativos más habituales, su motor de física es muy respetado en la industria del sector 3D y sus instrumentos para trabajar caracteres de animación son manejables y dignos de confianza, de los dominantes del mercado (Wikipedia, Autodesk Maya).



Ilustración 13. Autodesk Maya.

### 3.2.3 Blender

Blender es un proyecto informático multiplataforma, dedicado fundamentalmente al modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales. También de composición digital utilizando la técnica procesal de nodos, edición de vídeo, escultura y pintura digital. En Blender, además, se pueden crear videojuegos ya que tiene un motor de juegos interno.

Primariamente el programa fue proporcionado sin el código fuente de forma gratuita, pero con un manual que se podía comprar, aunque después pasó a ser software libre. En la actualidad es compatible con todas las versiones de Windows, Mac OS X, GNU/Linux, Solaris, FreeBSD e IRIX.

Las características principales de Blender son:

- Multiplataforma, libre, gratuito y con un tamaño relativamente pequeño comparado con otros paquetes de 3D, dependiendo del sistema operativo en el que se ejecuta.
- Capacidad para una gran variedad de primitivas geométricas, incluyendo curvas, mallas poligonales, vacíos, NURBS, metaballs.
- Junto a las herramientas de animación se incluyen cinemática inversa, deformaciones por armadura o cuadrícula, vértices de carga y partículas estáticas y dinámicas.
- Edición de audio y sincronización de vídeo.

- Características interactivas para juegos como detección de colisiones, recreaciones dinámicas y lógica.
- Posibilidades de renderizado interno versátil e integración externa con potentes trazadores de rayos o "raytracer" libres como kerkythea, YafRay o Yafrid.5
- Lenguaje Python para automatizar o controlar varias tareas.
- Blender acepta formatos gráficos como TGA, JPG, Iris, SGI, o TIFF. También puede leer ficheros Inventor.
- Motor de juegos 3D integrado, con un sistema de ladrillos lógicos. Para más control se usa programación en lenguaje Python.
- Simulaciones dinámicas para softbodies, partículas y fluidos.
- Modificadores apilables, para la aplicación de transformación no destructiva sobre mallas.
- Sistema de partículas estáticas para simular cabellos y pelajes, al que se han agregado nuevas propiedades entre las opciones de shaders para lograr texturas realistas.
- Capacidad para hacer Match moving.

### **-Historia de Blender.**

El estudio de animación Holandés NeoGeo fue co-fundado por **Ton Roosendaal** en el año 1988. En Holanda se transformó velozmente en el estudio más grande de animación 3D y en Europa una de las más ilustres casas de animación. Grandes compradores corporativos, como Philips, adquirió producciones de NeoGeo. La dirección artística como del desarrollo interno del software tuvo como encargado a Ton. Tras una metódica meditación, Ton determino que la actual herramienta 3D era desmesuradamente vieja, voluminosa de mantener y actualizar y precisaba ser reescrita desde su origen. Esta reescritura empezó en 1995 y estaba designada a convertirse en lo que ahora conocemos como Blender un software de creación 3D. Ton se dio cuenta, mientras Blender se encontraba en el proceso de ser refinado y mejorado, que podría ser una herramienta utilizada por otros artistas fuera del estudio NeoGeo.

Una nueva compañía creada por Ton llamada Not a Number (NaN), con el objetivo de impulsar el mercado y desarrollar Blender. El afán de NaN era crear y proporcionar gratuitamente una suite de creación 3D compacta y multiplataforma. Generalmente los programas comerciales de modelado costaban miles de dólares por lo que fue una idea

revolucionaria. NaN quería una herramienta de modelado y animación de nivel profesional para todo el mundo. La primera audiencia a la que asistió NaN fue en 1999, el Siggraph, en un esfuerzo para fomentar Blender. Esta primera conferencia del Siggraph fue un auténtico éxito para Blender y provocó que la prensa y los asistentes a la convención le dedicaran una enorme atención.

Después del gran éxito que tuvo en la conferencia del Siggraph, unos inversores le concedieron un crédito de 4,5 millones de euros. Esto permitió a NaN dilatar rápidamente sus operaciones. Por lo que paso a tener más de 50 personas trabajando en mejorar y fomentar Blender repartidos por todo el mundo. Blender 2.0 fue publicado en el 2000, la novedad en esta versión era la incorporación de un motor de juegos a la suite 3D. Con esta versión el número de consumidores inscritos en el sitio web de NaN sobrepasó los 250.000.

Desgraciadamente, la realidad del mercado de la época no encajó con la disposición de la compañía ni con las ambiciones y facilidades de NaN. Por lo que la empresa tuvo que ser conducida a una reorganización instaurando una compañía más pequeña y con nuevos fondos procedentes de los inversores. Blender Publisher fue lanzado como el primer artículo comercial de la nueva compañía NaN, seis meses después de la reorganización. Este producto fue guiado al ascendente mercado de medios interactivos en 3D basados en entornos web.

Los nuevos inversores determinaron tras las decepcionantes transacciones y al continuo clima de inconvenientes económicos dar por finalizadas las actividades de NaN. Esto también afectaba al desarrollo de Blender. Esta versión de Blender tenía anomalías ya que contaba con software complejo, características incompletas y una interfaz de usuario no muy habitual, por lo que Ton pensó en dejar el proyecto pero la espléndida ayuda de la comunidad y los clientes que habían comprado Blender Publisher en el pasado le convencieron para que Blender se disipara. Ya que construir una nueva compañía había fracasado, Ton Roosendaal fundó la institución no lucrativa **Blender Foundation**.

El objetivo número uno de esta fundación fue encontrar una manera de continuar la promoción y el desarrollo de Blender basado en la comunidad de usuarios para crear un proyecto de código abierto. Los inversores de NaN dieron el "sí" para que la Fundación desarrollara Blender como código abierto. La campaña de "Liberen a Blender" creada

para poder comprar a los inversores de NaN los derechos del código fuente y los de propiedad intelectual para después ceder Blender a la comunidad de código abierto. Un grupo de entusiastas voluntarios, entre los que se encontraban varios ex empleados de NaN fueron los principales impulsores de esta campaña. La recaudación se alcanzó en solo 7 semanas.

Blender fue liberado bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU (GPL) en el año 2002. El desarrollo de Blender conducido por Ton Roosendaal y un equipo de voluntarios procedentes de diversas partes del mundo, continúa hasta nuestros días.

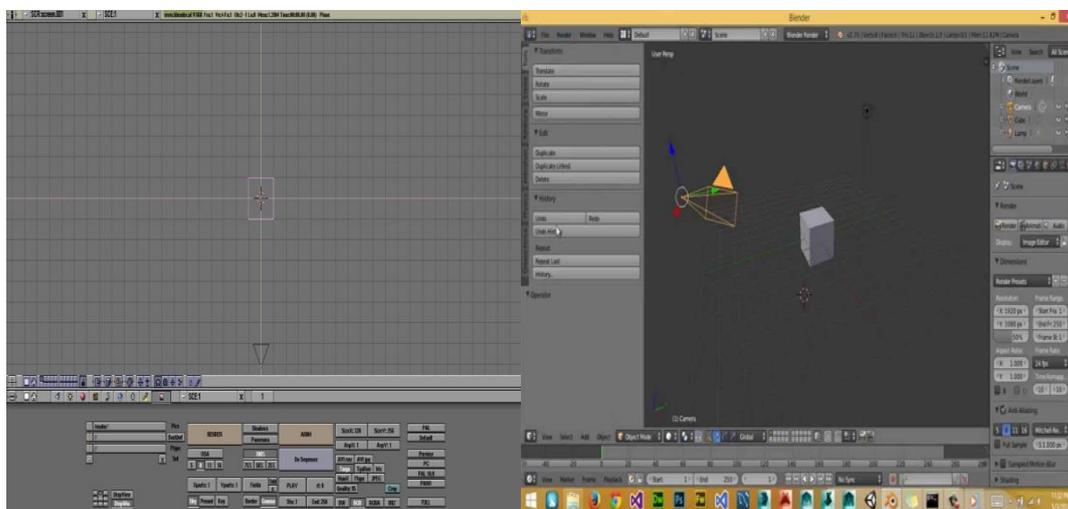


Ilustración 14. Versiones de Blender.

### 3.3 BLENDER 2.68

En la realización de mi proyecto se eligió el software Blender 2.68, ya que se trata de un software libre, por lo que se puede utilizar de forma gratuita sin tener que pagar ninguna cantidad elevada por ninguna licencia.

Otra razón para decantarme por Blender, es que el programa incluye la opción de renderizado y de editor de vídeo por lo que no se tiene que estar utilizando un programa específico para cada tarea.

Una gran ventaja que tiene Blender es la gran comunidad de usuarios que comparten información, tutoriales y aclaración de problemas en foros, por lo que el aprendizaje puede resultar mucho más factible para nuevos usuarios.

### **3.3.1 Motor gráfico de Blender.**

Blender está pensado para representar, o dibujar, escenas 3D, generando al final una imagen 2D. Con los diversos motores gráficos que trae incorporado se lleva a cabo dicha representación. Blender incorpora dos motores gráficos de pre-renderizado y uno de tiempo real.

#### **Interno**

Es el motor gráfico original de Blender. Se suele utilizar para proyectos pocos complejos, es más rápido que el otro motor gráfico. Para obtener resultados más fotorrealistas se necesita poner más empeño por parte del usuario, si queremos realizar una escena compleja.

#### **Cycles**

Este motor gráfico se introdujo en la versión 2.61 de Blender. Está basado en el trazado de rayos de luz, más concretamente en una técnica conocida como BRDF. Crea imágenes fotorrealistas de forma más sencilla ya que fue pensado para ello. Pero en cambio el tiempo de renderizado es mayor y genera imágenes con más ruido que el motor interno.

Desde la versión 2.65 Blender cuenta con una gran novedad y es la inclusión del Open Shading Language (OSL). Sony Pictures Animation desarrollo OSL como un Shading language para modernos path-tracing en motores gráficos como Cycles (Wikipedia, Blender).

### **3.3.2 Interfaz de Blender.**

La interfaz es el medio de interacción entre el usuario y el programa. El usuario se comunica con el programa por medio del teclado y el ratón, y el programa ofrece la reacción por medio del sistema de ventanas.

La interfaz de Blender está diseñada para una aplicación grafica de modelado, pero los conjuntos de características son diferentes y diferentemente agrupadas respecto a la mayoría de programas 3D. Por lo que al principio necesitaremos un tiempo de adaptación a la interfaz de Blender.

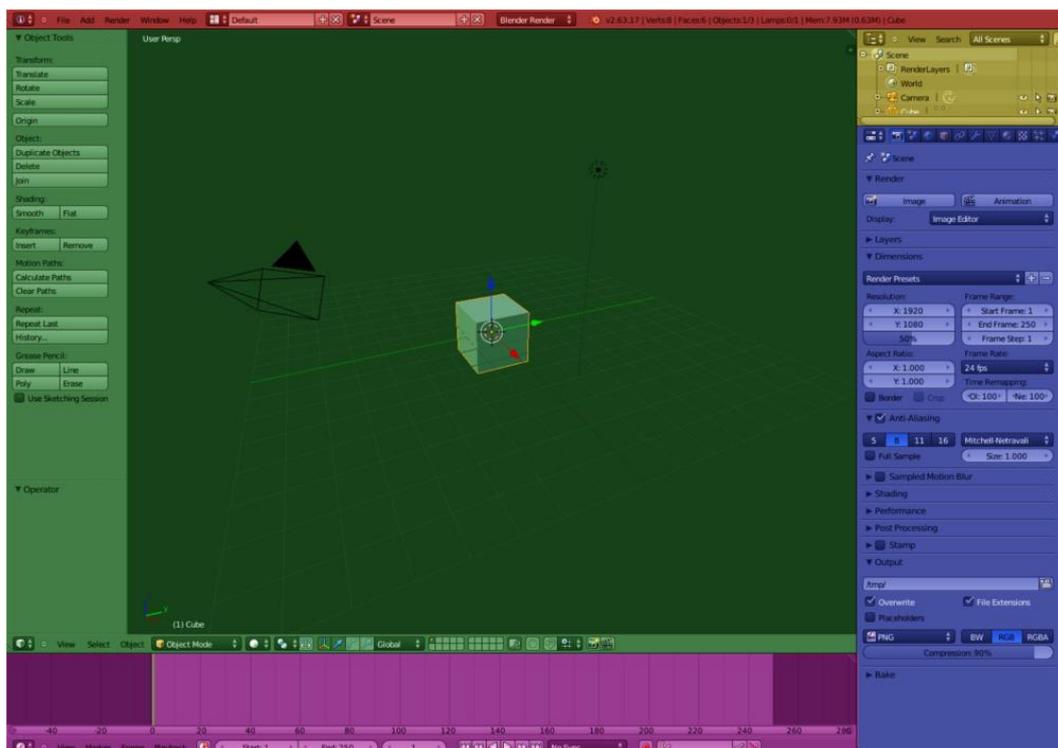


Ilustración 15. Interfaz de Blender.

La interfaz se divide en 5 grandes bloques cada uno de ellos representado con un color diferente como se ve en la Ilustración 14.

-**Vista 3D (3D View):** Los modelados de los objetos y la creación de la escena se realizan en este panel principal.

-**Esquema (Outliner):** Permite organizar en una lista del tipo “árbol de directorio” todos los objetos que conforman la escena.

-**Línea de tiempo (Timeline):** Tiene el control de movimientos de los objetos 3D en el espacio. Por lo que da la opción de crear, visualizar, editar y eliminar partes de la animación de la escena en cuadros (*frame*) al igual que el Flash.

-**Propiedades (Properties):** Las funciones que afectan al comportamiento o forma de los elementos que están en la escena y varían según el elemento seleccionado se encuentran agrupadas en este panel.

-**Panel de Información:** Contiene la siguiente información: menú principal, recursos informativos y pantalla actual (Cruz, 2014).

Ahora se entrara más en detalle de cada bloque para así familiarizarse aún más con Blender.

### Vista 3D (3D View)

La ventana 3D es la que más se usara en el proyecto, pues en ella se lleva a cabo el modelado, la animación, el renderizado, la esculpida (para trabajos muy detallados), la composición de la escena, etc.

En la parte inferior de la ventana se ubican varios menús.

En el menú View se encontraran las opciones más usadas para la visualización de la escena.

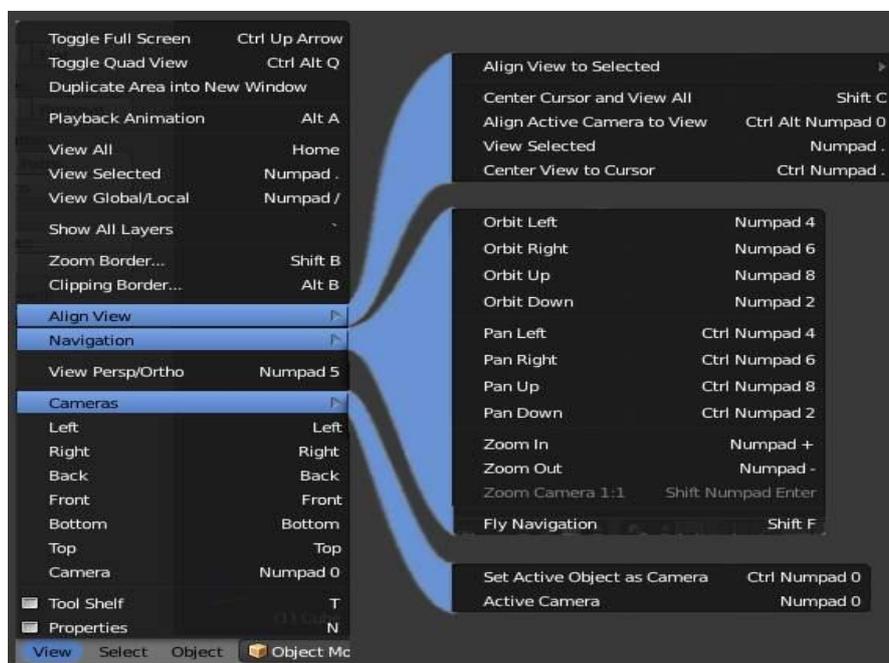


Ilustración 16. Menú View.

En el menú *Select* se ubican las opciones más usadas sobre selección de uno o más objetos de la escena.

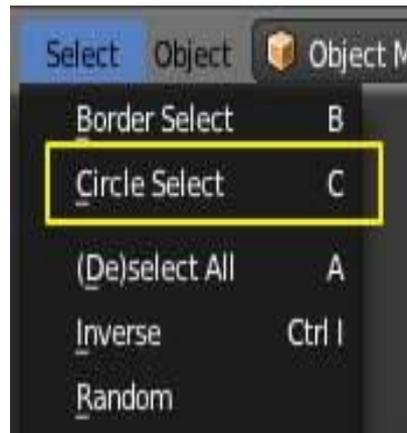


Ilustración 17. Menú *Select*.

En el menú *Object* se encuentran las opciones más usadas para la edición de las propiedades del objeto seleccionado.

En esta zona se ubican las opciones del Modo de la ventana 3d, como pueden ser el Modo Objeto, Modo Edición, Modo Escultura, etc.

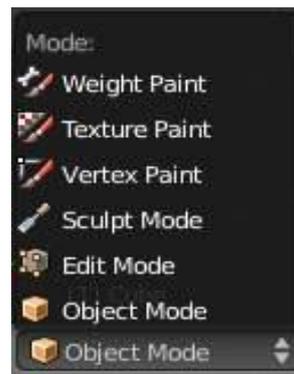


Ilustración 18. Opciones del Modo de la ventana 3D.

Otra cosa que se puede elegir en esta zona es el tipo de Sombreado que tendrá el objeto (Sólido, Vacío, Texturizado, etc.).

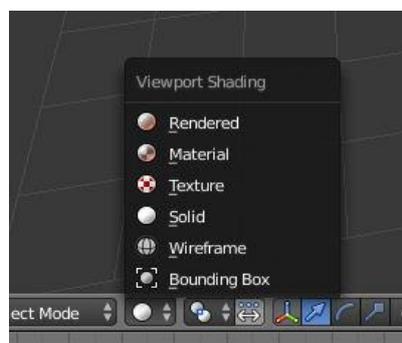


Ilustración 19. Tipo de Sombreado.

Se pueden visualizar las 20 distintas Capas con las que se puede trabajar.



Ilustración 20. Menú de selección de capas.

La barra de herramientas es un complemento de la Ventana 3D. En ella se pueden encontrar la mayoría de las herramientas que se pueden utilizar en los objetos 3D como mover, rotar, escalar, duplicar, eliminar, etc. Se pueden ocultar/abrir la barra de herramientas oprimiendo la tecla T.

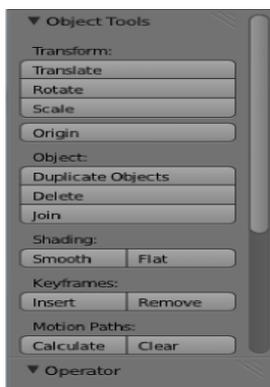


Ilustración 21. Barra de herramientas.

La barra de propiedades es otro complemento de la Ventana 3D. Normalmente se encuentra oculta y cuenta con todas las propiedades del objeto que tenemos seleccionado, como la Ubicación, Ángulo, Escala, Dimensión, Nombre del Objeto, etc. Puedes ocultar/abrir la barra de propiedades oprimiendo la tecla N.

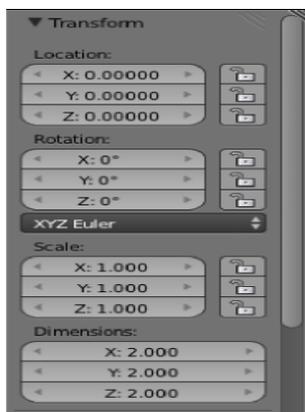


Ilustración 22. Barra de propiedades.

### Esquema (*Outliner*)

Aquí aparecen todos los objetos que tiene la escena, los cuales se pueden ocultar, bloquear su posición y remover del renderizado.

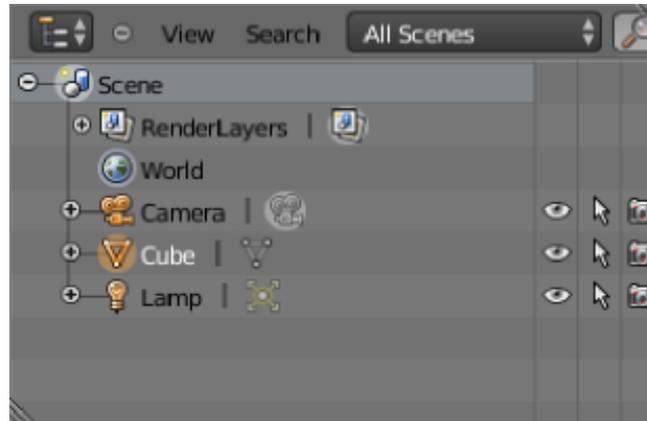


Ilustración 23. Esquema.

### Propiedades (*Properties*)

El panel de propiedades es la segunda parte más importante de la interfaz. Ahí se pueden escoger las distintas opciones del renderizado, de las capas, la escena, del mundo, las propiedades del último objeto seleccionado, las restricciones, los modificadores que afectan a tu objeto, los datos del objeto, el tipo de material, las texturas del objeto, las partículas y la física del objeto.



Ilustración 24. Panel de propiedades.

### Línea de tiempo (*Timeline*)

Controla las reproducciones en las animaciones.



Ilustración 25. *Timeline*.

### 3.3.3 Personalizar pantalla.

La flexibilidad de las ventanas de Blender permite crear entornos de trabajo personalizados para diferentes tareas, tales como el modelado, la animación y el

scripting. Suele ser útil poder cambiar entre diferentes entornos para un mismo trabajo. Para cada escena, se necesitan modelar los polígonos, pintar mediante materiales, etc.

Para que se realice cada una de estas tareas creativas, Blender dispone de un conjunto de pantallas (o entornos de trabajo) predefinidas, las cuales muestra los tipos de ventanas que se necesitan para realizar el trabajo de forma rápida y eficiente.

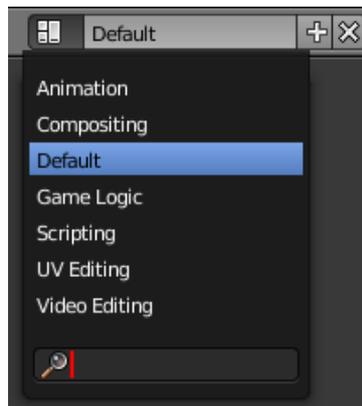


Ilustración 26. Personalizar pantalla.

### 3.3.4 Navegar por Blender.

Se va a mostrar la información básica para poder moverse por el entorno 3D de Blender.

Si se sitúa el puntero del ratón sobre el visor 3D, y se pulsa sobre una de estas teclas NUM7, NUM1 y NUM3 la escena se sitúa en la vista superior, frontal y lateral derecho. Si a estas teclas se les acompaña pulsando CTRL se obtienen las vistas inferior, posterior y lateral izquierda, en el mismo orden.



Ilustración 27. Vistas.

Con el puntero sobre el espacio de trabajo 3D tecleando NUM2, NUM4, NUM6, y NUM8, rotará quince grados la vista hacia abajo, a la izquierda, a la derecha y hacia arriba respectivamente.

Para el movimiento vertical y horizontal de la vista se tienen dos alternativas. SHIFT+BMR (Botón Medio Ratón) o SHIFT+ALT+BIR (Botón Izquierdo Ratón) y a continuación mover el ratón.

Se debe presionar SHIFT antes de presionar BMR; de lo contrario, se hace rotar la vista en lugar de desplazarla.

O bien, pulsando SHIFT + mantener la rueda del ratón pulsada para desplazar la vista hacia arriba o hacia abajo y CTRL + mantener la rueda del ratón pulsada para desplazar lateralmente.

## Zoom

Para realizar esta opción Blender brinda la opción de poder hacerlo de varias maneras.

Si el ratón tiene una rueda, gírala.

CTRL+ALT+BIR (Botón Izquierdo Ratón)

CTRL+BCR (Botón Central Ratón o Scroll Button)

NUM+ y NUM-

Clic con el botón izquierdo.

Cambia la localización del llamado Cursor 3D. Cuando llegue el momento se verá la importancia de este elemento. Por ahora se dirá que su principal función es determinar en qué lugar aparece un nuevo objeto.

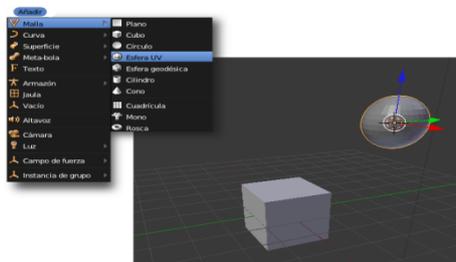


Ilustración 28. Cursor 3D.

Clic con el botón derecho.

Es el método más rápido de selección. Cuando ya hay dos mallas o más en escena si se cambia de objeto seleccionado, éste pasa a tener el contorno naranja. Como en cualquier otro software de diseño si se hace clic derecho mientras se mantiene pulsada la tecla SHIFT es posible acumular varios objetos seleccionados (Wikibooks).

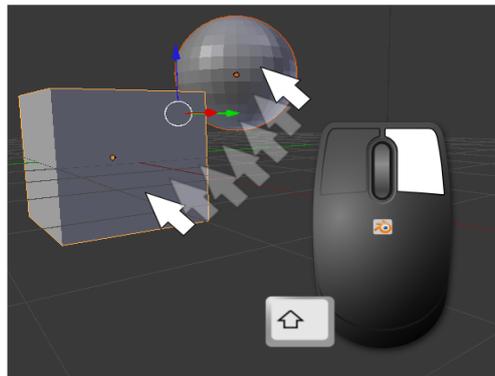


Ilustración 29. Opción seleccionar varios.

### 3.3.5 Transformaciones.

Las tres transformaciones geométricas básicas cuando se modela en 3D son: Mover, Rotar y Escalar.

#### **Mover.**

Para que se pueda desplazar un objeto basta con pulsar la letra "G" en el teclado para que comience la edición; con el movimiento del ratón se indica la nueva localización y se finaliza la operación con clic izquierdo o "Intro".



Ilustración 30. Mover.

## Rotar

Para cambiar la orientación de los elementos alrededor de uno o más ejes o puntos de pivote de los elementos. Se usara el atajo de teclado “R”. La rotación se puede limitar a un eje o ejes para ello se pulsara la letra del eje o ejes que se quieren restringir.

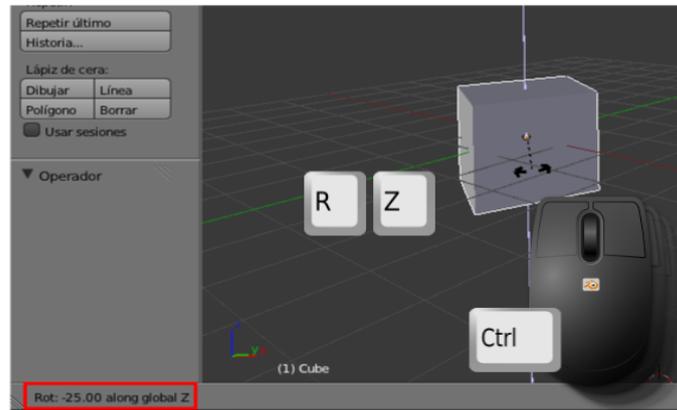


Ilustración 31. Rotar.

## Escalar

Si se presiona el atajo de teclado “S” se estará ingresando a la transformación de escala donde el elemento seleccionado es escalado hacia adentro o hacia afuera de acuerdo a la ubicación del puntero del ratón, cuanto más se aleje en relación del punto de pivote el elemento se incrementara y viceversa para hacerlo reducir. El escalado se puede limitar a un eje o ejes para ello se pulsara la letra del eje o ejes que se quieran restringir.

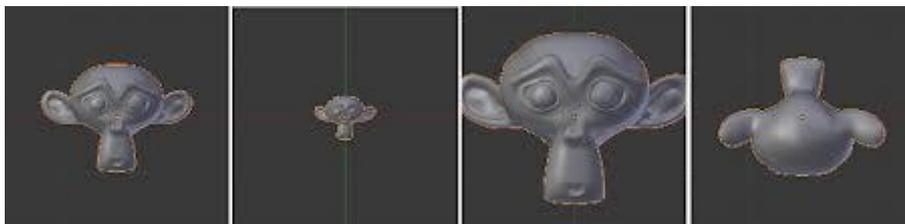


Ilustración 32. Escalar.

## Renderizado

En el mundo real los objetos están hechos de materiales: plástico, metal, papel, terciopelo... Además, en el mundo real hay luces que iluminan las escenas. La obtención de cada fotograma de una animación se denomina render. El render es un proceso en el

que se tiene en cuenta no sólo la geometría de los objetos de la escena y la posición de la cámara, sino también el material que se les asigna a estos y la posición de las luces. Para hacer el render se debe pulsar la tecla F12.



Ilustración 33. Renderizado.

### 3.4 VISITAS VIRTUALES

Se conoce a las visitas virtuales como la simulación que ofrece la tecnología a una persona de conocer un lugar sin estar realmente allí. Estas visitas virtuales presentan fotografías panorámicas esféricas, que permiten que el usuario observe un sitio en todas las direcciones con sólo mover el mouse. El sujeto, por lo tanto, puede mirar hacia ambos costados, arriba y abajo, y desplazarse por el terreno tal como si estuviera presente físicamente.

Por lo general se tienen dos tipos de visitas virtuales, las fotográficas 360° y en 3D interactivo. Las más utilizadas son las fotográficas 360°, que son básicamente una serie de fotografías de alta resolución desde diferentes puntos del lugar que se quiera trabajar. Después se unen para crear una sola imagen panorámica.

Para convertir estas fotografías panorámicas se dispone de diferentes tipos de tecnologías (Flash, VR Quicktime, etc.) para llevar a cabo la visita virtual donde el usuario pueda "deslizar" estas imágenes para dar la sensación de que se está contemplando el entorno girando sobre sí mismo. Generalmente dispone de las siguientes características poder pasar de una fotografía a otra, hacer zoom para observar algún detalle de la fotografía y visualizar alguna información concreta pulsando sobre algún icono sobreimpreso.

La razón por la que es el método más común vienen dado por la sencillez y económico que resulta realizar este tipo de visitas virtuales.

La visita virtual 3D también tiene como base la toma de fotografías de alta resolución del lugar a trabajar. El objetivo principal es reproducir el lugar en un entorno 3D para después utilizar las fotografías tomadas como texturas.

Este tipo de visitas virtuales se realizan con herramientas que contiene un motor gráfico, el cual se programara las acciones y comportamientos de la visita. El usuario tendrá la opción de desplazarse por el entorno en cualquier dirección, pudiendo observar todos los puntos de vista, interactuar con los objetos, escuchar sonidos y música.

Este tipo de visita virtual es más compleja de realizar por lo que se suele utilizar para lugares pequeños donde los detalles sean lo importante o donde lo que se quiere mostrar sea imposible de fotografiar (Díaz Barriuso, 2015).

Los recorridos virtuales son utilizados por industrias de todo tipo.

- Industria del entretenimiento, videojuegos, consolas...;



Ilustración 34. Imagen del videojuego Call of Duty.

- Previsualización de proyectos arquitectónicos, recorriendo los edificios antes de su construcción...;



Ilustración 35. Renderizado del salón de una vivienda.

- Previsualización de prototipos, como si la visualización se realizara desde el interior para que los usuarios realicen test.

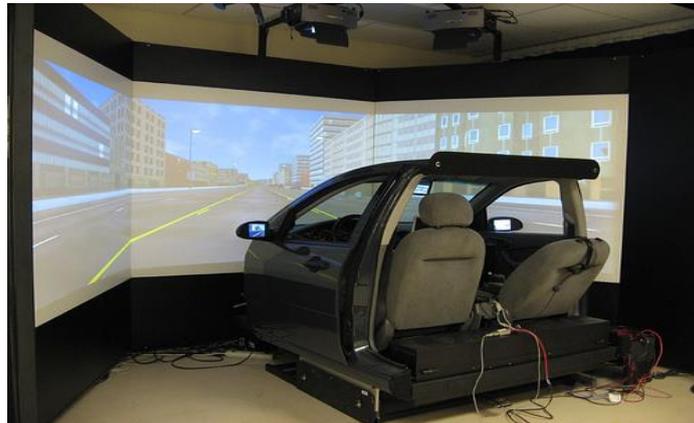


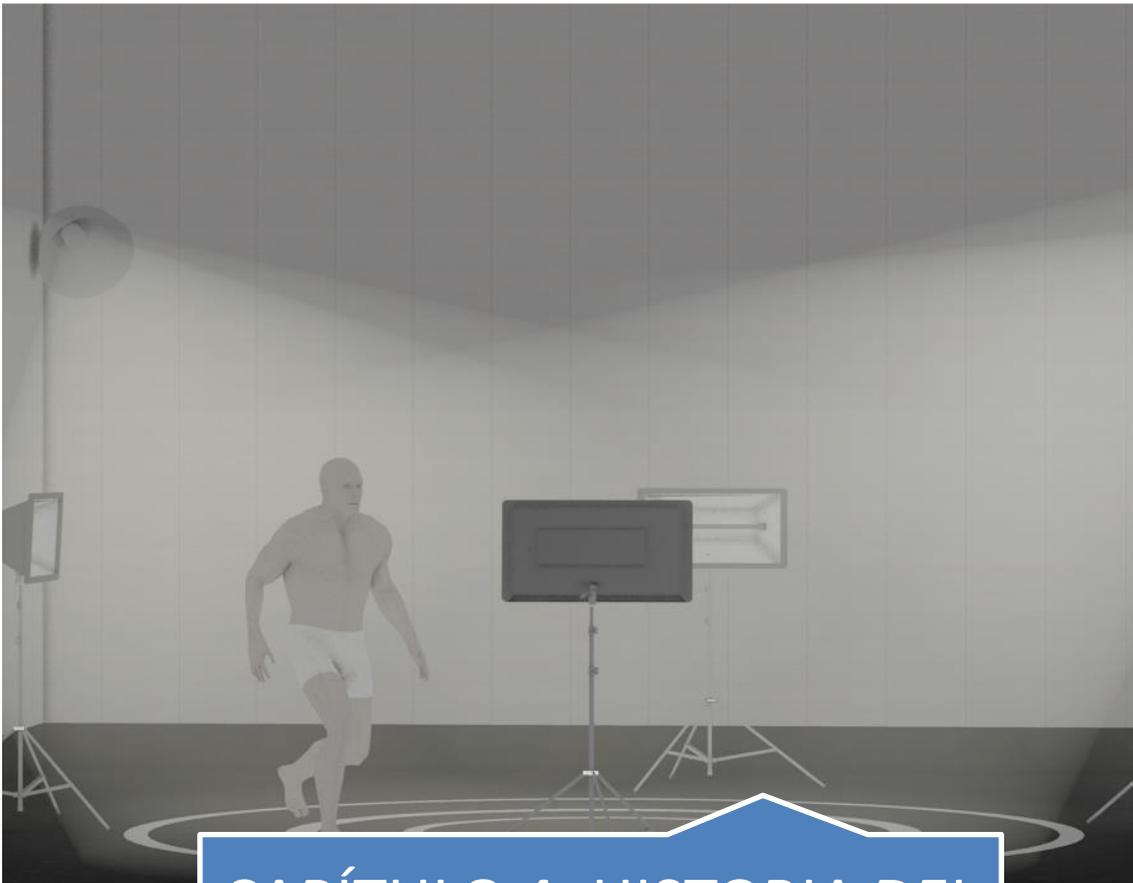
Ilustración 36. Simulador de coche.

- Representación digital de una empresa con el fin de enseñar las instalaciones para realizar una visita virtual vía web.



Ilustración 37. Visita virtual de una tienda.

El abanico donde se emplean estas visitas es muy amplio y sirve para mostrar o enseñar las características o elementos de cualquier lugar donde se tenga que visualizar desde diferentes ángulos (Ulldemolins).



**CAPÍTULO 4: HISTORIA DEL  
REAL HOSPITAL DE  
MINEROS SAN RAFAEL DE  
ALMADÉN.**

## **CAPÍTULO 4: HISTORIA DEL REAL HOSPITAL DE MINEROS SAN RAFAEL DE ALMADÉN.**

### **4.1 Desde la Edad de Bronce hasta la construcción del Real Hospital de Mineros San Rafael de Almadén.**

La historia de Almadén está ligada a su mina de mercurio, las primeras marcas que se encontraron de vida fueron unas pinturas rupestres en las sierras que rodean a la Almadén actual que datan de la Edad del Bronce.



Ilustración 38. Pinturas rupestres de la Virgen del Castillo (Chillón).

El primer pueblo que se asentó en la zona fueron los romanos, se han encontrado restos de villas romanas en el término de Almadén, explotando de forma intensiva la mina alrededor del siglo II a.C. El mineral extraído se exportaba a capital de imperio romano para allí ser tratado y utilizado.



Ilustración 39. Restos de la ciudad romana de Sisapo (La Bienvenida, Ciudad Real).

Tras la caída del imperio romano esta zona pierde importancia pero sin dejar de ser poblada por los visigodos.



Ilustración 40. Sarcófagos de época visigoda, yacimiento de Pilar de la Legua (Almadén).

No vuelve a recobrar importancia hasta la conquista de la península por los árabes que nos dejaron fortalezas atalayas y multitud de palabras incluida la que da nombre a dicha villa, “hins al madin”.



Ilustración 41. Olla de un horno de Xabeca (Almadén).

La conquista por parte de los cristianos de estos territorios hará que las minas cambien de propietarios y arrendatarios, destacando el arrendamiento por parte de los banqueros Függer, como aval de los préstamos económicos para financiar la elección imperial y las guerras de Carlos V.

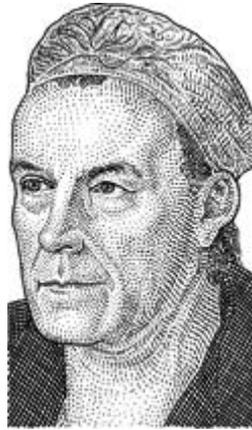


Ilustración 42. Jakob Függer.

El descubrimiento de América y sus minas de plata impulsan el consumo de mercurio por la necesidad de amalgamar en frío la plata.

Cuando se desplomo la producción de azogue de las minas de Huancavelica (Perú), obligo a intensificar la producción de la mina de Almadén, esta necesidad de mercurio trajo un aumento en el requerimiento de mano de obra lo que elevó el número de enfermos incentivado con la aparición de una epidemia en esa época (Excmo. Ayuntamiento de Almadén).

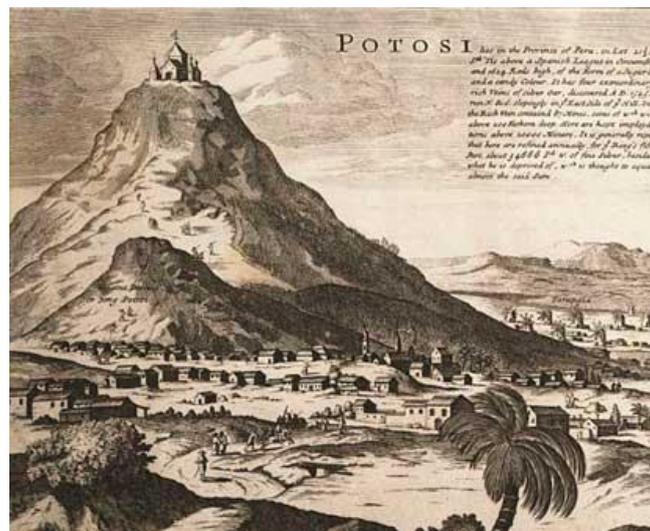


Ilustración 43. Mina de Potosí (México) en la época colonial.

## 4.2 Historia del Hospital Minero San Rafael de Almadén.

La preocupación por la salud de los obreros para mantener la producción de la mina y el estado ruinoso en el que se encontraba el Hospital de la Caridad debido a la cercanía de los trabajos subterráneos y la escasez de medios con los que contaba llevaron al Superintendente Francisco Javier de Villegas a tomar la decisión de construir un nuevo hospital para atender a los mineros y a sus familias.

El proyecto que Villegas presentó a sus mandos superiores en 1752 proponía la construcción de 24 casas dispuestas en forma hexagonal cuyo perímetro delimitaba una plaza de toros en el interior, con el ingreso del arrendamiento de las viviendas y los espectáculos taurinos financiar en parte la construcción del hospital. La construcción de estas viviendas también sirvió para frenar las epidemias causadas por el hacinamiento, ya que se acogían a los forasteros que acudían a trabajar en la mina, y extender el crecimiento urbano al Este.

Las casas tenían dos habitaciones cada una además de la plaza de toros que también servía como mercado y corral de concejo.

Se puede considerar como fecha fundacional del Real Hospital de Mineros San Rafael el 28 de agosto de 1752 fecha en la que el Marqués de la Ensenada le dirige al Superintendente la aprobación para celebrar las corridas de toros y sus beneficios se apliquen al Hospital.

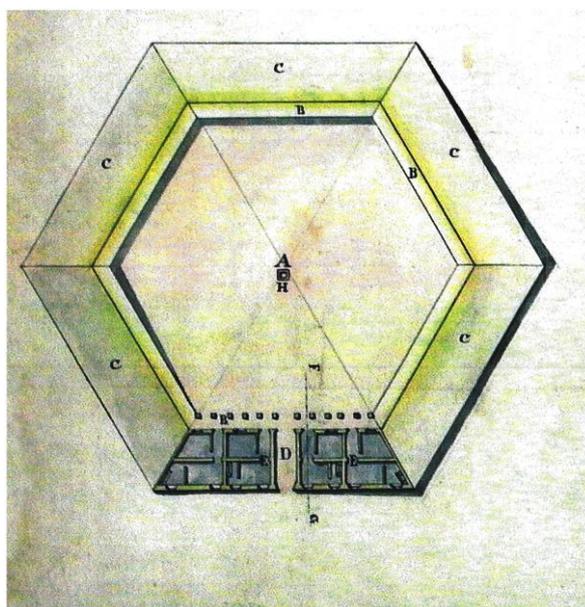


Ilustración 44. Plano de la Plaza de Toros.

Las obras de construcción se iniciaron en el reinado de Fernando VI siendo Superintendente Francisco Javier de Villegas en 1755 y terminaron en el reinado de Carlos III siendo Superintendente Diego Luis Gijón y Pacheco en 1773 como indican los escudos que están en la fachada principal.



Ilustración 45. Lapidar conmemorativas del inicio y final de las obras.

Antes de estar totalmente concluida su construcción, el medico José Parés y Franqués ordeno en Marzo de 1774 el traslado de los enfermos desde el Hospital de la Caridad.

José Parés y Franqués fue médico de la Cárcel Real de Forzados, de la Tropa del Resguardo y del Hospital de Almadén entre 1761 y 1798 año en el que fallece. En la obra que escribió titulada “*Catástrofe morboso de las Minas mercuriales de la Villa de Almadén del Azogue*” detallo las diferentes enfermedades que tenían los mineros y sus efectos. Este médico se fijó especialmente en el temblor que sufrían los enfermos así como en su curación. En 1778 le hizo un manuscrito al rey Carlos III donde le hace saber la dureza del trabajo en la mina de esa época. También escribió otros dos libros sobre las minas de Almadén: “*Apología de las Reales Minas de Almadén del Azogue y sus Mineros*” (1777) y “*Descripción histórico-físico-médico-mineralógico-mercurial de las Reales Minas de Azogue de la Villa de Almadén*” (1785). Parés participó activamente en la creación de la Academia de Minas de Almadén, primer centro de enseñanza de la minería en España y cuarto del mundo, proponiendo a sus superiores

que Störr impartiera geometría subterránea a veinte alumnos siendo uno de ellos el propio Pares. En el año de su muerte se le concedió el título honorífico de médico de la Real Familia.

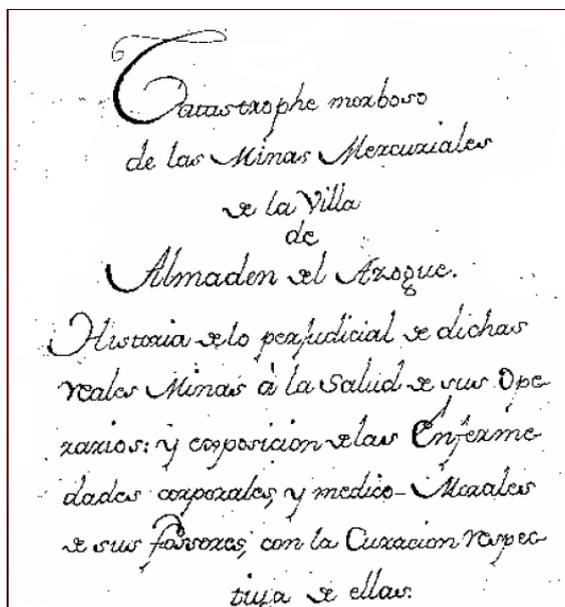


Ilustración 46. "Catástrofe morboso de las Minas mercuriales de la Villa de Almadén del Azogue"

Entre 1774 y 1808 el centro registra el periodo de mayor actividad contando con 40 camas en salas para hombres y mujeres, la media anual de ingresos durante estos años supero las 800 personas y unas 14.000 consultas anuales. Esta época coincide con un aumento demográfico de la población debido a la llegada de forasteros llegando a alcanzar los 4.000 habitantes.

El grave incendio que tuvo lugar en la mina entre 1755 y 1757 tuvo como consecuencia la retirada de los forzados de los trabajos en el interior de la mina, ya que se les achaco el origen del incendio, sustituyéndolos por trabajadores libres. Por la profundización en los trabajos de minería sin incluir mejoras en la ventilación provoco un aumento en la morbilidad profesional.

Estos factores unidos a las epidemias, la crisis de carestía y la crisis de subsistencia aumentaron la demanda hospitalaria por parte de los ciudadanos.

Desde su construcción el edificio fue sufriendo variaciones en su estructura, la primera que se realizó fue la construcción de una casa para el capellán y un cuarto para enfermos mentales en 1779. Al año siguiente se realizan obras de desagües, una cocina, un pozo, un patio, un corral y un lavadero cubierto indispensable para la higiene del Hospital. En

1781 se amplía el cementerio del Hospital. En 1792 se agranda la enfermería de mujeres y separarla de la de hombres cambiando la distribución de las salas. En 1794 se les habilita una sala y un calabozo a los presos. A medida que surgían nuevas necesidades asistenciales que cubrir el edificio se modificaba con pequeñas construcciones o se adaptaban los espacios ya existentes.

Cuando los ingresos para financiar el mantenimiento del Hospital se vieron insuficientes, por los gastos que ocasionaban las obras de acondicionamiento, el gran número de enfermos a los que atender y la bajada de ingresos procedentes de las rentas. La crisis se resolvió cuando las Minas tomaron parte en la financiación de la institución y mediante la aplicación del producto de las hierbas y diezmos de la Dehesa de Castilseras, también ayudo a la financiación la venta de aguardiente por parte del Hospital.

La invasión napoleónica viene a marcar el inicio de la decadencia del Hospital de Mineros por su dependencia de los presupuestos de la Mina, en un momento difícil para la Hacienda Pública dado por la guerra de Independencia, la pérdida de las colonias americanas y las campañas contra los carlistas. Los ingresos del Hospital se limitaron solo a las rentas por el alquiler de las casas de la plaza de toros, la venta de medicinas y el cobro de la hospitalización a personas con solvencia económica. Para contener el gasto se adoptaron dos medidas: endurecimiento de las condiciones para acceder al Hospital y la asistencia médica a domicilio.

En 1805 se toma la decisión de hacer un grupo de personas con derecho de admisión y eran los trabajadores y dependientes de la Mina y sus familias.

El exceso de mano de obra en el último tercio del siglo XIX tuvo como consecuencia la instauración del reparto de jornales por lo que la exposición al ambiente toxico disminuyo. En esta época se instauró un procedimiento terapéutico ambulatorio para tratar los casos menos graves de hidrargirismo y unido al estado deficiente de las instalaciones provocó la bajada de demanda de ingresos por lo que el Hospital termino siendo un asilo para enfermos crónicos.

Esta decisión hizo que perdiera toda utilidad para los dirigentes de las Minas por lo que paso a un estado de abandono. A principios del siglo XX las instalaciones se encontraban en un estado casi ruinoso y unido a la cercanía con el cementerio produjo

en la población una actitud de rechazo. Esta situación llegó hasta el Congreso de los Diputados en 1903. Se decidió realizar una inspección la cual acabaría con la destitución del Director de las Minas Eusebio Oyarzabal, del Director médico y del Administrador del Hospital.

En 1904 entró un nuevo reglamento para el Hospital que dictaba un número máximo de camas y la entrada de personal religioso, siendo las Hermanas de la Caridad las que asumieron la labor de mantenimiento.

Con la constitución del Consejo de Administración de Minas de Almadén en 1918 se plantea la renovación de los servicios sanitarios encargándose de ellos el Doctor Guillermo Sánchez Martín.

- Para combatir el hidrargirismo el Doctor Sánchez Martín enumeró una serie de normas, algunas de ellas son:
- Suprimir la costumbre de comer en los lugares de trabajo y bajar a la mina recién comido.
- No fumar en la mina.
- Al terminar la jornada de trabajo lavarse meticulosamente la cabeza, manos y pies.
- Lavarse la boca a diario e ir al dentista.
- Tener el dormitorio más soleado de la casa y dormir con la ventana abierta.



Ilustración 47. Bote de la farmacia del Hospital Minero.

El Hospital contaba con una habitación cuyas paredes tenían potentes lámparas a la que los mineros la llamaban “la playa”, éstos daban vueltas siguiendo un círculo marcado en el suelo mientras exudaban el mercurio por la elevada temperatura de la sala. Otra manera de exudar el mercurio era mediante un cajón de madera dotado de numerosas lámparas en las que se colocaba sentado el enfermo.

Se estructura el Hospital en 3 departamentos: la Clínica quirúrgica, donde se cura a las personas que han sufrido un accidente en el trabajo; el Sanatorio donde se asiste a las personas que sufren de hidrargirismo y el Dispensario donde se vigila el estado sanitario.

En 1924 se llevaron a cabo una serie de obras en el Hospital de Mineros, se construyó una sala de operaciones, se modificaron las salas de enfermos, se ampliaron las ventanas y se instalaron nuevos sistemas de desagüe y servicios sanitarios. También se levantó un nuevo pabellón en uno de los extremos y para formar la fachada sur se construyó un cuerpo con una gran escalera de honor con grandes ventanales, arcos y columnas de ladrillo visto.

El Hospital recuperó la atención al obrero dejando las labores de caridad a otras instituciones.

Cuando estalló la guerra civil el Hospital de Mineros pasó a ser hospital de sangre para atender a los heridos procedentes del frente de Peñarroya y Cerro Muriano. El médico José Luis Rodríguez Lope de Haro y un practicante se marcharon al frente, quedando como encargado el médico de la Mina, Matías Saiz Arenas.

Los mineros de Almadén le tenían mucho cariño al doctor José Luis Rodríguez Lope de Haro, que por las circunstancias de la guerra tuvo que exiliarse a lo que el Ayuntamiento de Almadén le dedicó la plaza donde se encuentra el Hospital y erigió un busto en su memoria.

Durante las siguientes décadas se llevan a cabo mejoras como la construcción de una terraza en el patio principal, modificación de las salas de traumatología y rayos x, la renovación de fontanería y electricidad, el cambio del suelo y la instalación de una nueva cocina.

Después de todas estas reformas el edificio se queda obsoleto en diciembre de 1975, dejando de funcionar como Hospital, quedando en un estado de semiabandono utilizándose parte de él como Archivo de las Minas y almacén de trastos viejos (Hernández Sobrino & Villar Díez, 2004), (Menéndez Navarro, 1996).



**CAPÍTULO 5: CONSTRUCCIÓN VIRTUAL  
DEL REAL HOSPITAL MINERO SAN  
RAFAEL DE ALMADÉN Y VISITA  
VIRTUAL.**

## CAPÍTULO 5: CONSTRUCCIÓN VIRTUAL DEL REAL HOSPITAL MINERO SAN RAFAEL DE ALMADÉN Y VISITA VIRTUAL.

Aquí se explicarán las diferentes fases en la realización del modelado, visita virtual y página web. Se verán las principales herramientas y como se han ido aplicando en el proyecto. Las fases están explicadas en el orden que se han ido realizando durante la construcción del proyecto, algunas fases pueden ser alteradas en el orden de aplicación ya que depende de la metodología de trabajo que más le guste a cada uno.

Las fases del trabajo son las siguientes:



Tabla 1. Fases del trabajo a desarrollar.

### 5.1 MODELADO VIRTUAL

#### 5.1.1 Análisis de la información.

Lo primero que se necesitó al comenzar el proyecto fue recopilar toda la información posible de lo que se iba a modelar más adelante. Este análisis debía ser bueno para así conocer al detalle el Hospital y todo lo que de alguna forma directa o indirectamente

tuvieran que ver con él, ya que un error podría suponer una mala realización del proyecto, pérdida de tiempo al tener que modificar ese error. Para el análisis de la información consultada se contó con la ayuda de algunos historiadores y de personas conocedoras del Hospital en diferentes épocas de su existencia.

El Hospital tiene una superficie de 4880 m<sup>2</sup> y una topografía complicada con grandes cambios de nivel, tuve que tener muy en cuenta las variaciones de altura para que cada una de las partes del edificio pudiera ensamblarse correctamente.

Por tratarse de un modelo arquitectónico restaurado, se necesitó conocer los detalles de antes de su restauración y que todo estuviera perfectamente definido. La información más importante que se debía obtener era una buena planimetría, ya que será nuestra "plantilla" a la hora de comenzar a modelar. Además se necesitaban fotografías del edificio, que aportaran información adicional y ser muy útiles durante la fase de modelado.

#### **-Planimetría.**

En primer lugar, se necesitó conseguir la planimetría existente del edificio.

El primer problema que se encontró, fue que no se hallaba una planimetría datada en la fecha que se quería ambientar el proyecto, más o menos se buscaron planos de las décadas de 1960 y 1970 pero solo topaba con los diferentes planos de la restauración realizada alrededor del año 2000. Estos planos del año 2000 aportaban una ligera idea pero no reflejaban el estado del edificio en la época que se buscaba para el proyecto.

Acompañado por el profesor Luis Mansilla Plaza y con la ayuda de Luis Ángel Úbeda, responsable del museo que alberga este edificio en la actualidad, se buscó en el Archivo Histórico de la Minas de Almadén y se encontraron una serie de planos de unas reformas que se realizaron entorno a los años 60 por lo que se decidió basarnos en ellos para la realización del modelado.

Para una mejor interpretación de los planos se tuvo la ayuda de D. Valentín Rascón y D. Aurelio Flores Cortés, dos antiguos trabajadores del Hospital Minero que aportaron una información más detallada y precisa del reparto del espacio en el edificio, así como detalles arquitectónicos que en los planos no aparecían.



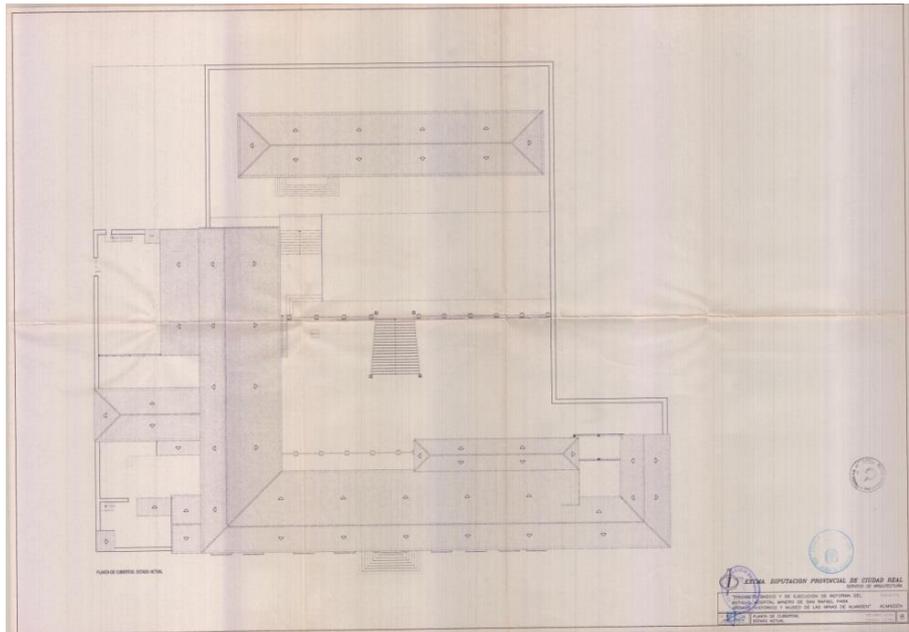


Ilustración 49. Plano de cubiertas.

Plano en planta que describe las cubiertas del edificio, en él se puede ver hacia donde están dirigidas las caídas del agua.

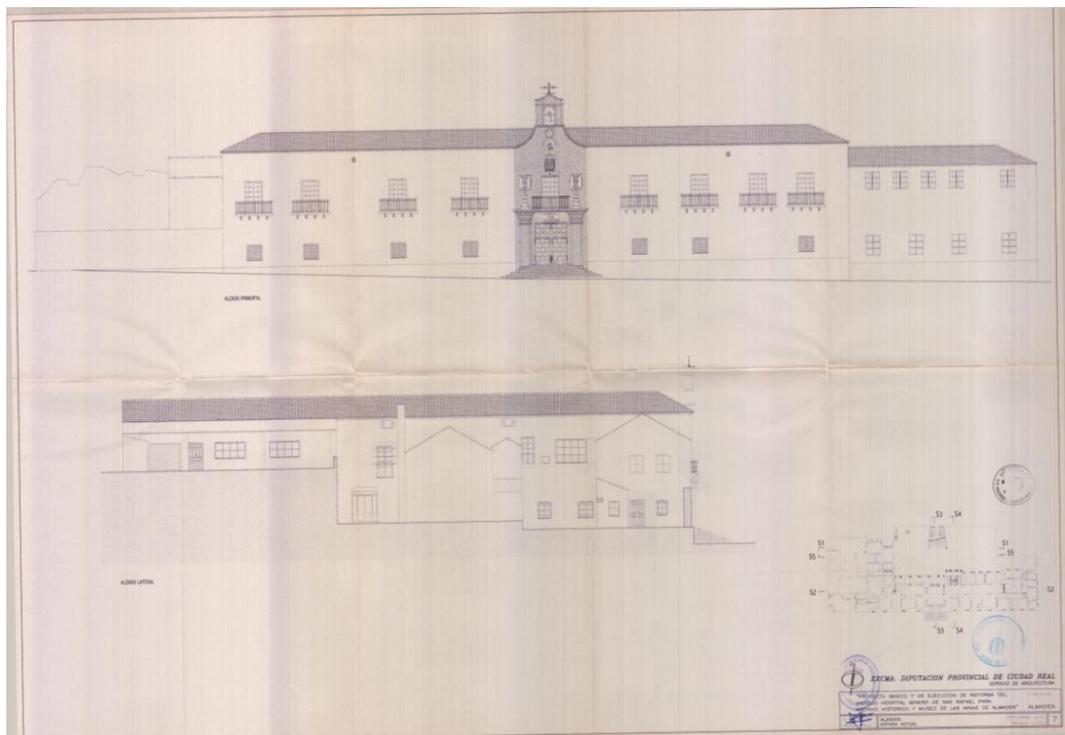


Ilustración 50. Plano de alzado principal y lateral.

En este plano se puede ver la altura y longitud tanto de la fachada como de un lateral del Hospital Minero, también ofrece algunos detalles constructivos y su posición.

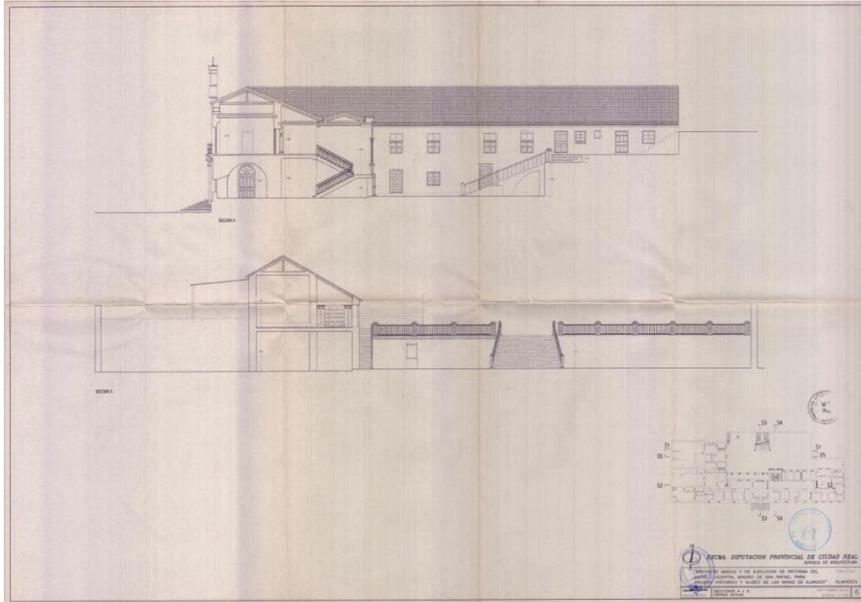


Ilustración 51. Planos de las secciones 4 y 5.

Aquí se puede ver la altura y longitud del lateral interior del Hospital Minero y con el corte transversal del edificio tener la altura y anchura de las salas interiores. También aporta una gran información sobre las medidas del patio.

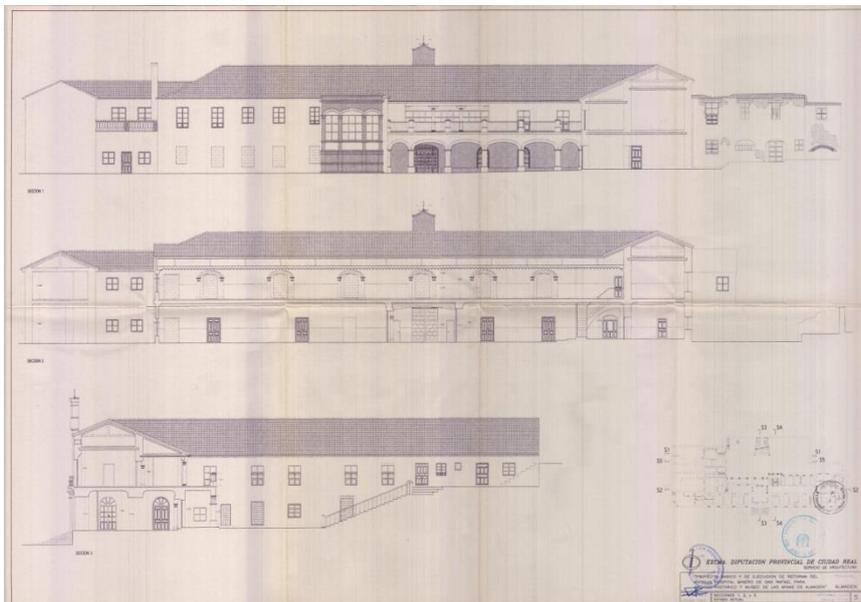


Ilustración 52. Planos de las secciones 1, 2 y 3.

El plano de la ilustración 42 proporciona las medidas y posición de cada elemento que compone la fachada interior, así como detalles arquitectónicos muy importantes en el desarrollo del modelado.

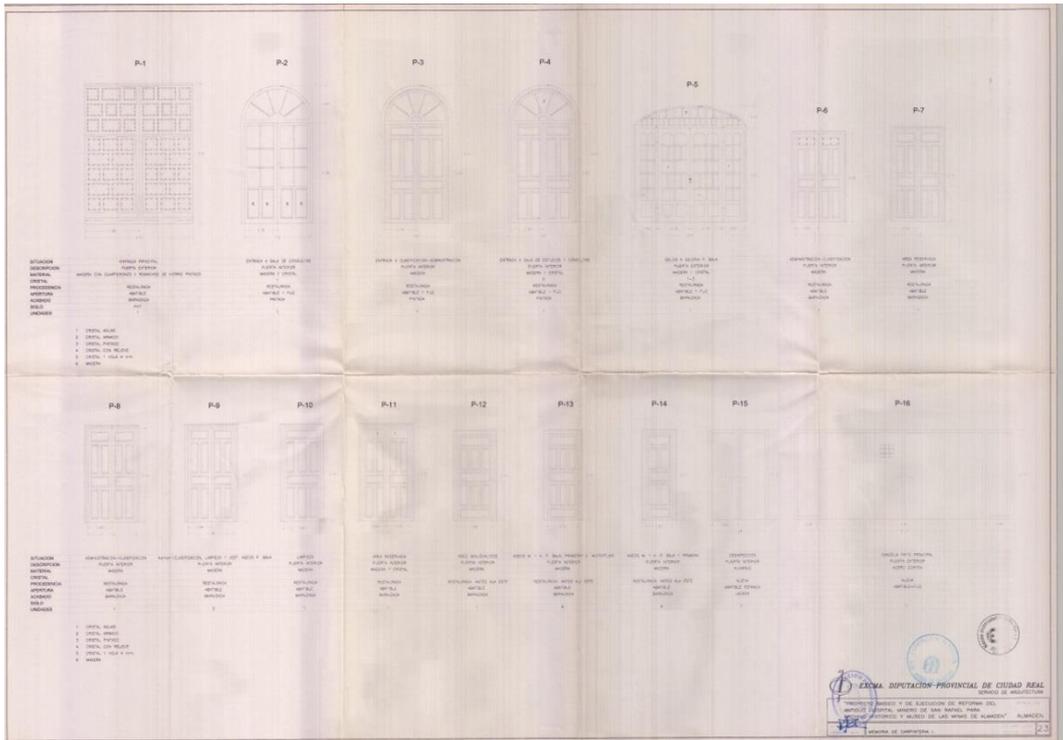


Ilustración 53. Memoria de carpintería I.

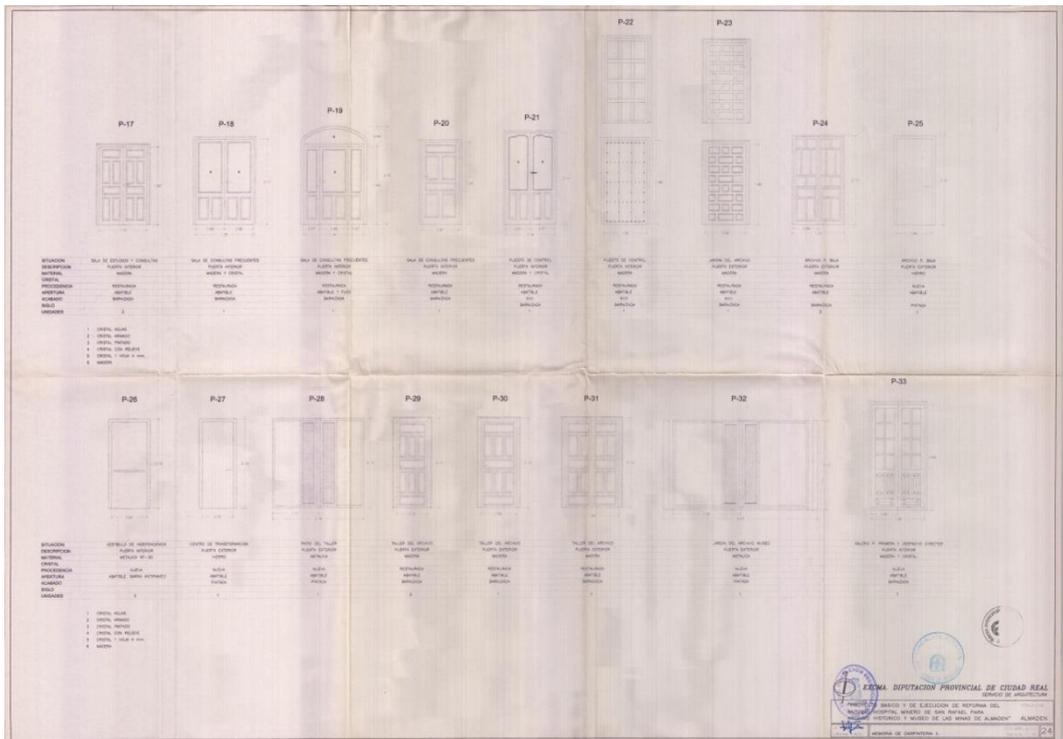


Ilustración 54. Memoria de carpintería II.

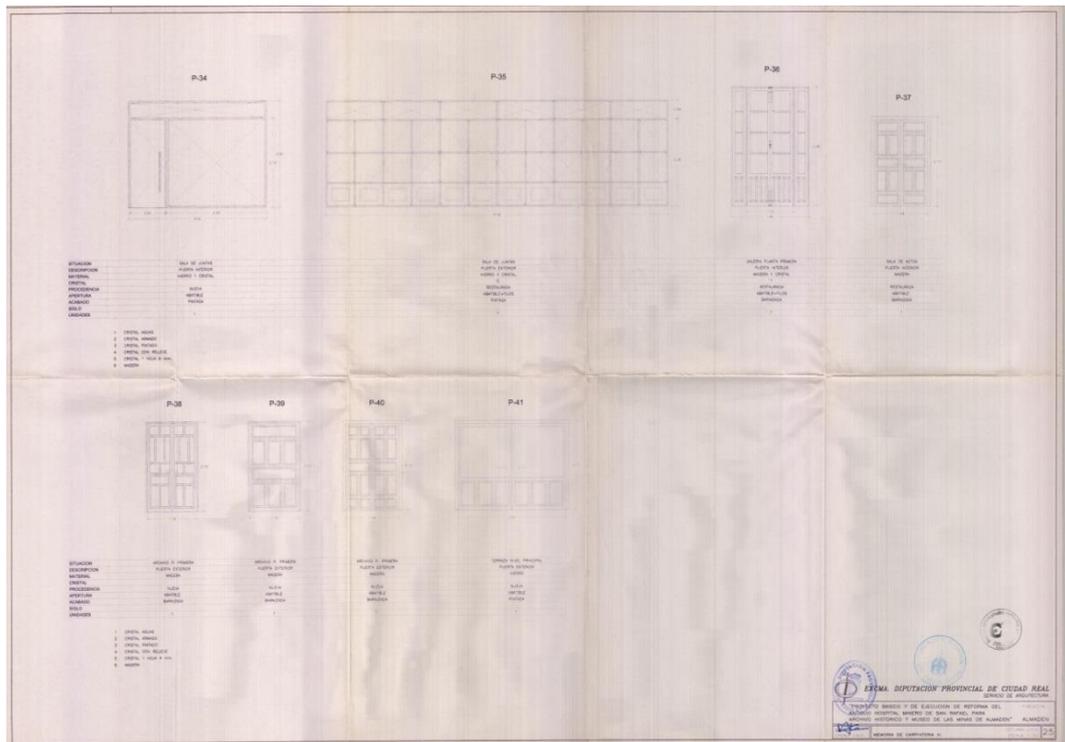


Ilustración 55. Memoria de carpintería III.

En las memorias de carpintería I, II y III se muestran las diferentes puertas que poseía el Hospital, el material del que estaban realizadas estas puertas era la madera acompañándose algunas de ellas de cristal para que dejara pasar la luz. También contiene la puerta que da a la terraza construida en hierro forjado.

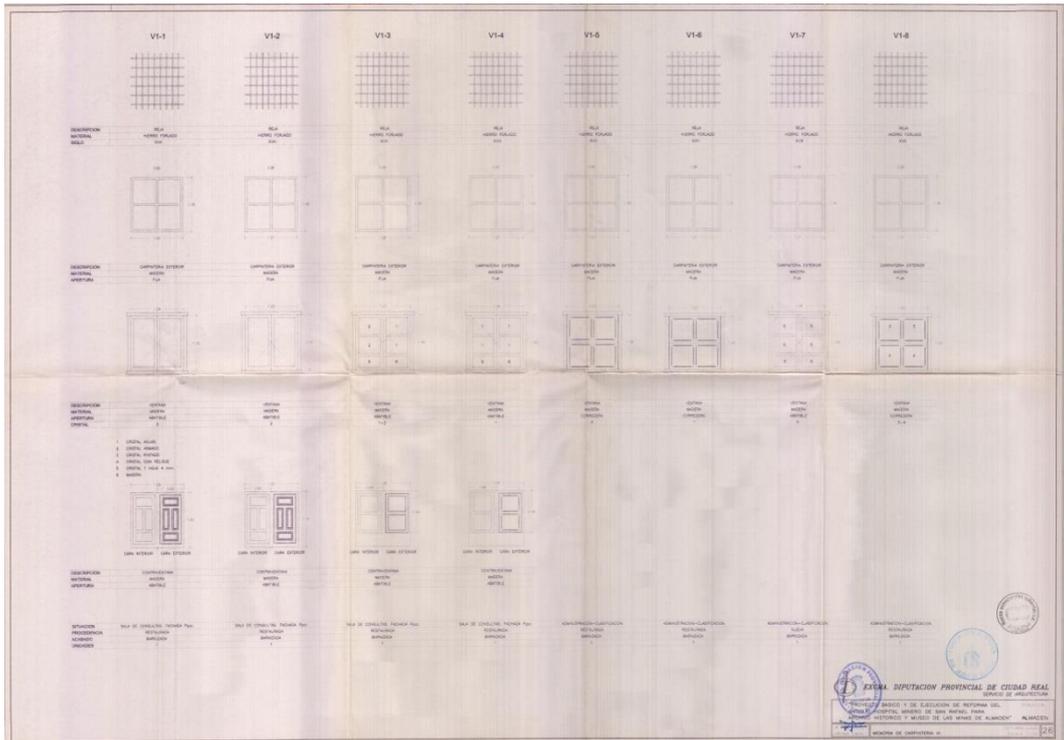


Ilustración 56. Memoria de carpintería IV.

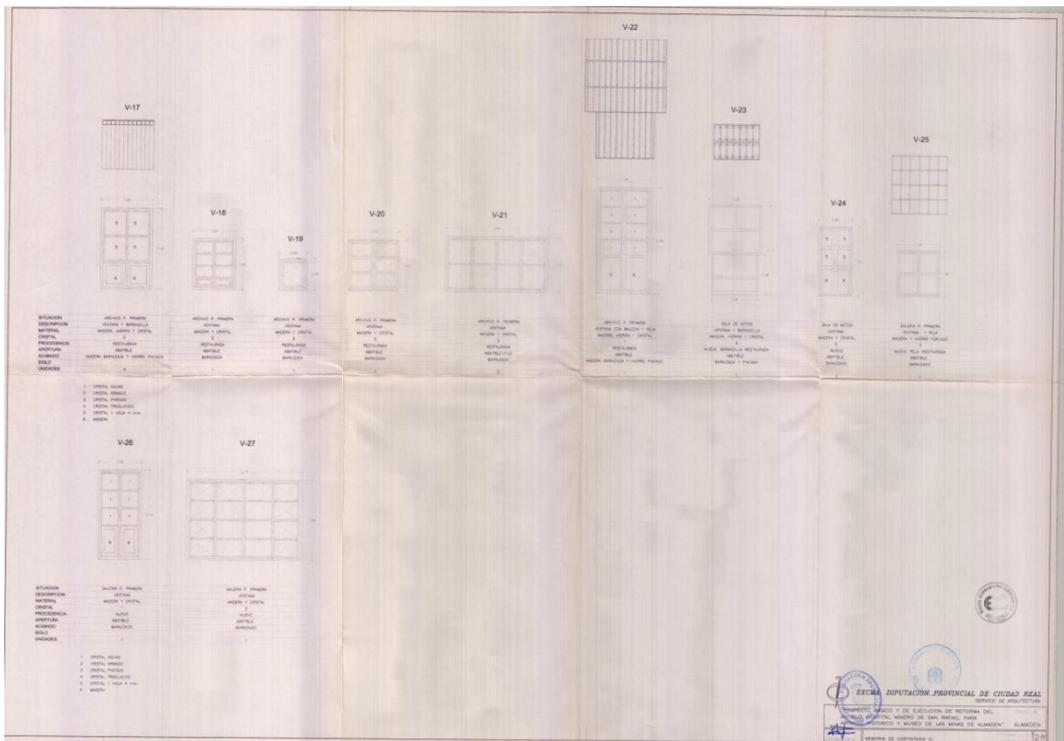


Ilustración 57. Memoria de carpintería V.



### 5.1.2 Modelado

Al modelar un objeto en un programa CAD, lo que se está realizando es una reconstrucción de la geometría de dicho objeto en un espacio virtual tridimensional. Blender da la opción de elegir una gran variedad de herramientas para modelar.

Cuando se lleva a cabo el modelado de un objeto, el proceso o las herramientas de modelado que se tengan que utilizar dependerán sobre todo de la geometría del objeto.

#### 5.1.2.1 Organización la escena

Durante el modelado, es importante organizar la escena, ya que hará más fácil el trabajo, y más cuando tengamos muchos objetos. Cuando se crea un objeto nuevo en Blender, se le asigna un nombre por defecto, y un número en el caso de que sean iguales. Para que no haya problemas cuando se seleccionan objetos, se nombrara todo bien y claro.

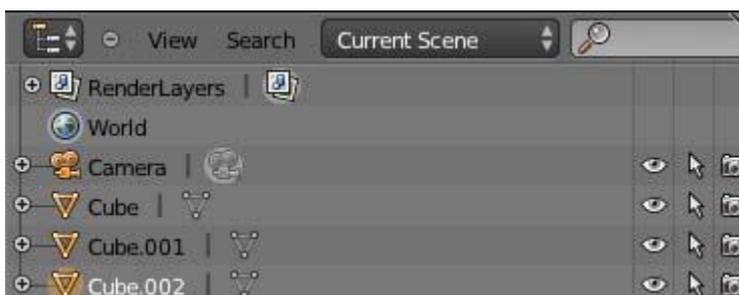


Ilustración 60. Organizador de escena.

Otra opción que da el programa es organizar la escena por medio de capas, se ubican en la cabecera de la ventana *3Dview*. Se pueden desplazar objetos de capa seleccionando y pulsando la tecla "M". Se activan y desactivan capas haciendo clic sobre cualquiera de ellas.



Ilustración 61. Capas.

#### 5.1.2.2 Puntos de referencia

Cuando se manipula un objeto, tanto en modo objeto como en modo edición, se necesita el sistema de referencia automática o *snap*, para situarlo con precisión dentro del modelo.

El sistema de referencia automática de Blender, es un tanto peculiar en relación a otros programas CAD. Por ejemplo, en Autocad, cuando se mueve un objeto, se selecciona un punto de origen y otro de destino. Sin embargo en Blender, cuando se mueve un objeto, este comienza a moverse por la escena siguiendo la estela del ratón. Si se tiene activado el sistema de referencias y se acerca el puntero del ratón al punto de destino del objeto se situará sobre él. Pero el programa utiliza un criterio de proximidad de puntos, por lo que colocará sobre el punto destino el punto de nuestro objeto que esté más próximo en la posición anterior. Por tanto, a veces, se tendrá que mover previamente nuestro objeto para que se coloque en la posición deseada.

Si se quiere activar el sistema de referencia solo se tiene que pulsar el icono de imán que se encuentra en la cabecera de la ventana *3Dview*. En el menú desplegable se puede decantar por una de las clases de referencia destino: incremento, vértice, arista, cara o volumen.

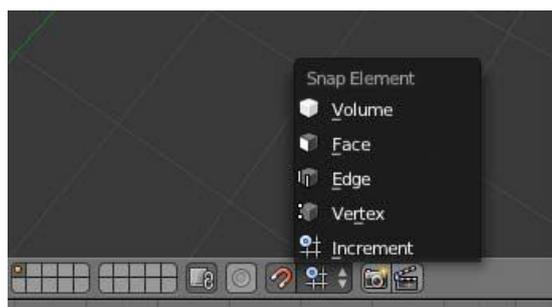


Ilustración 62. Puntos de referencia.

### 5.1.2.3 Modo edición

Para modificar o modelar la geometría de un objeto, se utiliza siempre el modo edición, ya que en modo objeto solamente se puede aplicar las operaciones básicas de movimiento, giro y escalado.

Cuando se pasa al modo edición, aparecerá los iconos que representan los elementos de una malla: Punto, Arista y Cara.



Ilustración 63. Modo Edición.

El icono que está justo a la derecha de los iconos de selección, cuyo nombre es "*limit selection to visible*".

Por defecto viene marcado si se desactiva se pueden seleccionar puntos, aristas y caras ocultas desde la perspectiva actual.

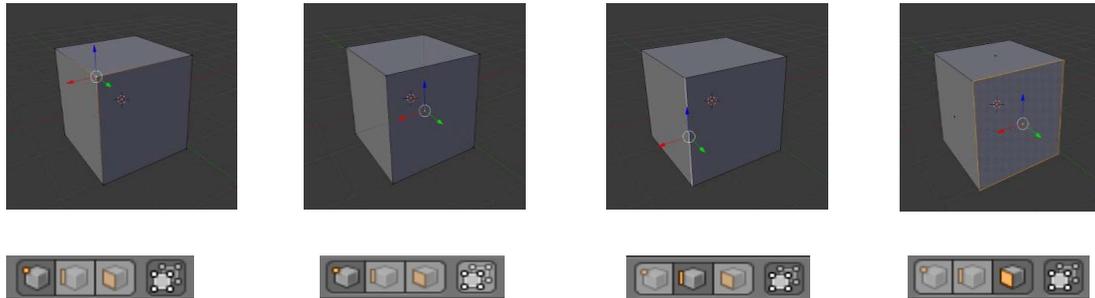


Ilustración 64. "Limit selection to visible".

Pulsando sobre el icono de selección deseado, se pueden seleccionar con el botón derecho del ratón: puntos, aristas o caras. Una vez seleccionado el elemento, se pueden llevar a cabo acciones como moverlos, girarlos, escalarlos o aplicarle cualquier otra operación de modelado.

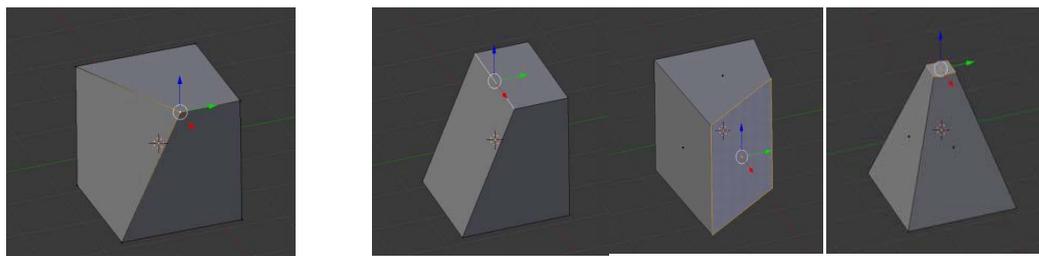


Ilustración 65. Puntos, aristas y caras.

#### 5.1.2.4 Operaciones básicas de modelado

##### - **Extruir.**

Es una de las herramientas principales de modelado, y combinada con el giro y el escalado puede ser de gran utilidad. Al igual que en el proceso de extrusión en fabricación, esta herramienta permite crear objetos con una sección transversal ya definida y fija.

Además, establece una conexión entre punto, arista, superficie y volumen. Ya que si se extruye un punto, se obtiene una arista; si se extruye una arista, se obtiene una superficie y si se extruye una superficie, se obtiene un prisma.

Cuando se quiere hacer una extrusión en Blender, se posiciona en modo edición, se selecciona el objeto al que se quiere realizar la extrusión y se pulsa la tecla "E". Así comienza la extrusión, por defecto se restringe esa extrusión al eje perpendicular al objeto. Se puede cambiar esta restricción a cualquier otro eje, pulsando la tecla con el eje que se desea restringir por ejemplo si se desea restringir al eje X pulsamos la tecla "X", o extruir libremente sin restricción alguna. Si se necesita que la extrusión sea exacta, solamente se tiene que introducir la longitud de la misma mediante teclado.

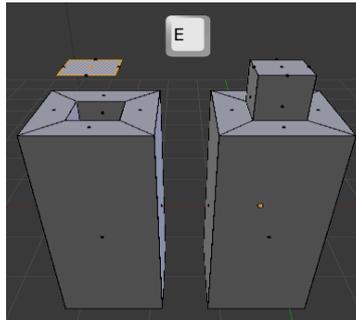


Ilustración 66. Extruir.

#### - Rellenar

Se utiliza rellenar para crear elementos intermedios de unión. Para ello se pulsa la tecla "F". Para utilizar esta opción, se tiene que seleccionar dos o más elementos y pulsar la tecla "F", entonces se creará un elemento intermedio dependiendo de la jerarquía. Si se utiliza rellenar entre dos puntos, se creará una arista; si lo se hace con tres puntos o si se utiliza un punto y una arista, se creará el triángulo que definen; si se utiliza entre dos o más rectas coplanarias, se creará el polígono que definen; etc.

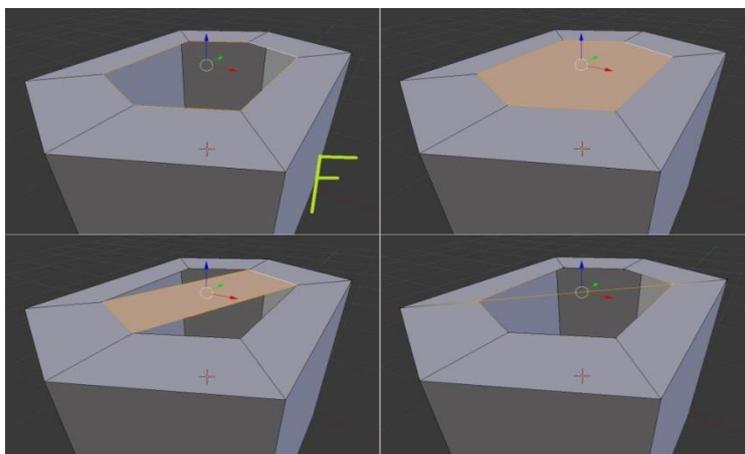


Ilustración 67. Rellenar.

## - Revolución

Esta herramienta permite generar superficies de revolución, a partir de un malla poligonal plana. Utiliza los mismos criterios que la extrusión y genera una extrusión circular con respecto a un eje.

Cuando se selecciona un elemento y se ejecuta el comando revolución, en la barra desplegable izquierda, se pulsa la tecla "T" si no se tiene desplegada, se encuentra en las opciones de la revolución. En primer lugar se encuentran los pasos (*steps*), se elige de cuantos segmentos se quiere que esté compuesta la curva de revolución. Cuando mayor sea ese número mejor resultado se obtendrá pero a cambio de un mayor número de caras. También se puede elegir el ángulo de la revolución, el centro, que por defecto será la posición del 3D cursor y el eje sobre el que se efectuara el giro.

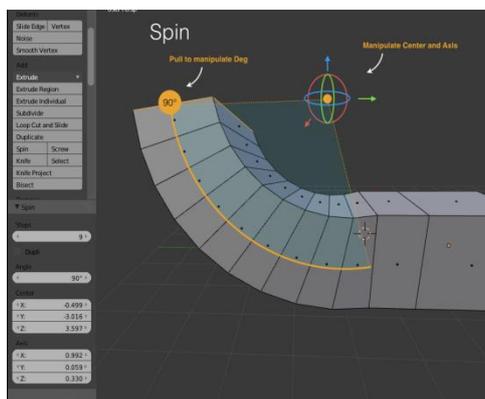


Ilustración 68. Revolución.

## - Biselado

Esta opción realiza uno o varios cortes oblicuos en las aristas de un objeto. Esta herramienta ayuda a que el modelado sea mucho más realista, ya que suaviza las aristas, se generan unas reflexiones en los brillos más interesantes. Un contratiempo que tiene esta herramienta es que se obtienen un número elevado de caras, por lo que si se utiliza mucho tardara bastante el programa en renderizarnos una imagen.

Para su utilización se debe situarse en modo edición y seleccionando la arista que se desea biselar se utilizan las teclas "Ctrl+B". Aparecen las opciones del biselado en la pestaña izquierda, donde se pueden elegir la distancia de biselado "*Offset*" y el número de segmentos.

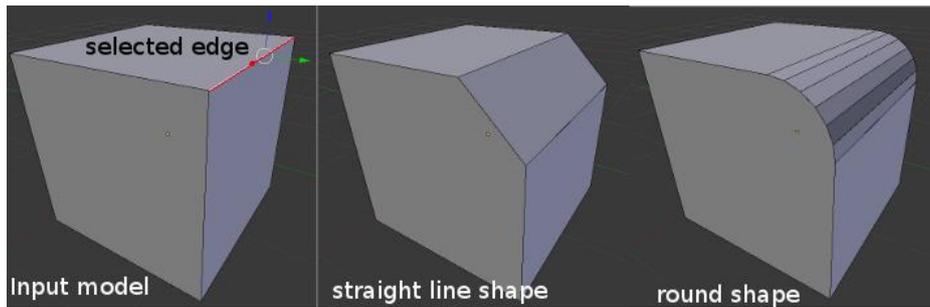


Ilustración 69. Biselado.

### - Subdividir

Con la opción subdividir, se pueden dividir en partes iguales una arista o una superficie. Para hacerlo se eligen los elementos que se quieren subdividir y se selecciona el número de secciones, esta opción se encuentra en el panel desplegable que saldrá a la izquierda de la pantalla si se pulsa la tecla “T”.

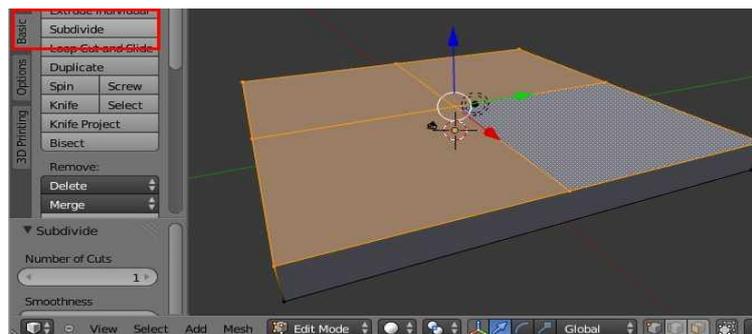


Ilustración 70. Subdividir.

### - Secciones

Esta herramienta realiza secciones perpendicularmente a las direcciones principales del objeto. Las divisiones serán idénticas las unas a las otras, pero se pueden desplazar hacia ambos lados del objeto.

Para llevar a cabo esta herramienta se elige el objeto sobre el que se van a realizar las secciones pertinentes. Se pulsa "Ctrl+R" y se elige la dirección que se quiere que tomen las secciones. Cuando ya se tiene seleccionada la dirección se puede desplazar sobre el objeto. En las opciones de “Loop cut” se puede elegir el número de cortes y volver a desplazar con la barra "Factor" donde en el valor 0 estarán centrados y en los valores 1 y -1 estarán ajustadas a los extremos del objeto.

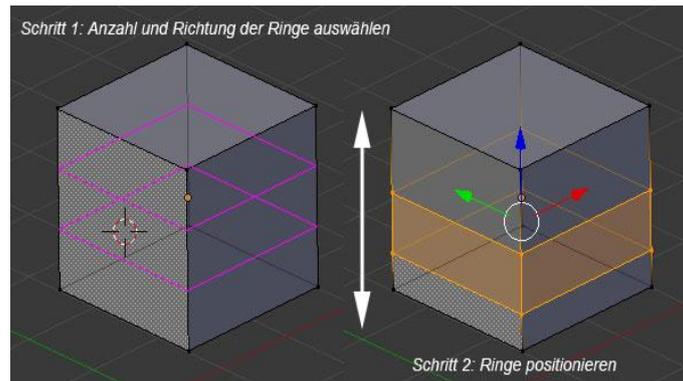


Ilustración 71. Secciones.

### - Cortes

La herramienta cortar, permite seccionar una o varias caras manualmente, se eligen los puntos iniciales, finales e intermedios. El sistema de corte dependerá de la posición de la vista que se tenga en ese instante, por lo que se recomienda utilizar una de las vistas ortogonales. La tecla para el acceso es la "K" y una vez definida la sección se aceptara pulsando la "barra espaciadora". Se puede utilizar la tecla "X" para cortar las caras ocultas y la tecla "C" para restringir el ángulo de corte en múltiplos de 45 grados.

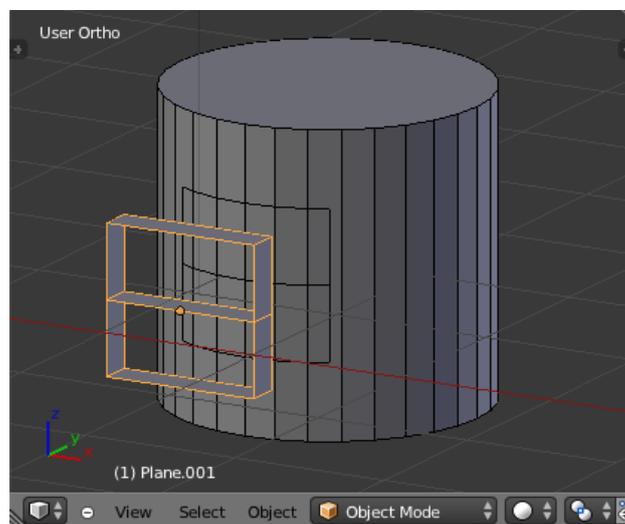


Ilustración 72. Cortes.

### - Separar

Si se desea separar una parte de un objeto, en otro nuevo, se tiene que posicionar en el modo edición y seleccionar los objetos que se quieran separar, pulsando la tecla "P". Seguidamente se abrirá un pequeño menú, donde se elegirá separar la selección. Los

objetos separados, se renombraran automáticamente igual que el objeto original seguidos de una numeración del tipo 001.

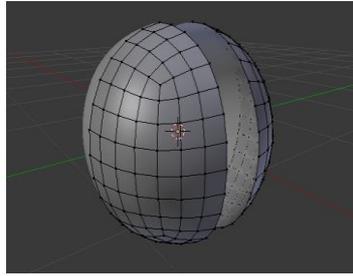


Ilustración 73. Separar.

### - Juntar

Si se quiere juntar dos objetos en un solo objeto, se tiene que estar posicionado en el modo objeto. Se seleccionan los objetos utilizando "Shift + Botón derecho del ratón" y se pulsaran a la vez las teclas "Crt + J" para unirlos. El nombre del nuevo objeto, será igual que el del elemento activo, es decir, el que se ha seleccionado el último.

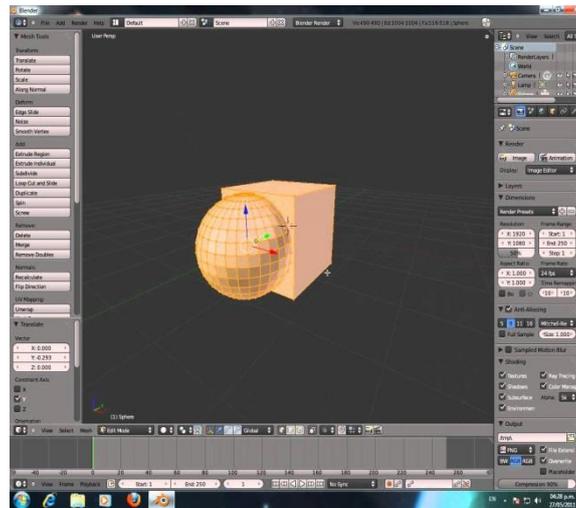


Ilustración 74. Juntar.

### - Duplicar

Si se pretende duplicar un objeto, se tienen varias maneras de hacerlo:

-Shift + D: El objeto se duplica como objeto independiente.

- Alt +D: El objeto se duplica anidado. Esta forma de duplicar tiene como particularidad que cualquier cambio en la geometría o los materiales de algunos de los dos le afecta al otro.

El objeto duplicado se llamara de igual forma que el objeto original seguido de una numeración del tipo 001.

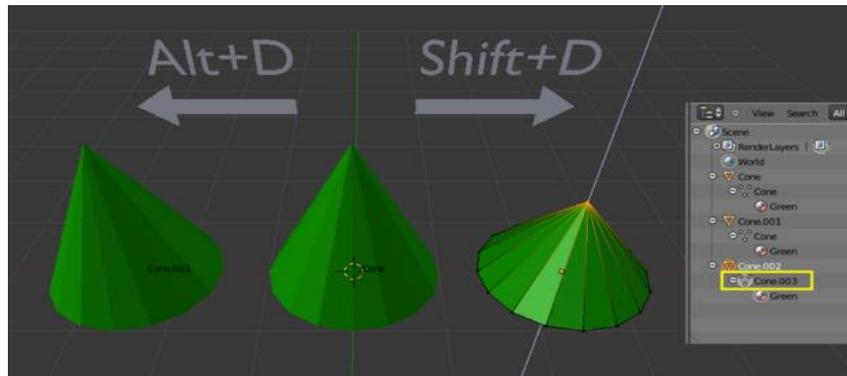


Ilustración 75. Duplicar.

## - Modificadores

Los modificadores son operaciones que se aplican sobre un objeto sin que este pierda su geometría, a no ser que se apliquen de forma definitiva. Se pueden encontrar en la ventana de propiedades, vienen identificados por un símbolo de llave inglesa.

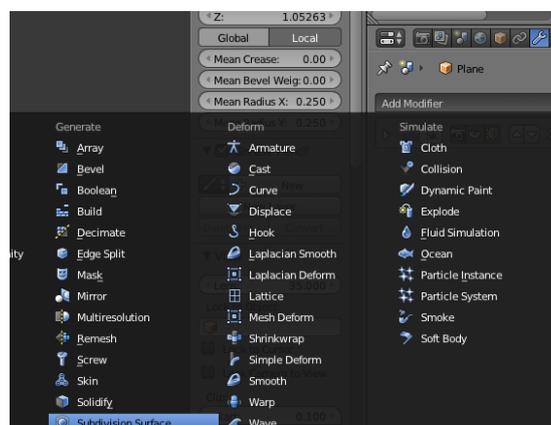


Ilustración 76. Modificadores.

A un objeto se le pueden añadir tantos modificadores como se crea necesario. Una cosa que se debe tener en consideración es el orden de aplicarlos, ya que un mal orden a la hora de ser aplicados puede dar resultados no deseados.

En la pestaña aparecen los modificadores aplicados para cada objeto. Con las flechas de la derecha, se puede cambiar el orden de aplicación y sus diferentes efectos.



Ilustración 77. Modificadores aplicados.

Los modificadores son:

1. Suavizar objeto.
2. Subdivisiones.
3. Biselado.
4. Simetría.
5. Organizar
6. Operaciones Booleanas.

### 1. Suavizar objeto.

Cuando se crean superficies de revolución mediante mallas poligonales, en realidad se está trabajando con poliedros en lugar de esferas, cilindros, etc. El problema es que por muchos vértices que se pongan a nuestro objeto, siempre tiene un efecto poligonal y no de superficie continua. Para solucionar este problema se utiliza el efecto "*smooth*", que suaviza el objeto transformándolo en una superficie continua y no poligonal. En el panel izquierdo de la ventana *3Dview*, se tienen las opciones de *Shading: Smooth y Flat*.

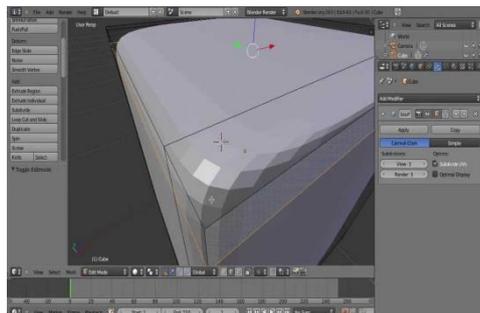


Ilustración 78. Suavizar objeto.

### 2. Subdivisiones

Otra opción para suavizar un objeto, es aplicar el modificador "*Subdivision Surfaces*". Este modificador lo que hace es subdividir las caras del objeto, reduciendo así el efecto

poligonal, pero subiendo mucho la cantidad de caras y de vértices. El resultado, si es combinado con el efecto *smooth* y el modificador *edge slide*, es un objeto perfectamente definido y suavizado, pero consumiendo muchos recursos y elevando el tiempo de renderizado.

También se tiene el modificador para conseguir el resultado inverso, se llama “*Decimate*”. Se utiliza para simplificar los objetos que en una escena no tengan mucha relevancia y no necesiten muchas caras para que queden bien definidos.

Para aplicarlo se selecciona en la lista de modificadores y se elige la opción “*Un-Subdivide*”, a continuación se elige el número de iteraciones que se quiere que aplique el modificador, hay que tener cuidado con este modificador porque puede eliminar alguna cara.

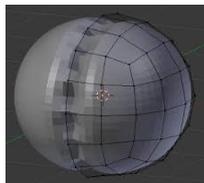


Ilustración 79. Subdivisiones.

### 3. Biselado.

Funciona igual que la herramienta anteriormente vista de modelado, pero al tratarse de un modificador, aplica el mismo bisel a todas las aristas por igual.

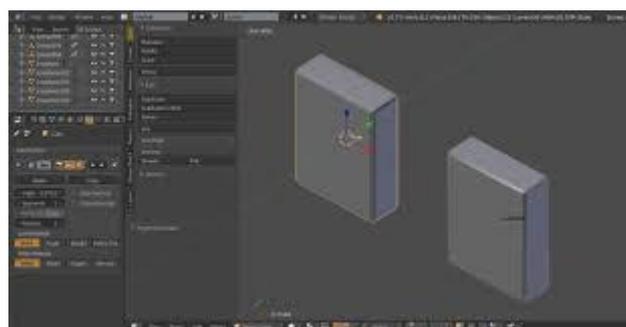


Ilustración 80. Biselado.

### 4. Simetría.

Este modificador realiza la operación de simetría de un objeto. Toma como centro de simetría el origen de coordenadas locales de un objeto y se puede elegir cualquiera de

los tres ejes como ejes de simetría. Realiza la simetría en tiempo real, es decir mientras se está modelando se va aplicando la simetría en el otro lado.

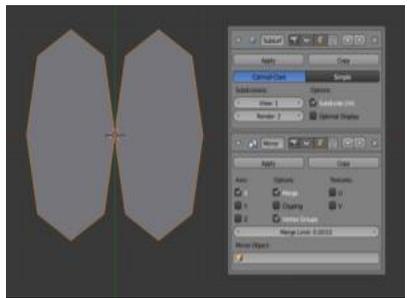


Ilustración 81. Simetría.

### 5. Organizar.

El modificador “Array”, permite recrear objetos a una distancia constante. Se puede ordenar el objeto alineado a una dirección o alineado a una curva. Es muy útil cuando se tiene en el modelo algún objeto modulado o cuando se tienen que repetir objetos de una forma ordenada.

Se pueden encadenar tantos modificadores *array* como se quieran, de manera que se puede repetir un objeto "n" veces en un eje y "m" veces en otro.

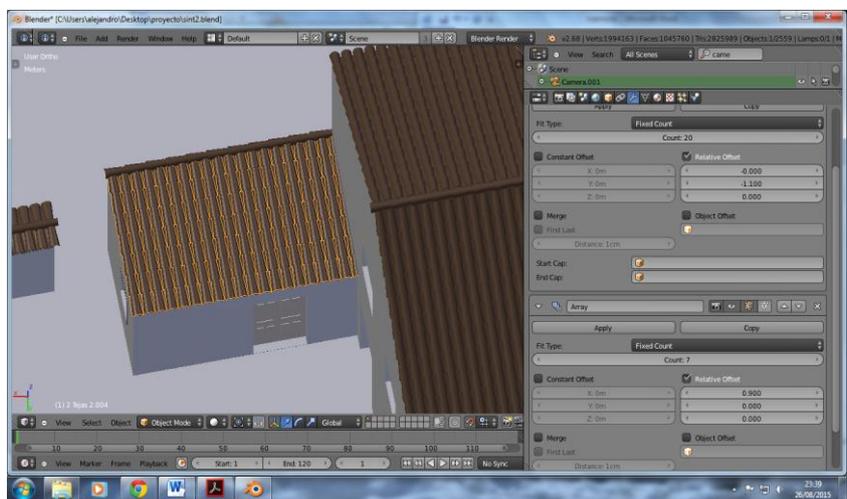


Ilustración 82. Organizar.

### 6. Operaciones Booleanas.

Este modificador se basa en el álgebra de Boole que define las intersecciones entre conjuntos. Es una herramienta que permite sumar, restar e intersecar sólidos entre sí,

formando uno nuevo. En una operación booleana se tiene un sólido activo, sobre el que se realiza la operación, y los sólidos operadores.

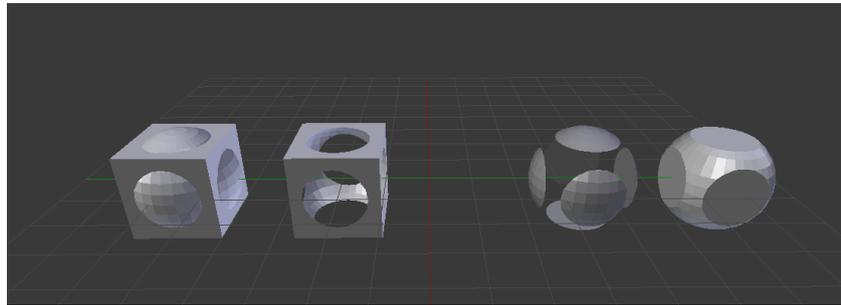


Ilustración 83. Operaciones Booleanas.

### 5.1.2.5 Modelado del edificio.

Para empezar con el modelado del edificio se necesitan tener los planos que anteriormente se obtuvieron.

#### 5.1.2.5.1 Fachada.

Para modelar la fachada se partió del plano que muestra dicha fachada, se colocó de manera que se mostraran los ejes X y Z.

Pulsando la tecla “N” se hacía aparecer y desaparecer un menú desplegable a la derecha de la pantalla, se buscó la pestaña “Background Images” se clicó sobre ella y en “Add Image” se buscó el plano que se quería para que apareciera en la pantalla.

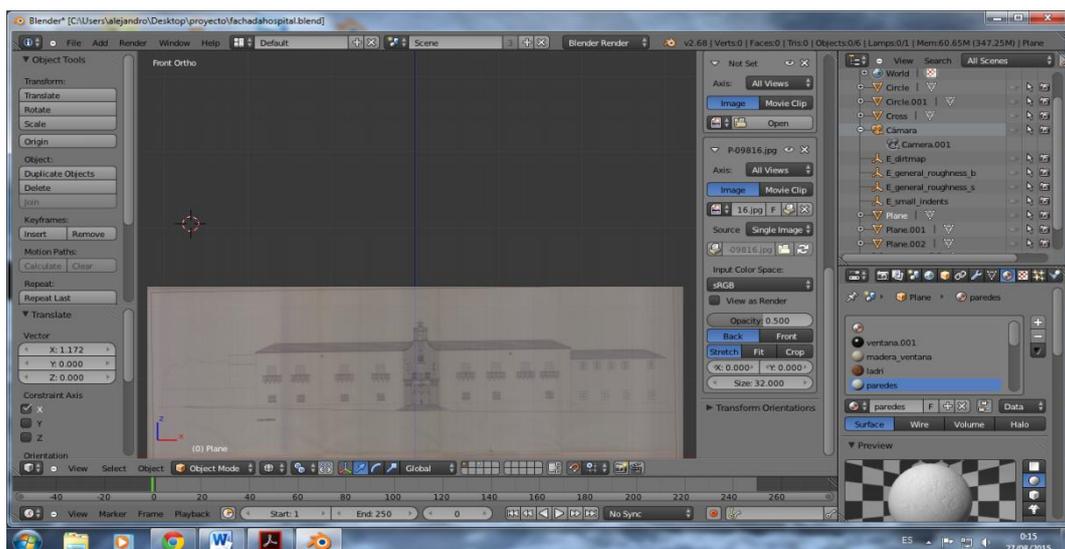


Ilustración 84. Añadir imagen.

Se introdujo un plano en el eje X, Z y se ajustaron sus vértices a los vértices que ofrecía el plano se consiguió así una forma primitiva de la fachada. Se siguió con la herramienta “Secciones” que se activa pulsando “Ctrl+R” se fueron haciendo los huecos de las ventanas y de la puerta, estos huecos se eliminaron para más tarde ubicar ahí las ventanas y puerta.



Ilustración 85. Modelado fachada principal.

Para modelar los balcones y la escalera central de la fachada se siguió el mismo procedimiento que para las ventanas y puertas, con la novedad de que no se eliminaron las secciones creadas sino que se extruyeron, tecla “E” y se restringió el movimiento en el eje Y hasta que se consiguió la profundidad deseada para ello.

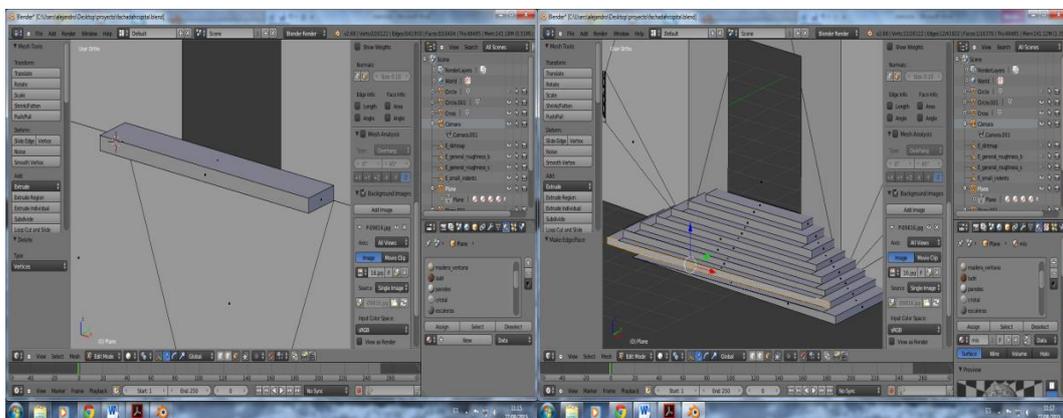


Ilustración 86. Modelado balcones y escalera central.

El caso de las ventanas y los ventanales de la fachada se procedieron de diferente forma, pero se siguió utilizando las mismas herramientas que hasta ahora se han visto en el modelado.

Se seleccionaron las aristas que conformaban el contorno de la ventana.

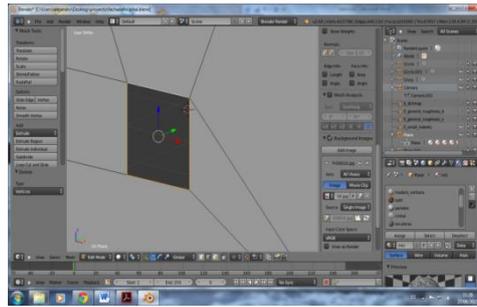


Ilustración 87. Modelar hueco de las ventanas.

Y pulsando la tecla “E” se extruyeron las aristas en el eje Y, se crearon así las caras que dan profundidad a la fachada.

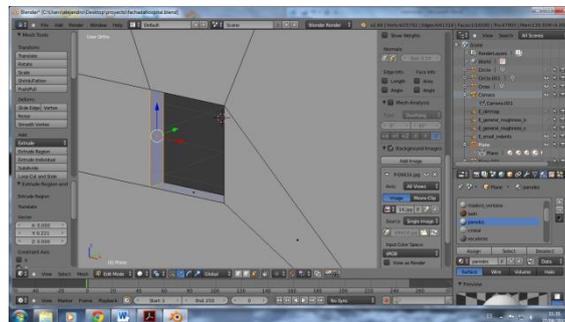


Ilustración 88. Profundidad de fachada.

A continuación, se seleccionaron las cuatro aristas que están más al fondo y pulsando la tecla “F” se rellenaron con una cara el hueco que había entre las aristas.

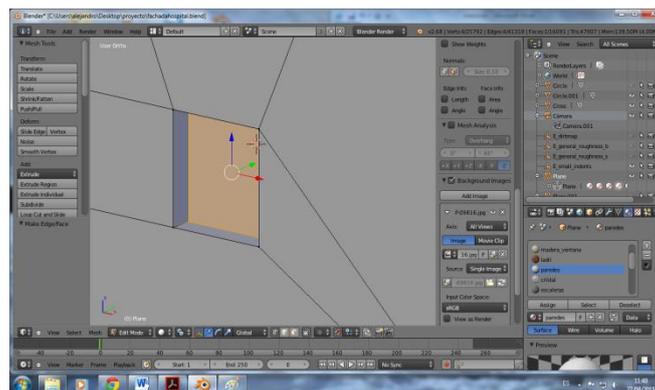


Ilustración 89. Modelado de ventana.

Se pulsaron las teclas “Ctrl+R”, se crearon las secciones que definen los marcos de la ventana y la parte donde va el cristal. La parte de la ventana que lleva los marcos se extruyó en el plano Y para resaltar esa zona.

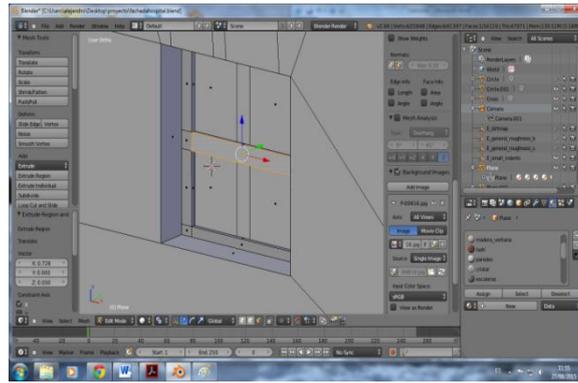


Ilustración 90. Crear marcos y cristales.

Para los ventanales de la planta superior se procedió de igual forma que para las ventanas.

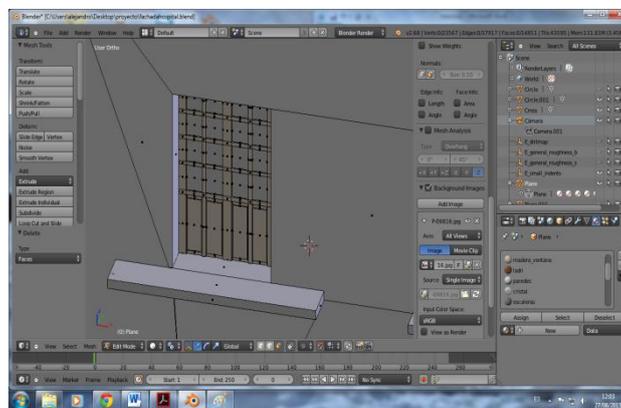


Ilustración 91. Ventanales planta superior.

Una vez que se tuvieron contruidos los ventanales se procedió a crear las barandillas que están en los balcones.

Se colocó la vista en los planos XY y se añadió una malla círculo, se rellenó con la letra “F” y se escaló con la letra “S” hasta que se consiguió el diámetro deseado.



Ilustración 92. Modelado barrotes barandilla.

Más tarde se escaló en la dirección de eje Z hasta que se alcanzó la altura que se indica en el plano.

Se seleccionó todo el barrote de la barandilla y se pulsó “Shift+D”, se duplicó este barrote hasta completar el número que se indica en el plano, con la tecla “G” se distribuyeron en su posición en el balcón.

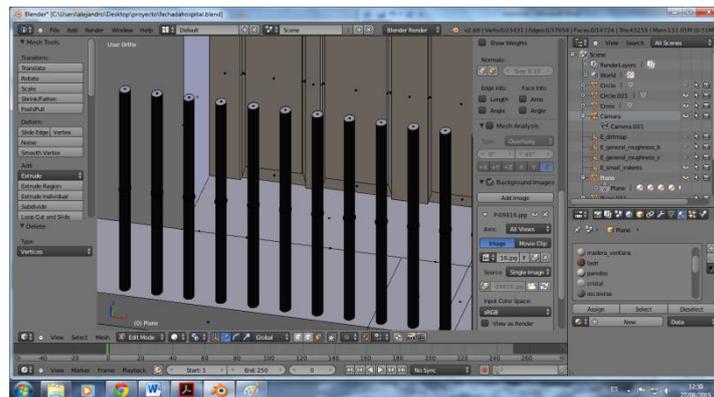


Ilustración 93. Distribución de barros.

Para finalizar la barandilla se modeló el reposa brazos, que se realizó colocando un plano horizontal a la altura que se deseó y centrado en relación a los barros.

A este plano lo único que se le aplico fue una extrusión en el plano Z para darle la altura.

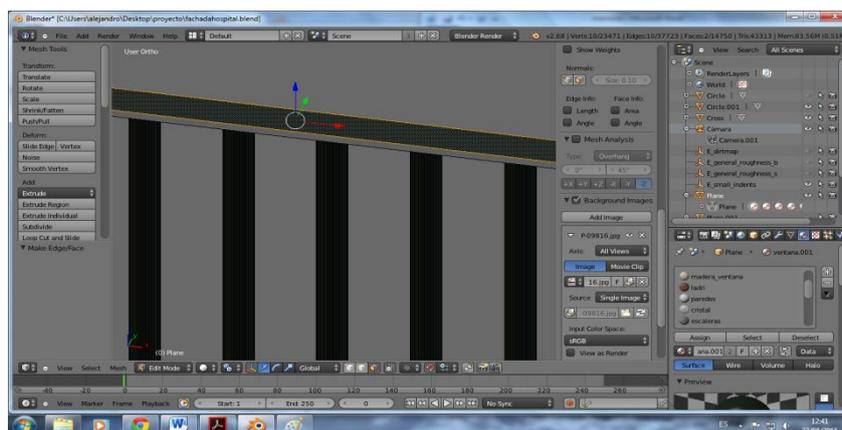


Ilustración 94. Reposabrazos.

Para las verjas de las ventanas de la planta baja se utilizó el mismo procedimiento que para los barros, solo que para los barros horizontales se utilizó la herramienta rotar, pulsando la letra “R” se indicó que rotara sobre el eje Y 90°.

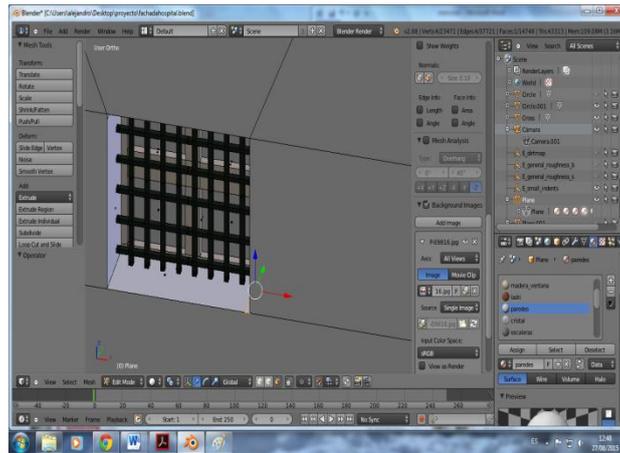


Ilustración 95. Verja de las ventanas.

Seguidamente se realizó el modelado de la puerta principal del Hospital Minero San Rafael de Almadén.

Para ello se utilizó el mismo procedimiento que para las ventanas, el hueco para esta puerta ya se definió en la elaboración del primer modelado que se hizo de la fachada.

La única novedad en el modelado fue la creación de los cuadros que están en relieve, su procedimiento fue el siguiente: se seleccionó una cara resultante de la división en secciones se pulsó la tecla “E” de escalar y seguidamente la tecla Esc, sin deseleccionar nada se pulsó la tecla escalar, tecla “S”, y se hizo más pequeño, esta nueva cara resultante se extruyó en el eje Y para dar esa sensación de relieve.

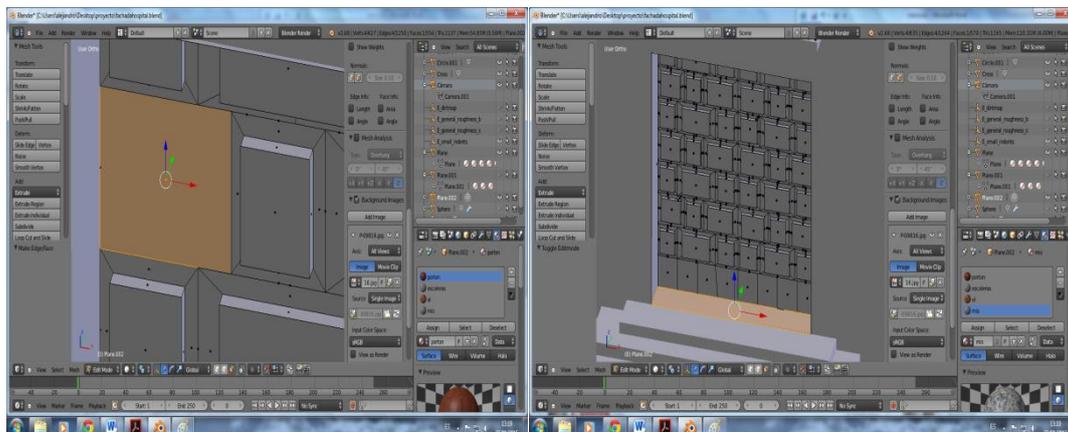


Ilustración 96. Modelado puerta principal.

Se continuó modelando la fachada, fue el turno de los pilares que hay a ambos lados de la puerta principal.

Se siguió con la misma metodología de trabajo que se ha llevado hasta ahora. Se colocó un plano con la vista puesta en los ejes ZX y con la herramienta “Secciones” se delimitaron las zonas que después se querían que tuvieran relieve. Se seleccionaron las caras y con una extrusión en el eje Y, se realizó dicho relieve.

Se duplicó esta columna y se colocó al otro lado de la puerta para obtener las dos columnas.

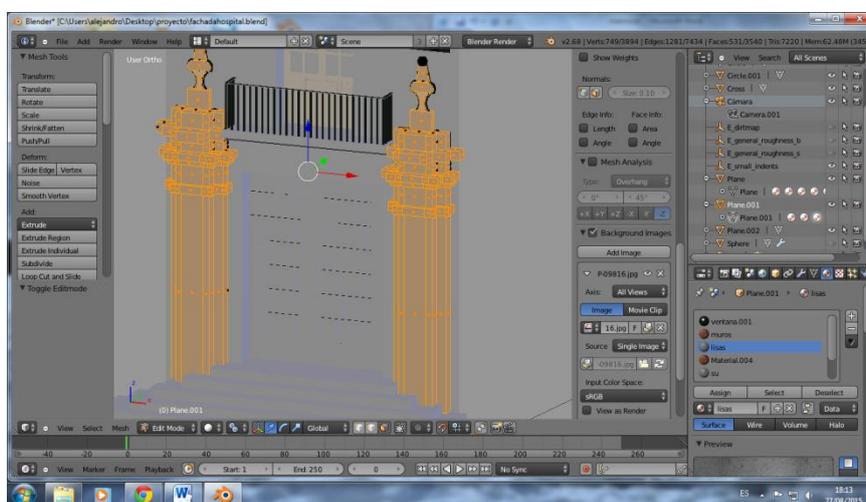


Ilustración 97. Pilares fachada.

Con la finalización del modelado de las columnas se dio por concluida la fachada frontal del Hospital Minero.

### 5.1.2.5.2 Laterales exteriores izquierdo y derecho

Se dio paso al modelado de los laterales del Hospital. Se siguió utilizando la misma forma de trabajo que se ha estado llevando a cabo para el modelado de la fachada frontal, el único cambio que se tuvo que tener en cuenta fue que se trabajó con otra disposición de los ejes.

Se comenzó con el modelado del lateral derecho del Hospital Minero, por lo que se buscó un plano donde apareciera dicho lateral. Como no se tenía un plano donde apareciera esa cara del Hospital Minero se tuvo que jugar con varios planos a la vez para dar forma a esa parte del Hospital Minero.

Primero se observó que en el plano que esta superiormente situado lo único que se debía realizar era una extrusión en el eje Y. Para saber cuánto se debía extruir la arista de esquina derecha de la fachada se utilizó el plano inferior y mediante una simple regla de tres se sacó el valor de dicha extrusión.

Si se tenían 45 m de fachada que en el plano se correspondían a 14,2 cm en el plano, pues si se tenían 4,5 cm de lateral, en el plano se obtuvieron un total de 14,26 m. Esta cantidad es la que se extruyó el plano Y, para sacar el modelado de ese lado del Hospital Minero.

Para saber la localización de las ventanas y puertas me base en los conocimientos históricos del edificio del profesor Luis Mansilla Plaza. Estas ventanas y puerta se modelaron de igual manera que las que se tenían en la fachada principal.

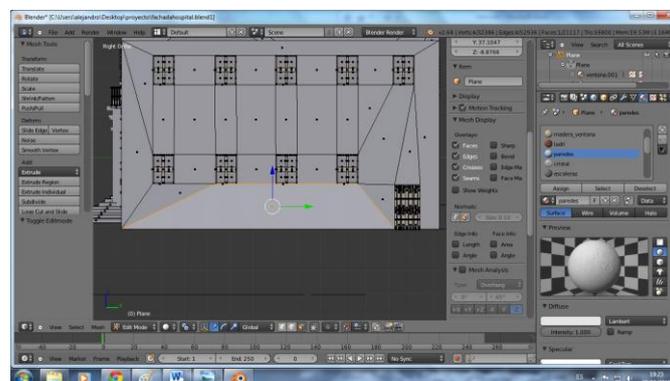
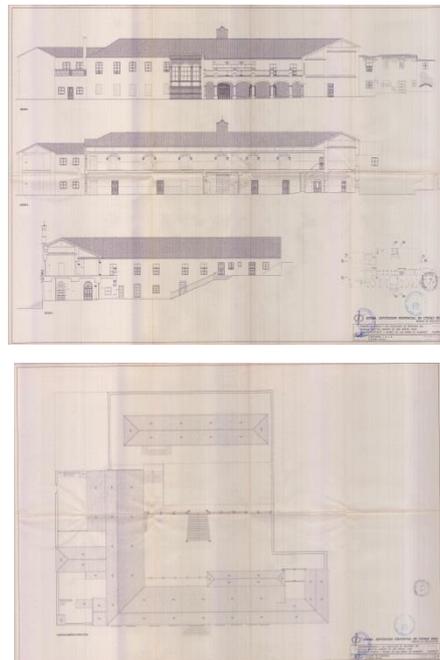


Ilustración 98. Modelado lateral derecho Hospital Minero.

Se siguió con el modelado del lateral izquierdo del Hospital Minero, la metodología de trabajo fue la misma que se llevó a cabo en el lateral derecho. Para este lado del Hospital Minero si se dispuso de planos para realizar un modelado directo sobre el plano.

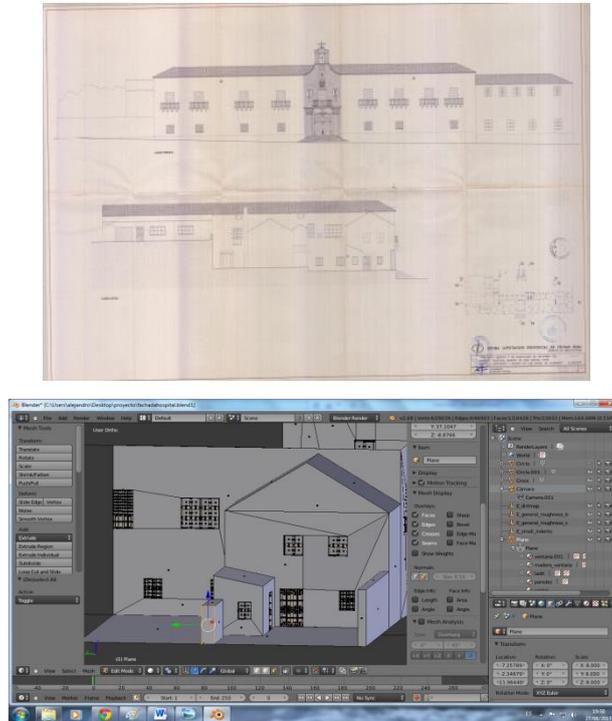
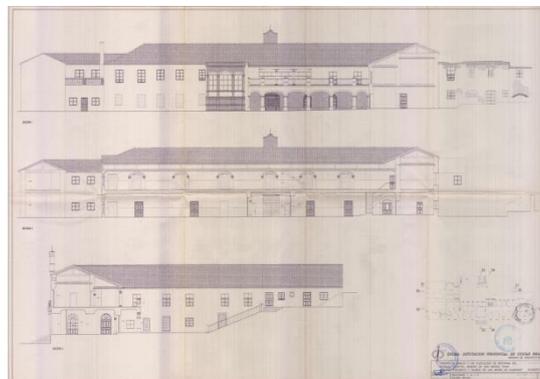


Ilustración 99. Modelado lateral izquierdo Hospital Minero.

### 5.1.2.5.3 Patio interior.

Cuando ya se tuvo este lateral terminado se pasó al modelado del patio interior del Hospital Minero para ello se dispuso de planos que nos dieron la información del patio.



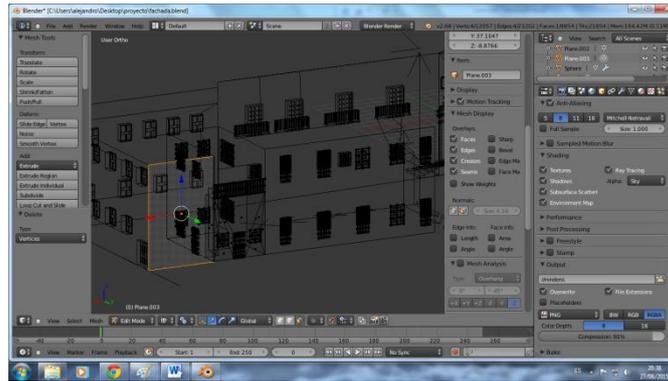


Ilustración 100. Modelado patio interior.

Vamos a detenernos en una particularidad que tiene el patio y es la estructura central que dispone, ya que resalta por su belleza y estilo.

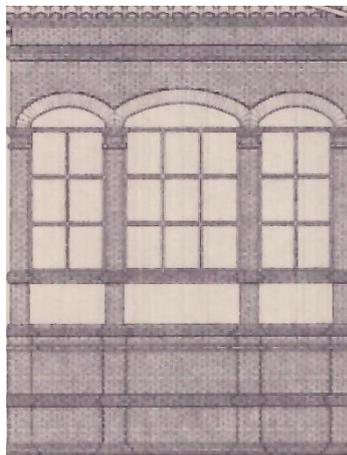


Ilustración 101. Plano estructura central del patio.

Lo primero que se modelaron fueron los arcos que tiene, por tener un nivel de dificultad algo mayor que el resto del proceso.

Se añadió una malla circular en el plano ZX, con la herramienta de escalado se ajustó su diámetro hasta que el perímetro del círculo coincidió con el perímetro del arco en el plano. Se repitió la operación con la otra malla circular para tener la diferencia de radios que fue, lo que más tarde va a ser la solución que se busca. Se eliminaron los vértices de la malla que no estaban involucrados en el arco y por último se seleccionaron los vértices que se quedaron y con la tecla “F” se creó la cara que fue el arco buscado.

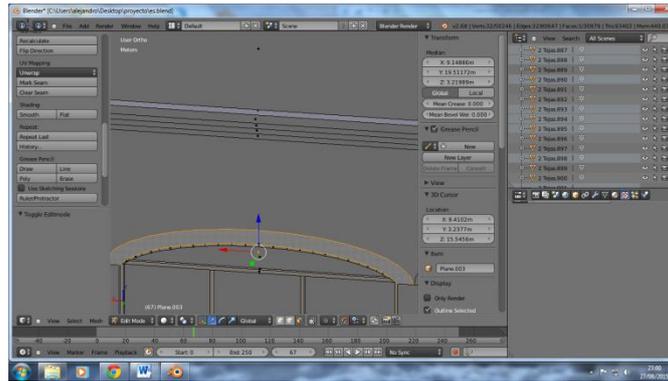


Ilustración 102. Modelado de la estructura central del patio.

El resto del modelado se hizo siguiendo las mismas pautas hasta entonces utilizadas. Se introdujo un plano, se crearon las partes diferenciadas con la opción de secciones “Ctrl+R” y se le dio relieve con la herramienta extruir, tecla “E” en el eje Y.

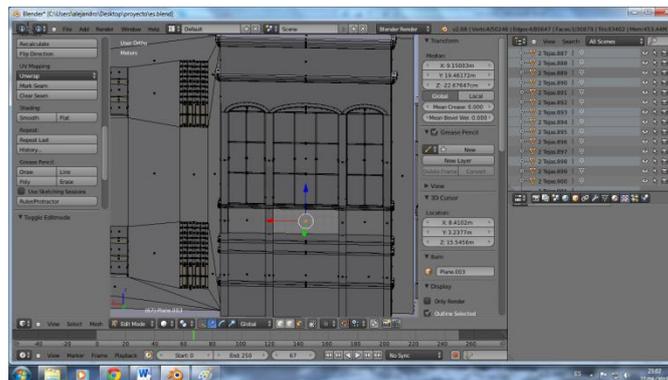


Ilustración 103. Modelado finalizado de estructura central del patio.

Lo siguiente que se encontró al avanzar a la derecha fue la terraza que dispone el Hospital de Mineros y un pequeño porche abierto al patio debajo de dicha terraza.

Lo primero que se modeló fue la pared interior para después comenzar con el porche y la terraza. Se siguió con el procedimiento habitual de modelado que se ha estado llevando a cabo. Se colocó un plano y guiándome con la figura de la “Sección 1” se colocó en los ejes ZX y con la figura de la “Sección 3” se situó en el eje Y para así poder ajustarlo precisamente.

Para hacer las ventanas y puertas se siguieron los pasos descritos en los pasos anteriores.

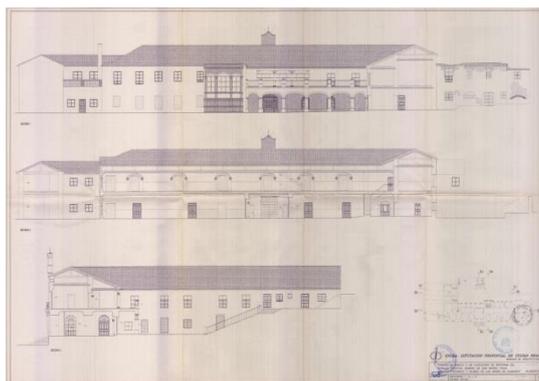


Ilustración 104. Plano de las secciones 3, 4 y 5.

Se continuó modelando el porche por lo que se realizaron las columnas y arcos que en el plano se ven.

Se volvió a introducir un plano y con la ayuda de las figuras que se nombraron en el paso anterior se ubicaron las posiciones de las columnas y con la herramienta escalar, tecla “S”, se definieron sus dimensiones.

Una vez se tuvo realizado esto, lo único que quedo fue extruir este plano para así dar la altura que se indica en el plano, como se puede observar la anchura de las columnas varia a lo largo de su altura, para la realización de estos cambios de anchura, mediante la extrusión se llegó a dichos cambios, se finalizó la extrusión y sin deseleccionar nada se pulsó la tecla “S” de escalado y se hizo más grande o más pequeña dicha cara según el plano. Cuando ya se tuvo la anchura deseada sin volver a deseleccionar nada se volvió a pulsar la tecla “E” y se continuo aplicando altura a la columna, este procedimiento se repitió cada vez que se encontraron algunas modificaciones en la anchura de la columna.

Para la realización de los arcos se siguió el procedimiento que anteriormente se vio. Estas columnas y arcos se duplicaron con la herramienta duplicar, teclas “Shift+D”, hasta tener el número que el plano indica.

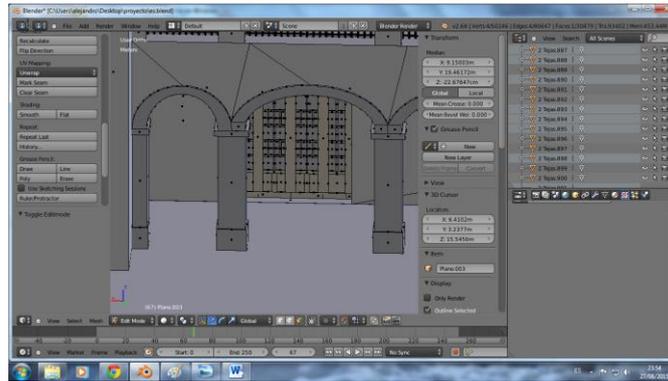


Ilustración 105. Modelado del porche.

Se dio paso a lo que restaba de modelar en la terraza, que era solo poner el suelo, columnas y barandilla.

Se comenzó por implantar el suelo a la terraza. Para ello, solo hizo falta un plano, las dimensiones y posición de este plano se llevaron a cabo mediante las referencias que se proporcionan en el plano. Con las columnas se volvieron a repetir los mismos pasos que se explicaron para la realización de las columnas del porche. La barandilla se modeló exactamente igual que en el proceso que anteriormente hizo en los balcones.

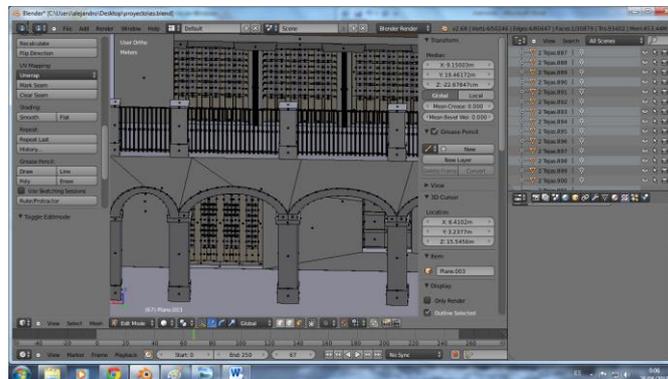


Ilustración 106. Modelado de la terraza.

#### 5.1.2.5.4 Lateral izquierdo interior.

El siguiente paso que se dio en el modelado del Hospital Minero fue la realización del lateral izquierdo interior, el procedimiento no cambió, ya que la arquitectura de este lateral es similar a las anteriormente explicadas de la fachada principal, ambos laterales exteriores.

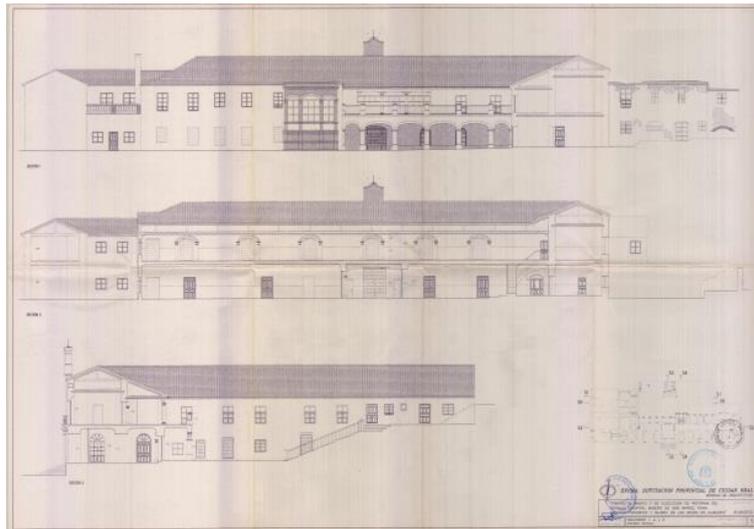


Ilustración 107. Plano de las secciones 3, 4 y 5.

Elegimos el plano que nos muestre la información del lateral y lo colocamos en el plano ZY, como vemos en la imagen de arriba nos vamos a guiar por la “Sección 3”.

Añadimos un nuevo plano que será la fachada del lateral, la situamos precisamente. Le damos las dimensiones pertinentes con la herramienta escalar, tecla “S”, y la realización de los huecos de ventanas y puertas los conseguimos con la herramienta secciones, teclas “Ctrl+R”, para reducir el tiempo de modelado podemos duplicar las ventanas y puertas de otra zona del edificio, ya que estas están repartidas a lo largo de este, por lo que solo tendríamos que situarlas en el lugar indicado.

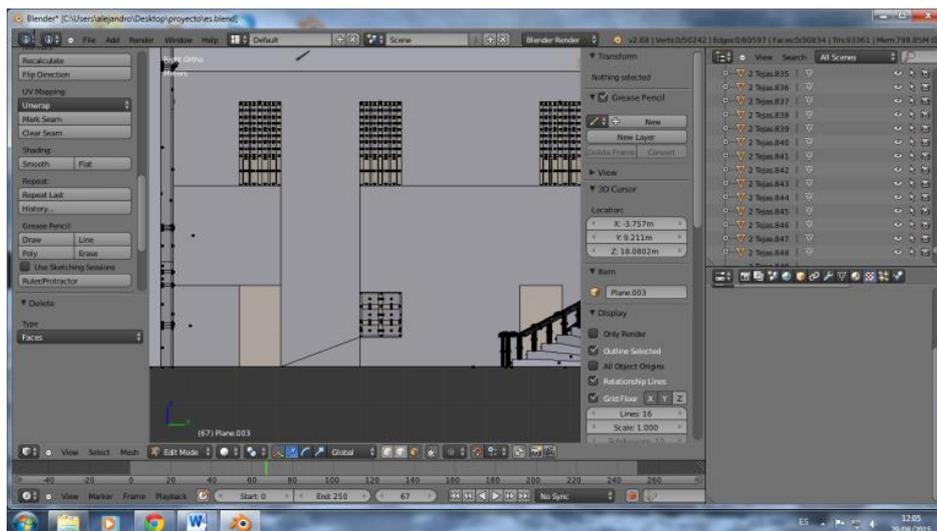


Ilustración 108. Modelado lateral izquierdo interior.

### 5.1.2.5.5 Escaleras.

Una vez terminado el lateral, se prosiguió con las escaleras que se encuentran en el patio, una situada en la zona central y la otra pegada al lateral izquierdo interior. Para ello se consultó el plano que se muestra abajo, donde se ven bien definidas tanto su geometría como su posición en el patio.

La metodología de trabajo fue la siguiente: se añadió un plano en los ejes ZX, se le dio la altura total de las escaleras, en el eje Z, y la anchura máxima de los escalones en el caso de la escalera central, ya que los escalones, van disminuyendo su ancho contra más altura tiene la escalera. En el caso de los escalones del lateral izquierdo interior no hizo falta hacer este último paso ya que su anchura a lo largo del eje Z es constante.

Después se utilizó la herramienta secciones para hacer horizontalmente cada escalón individual. En la escalera se realizó un paso extra y fue seccionar verticalmente la escalera para dar a cada escalón su anchura requerida. Se seleccionó la cara de un escalón y con la herramienta extruir, tecla “E”, se le dio la profundidad a cada escalón tal y como viene en el plano.

Para finalizar las escaleras ya solo queda colocar las barandillas que acompañan a estas, el procedimiento de creación es igual a las barandillas que anteriormente se crearon.

Las barandillas que están colocadas en la parte superior de las escaleras y que recorren horizontalmente el patio, son idénticas a las que se colocaron en la terraza por lo que se duplicaron y colocaron en su nueva ubicación.

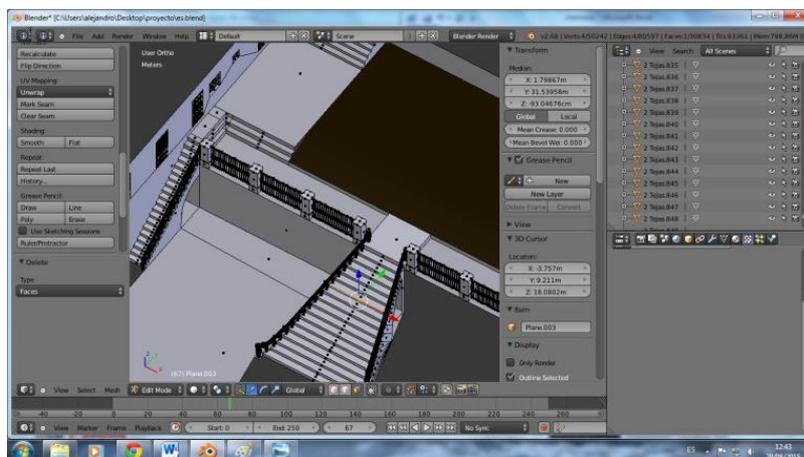


Ilustración 109. Modelado de las escaleras del patio.

### 5.1.2.5.6 Suelo del patio.

En el suelo del patio solo se utilizó fusionar, tecla “E”, se seleccionaron los vértices que iban a describir el plano utilizado como suelo y con la herramienta fusionar se creó el suelo.

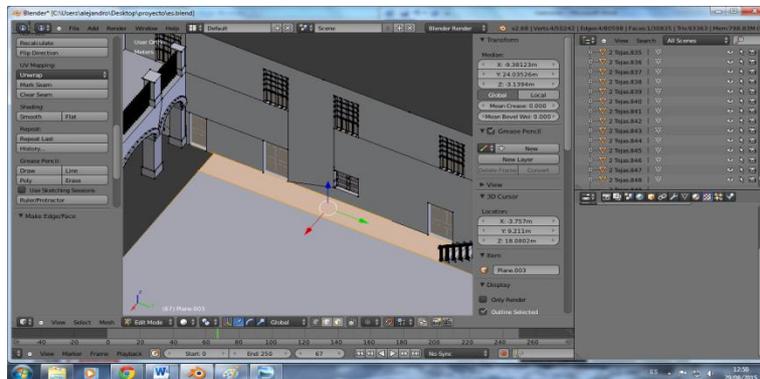


Ilustración 110. Modelado del suelo del patio.

### 5.1.2.5.7 Unión de laterales izquierdos.

Ya solo queda cerrar la L que forma su estructura. Por lo que me dirigí a la parte más alejada, en el eje Y, de ambos laterales izquierdos, tanto interior como exterior. Se seleccionaron los cuatro vértices que van a formar la cara que cerrará las paredes del Hospital Minero, y mediante la herramienta rellenar, tecla “F”, se creó la cara que une los dos laterales izquierdos dándose por cerrado el perímetro de paredes.

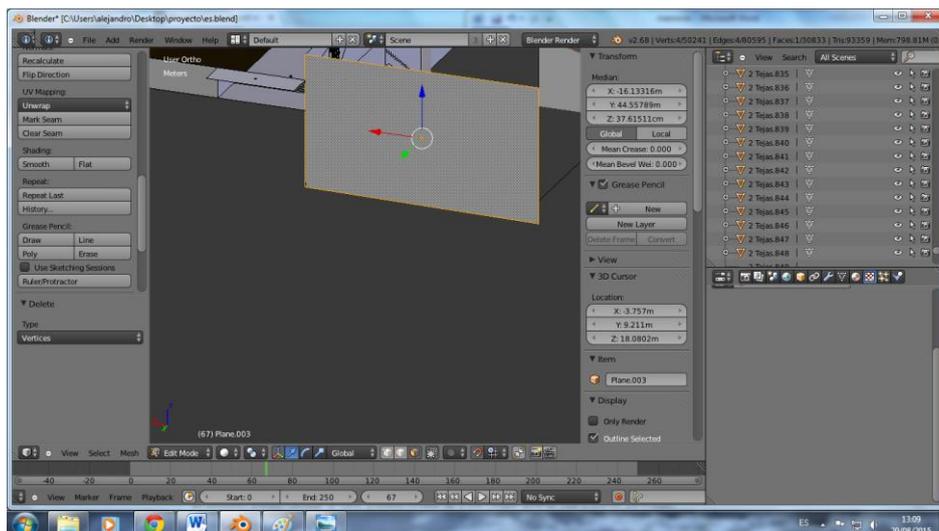


Ilustración 111 Modelado la unión entre los laterales izquierdos.

### 5.1.2.5.8 Tejado.

Para el tejado se modeló una teja cerámica curva ya que eran las que el Hospital Minero poseía y con el modificador “Array” se pudo repetir esta teja en la dirección que se deseó.

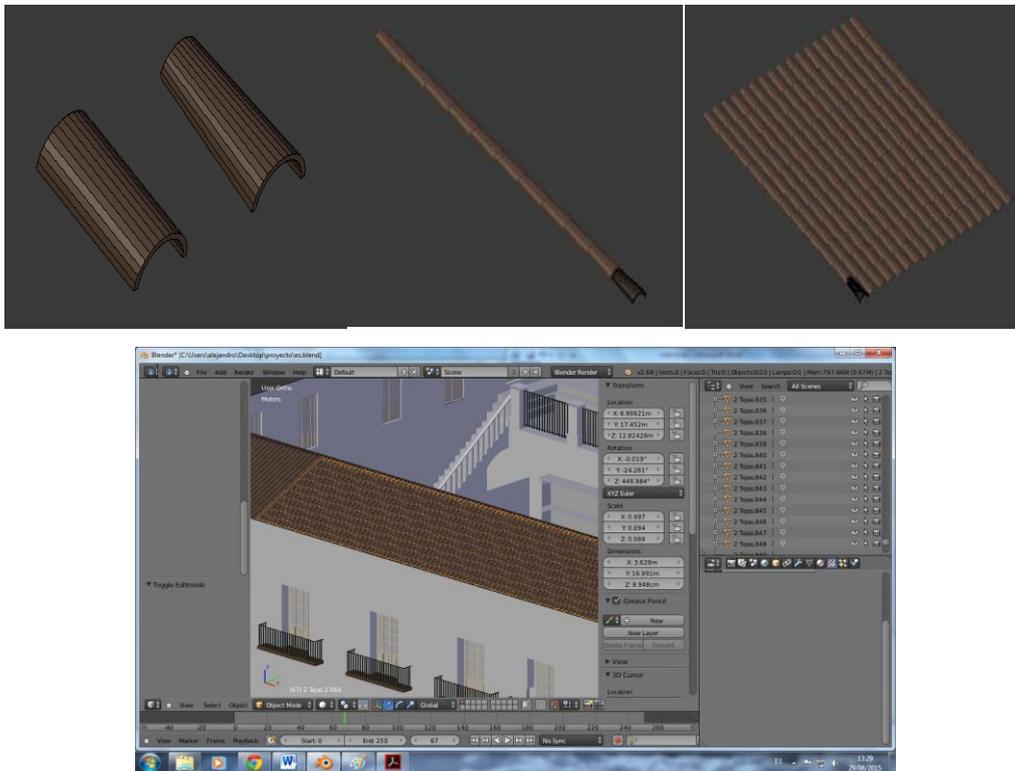


Ilustración 112. Modelado del tejado.

### 5.1.2.5.9 Césped

Para recrear el césped que se encuentra en la parte superior del patio vamos a utilizar el generador de partículas ya que si ponemos el césped como una textura no conseguimos dar el efecto tridimensional deseado dando la impresión de un césped plano sin volumen.

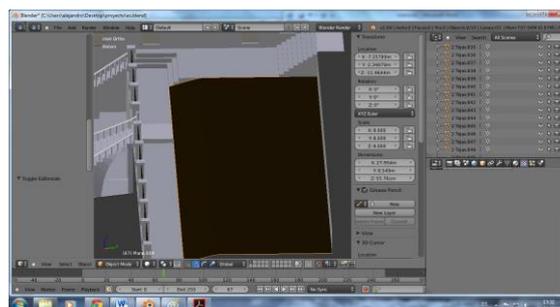


Ilustración 113. Modelado del suelo del césped.

- Se empezó creando un nuevo grupo de partículas, en la barra de propiedades la imagen de estrellitas, haciendo clic sobre el signo +.
- En la opción “*Type*” se cambió “*Emmitter*” por “*Hair*”.
- Se marcó la casilla de “*Advanced*”.
- En “*Emission*” se puede cambiar el valor predeterminado de 1000, según se quiera más o menos partículas, en mi caso puse 50000 ya que es una superficie grande de terreno.
- En la pestaña de “*Velocity*”, en la casilla de “*Normal*” se puede controlar la longitud de las partículas.
- En la pestaña “*Other*”, en la casilla de “*Random*” se puede hacer que las partículas se entremezclen en vez de salir totalmente rectas.

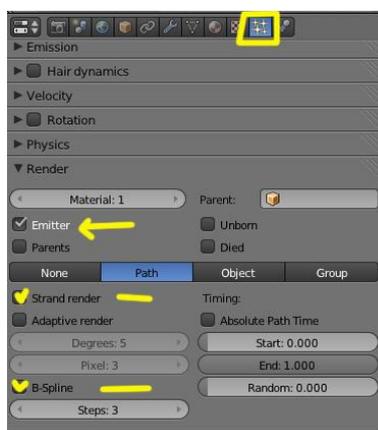


Ilustración 114. Propiedades del césped.

- En “*Children*” se puede multiplicar cada raíz por ejemplo a 3. Esto hace que del mismo punto salgan 3 partículas en lugar de 1.
- En el apartado de “*Render*” se puede activar o desactivar el “*Emitter*”, si se activa, se ve el plano y si lo desactivamos, solo se ven las partículas.

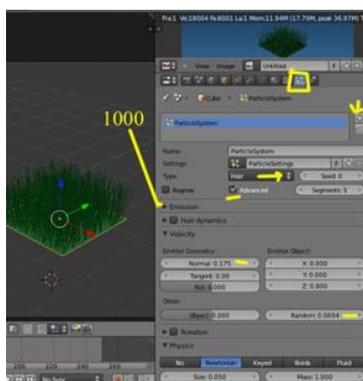


Ilustración 115. Propiedades del césped.

- La pestaña de “*Strand Render*” va asociado al material del objeto, si se activa se puede variar desde “Materiales” en la barra de propiedades.

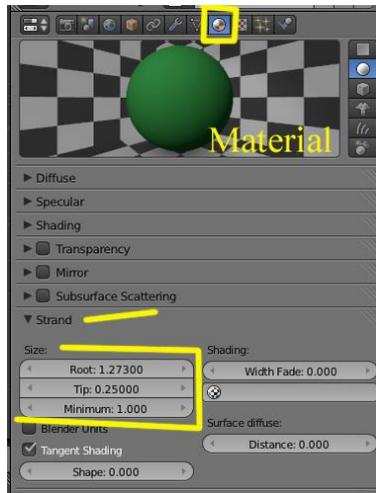


Ilustración 116. Propiedades del material del césped.

- Desde “*Strand Size*” se controla el tamaño de la base de la partícula y de la parte superior, normalmente en el césped la parte superior es un poca más fina que la base.

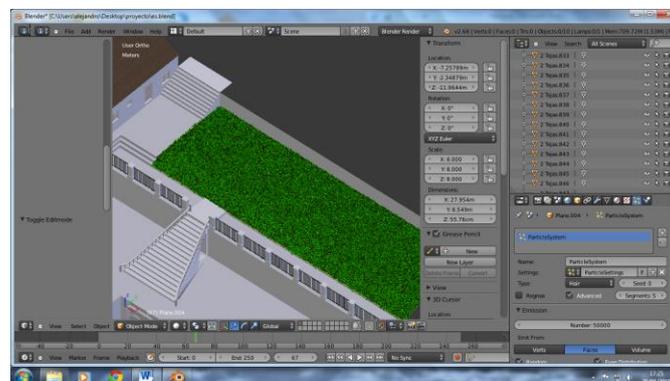


Ilustración 117. Césped terminado.

#### 5.1.2.5.10 Interiores.

Para el modelado del interior del Hospital Minero se cogieron los planos en planta de los que se dispuso y se redibujó sobre ellos los tabiques dejando libre los huecos de las puertas y ventanas. Más tarde solo se tuvo que señalar todo y extruir, tecla “E”, para dar la altura a los tabiques.

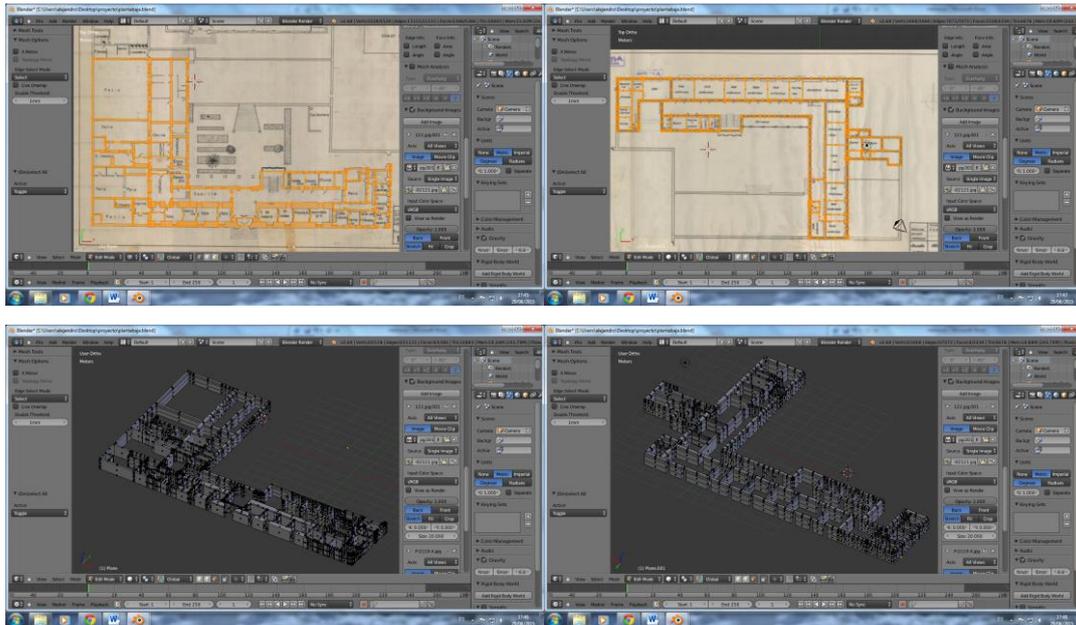


Ilustración 118. Modelado del interior.

#### 5.1.2.5.11 Alrededores del Hospital Minero.

Para dar un toque más realista, se modelaron los edificios y calles que rodean al Hospital Minero.

Como no dispuse de planos, ni imágenes de la época de los 60-70, se decidió modelar los alrededores basándose en la actualidad. Para poder modelar con precisión se recurrió a una imagen de Google Earth del entorno. Se llevó a cabo la misma operación de modelado que con los interiores del Hospital Minero.

Las ventanas y puertas de las casas de los exteriores, se cogieron de bibliotecas de Blender en la red.

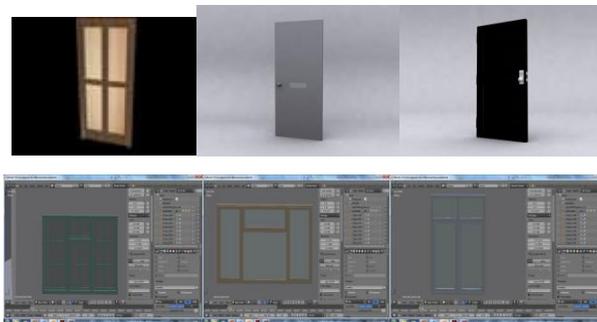


Ilustración 119. Puertas y ventanas casas de alrededor.

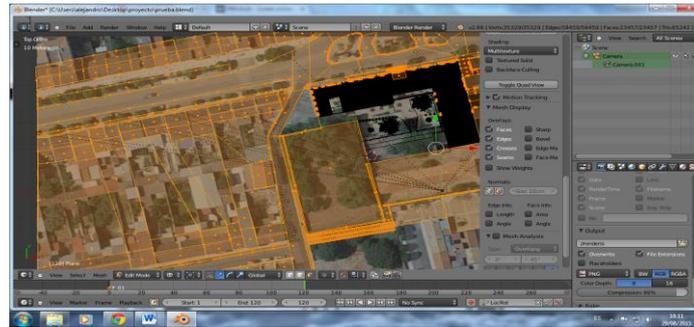


Ilustración 120. Modelado de los alrededores.

### 5.1.2.5.12 Vegetación

Para la vegetación se recurrió a las bibliotecas gratuitas disponible en la web, seleccionando palmeras, setos, arboles de gran altura y arbustos de medianas dimensiones intentando aproximarnos los más fielmente a las que había en la época.



Ilustración 121. Vegetación.

### 5.1.2.5.13 Modelo final

En la siguiente ilustración podemos observar el aspecto final del modelo aun sin tener en cuenta factores que más tarde trataremos.



Ilustración 122. Modelado final.

### 5.1.3 Materiales y texturizado.

Una vez que se tuvo terminado el modelado se pasó a poner materiales y texturas.

#### 5.1.3.1 Materiales

Los materiales en Blender definen de que esta hecho cada objeto. Para dar a un objeto un aspecto lo más ajustado a la realidad se deben definir una serie de características superficiales.

El aspecto de un material está directamente relacionado con la luz que incide sobre el objeto al que esta aplicado. Blender tiene en cuenta los fenómenos de reflexión y refracción de la luz, estos fenómenos se pueden modificar para conseguir un aspecto realista. Las características de un material se pueden modificar en el panel de propiedades.

Esta es la lista de características que se pueden definir:

- *Diffuse* / Difusión de Luz

Es el color general de un material cuando refleja la luz.

- *Specular* / Reflexión especular

Es la reflexión de la luz desde una superficie, por lo que un rayo incidente es reflejado en muchos ángulos.

- *Shading* / Sombreado

Determina las características de la sombra creada por un objeto.

- *Transparency* / Transparencia

Algunos materiales permiten que la luz pase a través de ellos.

- *Mirror* / Espejo

Es usado para que un material refleje su Medio Ambiente.

- *Shadow* / Sombras

Simula las refracciones de rayos de luz a través de materiales transparentes como por ejemplo lentes. Para crear un nuevo material, se va a la ventana de propiedades, en la pestaña “Material”. Se pulsa el botón “+” y se crea un material.

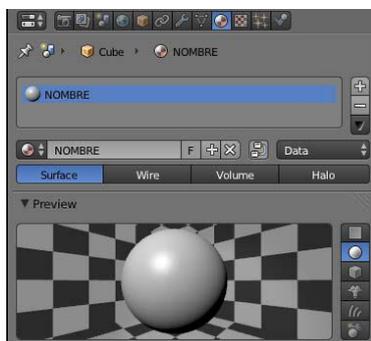


Ilustración 123. Nuevo material.

Se tiene la posibilidad de elegir cuatro tipos de materiales. El primero es “*Surface*”, es un material sólido, es el más utilizado para generar materiales realistas. “*Wire*” renderiza en modo alámbrico, “*Volume*” crea un efecto de humo, “*Halo*” muestra los vértices del objeto iluminado.

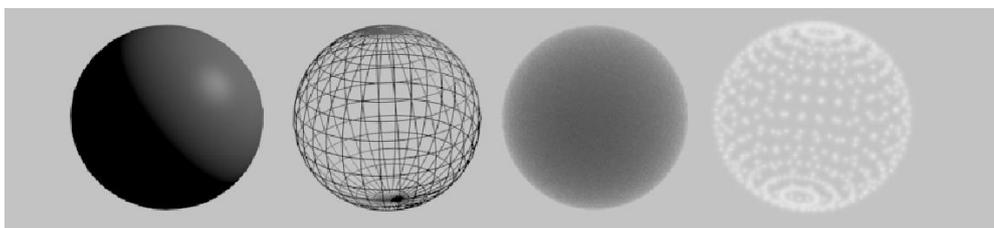


Ilustración 124. Tipos de materiales.

### - **Difusión de la luz**

Si sobre una superficie incide la luz está luego es re-irradiada mediante un fenómeno de difusión, es decir, se dispersa en todas las direcciones de forma isotrópica. Por lo que se verá la misma cantidad de luz desde ese punto en la superficie sin importar el ángulo de visión incidente. Lo que hace que la luz difusa sea independiente del punto de vista que tenga es esta cualidad. La cantidad de luz depende del ángulo de la luz incidente sobre la superficie. La superficie tendrá un aspecto mate, si la mayoría de la luz que incide sobre una superficie se refleja de forma difusa (Zenteno Cabrera, 2010).

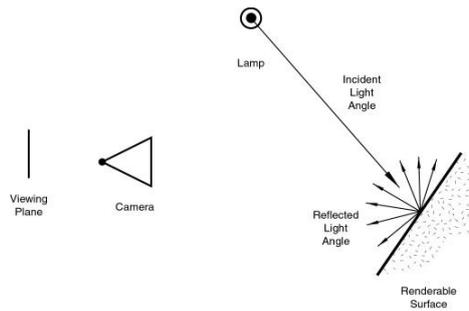


Ilustración 125. Esquema difusión de la luz.

En las opciones se puede seleccionar el color básico del material del material que es el color usado por el sombreador de difusión y la intensidad de luz que es difundida.

Blender posee cinco modelos diferentes para calcular la difusión: Lambert, Toon, Oren-Nayar, Minnaert y Fresnel.

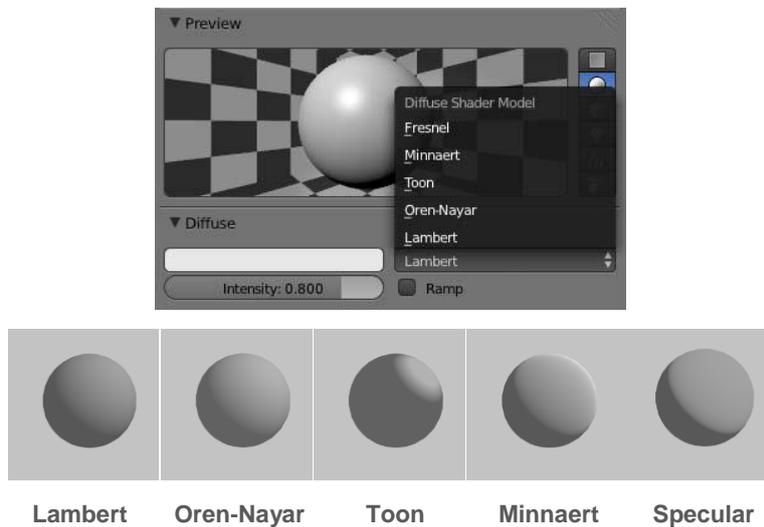


Ilustración 126. Tipos de difusión.

### - Reflexión especular

La reflexión especular, al contrario que la difusión, es dependiente del punto de visión. De acuerdo con LA LEY de SNELL, la luz que impacta sobre una superficie especular se verá reflejada con un ángulo espejado al ángulo de luz incidente, por lo que cobra mucha importancia el ángulo de visión. La reflexión especular hace que la superficie parezca pulida creando finos y brillantes reflejos (Roosendaal, Selleri, & et al, El oficial. Blender 2.3 guía. La suit abierta de creación 3D.).

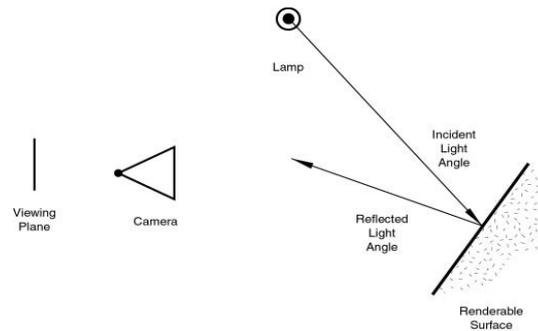


Ilustración 127. Esquema reflexión de la luz.

En las opciones se puede elegir el color de brillo especular, la intensidad de la luz que se refleja y la dureza del mismo. Se tienen diferentes métodos de reflexión especular: Cook Torr, Phong, Blinn, Toon y Wardiso.

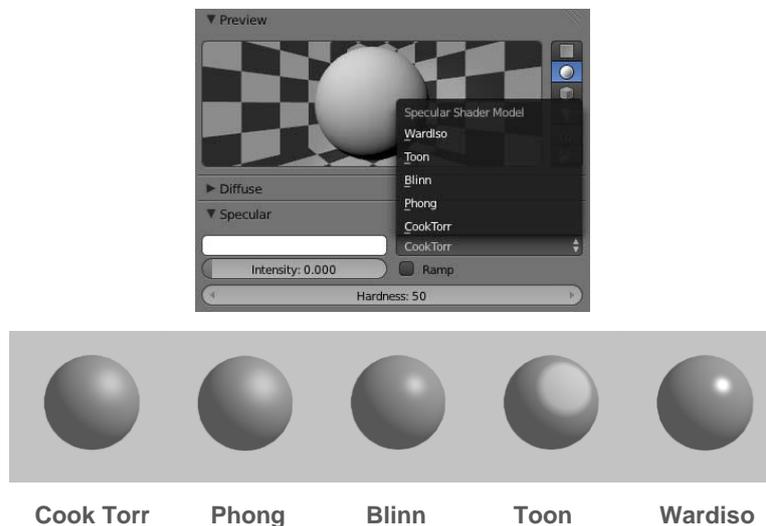


Ilustración 128. Tipos de reflexión.

#### - Sombreado

- En el panel “*Shading*” se encuentran las opciones del comportamiento de los sombreadores de difusión.
- La opción “*Emit*” permite que la superficie emita luz por sí sola, se suele utilizar para simular luces encendidas.
- La opción “*Ambient*” permite modificar la difusión producida por la luz ambiental. El valor 0 hará que las superficies que no reciben luz directamente sean oscuras, estas superficies serán menos oscuras cuanto más se acercan a 1.

La opción “*Translucency*” permite determinar la cantidad de luz directa que atraviesa el objeto para iluminar las caras en sombra, dando así un valor de translucidez al objeto.

- “*Shadeless*” la superficie tendrá un color difuso repartido homogéneamente, independientemente de donde procedan las fuentes de luz.
- “*Tangent Shading*” genera un efecto anisótropo en la difusión.
- “*Cubic Interpolation*” suaviza la transición entre una zona iluminada y una zona en sombra.

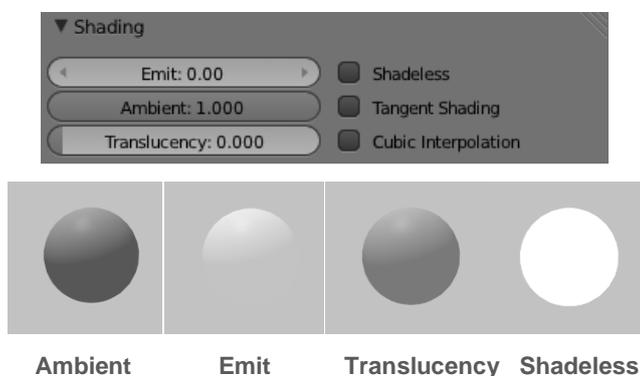


Ilustración 129. Tipos de sombreadores.

## - **Transparencia**

Para conseguir una superficie transparente y que deje pasar la luz, se tiene que activar el panel “*Transparency*”. En este panel, se puede elegir entre tres métodos de transparencia: *Mask*, *Z transparency* y *Raytrace*.

Los métodos *Mask* y *Z transparency*, están basados en el método de cálculo *Z buffering*. En el método *Mask* solamente se puede elegir el grado de transparencia modificando el valor *Alpha* del material, siendo "0" completamente transparente y "1" completamente opaco.

Con *Z transparency*, se puede elegir el grado de transparencia del material modificando el valor *Alpha*, pero además se puede elegir el valor de transparencia de los brillos especulares. El método *Z transparency*, no deja activar un efecto muy interesante, el efecto Fresnel.

Este efecto, varía el grado de transparencia dependiendo de la posición del punto de vista. Si se tiene un cristal, cuando se mira de forma perpendicular es muy transparente, pero, al inclinarlo comienza a comportarse más como un espejo y pierde transparencia.

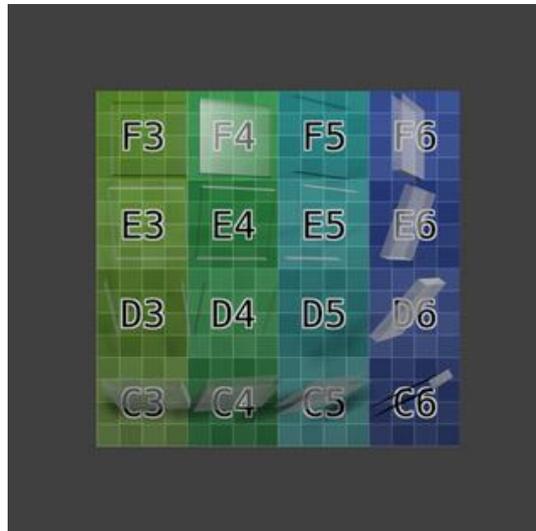


Ilustración 130. Efecto Fresnel.

El método *Raytrace*, utiliza el modelo de cálculo de trazado de rayos para calcular las superficies transparentes. Es el método de cálculo con el que se obtienen resultados más realistas, pero el tiempo de renderizado es más lento. Tiene muchas opciones de configuración, pero la opción más interesante, es que permite elegir el índice de refracción del objeto.

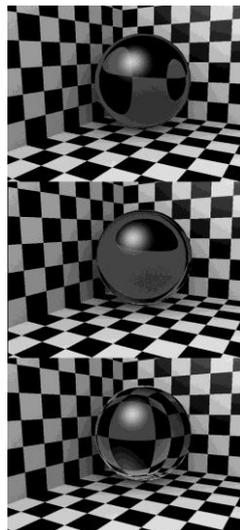


Ilustración 131. Nivel de transparencia.

#### - Espejo

Si se desea que una superficie reflecte, se tendrá que activar la pestaña “*Mirror*”. El cálculo se realiza mediante “*Raytrace*”. Consiste en que el rayo sale de la cámara,

rebota contra la superficie reflectante, hasta impactar en otro objeto de donde se obtiene la información de color, el resultado es una imagen reflejada en la superficie.

La opción “*Reflectivity*” da a elegir la cantidad de reflexión y el color de esta.

Se puede elegir la profundidad y la distancia máxima de reflejo. Al igual que en la transparencia se puede elegir el efecto Fresnel, por lo que la claridad del reflejo dependerá de la posición del objeto con relación al punto de vista de la cámara.

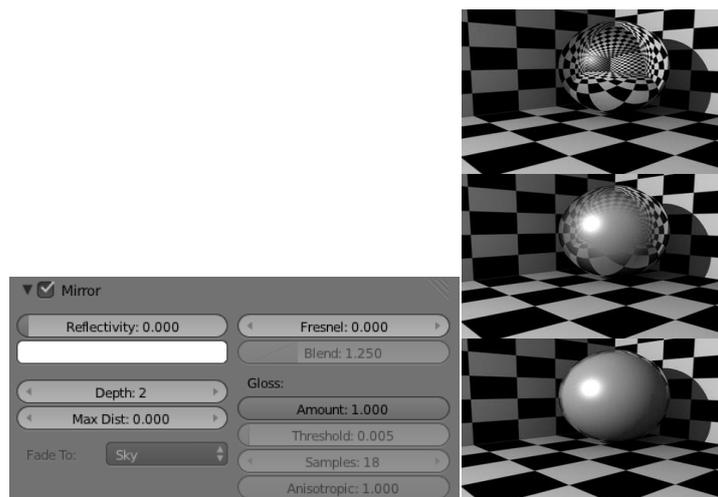


Ilustración 132. Espejo.

### - Sombras

En el panel “*Shadow*” se elige como le afectan o como no le afectan los rayos translucidos y los rayos sombra. Para que el material reciba sombras que producen otros objetos se activa “*Receive*”.

Si se desea que los rayos translucidos iluminen un objeto se tendrá que marcar la opción “*Receive Transparent*”. Esta opción es muy utilizada en modelados interiores.

Si solamente se quiere que se rendericé la parte de nuestro objeto que está en la sombra se activará la casilla “*Shadows Only*”.

### 5.1.3.2 Cómo aplicar un material a un objeto del Hospital Minero.

1. Primero se seleccionó el objeto y se seleccionó la pestaña materiales, de la ventana propiedades.

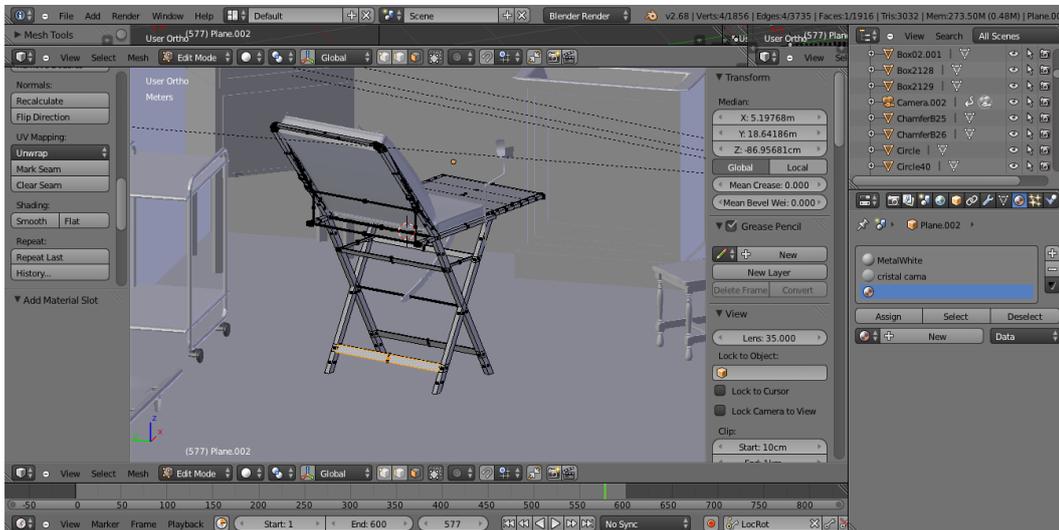


Ilustración 133. Seleccionar objeto para aplicar material.

2. Se pulsó la pestaña “+”, automáticamente se aplica el nuevo material a todo el objeto seleccionado.

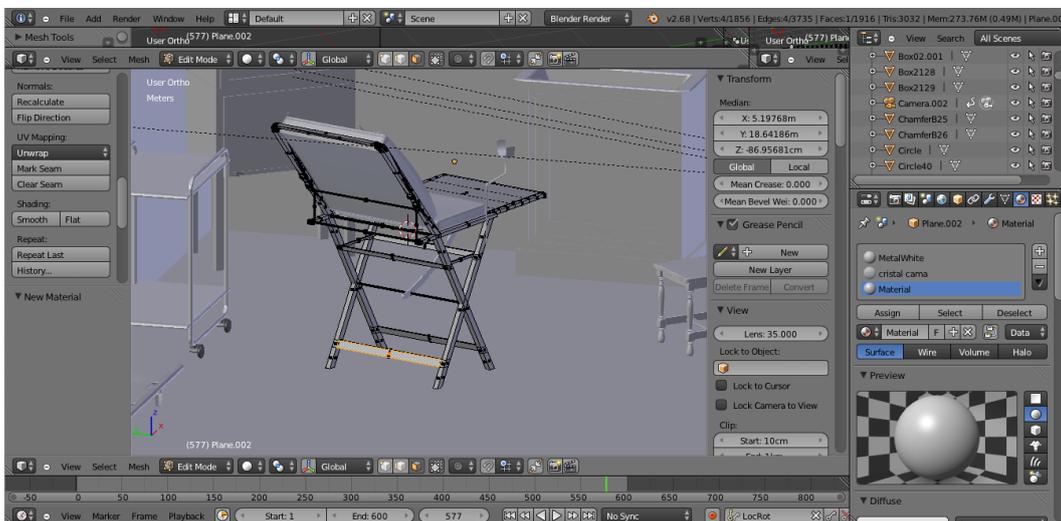


Ilustración 134. Crear nuevo material.

3. Con las opciones anteriormente vistas se confeccionó nuestro material.

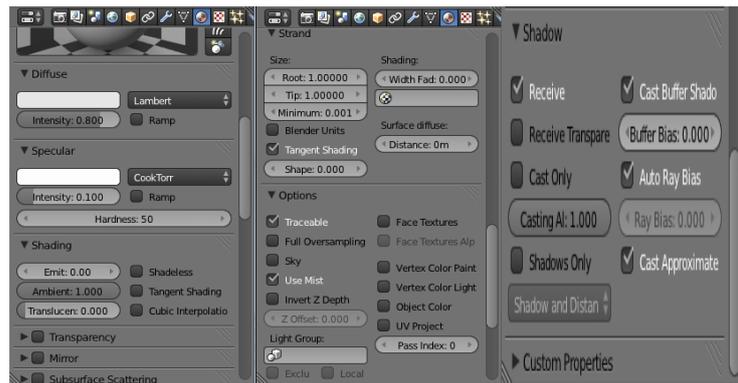


Ilustración 135. Propiedades de los materiales.

4. Por último se clicó sobre la casilla “Assign” para terminar poniendo el material sobre la superficie seleccionada.

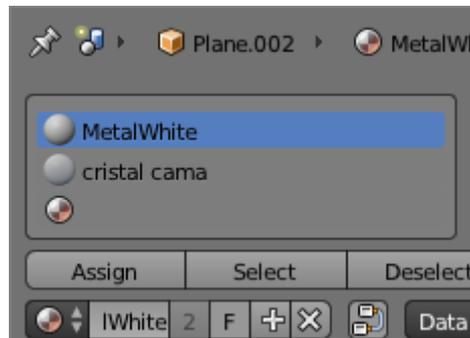
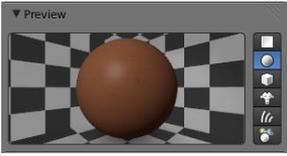
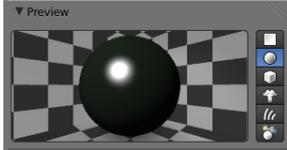


Ilustración 136. Asignar nuevo material al objeto seleccionado.

El proceso para asignar un material a cualquier otro objeto es totalmente idéntico al que se acaba de explicar.

En esta tabla se van a exponer los materiales que fueron utilizados para el modelado del Hospital Minero.

| Material  | Material a representar | Lugar empleado   | Ejemplo   |
|---|------------------------|--|---|
|  | Cerámica marrón        | Tejas de la cubierta del Hospital Minero                       |  |
|  | Hierro forjado         | Barandillas de los balcones y terraza<br>Rejas de las ventanas |  |

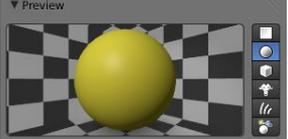
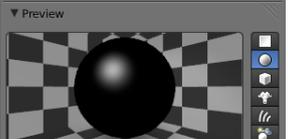
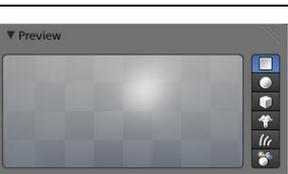
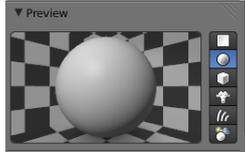
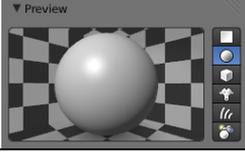
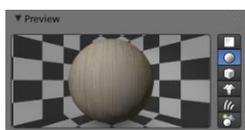
|   |                         |  |   |
|---|-------------------------|--|---|
|    | <p>Pintura amarilla</p> | <p>Bordillos de las glorietas</p>  |    |
|    | <p>Bronce negro</p>     | <p>Campana Veleta Cruz</p>   |    |
|    | <p>Cristal</p>          | <p>Todos los cristales de ventanas y ventanales</p>  |    |
|    | <p>Agua</p>             | <p>Fuente</p>  |    |
|   | <p>Metal blanco</p>     | <p>Silla medica de la sala de curas<br/>Mesa de curas<br/>Estructura de las camas de la sala de enfermos</p> |  |
|  | <p>Tela blanca</p>      | <p>Sábanas de las camas de la sala de enfermos</p>   |  |
|  | <p>Piel humana</p>      | <p>Humanoide</p>   |  |
|  | <p>Madera</p>           | <p>Puertas<br/>Ventanas<br/>Ventanales</p>   |  |

Tabla 2. Materiales utilizados en el Hospital Minero.

### 5.1.3.3 Texturizado.

Con las herramientas disponibles en el editor de materiales, no se puede definir completamente la mayoría de materiales, ya que estos tienen otras características como rugosidad, cambios de color, variación de brillos, suciedad, etc.

Para poder conseguir estas características se necesitan imágenes reales y texturas.

Las texturas son un grupo de imágenes superpuestas en capas. Cada una de ellas modifica propiedades básicas del material.

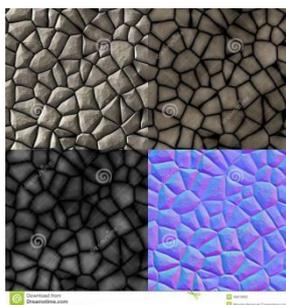


Ilustración 137. Capas de imágenes.

En mi caso se tuvo que recurrir a bibliotecas de texturas ya preparadas, porque el edificio fue restaurado y los materiales cambiaron, por lo que no se pudieron crear texturas propias al no poder fotografiar los materiales.

Estas imágenes, ya preparadas que circulan por la red, para ser utilizadas como texturas reciben el nombre de texturas tileables.

Cuando se ponen varias texturas una al lado, arriba, o abajo de la otra y entre ellas no se ve transición se dice que una textura es tileable. Un ejemplo donde se necesitan estas texturas es para modelos 3D, por ejemplo una pared donde se necesita repetir muchas veces esa textura y que no se note la costura entre las repeticiones (TANDA).

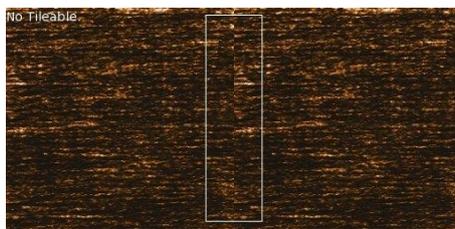


Ilustración 138. Textura no tileable.

## - Tipos de texturas

Con las texturas se pueden cambiar parámetros básicos de los materiales. Cuando se inserta una textura se tiene que seleccionar a la propiedad a la que afecta, la intensidad y como se mezclara.

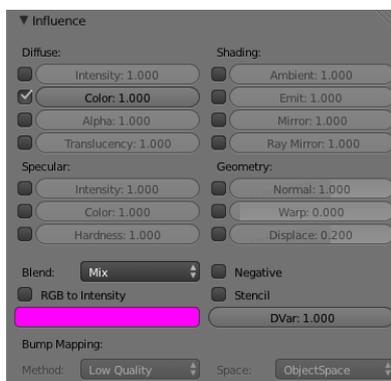


Ilustración 139. Propiedades de las texturas.

### **Difusión:**

- Controlar la intensidad del color difuso base - Intensity
- Sustituir o mezclar el color difuso base - Color
- Modificar la intensidad o las zonas transparentes -Alpha
- Modificar la intensidad o las zonas translúcidas - Translucency

### **Especular:**

- Controlar la intensidad del brillo especular - Intensity
- Sustituir o mezclar el color del brillo especular base - Color
- Controlar la dureza del brillo especular - Hardness

### **Sombreadores:**

- Controlar la intensidad de la luz ambiente - Ambient
- Modificar la intensidad o las zonas de emisión de luz - Emit
- Sustituir o mezclar el color del reflejo - Mirror
- Modificar la intensidad o las zonas reflectantes - Ray Mirror

## Geometría:

- Modificar las normales de una superficie - Normal
- Modificar las coordenadas de las texturas en el canal - Warp
- Desplazar una superficie - Displace

### 5.1.3.4 Agregar textura a un material del Hospital Minero.

- Para agregar una nueva textura a un material, se utilizó la pestaña “Texture” situada en la ventana de propiedades. Se pulsó el botón “New” y se nombró la textura.

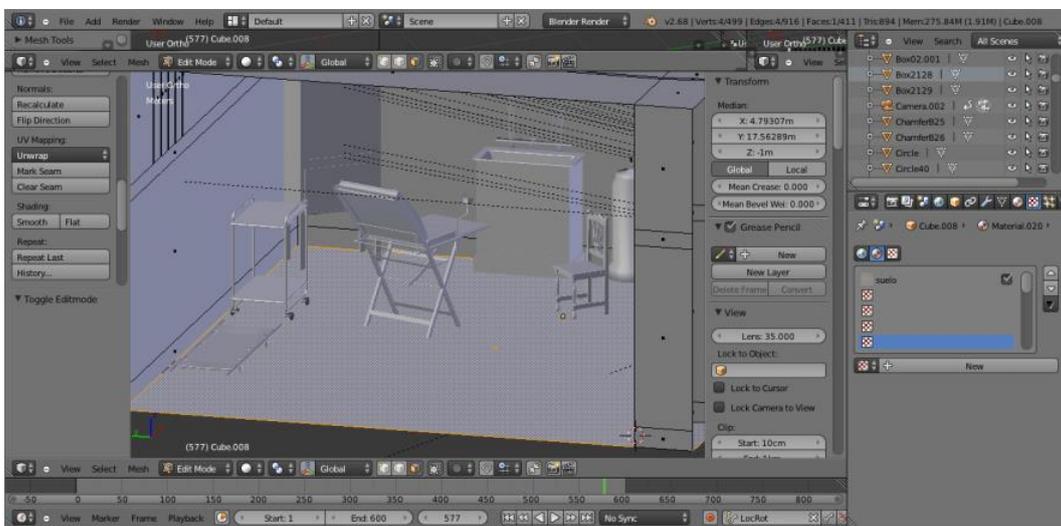


Ilustración 140. Crear nueva textura.

- Se eligió el tipo de textura generalmente se utilizó “Image or movie”.

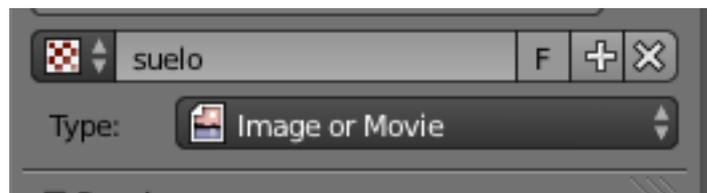


Ilustración 141. Tipo de textura.

- En la pestaña “Image” se pulsó en “Open” se cargó la textura desde donde se tenía guardada.

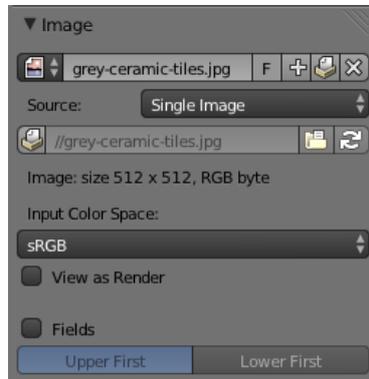


Ilustración 142. Cargar imagen para textura.

- Se pudo modificar el color, brillo y contraste de la imagen original en la pestaña “Colors”.

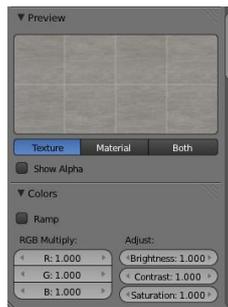


Ilustración 143. Modificar imagen para la textura.

- En la pestaña “Mapping” se pudo seleccionar el tipo de proyección. Al tratarse de una figura plana se eligió la opción “Flat”. También se dispone “Sphere” para una superficie esférica, la opción “Tube” si la superficie tiene forma de tubo y “Cube” si se quiere que el objeto seleccionado se despliegue como un cubo.

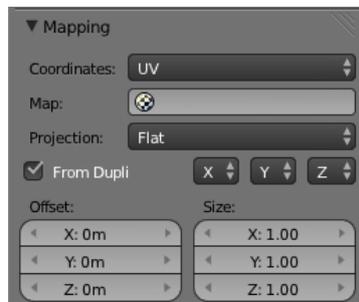


Ilustración 144. Selección del tipo de proyección.

- En la pestaña “*Influence*” se seleccionaron las propiedades donde actuara la textura.



Ilustración 145. Propiedades del lugar donde actúa la textura.

- En la pestaña “*Mapping*” se pudo seleccionar la forma en que la imagen se proyectó sobre el objeto. En el proyecto siempre se eligió la opción “UV”, para así poder colocar la textura al gusto.



Ilustración 146. Selección de la opción "UV".

Sistema de mapeado “*UV mapping*”, con esta opción se tuvo el control absoluto de la posición de cada una de las superficies con respecto a la textura. Se proyectaron las caras del objeto y se superpuso en la textura.



Ilustración 147. Pestaña textura al completo.

- Se pasó a la pantalla de “*UV/Image editor*”.

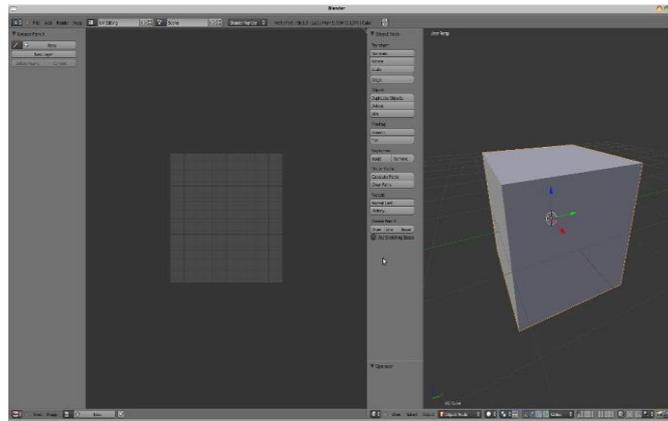


Ilustración 148. *UV/Image editor*.

- Se abrió la imagen de la textura.

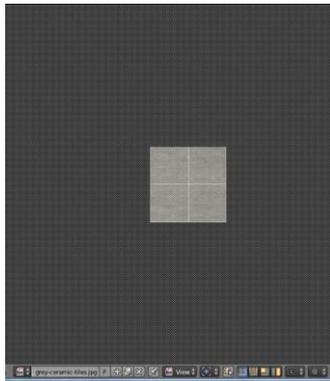


Ilustración 149. Imagen seleccionada para que actuara como textura.

- Con la tecla “U” apareció el menú “*UV mapping*”, donde vienen las distintas opciones para generar el mapa UV. En el proyecto siempre se utilizó “*Unwrap*” y “*Cube Projection*”.

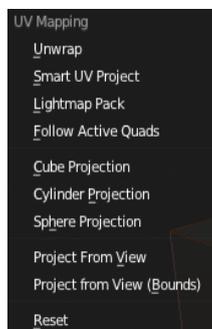


Ilustración 150. Panel *UV/Mapping*.

Una vez hecho esto se vio como apareció desplegado el mapa sobre la textura. Este mapa se pudo rotar, escalar, mover, etc. Para ajustarlo donde se quiso con respecto a la textura.

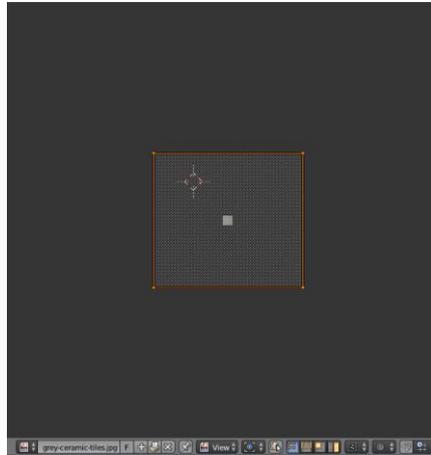


Ilustración 151. Mapa desplegado.

Una vez realizado todo esto se volvió a la ventana de 3D y en la pestaña de materiales, con el botón “Assign” ya se pudo dar al objeto el material con su textura correspondiente.

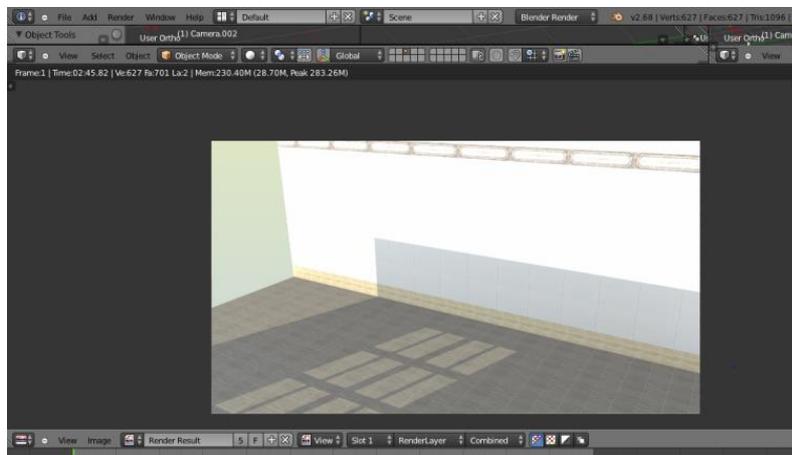
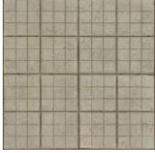
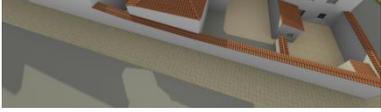
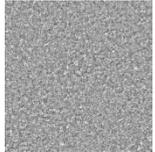


Ilustración 152. Renderizado final de la textura aplicada.

| Textura   | Material a representar | Lugar empleado  | Ejemplo   |
|---|------------------------|---|---|
|    | Baldosas de hormigón   | Aceras de todo el modelado  |     |
|    | Baldosa cerámica       | Suelo del patio y terrazas  |     |
|    | Pintura blanca         | Paredes blancas de todo el modelado   |     |
|   | Madera                 | Puerta principal de acceso  |   |
|  | Ladrillo visto         | Parte central de la fachada<br>Ventanal del patio<br>Columnas de la terraza<br>Borde de la fuente |  |
|  | Cemento pulido         | Escalera de la entrada principal  |   |
|  | Arena                  | Suelos arenosos de los patios   |   |
|  | Cemento poroso         | Fachada principal   |   |

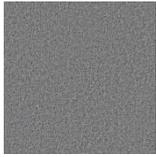
|   |               |  |   |
|---|---------------|--|---|
|    | Asfalto       | Calles del modelado                                    |     |
|    | Cerámica gris | Suelo de la sala de curas                              |     |
|    | Azulejo       | Rodapié de la sala de curas                            |     |
|    | Azulejo       | Cenefa de la sala de curas                             |     |
|   | Tapizado      | Cojín de la silla medica                               |   |
|  | Madera        | Sillas de la sala de curas                             |  |
|  | Tela          | Camilla de la sala de curas                            |  |
|  | Azulejo       | Cenefa y rodapié de las salas de enfermos y “la playa” |   |
|  | Baldosa       | Suelo de la sala de enfermos                           |   |

Tabla 3. Texturas aplicadas a los materiales en el Hospital Minero.

### 5.1.4 Iluminación exterior.

La iluminación es un paso muy importante en la configuración del render, ya que de ella va a depender la calidad de la imagen.

Los diferentes elementos de iluminación que proporciona Blender son:

**Point:** Es un punto de luz que irradia una misma cantidad de luz en todas las direcciones, por este motivo las superficies que estén más lejanas al punto de luz se verán más oscuras en el render.

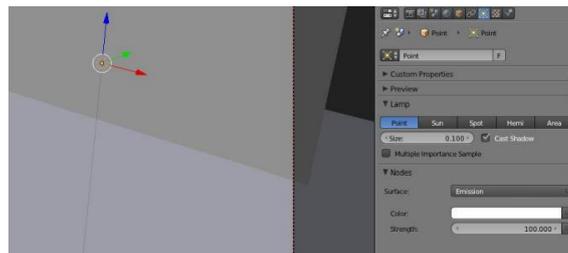


Ilustración 153. Lámpara Point.

Esta fuente de luz cuenta con: *Shadow* (sombra), *Color* y *Strength* (intensidad de la luz).

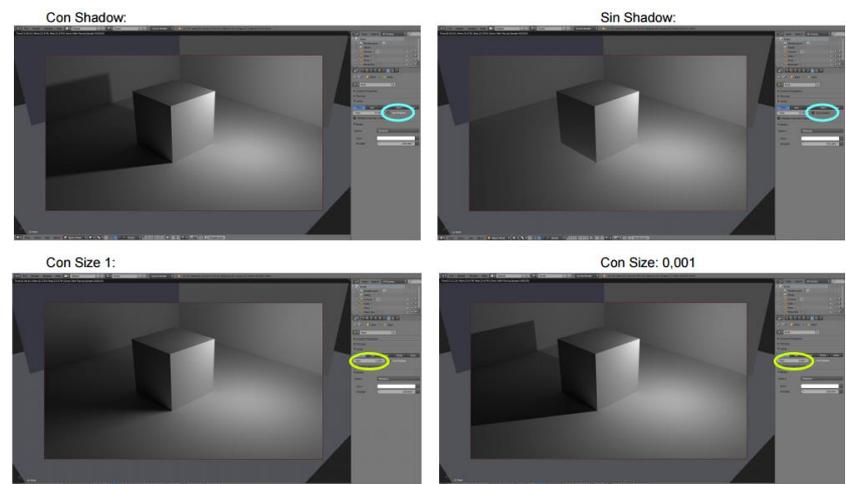


Ilustración 154. Propiedades lámpara point.

A la hora de seleccionar un color se puede hacer mediante la rueda cromática.

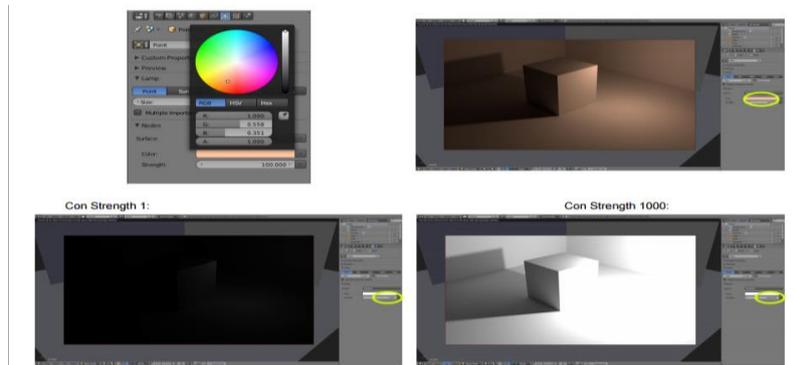


Ilustración 155. Color de la luz.

**Sun:** Luz de sol. Provee luz de intensidad constante en una sola dirección. La dirección puede ser cambiada por rotación, como si fuera un objeto.

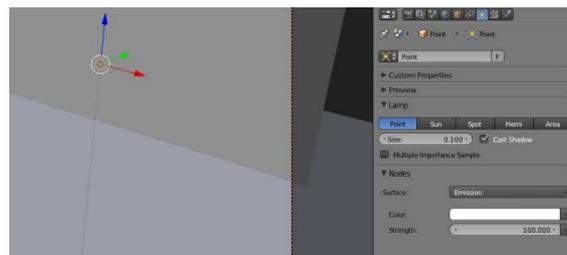


Ilustración 156. Lámpara sun.

Esta fuente de luz cuenta con: *Shadow* (sombra), *Color* y *Strength* (intensidad de la luz).

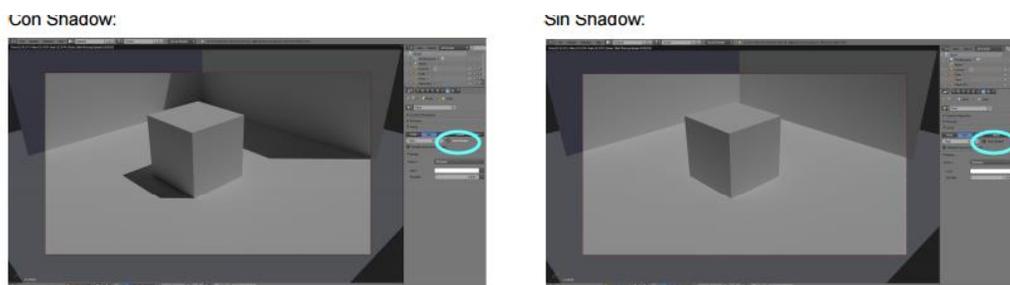


Ilustración 157. Propiedades lámpara sun.

A la hora de seleccionar un color puedes hacerlo mediante la rueda cromática.

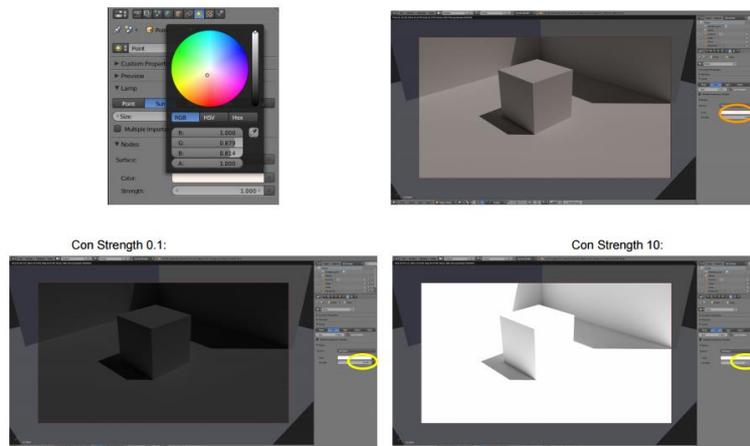


Ilustración 158. Color lámpara sun.

**Spot:** Luz de foco. Este tipo de lámpara emite un haz de luz en forma de cono, la fuente de la luz sale desde la punta del cono en una dirección dada.

Esta fuente de luz cuenta con: *Shadow* (sombra), *Color*, *Strength* (intensidad de la luz), *Spot Shape Size* (controla el ángulo de apertura desde la punta del cono y puede estar entre 1° y 180°) y *Blend* (con esta opción se puede definir qué tan nítido será el borde producido entre la luz emitida por la lámpara al chocar contra una superficie, este valor esta entre 0.0 y 1.0).

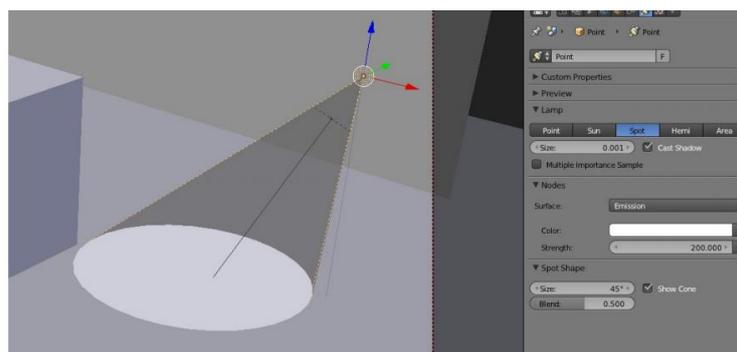


Ilustración 159. Lámpara spot.

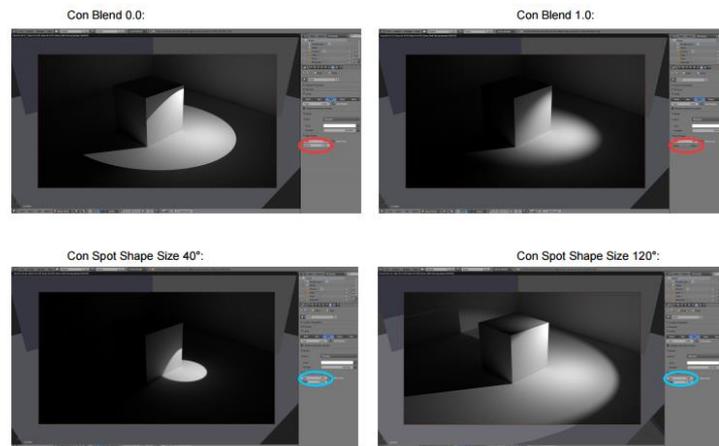


Ilustración 160. Propiedades lámpara spot.

**Hemi:** La lámpara *Hemi* proporciona luz desde una dirección de un hemisferio de 180°. Esta lámpara está diseñada para simular la luz que proviene de un cielo muy nublado o no uniforme. La lámpara *Hemi* está representada con 4 arcos que visualizan la orientación de la cúpula semiesférica y en el centro de esta sale una línea que indica la dirección en la que se irradia la energía.

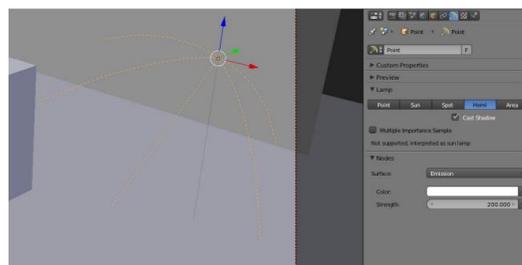


Ilustración 161. Lámpara *hemi*.

Esta fuente de luz cuenta con: *Shadow* (sombra), *Color* y *Strength* (intensidad de la luz).

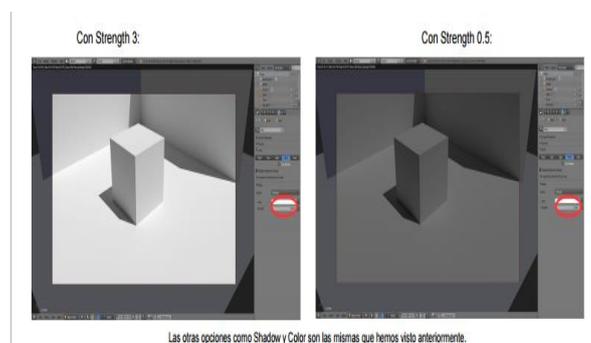


Ilustración 162. Propiedades lámpara *hemi*.

**Área:** Este tipo de lámpara simula la luz que proviene de una superficie, por ejemplo una pantalla de televisión o una ventana. La lámpara de área produce sombras con borde suave.

Esta fuente de luz cuenta con: *Shadow* (sombra que no se puede graduar), *Color* y *Strength* (intensidad de la luz). Una característica especial de esta lámpara es que se puede ajustar el área y tiene 2 opciones para hacer esto: *Square* (Cuadrado) y *Rectangle* (Rectángulo). *Square*, todos sus lados son iguales, solo se necesita un dato para determinar el área,  $X = Y$ . *Rectangle* cuenta con 2 variables: X e Y (altura y ancho), con estos 2 datos se forma el área.

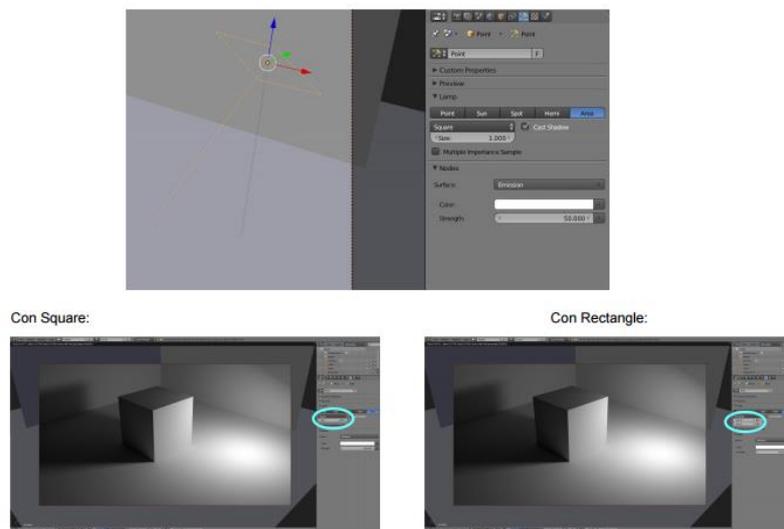


Ilustración 163. Lámpara área y sus propiedades.

**Plano:** Este tipo de lámpara es realizado por el usuario y es demasiado parecido al que se vio anteriormente “Área”.

1. Inserta un plano desde: *Add > Mesh > Plane*.
2. Después de esto se le asigna a ese plano un material: *Material > New > Surface : Emission*
3. Esta fuente de luz cuenta con: *Shadow* (sombra que no se puede graduar), *Color* y *Strength* (intensidad de la luz).

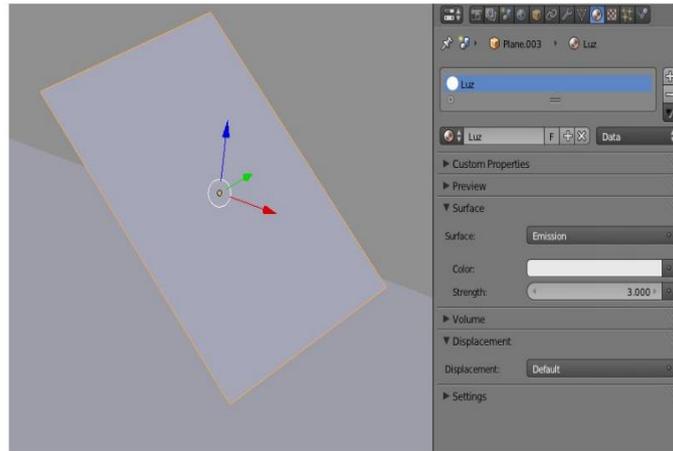


Ilustración 164. Lámpara plano.

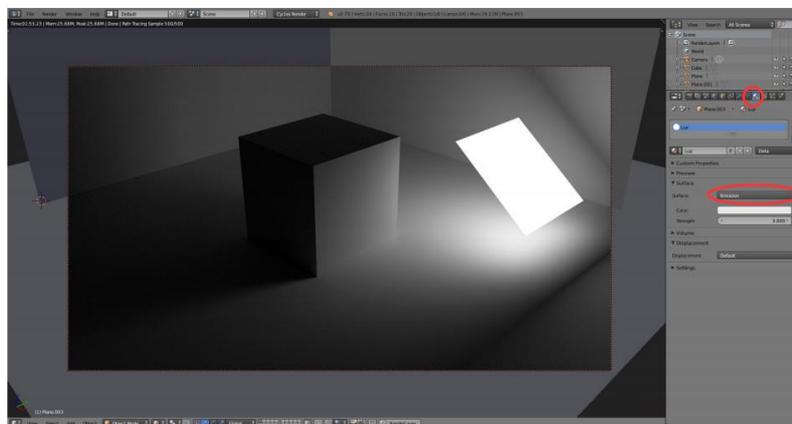


Ilustración 165. Propiedades lámpara plano.

### 5.1.5 Iluminación exterior del proyecto.

Para la iluminación exterior del modelo se va a utilizar una fuente de luz principal, que será un sol y un sistema secundario de iluminación global.

Se empezó añadiendo un sol a la escena: Se clicó en “Add” “Lam” y se eligió “Sun”. Se colocó con las herramientas mover y rotar hasta que se encontró la posición deseada.

Para el color se eligió un color blanco pero con tono amarillento. Con una energía de 1.5. Las sombras se calcularon con “ray shadows” con un *sampling* de 12.



Ilustración 166. Propiedades iluminación del proyecto.

Para simular la luz global se tuvo que generar un nuevo mundo.

En la ventana de propiedades se tiene una pestaña llamada “World”, representada con una bola del mundo. Se hizo clic sobre “+” y se creó el nuevo mundo. Se seleccionó la casilla “Blend Sky” que realizó un degradado entre “Horizon Color” y “Zenith Color”. Esta luz hizo que no solo se iluminara donde directamente incidía el foco emisor de luz, si no que dio una luz de relleno para aquellas zonas sin iluminación directa.

- Se activó “Ambient Occlusion”, este método calcula las sombras polígono a polígono y simula las sombras que produjeron los objetos sobre otros por cercanía. Se le puso una intensidad de 0.7 y en el menú de la derecha se marcó “Multiply”.
- Se activó también “Environment Lighting”, genera una luz homogénea para toda la escena, por lo que nunca se tuvo una zona en oscuridad absoluta. Se le puso una intensidad de 0.7 y el color en “White”.
- “Indirect Lighting” se dejó desactivado ya que está destinado principalmente para iluminar interiores.



Ilustración 167. Propiedades del mundo.

### 5.1.5.1 Cielo realista del proyecto.

Para que el cielo pareciera lo más real posible, me decante por la introducción de una foto realista de un cielo, que puesta sobre una semiesfera que imita la redondez de la tierra, hice que el cielo tenga una apariencia como en la realidad.

Se colocó una esfera más grande que la escena y se le añadió una textura de cielo. Se pulsaron las teclas “Shift+A” y se añadió la esfera, se entró en el modo edición y se escaló la esfera hasta que fue más grande que la escena.

Para que se pudiera ver la escena se tuvo que poner la esfera en modo “Wireframe”, esto se hizo en el panel de propiedades en la pestaña objeto.

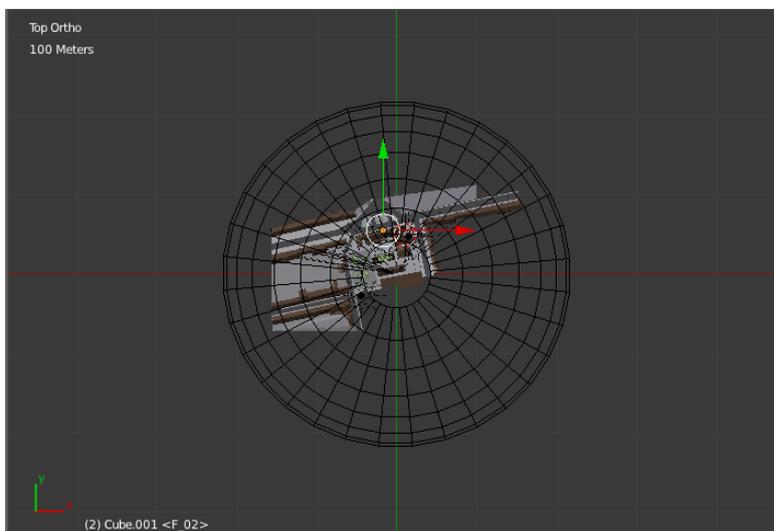


Ilustración 168. Esfera del cielo.

Se seleccionó la esfera, se le añadió un material nuevo y una textura de la misma forma que anteriormente se ha explicado.



Ilustración 169. Textura de cielo con nubes.

En el “UV Editing” se desplegó la media esfera en “Sphere Projection”, para que la textura adoptara la forma esférica, después se ajustó la esfera a la textura.

Por último, se le dio a aplicar a nuestro material con la textura.



Ilustración 170. Resultado final del cielo.

### 5.1.6 Iluminación interior del Hospital Minero.

Para la iluminación interior el proceso es muy similar al que se ha realizado en el exterior. Se colocó un sol, que es la luz directa y el sistema de oclusión ambiental para simular la iluminación global.

Cuando se utiliza únicamente un sol para iluminar la escena interior, aparecen pocos objetos que reciben la luz directa, por lo que casi no se tienen sombras, brillos, y se tendrá poca definición en la imagen. Para mejorar la iluminación se necesita una iluminación directa secundaria, que simule la luz ambiental que entra por las ventanas.

### 5.1.7 Iluminación interior de las salas.

Se colocó un sol como fuente de luz principal. Se puede utilizar el mismo sol que en la iluminación exterior y girarlo de tal forma que se asegure que la luz directa entra por la ventana.

Se incluyó una fuente de iluminación secundaria, para ello se utilizó una luz de área que simula la luz ambiental que entra por una ventana: *Add*→*Lamp*→*Area*.

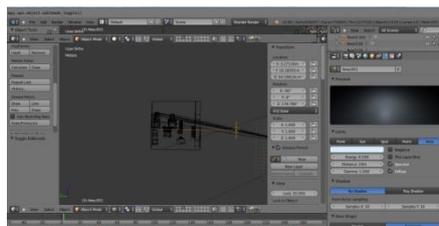


Ilustración 171. Luz secundaria.

Se colocó esta luz de área, con un tamaño similar al área de la ventana y se puso paralela a la misma. Para definir el tamaño, se fue a las opciones del objeto, no escalando la luz directamente. Para ello se seleccionó la opción rectangular, ya que la ventana tiene esa forma, y se introdujeron los valores de longitud en X e Y. Para el color de la luz, se eligió un blanco con un leve tono azul para simular la luz ambiental. La energía de la luz dependerá del tamaño y la distancia que se le ponga, en mi caso será de 0.5 y una distancia de 10 m.

Se activó la oclusión ambiental con los mismos datos que para la iluminación exterior, y se activó la opción "*Indirect Lighting*", para que calcule los rebotes de luz.

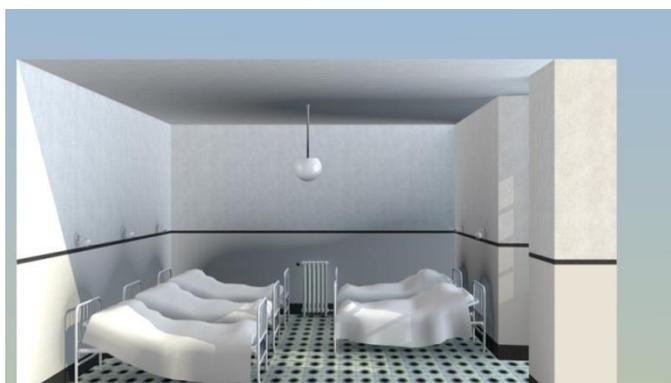


Ilustración 172. Resultado final iluminación interior.

### 5.1.8 Simulación de fluidos. Agua de la fuente.

La simulación de un fluido en Blender se basa en el cálculo numérico de un sistema de partículas. El efecto que se produce en los líquidos viene dado por las propiedades asociadas a las partículas como la viscosidad, masa, etc. Las simulaciones de aceites y grasas líquidas vienen dadas por valores elevados de la viscosidad, mientras que los valores bajos aportarán sensaciones como la del discurrir del agua.

La escena se compone de elementos básicos, como el dominio (límites del espacio en el que se desarrolla la simulación), el sistema emisor que produce el flujo de líquido o partículas (fuente o "*Inflow*") y un obstáculo que puede representar el elemento decorativo o entorno con el que interactúa el fluido (Aliaga Maraver, 2014).

- **Dominio:** es el medio en el que el fluido va a circular. Los objetos no se procesaran si están fuera del dominio. Funciona como si el fluido fuera contenido dentro del espacio

3D por campos de fuerza invisibles. En la escena sólo puede haber un dominio de simulación de fluidos (Blender, Dominio del fluido).

- **Bake:** Al pulsar este botón la geometría y los ajustes son exportados al simulador y la simulación de fluidos empieza a llevarse a cabo, apareciendo una malla de superficie a la vez que se puede ir visualizando una vista previa para cada fotograma, y guardándose en disco (De la Rosa, 2012) .

- **Resolution:** Es el parámetro más a tener en cuenta en la simulación ya que determina la cantidad de detalle en el fluido, el uso de disco y memoria, así como el tiempo de cálculo (Roosendaal, Selleri, & et al, El oficial. Blender 2.3 guia. La suit abierta de creación 3D).

- **Time:** Es el tiempo en que se llevará a cabo la simulación, este parámetro mide el tiempo en segundos reales no en *frames*.

- *Speed:* es la velocidad de la simulación.
- *Reverse Frames:* genera la simulación al revés.
- *Offset:* genera la simulación a partir de un segundo en específico.
- Barra de cache: en ella seleccionamos donde queremos que se guarde el cache del fluido.

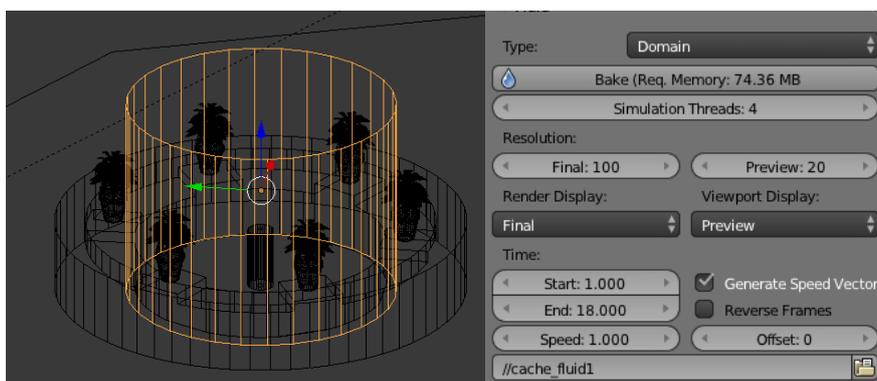


Ilustración 173. Dominio.

#### - Sistema emisor:

- *Volume Initialization:* determina si el líquido simulado partirá de la cascara de la malla (*Shell*) o del volumen del objeto (*volume*) o de ambas (*both*).
- *Initial Velocity:* con esta propiedad se le puede dar una aceleración inicial al objeto en cualquier eje.

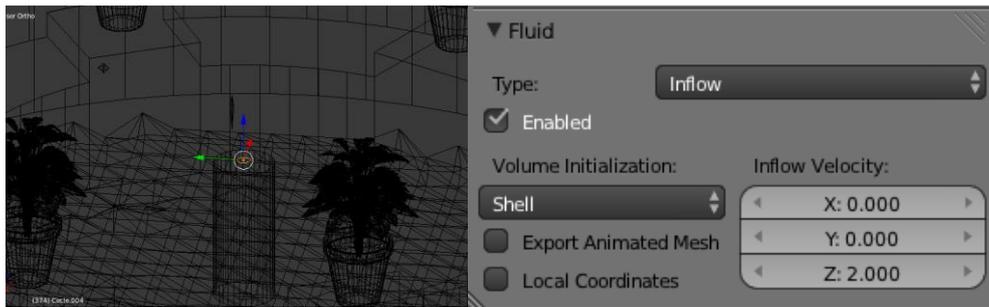


Ilustración 174. Sistema emisor.

### - Obstáculo:

Mediante esta opción es posible establecer que un objeto actúe como un obstáculo en la simulación. Normalmente, los recipientes contenedores de líquido actuarán como obstáculos.



Ilustración 175.Obstáculo.

Se añadió además una salida para el fluido “*Outflow*” o sumidero, que permite desalojar parte del fluido que entra por el “*Inflow*”.

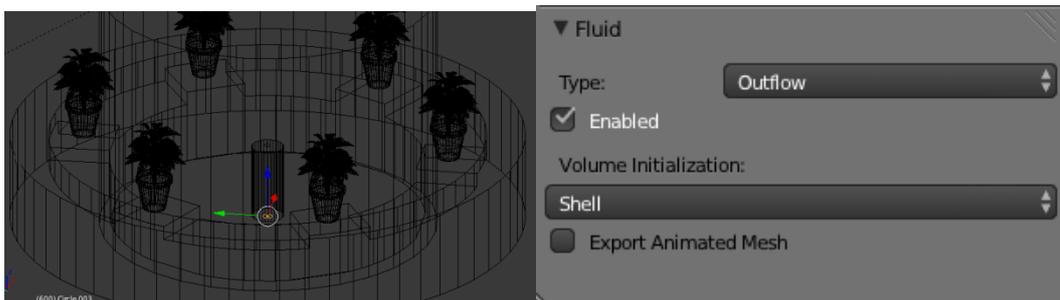


Ilustración 176. Sumidero.

## 5.2 ANIMACIÓN.

Animación son los cambios en el tiempo sobre algunos aspectos de la escena. En Blender, como en la mayoría de software de animación, esos cambios se guardan en "Keyframes". Un *keyframe* es solo una marca en el tiempo de algún estado, posición, valor y configuración.

### 5.2.1 Timeline.

El método más visual para moverse en el tiempo por Blender es usar la línea del tiempo. La línea del tiempo puede visionarse en segundos o cuadros (*frames*).

Por defecto, Blender divide cada segundo en 24 *frames*, que es el estándar PAL. (Muchas películas y vídeos trabajan con 24 cuadros por segundo, mientras que en EE.UU el estándar es el NTSC, y usa 30 *frames* por segundo).

La marca verde que hay en la línea del tiempo significa que en ese *frame* se encuentra la animación. Las líneas amarillas son fotogramas clave que almacenan cambios de las propiedades de un objeto para crear la sensación de cambio en él.

Los *frames* de inicio y final ("Start" y "End"), que pueden ajustarse en la cabecera de la línea del tiempo o en los botones de renderizado, indican el rango de *frames* que se mostrarán cuando se reproduzca la animación.

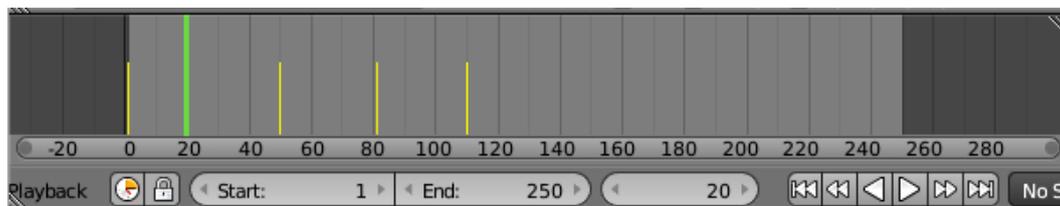


Ilustración 177. Timeline.

### 5.2.2 Animación de una cámara.

Una de las formas de hacer animaciones, es animar la misma cámara. Esto se puede hacer para recorridos o simplemente hacerla girar alrededor de un objeto para poder ver todos sus lados.

### -Insertar cámara:

Las cámaras en Blender se insertan como un objeto normal, “Add-Camera”

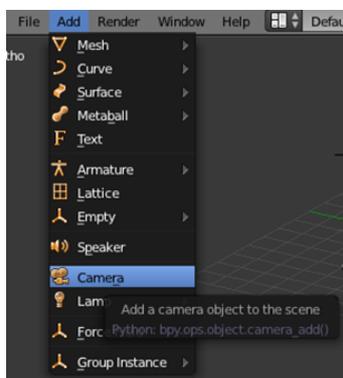


Ilustración 178. Insertar cámara.

- *Perspective, Orthographic, Panoramic*: Cambia entre los modos Perspectiva, Ortogonal y Panorámica de la cámara.
- *Focal Lengt*: Regula la distancia focal del objetivo, se puede expresar en grados o milímetros. En el modo *Orthographic*, se tiene la posibilidad de modificar la escala, que determina el tamaño del área visible de la cámara.
- *Clipping*: Esta opción determina la zona visible y no visible de la cámara. Es decir, la cámara sólo recogerá lo que se ve entre la distancia inicial “Start” y la distancia final “End”.



Ilustración 179. Opciones de cámara.

### **-Insertar *Keyframes* para cámara:**

Primeramente se va a confirmar que se encuentra en el fotograma 1, que es donde se va a comenzar la animación. A continuación, colocar la cámara y el objetivo en las posiciones que se desea.

Para insertar un fotograma clave para la cámara, se selecciona la cámara y se pulsa la tecla "I" con el puntero del ratón dentro de la ventana 3D. Se desplegará un menú, que preguntará qué dato se quiere grabar en ese fotograma: la posición de la cámara ("Posición"), la orientación de la cámara ("Rotación"), la escala de la cámara ("Escala"), o combinaciones de éstas. Por ejemplo, "Pos+Rot" almacenará la información de posición y orientación de la cámara en ese fotograma.

Ahora se debe cambiar el fotograma actual por el siguiente en el que se quiera guardar el próximo *keyframe*, y cambiar la posición de la cámara y del objetivo. Una vez que estén colocados en la posición deseada, se repiten los pasos para la cámara y el objetivo en este fotograma.

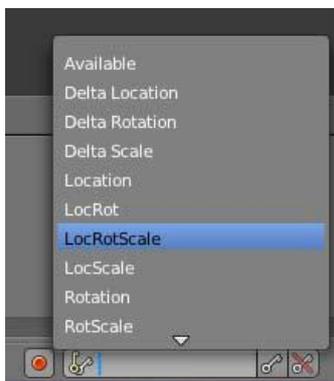


Ilustración 180. Insertar *keyframe* en cámara.

### **5.2.3 Animar objetos.**

En este proyecto se van a tener que renderizar objetos para unos *frames* determinados y estos mismos objetos no se quieren que se rendericen para otros determinados *frames*. Para ello se va al panel “*Outliner*”. Activando o desactivando el icono de la cámara de fotos se están incluyendo o excluyendo al objeto del render.

En la línea del tiempo se coloca en el *frame* que se dese y dependiendo de las necesidades se activa o desactiva la cámara de fotos y seguidamente se coloca encima

de dicho icono y con el botón derecho del ratón se clica en “*Insert Keyframe*”, se repite esta acción en cada *frame* que sea necesario.

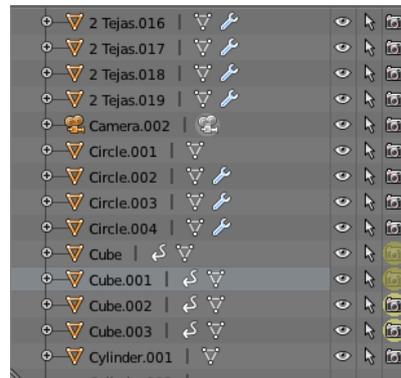


Ilustración 181. Animar objeto.

### 5.2.4 Ejemplo de animación.

Una de las animaciones incluidas en la visita virtual es la aparición de zonas rojas dentro del Hospital para ensalzar lo que el narrador va contando, para ello se necesitó indicarle al programa en que *frames* debía mostrar esas zonas.

Para empezar se colocó en el *frame* 1 y como desde ese *frame* hasta el *frame* 73 no se quiso que apareciera la zona roja, se seleccionaron los objetos que actuaran como la zona roja, se fue al panel “*Outliner*” y se deselecciono el icono de la cámara de fotos, esta acción indico que no se renderizaría lo seleccionado. Se colocó la flecha del ratón sobre la cámara deseleccionada y con el botón derecho se hizo clic y se eligió la opción “*Insert Keyframe*”.

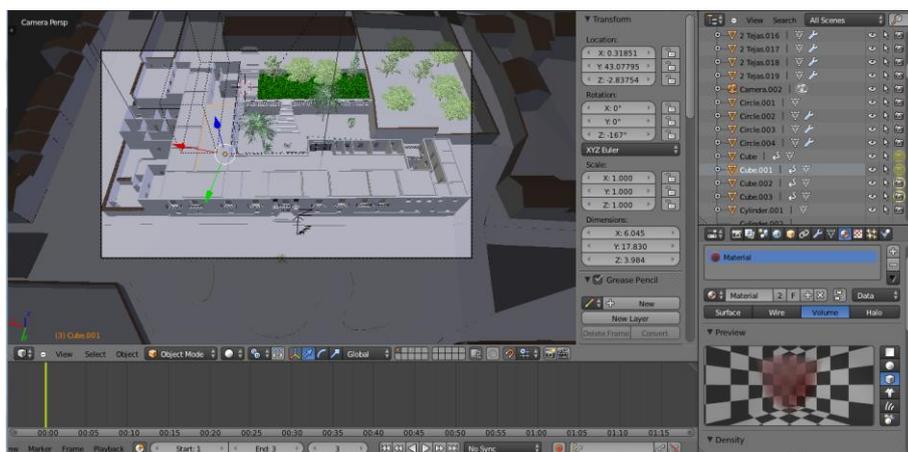


Ilustración 182. Realzar zonas del Hospital Minero.

Se pasó al *frame* 72 el cual será el último donde no aparezcan las zonas rojas, se repitió el mismo proceso que para el *frame* inicial.

Se adelantó al *frame* 73, como ahora se quiso que si aparecieran las zonas rojas se volvió a ir al panel “*Outliner*” y se seleccionó el icono de la cámara de fotos que anteriormente se había deseleccionado y se volvió a “*Insert Keyframe*”. Como se quiso ensalzar esas zonas hasta el *frame* 168, se situó en ese *frame* y se repitió “*Insert Keyframe*” y a partir de ese *frame* el guion exigió que ya se quedaran marcadas esas zonas se volvió a deseleccionar el icono de la cámara de fotos y se añadió “*Insert Keyframe*”.

**Frame 73**

**Frame 1**

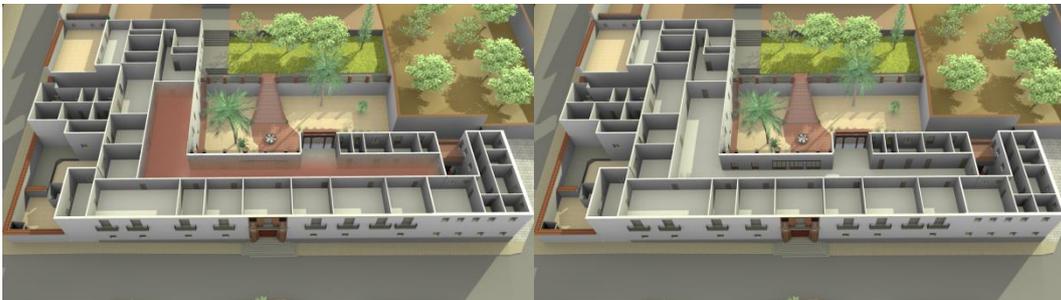


Ilustración 183. Animación de objetos.

### **5.3 RENDERIZADO.**

El render es el proceso final, y es la fase en la que la imagen que se corresponde con la escena 3D se crea finalmente.

#### **5.3.1 Exportar un vídeo.**

Una vez que se tuvo la animación terminada, se pasó a la pestaña de renderizado.

##### **- Menú Render.**

Con el botón “Render” se realiza el renderizado del frame en el que se encuentra.

Con el botón “Animation” se renderizan todos los *frames* que se tengan dentro del rango establecido.



Ilustración 184. Render.

### - **Menú *Dimensions*.**

La proporción de ancho por alto viene dado por la resolución, estos parámetros están definidos por píxeles como unidad de medida. Los campos para introducir los valores deseados son Resolución X (ancho) y Resolución Y (alto).

La resolución del proyecto es 1280x720 píxeles.

El “*Frame Range*” es usado para definir la cantidad de fotogramas de la animación que serán procesados.

El tiempo es definido por los fotogramas por segundo (fps), en este caso serán 24 fps indicados en “*Frame Rate*”.

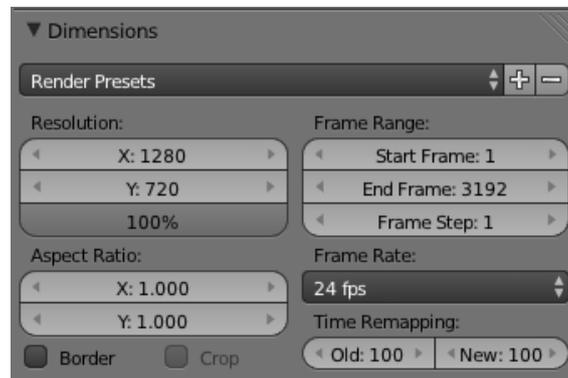


Ilustración 185. Menú *Dimensions*.

### - **Menú *Anti-Aliasing*.**

Para dar una sensación más suavizada en los contornos de las líneas añadimos con esta técnica nuevos píxeles a la imagen interpolando los colores. La imagen final tendrá mejor apariencia cuanto mayor número de “muestras”, aunque el tiempo de renderizado será mayor (Aliaga Maraver, Aliasing y antialiasing en Blender, 2014).

En este proyecto se trabajó con 11, ya que ofrece buenos resultados sin elevar mucho el tiempo de renderizado.



Ilustración 186.Menú *Anti-Aliasing*.

- **Menú *Output*.**

Este panel proporciona opciones para configurar la ubicación de fotogramas procesados para animaciones, y la calidad de las imágenes guardadas.

**Formato de salida.**

Teniendo en cuenta que no se va a introducir directamente un formato de vídeo, ya que si se produce un problema al intentar mostrar el vídeo, se tiene que volver a hacer todos los *Keyframes* desde el principio. Primero se renderizan las imágenes estáticas para que después se unan con en el editor de secuencias de vídeo.

**Panel de salida.**

Este panel proporciona opciones para configurar la ubicación de los fotogramas procesados.

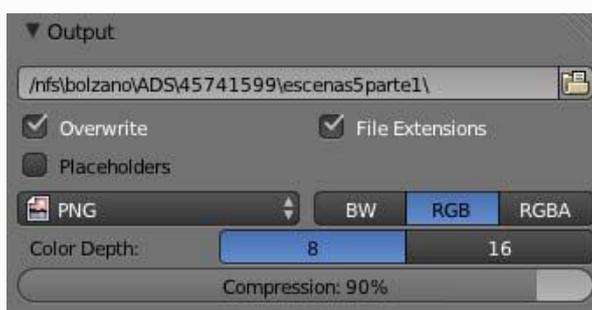


Ilustración 187.Menú *Output*.

Para realizar el renderizado, se usó el Servicio de Supercomputación de la Universidad de Castilla la Mancha, por lo que el archivo de Blender se debió poner como carpeta de salida el siguiente código:

```
\nfs/bolzano/ADS/'DNI del alumno'/'Nombre de la carpeta'/
```

### 5.3.2 Sistema de Supercomputación.

Para el renderizado de las imágenes se ha usado el Servicio de Supercomputación de la UCLM, que está formado por una red de más de 50 ordenadores. Debido a sus buenas prestaciones, el tiempo de renderizado es mucho más rápido y se pueden realizar simultáneamente varias escenas.

Para poder usar dicho Sistema de Supercomputación, se necesitó instalar en nuestro pc dos programas, WinSCP y PuTTY.

**WinSCP:** Realiza transferencias de archivos entre un servidor local y uno remoto.

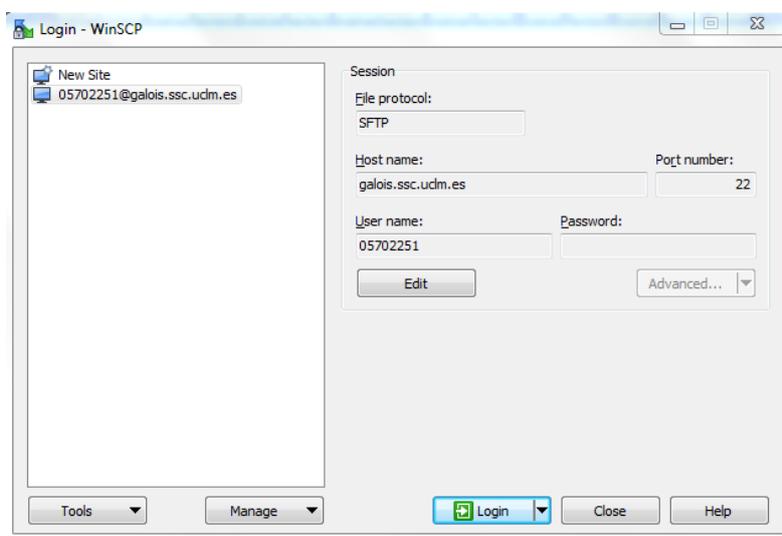


Ilustración 188.Login WinSCP.

Cuando se inicia sesión en el servidor, aparece la ventana dividida en dos partes. En la mitad izquierda, un explorador de archivos locales, donde se puede buscar en nuestro disco duro. En la mitad derecha, un explorador de archivos remoto, conectado a nuestra carpeta de usuario del servicio de supercomputación.

**`\nfs/bolzano/ADS/"nºDNI"`**

Se mueven nuestros archivos de Blender a esta carpeta para poder lanzar los comandos de una forma remota. Y una vez terminado el proceso, mover las imágenes renderizadas de nuevo a nuestro disco duro. Se debe configurar la carpeta de salida del archivo Blender y se coloca en la ruta de la carpeta:

**`\nfs/bolzano/ADS/"nºDNI"/carpeta salida/`**

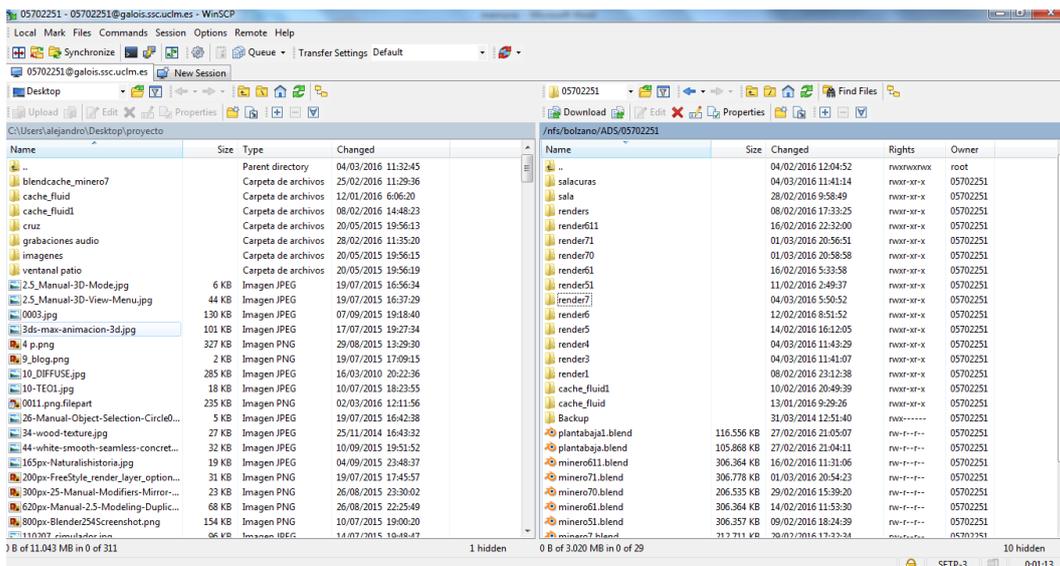


Ilustración 189.WinSCP.

**PutTY:** Es un programa que permite ejecutar comandos y comunicarse con el Servicio de Supercomputación.

Para indicarle al Servicio de Supercomputación que rendericé los *frames* señalados en Blender se debe introducir la siguiente línea de código:

bsub blender --background --enable-autoexec "**nombre archivo**".blend --render-anim

Cuando se manda renderizar un trabajo queda registrado con un número identificativo.

Para poder seguir el estado del trabajo introduciendo el código “bjobs” y si se quiere cancelar un trabajo antes de que termine se utiliza el código bkill “numero del trabajo”.

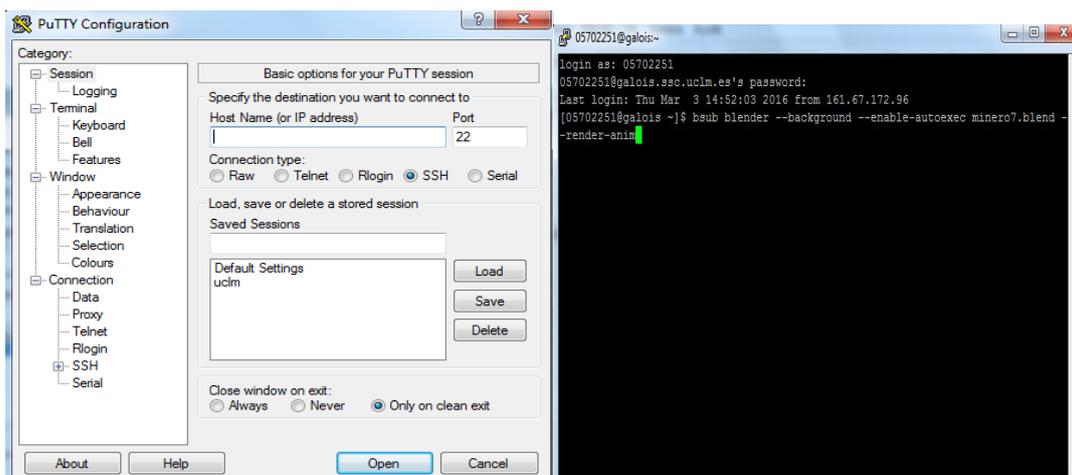


Ilustración 190.PutTY.

## 5.4 POSTPRODUCCIÓN Y MONTAJE.

### 5.4.1 Añadir imágenes.

Blender permite completar los procesos de elaboración de un vídeo incorporando un completo editor de secuencias, incluyendo el audio.

Se seleccionó “*Video Editing*” en el menú principal, y se dirigió al entorno de edición de vídeo.

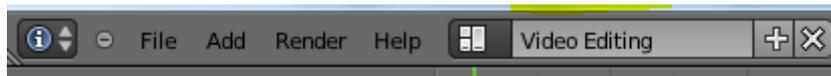


Ilustración 191. *Video Editing*.

Para facilitar las correspondientes herramientas y visores de edición de vídeo el sistema de ventanas modifica su configuración.

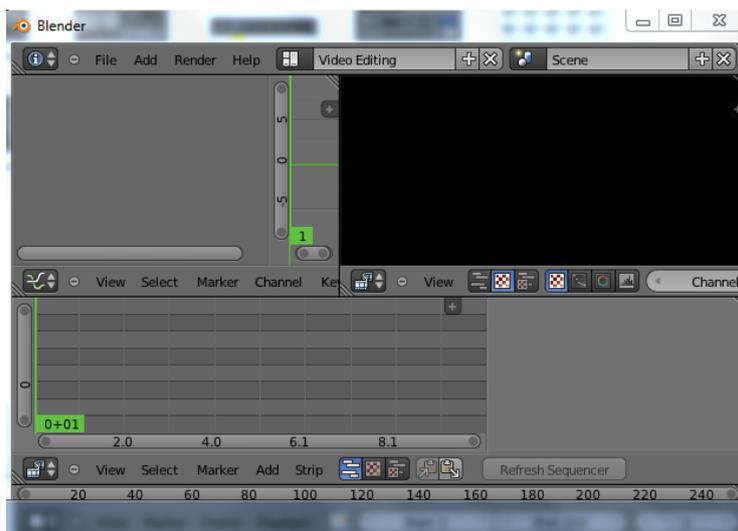


Ilustración 192. Ventana edición de vídeo.

Para constituir la secuencia se necesitó un conjunto de imágenes. En la ventana inferior se seleccionó el menú “*Add*” y en el nuevo menú desplegable se indicó el tipo de elemento que se quiso añadir. En este caso una secuencia de imágenes, por lo que se pulsó sobre la opción “*Image*”.

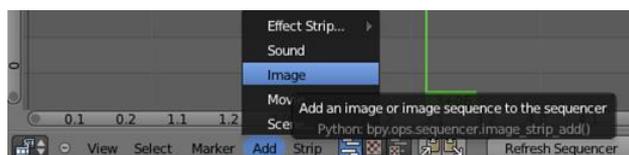


Ilustración 193. Añadir imágenes.

Se seleccionó la primera imagen y con la tecla “Alt” pulsada se indicó la última imagen de la secuencia que fue añadida, con esta acción se seleccionan automáticamente todas las imágenes intermedias.

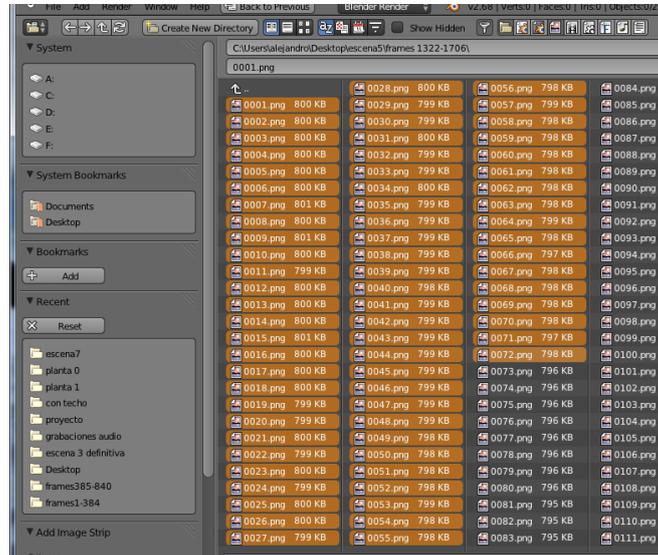


Ilustración 194. Seleccionar imágenes.

Las imágenes se mostraron en el “*Video Sequencer*” definidas por un rectángulo cuya longitud indica la duración de la secuencia (Aliaga Maraver, Generar y editar vídeos con Blender, 2014).

Apareció la escena en un “*Strip*” en el *Video Sequence Editor*, donde se pudieron ver los *frames* que ocupa, el *frame* inicial y final, etc. Este *Strip*, se puede desplazar para que comience en el *frame* que se quiera. También se puede recortar el principio o el final, moviendo las flechas de los extremos.

A la derecha, aparece una ventana con las propiedades del “*Strip*”. Desde aquí se pueden manipular parámetros como opacidad, velocidad, correcciones de color, etc.

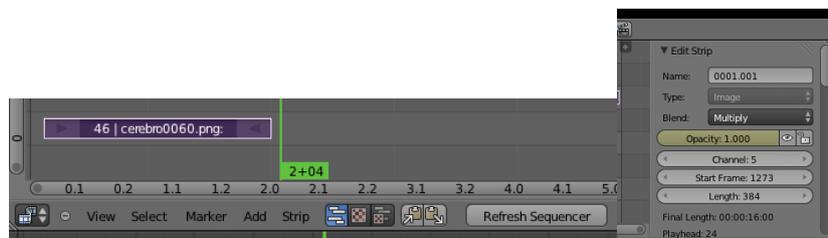


Ilustración 195. Video Sequencer.

Para añadir un nuevo clip de video o un conjunto de imágenes, se realizó el mismo paso que anteriormente. Este nuevo “*Strip*”, se colocara a continuación del anterior pero en el segundo canal.

### 5.4.2 Transiciones de vídeo.

Si se coloca un “*Strip*” justo a continuación de otro, el cambio en ese *frame* será muy brusco, por tanto se tiene que hacer un fundido entre los dos “*Strip*”, para que el paso sea suavizado.

Para hacer el fundido, se tuvo que configurar la opacidad del segundo “*Strip*”. Para conseguir el fundido se tuvo que animar este parámetro mediante *keyframes*.

Hubo que situarse en el primer *frame* del segundo “*Strip*”, y se bajó la opacidad a "0". Se pulsó con el botón derecho del ratón y se seleccionó "*Insert Keyframe*". Se repitió la operación pero hubo que situarse donde se quiso que se acabara la transición, se subió la opacidad a 1 y se insertó el *keyframe*.

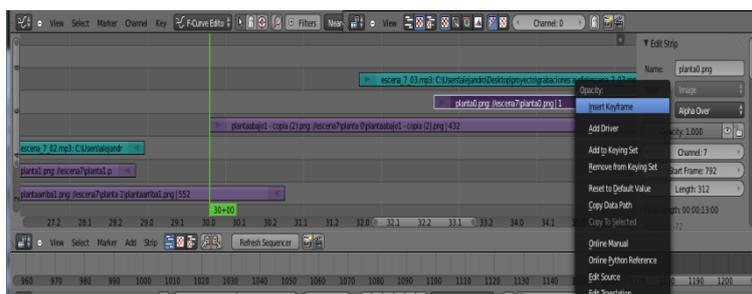


Ilustración 196. Fundido de vídeo.

### 5.4.3 Canal Alpha.

Para incorporar efectos superpuestos en nuestro proyecto, como las aclaraciones sobre ubicaciones y distribución de las habitaciones del Hospital Minero.

Se añadieron las imágenes en la misma longitud de tiempo pero en un canal superior. Se fue al apartado "*Edit Strip*" y se puso el tipo de mezcla "*Blend*" en "*Alpha Over*" y así quedaron superpuestas las imágenes del canal superior.



Ilustración 197. Alpha Over.

#### 5.4.4 Audio.

Para insertar un archivo de audio, se hizo igual que las imágenes, "Add" y "Sound". Este tipo de "Strip", se puede mover, recortar, etc. Al igual que se hizo con las imágenes. Además desde las propiedades, se puede modificar su volumen y otros aspectos del audio.

#### 5.4.5 Formato de salida.

Se regresó al entorno donde se realizó todo el modelado en 3D, y se seleccionó el menú "Render" y a continuación se buscó el submenú "Posprocesing".

Se activó la opción "Sequencer" para que el sistema generara una secuencia definida en el editor de vídeo y no un render de la escena.

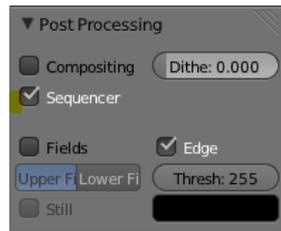


Ilustración 198. Post Procesing.

A continuación se modificó el formato del fichero de salida se cambió “PNG” por uno de los formatos de vídeo que están disponibles, el vídeo de la visita virtual tiene el formato “H264”.



Ilustración 199. Formato de vídeo.

También se tuvo que seleccionar el código de compresión del audio. Para este caso se seleccionó mp3, que es el más común y además el formato del audio original.

Por último, se seleccionó la ruta de salida y se pulsó sobre el botón “Animation”.



Ilustración 200. Configuración de salida.

## **5.5 PÁGINA WEB DEL HOSPITAL MINERO.**

Para la realización de la página web se eligió el programa Adobe Dreamweaver CS6 ya que su utilización puede ser realizada por cualquier usuario sin tener conocimientos profesionales sobre páginas web. Otra característica muy a tener en cuenta es que permite previsualizar la página web en casi todos los navegadores e ir viendo los cambios que se efectúan a la vez que se realizan.

En esta página web se va dar a conocer el trabajo realizado sobre el Hospital Minero de Almadén, así como la divulgación de la historia sobre este edificio y todo lo que tiene que ver con él con la intención de que tenga la mayor repercusión posible ya que hoy en día la mayoría de la población tiene acceso a Internet y puede consultar esta web.

### **5.5.1 Adobe Dreamweaver CS6**

Adobe Dreamweaver es una aplicación en forma de suite (basada en la forma de estudio de Adobe Flash) que está destinada a la construcción, diseño y edición de sitios, videos y aplicaciones web basados en estándares. Permite agregar rápidamente diseño y funcionalidad a las páginas, sin la necesidad de programar manualmente el código HTML.

Se pueden crear tablas, editar marcos, trabajar con capas, insertar comportamientos JavaScript, etc., de una forma muy sencilla y visual (Fierro Maldonado, 2012).

### **5.5.2 Creación de la página web.**

Lo primero que se realizó fue una búsqueda de una plantilla de página web de uso gratuito para que sirviera de base para la web del Hospital. Se buscó una plantilla que fuera sencilla y dinámica para facilitar la navegación por ella (Mejores plantillas ).

Se eligió esta por las razones anteriormente descritas y por su compatibilidad con Adobe Dreamweaver CS6.

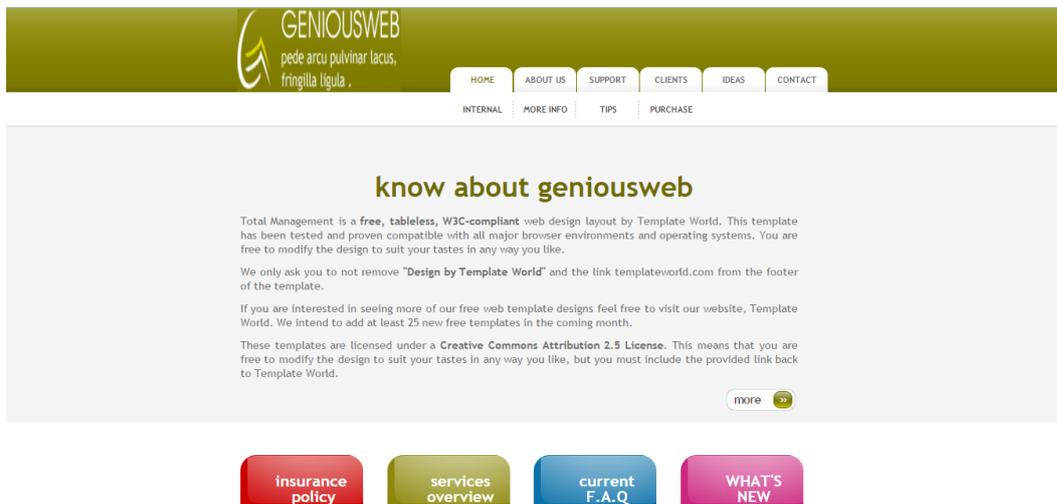


Ilustración 201. Plantilla para la página web.

Seguidamente se pasó a la fase de organización de la web, esta organización se clasificó por pestañas. Cada pestaña alberga diferentes aspectos sobre el trabajo realizado clasificándose de la siguiente manera: inicio, historia, edificio, visita virtual y descargas.

En la pestaña Inicio se encuentra una introducción del trabajo realizado y del Hospital Minero.

En la pestaña Historia se cuenta la vida de este edificio desde que fue construido hasta nuestros tiempos.

En la pestaña Edificio se describe como era este edificio arquitectónicamente resaltando los detalles que poseía.

En la pestaña Visita Virtual se enseña el archivo audiovisual realizado para conocer el Hospital Minero.

En la pestaña Descargas se pone a disposición de las personas que lo deseen el modelado 3D e imágenes.

Para llevar estas ideas a la página web lo primero que se hizo fue cargar, con el programa seleccionado para realizar la página web, la plantilla que se descargó.

Este paso se realizó clicando sobre la herramienta “Archivo” situada en la parte superior derecha y seleccionando “Abrir...”, se marcó la plantilla en el lugar donde se había guardado y se clicó sobre “Abrir”.

Una vez que estaba cargada la plantilla se pasó a nombrar las pestañas como se planeó. Para ello solo se tuvo que pulsar con el puntero del ratón sobre el nombre de la pestaña que traía por defecto la plantilla y borrarlo e escribir el nuevo nombre asignado a esa pestaña, este paso de borrar y escribir se realizó de la misma forma que con cualquier editor de texto.

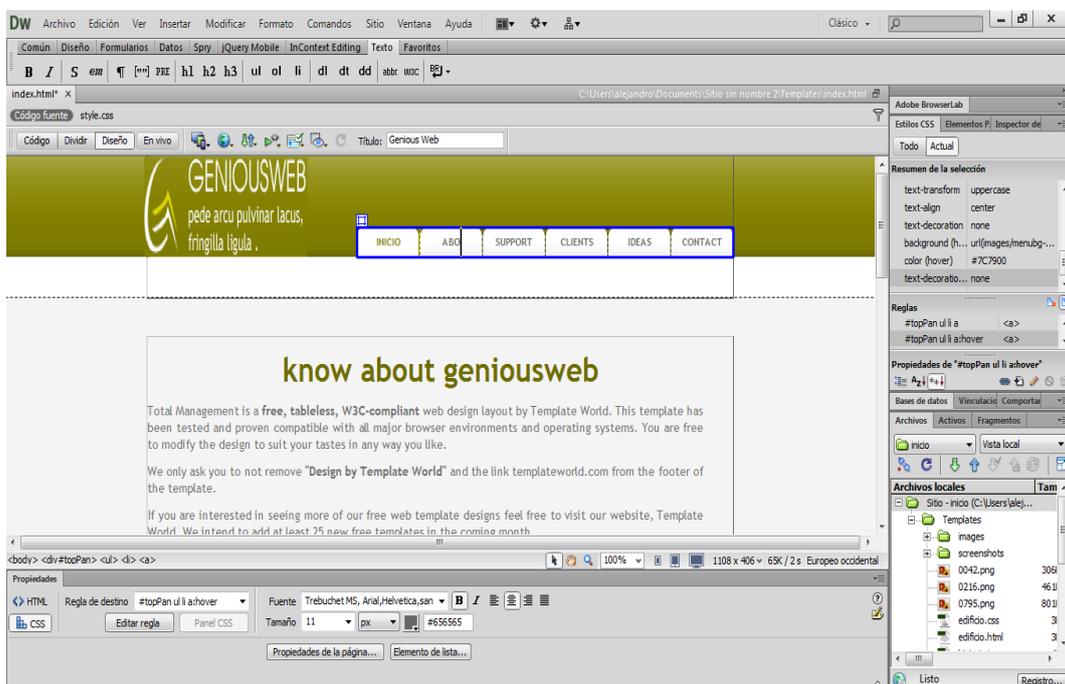


Ilustración 202. Cambiar nombre a las pestañas.

Para la colocación del logo del Hospital Minero solo se tuvo que hacer doble clic sobre el logo que por defecto viene en la plantilla y se abrió un cuadro de dialogo para que se seleccionase la imagen deseada.

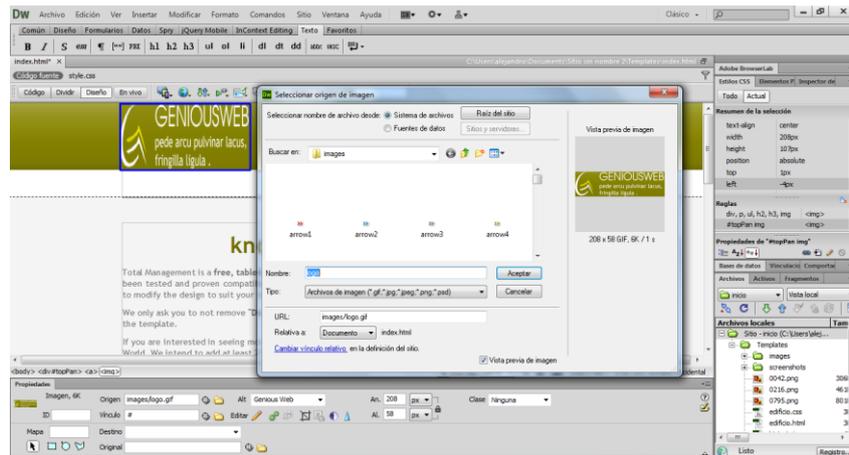


Ilustración 203. Insertar logo de la página web.

Para introducir el texto que conforme la información que se desea contar se llevó a cabo de una forma muy sencilla como en cualquier editor de texto se borró lo que la plantilla traía por defecto y se escribió el nuevo texto. La colocación de las imágenes que acompañan al texto se realizó situando el cursor donde se quiso poner la fotografía y mediante la herramienta “Insertar”, situada en la parte superior derecha de la pantalla, se eligió la opción “Imagen”, se abrió una ventana donde se pudo elegir la fotografía deseada.

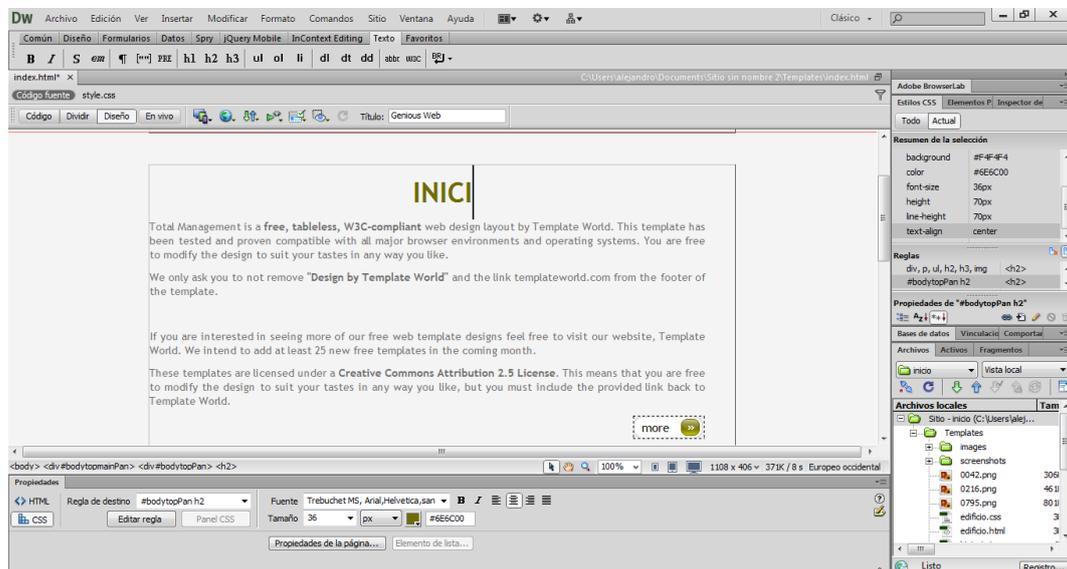


Ilustración 204. Insertar texto e imágenes.

Después de la realización de todos estos pasos solo quedaba guardar el documento en el formato “HTML” para que se pudiera publicar.

Para ello se clicó en “Archivo”; “Guardar como” y seleccionar la extensión .html y con esto se quedó concluida la página web.



Ilustración 205. Aspecto final de la página web.



## CAPÍTULO 6: RESULTADOS

## CAPÍTULO 6: RESULTADOS

En el Capítulo 3 se fijaron una serie de objetivos a cumplir, en este apartado se van a comprobar los resultados de los objetivos.

### **6.1 CONOCER Y ENTENDER EL HOSPITAL DE MINEROS SAN RAFAEL.**

Este primer objetivo es la base para que la reproducción del edificio, sea lo más fiel posible a la realidad de la década de 1970, así como conocer su historia para poder dar sentido a todo lo que se quiere mostrar.

Al tratarse de un edificio restaurado se necesitaron los planos para utilizarlos de plantilla a la hora de levantar el edificio y fotografías de aquella época para poder hacer hincapié en los detalles.

Los planos los proporciono Luis Ángel Úbeda, responsable del museo que se encuentra en el Hospital de Mineros, sacados del Archivo Histórico de la Minas de Almadén.

Las fotografías que he utilizado para los detalles del modelado las prestó el profesor Luis Mansilla Plaza de su colección privada y también me he ayudado de algunas que estaban disponibles en la red, estas últimas siempre han sido contrastadas por expertos en el Hospital de Mineros.

Para conocer la historia del Hospital de Mineros me he apoyado en el libro “REAL HOSPITAL MINERO DE SAN RAFAEL. ALMADÉN” de Ángel Hernández Sobrino y Cristina Villar Díez.

### **6.2 MODELO TRIDIMENSIONAL.**

El segundo objetivo era realizar un modelo tridimensional del Hospital Minero, que permitiese realizar la visita virtual. Una vez terminado el modelado, se pudo ver que el modelo tridimensional reflejaba de forma exacta tanto la geometría de los exteriores e interiores, como la geometría del mobiliario y demás elementos que componían el Hospital Minero.

Una vez realizado el modelo tridimensional, se pasó a la iluminación y los materiales. Al haber usado texturas reales, las imágenes finales presentan un aspecto realista. La iluminación conseguida es muy real, gracias a los tipos de luz elegidos y su configuración.

Si no hubiera tenido muy en cuenta estos dos factores el resultado habría sido muy pobre, ya que no resaltaría tanto la geometría del edificio.

Algunas imágenes del modelado:



Ilustración 206. Fachada del Hospital de Mineros San Rafael.



Ilustración 207. Puerta principal.



Ilustración 208. Fachada trasera.



Ilustración 209. Patio.

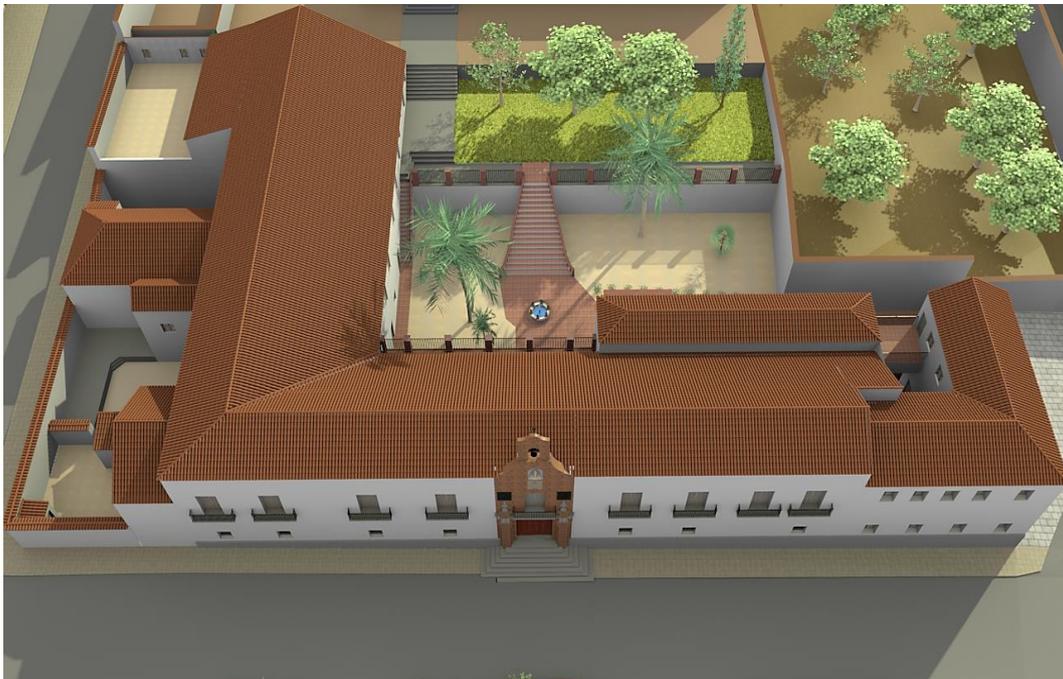


Ilustración 210. Hospital vista de pájaro.



Ilustración 211. Sala "La Playa".



Ilustración 212. Sala de enfermos.



Ilustración 213. Sala de curas.



Ilustración 214. Pacios laterales.



Ilustración 215. Cuerpo central de la fachada.



Ilustración 216. Ventanal del patio.



Ilustración 217. Terraza.



Ilustración 218. Escaleras del patio.

### 6.3 VISITA VIRTUAL.

El tercer objetivo, tras completar el modelado tridimensional era utilizar dicho modelado para generar una animación, dando a conocer las instalaciones y su funcionamiento mediante un vídeo de presentación.

Con la ayuda de Luis Mansilla Plaza se creó un guion para contener todos los detalles necesarios en la realización del audiovisual.

Por lo que aproveche las ventajas de trabajar con un modelo tridimensional para mostrarlo de formas que mediante un vídeo convencional nos resultaría imposible, de esta forma se puede sacar mayor información al edificio.

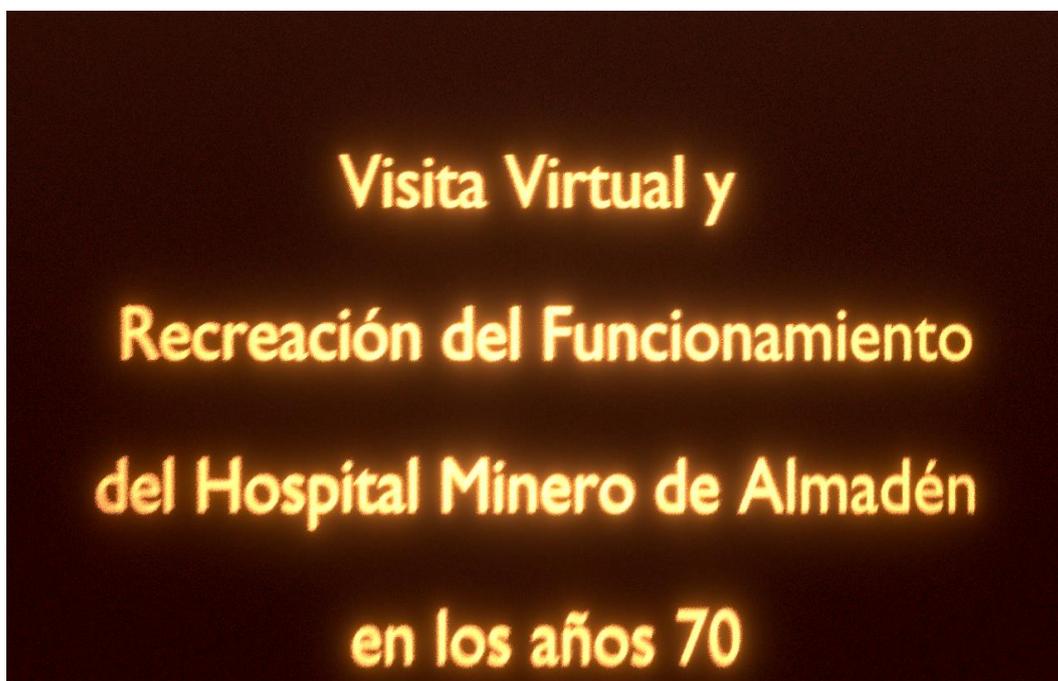


Ilustración 219. Presentación del vídeo.



Ilustración 220. Planta Superior.

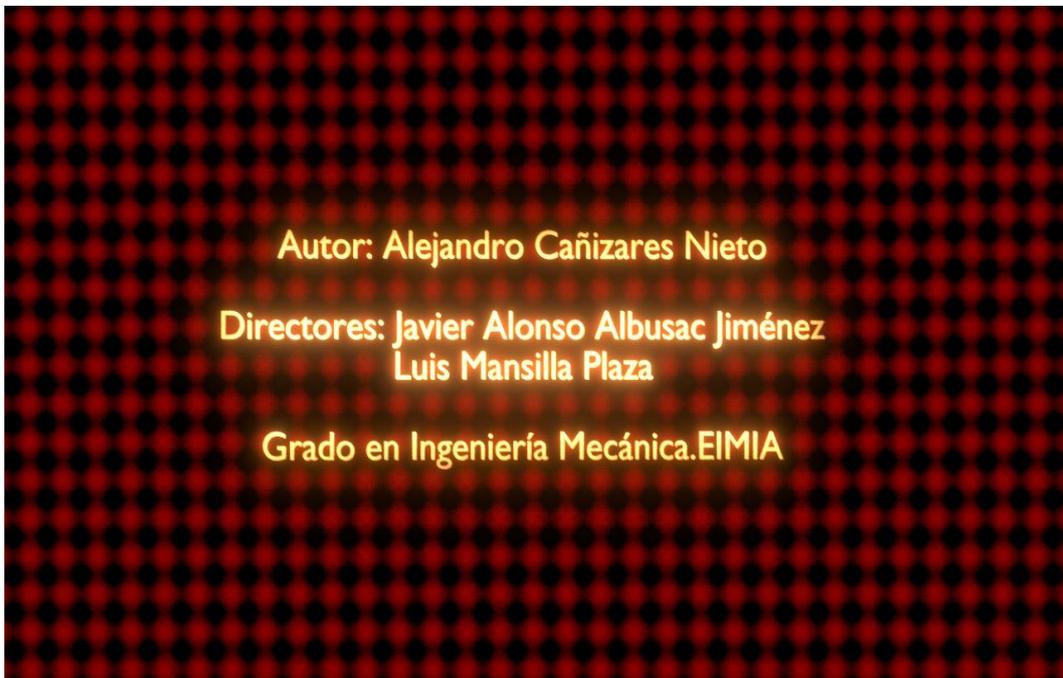


Ilustración 221. Créditos del vídeo.

## 6.4 PÁGINA WEB.

El cuarto objetivo que se propuso fue la creación de una página web para dar a conocer el Hospital Minero de Almadén y que mejor manera de difundirlo que mediante Internet, una herramienta utilizada por todos hoy en día.

La web tiene una forma sencilla y clara para poder acceder a todas las secciones sin problema alguno. Los contenidos del texto están redactados de una forma sencilla para poder llegar a todo el público ya sean jóvenes o mayores.



Ilustración 222. Página de Inicio.

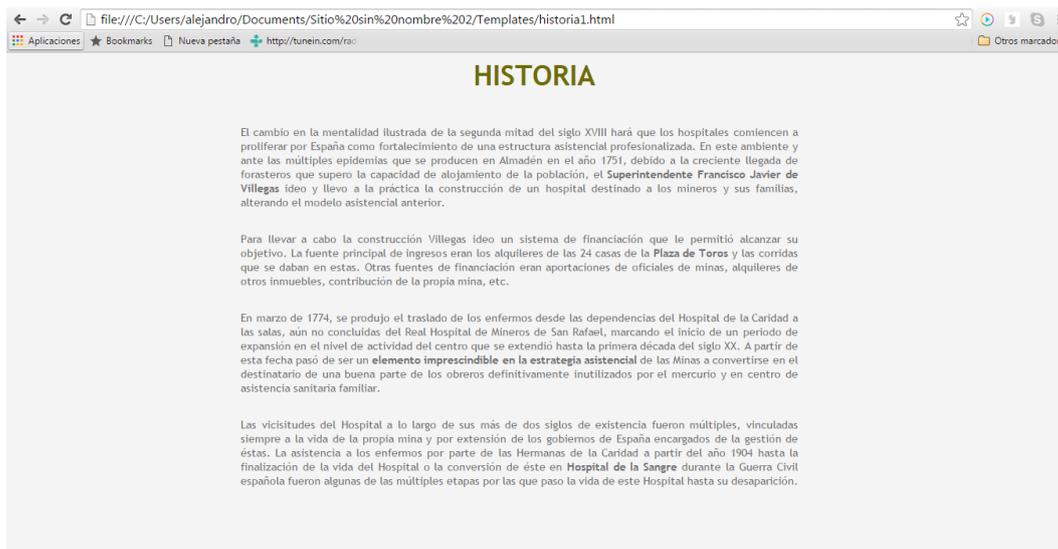


Ilustración 223. Página dedicada a la historia del Hospital Minero.

### 6.5 RECURSOS INFORMÁTICOS.

En mi caso el modelado tridimensional ha sido realizado con el siguiente ordenador:

CPU: Intel Pentium D 3.40 GHz

Memoria RAM: 2 GB

Tarjeta Gráfica: NVIDIA GeForce 8400 GS

Sistema Operativo: Windows 7 32 bits

Estadísticas del modelo tridimensional:

| Vértices  | Caras     | Aristas   | Objetos |
|-----------|-----------|-----------|---------|
| 4.436.261 | 3.682.755 | 6.553.627 | 2949    |



## CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES

## CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES

Cuando inicié este proyecto, lo vi como un gran reto personal. Primero, por la dificultad del modelo tridimensional, ya que tenía que modelar la totalidad del Hospital Minero de Almadén. Y segundo, este trabajo se iba a realizar con la herramienta Blender, un software que desconocía totalmente pero que complementaría mi formación.

Lo primero antes de comenzar con el proyecto, debía aprender a utilizar Blender. Para ello, decidí seguir videotutoriales que la gente ponía a disposición en YouTube explicando los pasos que realizaba en sus modelados. Esto hizo que me acostumbrara a la interfaz y como se aplicaban en Blender los principales conceptos sobre renderización, para más tarde llevarlos a cabo en mi proyecto.

El proceso de modelado, texturizado e iluminación del Hospital de Mineros, fue un camino muy largo, tanto por las grandes dimensiones del edificio como por los detalles a resaltar, si a esto le sumamos mi inexperiencia con el programa estamos hablando de meses de duro trabajo. Todo cambió cuando empecé a renderizar las primeras imágenes y se vio plasmado todo el tiempo invertido en ello.

La fase de animación y realización del vídeo, empezó con la realización del guion, para adaptar el vídeo a lo que el guion contaba para que todo lo enseñado tuviera sentido. Esta fase estuvo llena de cambios, ya que tuve que hacer muchas pruebas con cámaras, animación de objetos, velocidad de la narración, etc.

La creación de la página web me resulto fácil de llevar a cabo porque tiene el mismo principio de funcionamiento de un programa que ya conocía y al no tener que usar lenguaje de programación la realización me llevo un tiempo relativamente corto.

En general estoy satisfecho con el resultado final, primero porque se han cumplido todos los objetivos marcados al principio y segundo porque se ha logrado mostrar desde diferentes puntos de vista y utilizando varios de los recursos que nos permite la animación virtual, como desmontar edificios, marcar partes, vistas aéreas, etc.

La sensación que me deja Blender, es que es una herramienta muy potente y muy interesante por la cantidad de módulos que trae incorporados. Todo este proyecto se

realizó con Blender excepto la generación de las fotografías que para ello dispusimos del Sistema de Supercomputación que generaba dichas fotografías mucho más rápido. Esto hace de Blender una herramienta muy a tener en cuenta en el mundo del modelado 3D.

Para mí la realización de este proyecto me ha servido para expandir mis conocimientos a parte de los adquiridos en la carrera, ya que en este trabajo se ha mezclado una gran cantidad de disciplinas para poder llevarlo a cabo, dibujo, ingeniería, arquitectura, animación, fotografía, etc. Además puede tener aplicaciones en muchas otras disciplinas como cine, publicidad, ingeniería, arquitectura, medicina, fabricación, etc. Por lo tanto creo que ha sido un proyecto bastante interesante, ya que con los conocimientos adquiridos, puedo ser capaz de representar y animar cualquier objeto existente o diseñado por mí.

El modelo tridimensional que he realizado, se utilizará en un futuro, para promocionar el Parque Minero de Almadén u otras líneas de investigación sobre el Hospital Minero. Pasando a formar parte de otras visitas virtuales realizadas en la EIMIA, como la realizada sobre dicha EIMIA y La Casa Academia de Minas.

Tras finalizar el proyecto y comparar los resultados con los objetivos previstos, se puede llegar a la conclusión que he cumplido todos ellos. He conseguido una visita virtual que aporta información sobre el Hospital Minero, su historia, su arquitectura y hacerse una idea de cómo funcionaba en la época que lo he ambientado.



## CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

## CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

### 8.1 BIBLIOGRAFÍA.

#### - Referencias a sitios web:

Aliaga Maraver, J. J. (2014). *Aliasing y antialiasing en Blender*. Obtenido de <http://piziadas.com/2012/11/aliasing-y-antialiasing-en-blender.html>

Aliaga Maraver, J. J. (2014). *Fuente: Simulación de fluidos con Blender*. Obtenido de <http://piziadas.com/2012/06/fuente-simulacion-de-fluidos-con-blender.html>

Aliaga Maraver, J. J. (2014). *Generar y editar vídeos con Blender*. Obtenido de <http://piziadas.com/2012/01/generar-y-editar-videos-con-blender-blogs-experimentales-blender.html>

Blender. (s.f.). *Acerca de*. Obtenido de <http://www.blender.org/about/>

Blender. (s.f.). *Dominio del fluido*. Obtenido de <https://wiki.blender.org/index.php/Doc:ES/2.6/Manual/Physics/Fluid/Domain>

Blender. (s.f.). *Licencia*. Obtenido de <http://www.blender.org/about/license/>

Cruz, A. (2014). *Primeros pasos con la Interfaz de usuario en Blender*. Obtenido de <http://www.desarrollolibre.net/blog/tema/83/blender/primeros-pasos-con-la-interfaz-de-usuario-en-blender#.VyuK-tKLTcc>

De la Rosa, E. (2012). *Blender*. Obtenido de <https://wiki.blender.org/index.php/Doc:ES/2.6/Manual/Physics/Fluid/Domain>

Díaz Barriuso, I. (2015). *Visitas Virtuales Patrimonio, tipos y ventajas*. Obtenido de <http://gataestudio.blogspot.com.es/2015/05/visitas-virtuales-patrimonio-tipos-y.html>

Excmo. Ayuntamiento de Almadén. (s.f.). *Turismo*. Obtenido de <http://www.almaden.es/turismo/historia.html>

Fierro Maldonado, M. d. (2012). *Adobe Dreamweaver, características, ventajas, desventajas*. Obtenido de <http://cisnefierro.blogspot.com.es/2012/05/adobe-dreamweaver-caracteristicas.html>

Gómez, E. (2013). *Diseño asistido por computadora*. Obtenido de <https://prezi.com/h9-lsaj7rsm/untitled-prezi/>

Google maps. (s.f.). Recuperado el 22 de Enero de 2016, de <https://www.google.es/maps/place/Coliseo+de+Roma/>

*Mejores plantillas* . (s.f.). Obtenido de <http://www.mejoresplantillasgratis.es/free-template/Genius-Web.html>

Moraga Campos, J. (2014). *Navega por la historia explorando la mezquita-catedral de Córdoba*. Obtenido de <https://socialescepcor.wordpress.com/2014/01/17/catedral-de-cordoba-navega-por-la-historia-explorando-un-conjunto-religioso-unico-aulaplaneta/>

Roosendaal, T., Selleri, S., & et al. (s.f.). *El oficial. Blender 2.3 guía. La suit abierta de creación 3D*. Obtenido de [http://www.futureworkss.com/tecnologicos/informatica/tutoriales/Manual\\_de\\_Blender.pdf](http://www.futureworkss.com/tecnologicos/informatica/tutoriales/Manual_de_Blender.pdf)

Roosendaal, T., Selleri, S., & et al. (s.f.). *El oficial. Blender 2.3 guía. La suit abierta de creación 3D*. Obtenido de [http://www.futureworkss.com/tecnologicos/informatica/tutoriales/Manual\\_de\\_Blender.pdf](http://www.futureworkss.com/tecnologicos/informatica/tutoriales/Manual_de_Blender.pdf)

TANDA. (s.f.). *Texturas Tileables*. Obtenido de <http://www.gimp.org.es/tutoriales/texturasTileables/>

Ulldemolins, Á. (s.f.). *Recorridos virtuales*. Obtenido de [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Animacion\\_3D/Animacion\\_3D\\_\(Modulo\\_5\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Animacion_3D/Animacion_3D_(Modulo_5).pdf)

Valle Melón, J., & Rodríguez Miranda, Á. (2011). Características básicas de los modelos tridimensionales de elementos históricos. *Revista ph*, 145-148. Obtenido de [http://www.ehu.es/docarq/LDA/publicaciones/IAPH\\_modelosvirtuales.pdf](http://www.ehu.es/docarq/LDA/publicaciones/IAPH_modelosvirtuales.pdf)

Wikibooks. (s.f.). *Blender 3D: Novato a profesional/ La ventana del visor 3D*. Recuperado el 8 de Febrero de 2016, de [https://es.wikibooks.org/wiki/Blender\\_3D:\\_novato\\_a\\_profesional/La\\_Ventana\\_Del\\_Visor\\_3D](https://es.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_novato_a_profesional/La_Ventana_Del_Visor_3D)

Wikipedia. (s.f.). *Almadén*. Recuperado el 20 de Enero de 2016, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Almad%C3%A9n>

Wikipedia. (s.f.). *Autodesk Maya*. Recuperado el 2 de Febrero de 2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_del\\_dise%C3%B1o\\_asistido\\_por\\_computadora](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_dise%C3%B1o_asistido_por_computadora)

Wikipedia. (s.f.). *Blender*. Recuperado el 5 de Febrero de 2016, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Blender>

Wikipedia. (s.f.). *Historia del diseño asistido por computadora*. Recuperado el 28 de Enero de 2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_del\\_dise%C3%B1o\\_asistido\\_por\\_computadora](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_dise%C3%B1o_asistido_por_computadora)

Zenteno Cabrera, J. R. (2010). *Implementación de tecnologías de CG para desarrollar paseos virtuales*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2844/Tesis.pdf?sequence=1>

- **Referencias a libros:**

Hernández Sobrino, Á., & Villar Díez, C. (2004). *Real Hospital Minero de San Rafael. Almadén*. Almadén: Fundación Almadén-Francisco Javier de Villegas.

Menéndez Navarro, A. (1996). *Un mundo sin sol. La salud de los trabajadores de las minas de Almadén. 1750-1900*. Granada: Universidad de Granada.

## 8.2 ANEXOS

### 8.2.1 Guion de la visita virtual.

Escena 1. Presentación con el título del trabajo, autor y directores.

Escena 2. Introducción histórica con diferentes imágenes que argumentan el texto.

VOZ EN OFF: Los precedentes de la asistencia sanitaria en las Minas de Almadén hay que buscarlos en el siglo XVI, cuando las necesidades del mercurio requerían el empleo de una gran cantidad de mano de obra que sufría los azogamientos.

Ya en los contratos con los Függer entre 1562 y 1645 aparece la obligación de éstos de costear una enfermería y su botica, así como un médico. Esta primitiva enfermería se instaló en la Real Cárcel de Forzados o “Crujía”.

En el año 1718 se fundó la Congregación de la Caridad con el objetivo de mejorar la dotación y asistencia dispensada en la enfermería, y velar por el cuidado corporal y espiritual de los asistidos en el que paso a denominarse Hospital de la Caridad.

El cambio en la mentalidad ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII hará que los hospitales comiencen a proliferar por España como fortalecimiento de una estructura asistencial profesionalizada.

En este ambiente y ante las epidemias que se producen en Almadén en el año 1751, debido a la llegada de forasteros, el Superintendente Francisco Javier de Villegas ideó y llevo a la práctica la construcción de un hospital destinado a los mineros y sus familias.

En marzo de 1774, se produjo el traslado de los enfermos desde el Hospital de la Caridad a las salas, aún no concluidas del Real Hospital de Mineros de San Rafael, marcando el inicio de un periodo de expansión en el nivel de actividad del centro.

A partir de esta fecha pasó de ser un elemento imprescindible en la estrategia asistencial de las Minas a convertirse en el destinatario de una buena parte de los obreros inutilizados por el mercurio y en centro de asistencia sanitaria familiar.

La asistencia a los enfermos por parte de las Hermanas de la Caridad a partir del año 1904 o la conversión de éste en Hospital de la Sangre durante la Guerra Civil española fueron algunas de las múltiples etapas por las que paso este Hospital.

Escena 3. Vuelo sobre el edificio del hospital.

VOZ EN OFF: “Las obras del Hospital comenzaron el 13 de noviembre de 1755, finalizando el 31 de diciembre de 1773. La dirección de estas obras correspondió a Everando Pavis, Maestro Mayor de las minas, sucediéndole luego el Maestro de obras Antonio del Villar en 1778.

El edificio tiene forma de L con tres cuerpos de dos pisos y un sótano en la entrada principal volcado hacia un patio interior, cuyas características constructivas se basaban fundamentalmente en bloques de una sola crujía, abierta por arcos rebajados, con fachada centrada por un pórtico clasicista trabajado en ladrillo visto y sobrealzado con respecto a la cubierta general realizada con teja cerámica curva.

La mampostería está generalizada en todo el edificio con muros de un metro de espesor, utilizándose los ladrillos para las esquinas, dinteles, etc., mucho más fácil para conseguir aristas vivas.”

Escena 4. Descripción de la fachada principal del Hospital.

VOZ EN OFF: “En la fachada principal impera la sencillez y la razón, con muros lisos y sencillas ventanas cuadradas, cerradas con rejas realizadas en simetría con los balcones rematados con balaustradas de forja. Sobre esta fachada destaca la puerta de acceso, con dos cuerpos de ladrillo en su totalidad, haciendo gala del eclecticismo neoclásico, recogiendo la tradición mudéjar del uso del ladrillo muy generalizada en la zona.

El primer cuerpo, adintelado está montado sobre un pretil escalonado, las pilastras dóricas que franquean la puerta soportan un movido entablamento para dar cabida a un amplio balcón del segundo cuerpo, flanqueado por dos alatones de formas cónicas. Sobre éste destacan una hornacina del titular del hospital, dos lápidas conmemorativas del inicio y final de las obras y un escudo real.

El remate se hace con formas mixtilíneas, y por último una espadaña construida en el siglo XX para la campana y veleta.”

Escena 5. Presentación de la fachada sur haciendo un barrido sobre ella.

VOZ EN OFF: “La fachada sur, que mira al patio interior, está compuesta por tres cuerpos. El cuerpo central es de ladrillo y está constituido por un alto basamento sobre

el que se sitúan tres arcos carpaneles que descansan en columnas de ladrillo circular. Los vanos están acristalados y el cuerpo queda rematado por un antepecho.

A la derecha se sitúa el cuerpo que forma el lado mayor de la fachada que consta de dos pisos. El inferior está formado por una serie de arcos carpaneles que dan paso a un porche cubierto. En el piso superior existe una terraza con barandilla de hierro que comunica con la galería del cuerpo principal a través de una gran cristalera.

En el lado izquierdo hay un cuerpo menor, también de dos pisos, con grandes huecos rectangulares de características similares a las del lado menor de la L.”

Escena 6. Presentación del patio haciendo un recorrido con la cámara.

VOZ EN OFF: “Las edificaciones que conforman el Hospital albergan en su interior un gran patio ajardinado que estaba lleno de árboles, rosales, pequeños parterres y una fuente de taza baja cubierta de cerámica de colores.

En la parte sur de este patio se encuentran una escalinata central de forma trapezoidal acompañada de otra lateral realizadas con ladrillo, a través de las cuales se accede a una terraza elevada que remata el conjunto.”

Escena 7. Presentación de cada una de las plantas del hospital.

VOZ EN OFF: “El edificio se concibió como Hospital desde los inicios de su construcción.

El interior se estructura con un gran pasillo central en ambas plantas, que va dando paso a ambos lados a las dependencias clásicas del hospital, como sala de curas, quirófanos, etc.

En general los techos son planos y están constituidos por viguetas de madera y revoltón de yeso.

En la planta baja dos grandes naves abovedadas recorren la fachada principal de este a oeste, concebidas para albergar las camas de los enfermos en salas para hombres y para mujeres.”

Escena 8. Presentación de las habitaciones modeladas donde se habla de las enfermedades propias de los mineros mientras se hace el recorrido por las habitaciones.

VOZ EN OFF: “El Hospital fue precursor en España de la Salud Laboral, investigando y desarrollándose en él curas y tratamientos para las enfermedades derivadas del trabajo en la mina como las afecciones respiratorias: hemoptisis, el asma, etc. y el hidrargirismo, conocido también con el nombre de “intoxicación crónica” o “mercurialismo”.

El gran síntoma de esta enfermedad eran los temblores que solían iniciarse en la lengua, labios, párpados y dedos de la mano, extendiéndose posteriormente a las manos en forma de temblor rítmico e incluso en la cara, produciendo tics.

Dentro de los médicos que trabajaron e investigaron en el tratamiento de esta enfermedad destacaron José Parés y Franqués en el siglo XVIII y Guillermo Sánchez Martín en el siglo XX.

Entre los tratamientos que se pusieron en marcha para atajar el hidrargirismo destacaron la Caja Kelloj o Cajón Sauna y la Playa, cuyo objetivo era expulsar el vapor de mercurio mediante la sudoración.”

Escena 9. Presentación de algunas imágenes del uso actual del hospital junto con imágenes de la restauración.

VOZ EN OFF: “El Hospital de Mineros de San Rafael dejó de funcionar como tal en diciembre del año 1975, quedando en un estado de semiabandono durante más de 25 años, utilizándose parte de él como Archivo de las Minas y almacén de trastos viejos.

Con la puesta en marcha de la recuperación patrimonial de Minas de Almadén, el Hospital fue rehabilitado entre los años 2001-2003 para albergar el archivo histórico de Minas de Almadén, el Museo del Hospital, el Museo del Minero y del propio Hospital, así como la sede de la hoy desaparecida “Fundación Almadén-Francisco Javier de Villegas”.

Hoy este edificio vuelve a tener gran prestancia y sus paredes vuelven a mostrar sus orígenes con gran esplendor, recogiendo entre sus muros gran parte de la historia minera de Almadén y sus gentes.”