



Universidad  
de La Laguna

Escuela Superior de  
Ingeniería y Tecnología  
Sección de Ingeniería Industrial

**Grado en Ingeniería Mecánica**

**Trabajo de fin de grado**

# **Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM**

**Autor: EDUARDO GONZÁLEZ GARCÍA**

**Tutoras: NORENA M. MARTÍN DORTA**

**ROSA E. NAVARRO TRUJILLO**

**La Laguna, JUNIO DE 2016**



# Hoja de identificación

**TÍTULO:** Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM.

**GRADO:** Ingeniería Mecánica.

**TUTORAS:**

Norena N. Martín Dorta  
Rosa E. Navarro Trujillo

**ENCARGADO POR:**

E.S.I.T. Trabajo de Fin de Grado  
Avenida Astrofísico Francisco Sánchez s/n, 38200,  
La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.

**AUTOR:** Eduardo González García

**TITULACIÓN:** Grado en Ingeniería Mecánica

**DNI:** 45728516 P

**DIRECCIÓN:**

Calle Marruecos n12, 38686,  
Alcalá, Santa Cruz de Tenerife

**TELÉFONO:** 628590284



## **AGRADECIMIENTOS**

Quería agradecer a las profesoras Norena Martín Dorta y Rosa Navarro Trujillo por tutorizarme y ayudarme durante todo el desarrollo de este proyecto.

También a compañeros como Alfonso Cayuela y Stefano Rosso que han dedicado horas en ayudarme y sin los que la realización de este proyecto hubiese sido diferente.

Además, a muchos amigos con los que he compartido horas de estudio y estrés para lograr nuestra meta. Gracias a ellos se han hecho más llevaderos todos estos años.

Por otra parte, quería nombrar también la colaboración del Ayuntamiento de Guía de Isora y, en especial, al Concejal delegado del Área de Urbanismo y Desarrollo Turístico, José Miguel Mesa Rumbos. Con su ayuda ha sido posible recopilar toda la documentación necesaria sobre el caso de estudio.

Finalmente, y siendo la parte más importante, a toda mi familia y amigos por su apoyo, confianza y esfuerzos durante todo el trayecto.



## ÍNDICE GENERAL

### MEMORIA

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>RESUMEN .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>OBJETO Y ALCANCE .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>ANTECEDENTES.....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>4</b> | <b>DEFINICIONES Y ABREVIATURAS .....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>5</b> | <b>METODOLOGÍA BIM .....</b>   | <b>8</b>  |
| 5.1      | CAD vs. BIM .....  | 9         |
| 5.2      | BIM en el mundo .....  | 11        |
| 5.3      | BIM en el entorno de un proyecto.....  | 13        |
| 5.3.1    | Dimensiones .....  | 13        |
| 5.3.2    | LOD.....   | 15        |
| 5.3.3    | LOD en un proyecto.....  | 17        |
| 5.3.4    | Formato IFC.....   | 19        |
| 5.4      | Software BIM .....   | 20        |
| <b>6</b> | <b>CASO DE ESTUDIO: CENTRO DE HIDROTERAPIA Y SALUD DE<br/>GUÍA DE ISORA.....</b> | <b>22</b> |
| 6.1      | Información sobre el edificio .....  | 22        |
| 6.2      | Planificación.....   | 24        |
| 6.2.1    | Evaluación previa.....   | 25        |
| 6.2.2    | Software empleados .....   | 29        |
| 6.2.3    | Modelo 3D.....   | 30        |
| 6.2.4    | Gestión de la información .....  | 32        |
| 6.3      | Trabajo realizado .....  | 33        |
| 6.3.1    | Modelado .....   | 34        |
| 6.3.2    | Procesos de intercambio de datos.....  | 64        |
| 6.3.3    | Base de datos .....  | 69        |
| 6.3.4    | Retorno de la información.....   | 102       |

|          |                                   |            |
|----------|-----------------------------------|------------|
| <b>7</b> | <b>RESULTADOS .....</b>           | <b>109</b> |
| 7.1.1    | Modelado .....                    | 109        |
| 7.1.2    | Base de datos .....               | 115        |
| 7.1.3    | Aplicaciones en casos reales..... | 130        |
| 7.1.4    | Conclusiones .....                | 132        |
| <b>8</b> | <b>NORMAS Y REFERENCIAS.....</b>  | <b>134</b> |

## ANEXOS

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>1</b> | <b>CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....</b>   | <b>137</b> |
| <b>2</b> | <b>PLANOS PROPORCIONADOS DE LA INSTALACIÓN .....</b>  | <b>141</b> |
| 2.1      | Nivel inferior .....  | 142        |
| 2.2      | Nivel intermedio .....  | 143        |
| 2.3      | Nivel superior .....  | 144        |
| <b>3</b> | <b>DATOS DE INFORMACIÓN DEL MODELO BIM DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....</b>                       | <b>145</b> |
| 3.1      | Tabla de planificación de <i>Revit 2015</i> : Elementos de la instalación contra incendios.....                         | 146        |
| 3.2      | Tabla de planificación de <i>Revit 2015</i> : Recuento de equipos de la instalación de protección contra incendios..... | 149        |
| 3.3      | Tabla de exportación/importación mediante <i>RushForth Tools 2015</i> .....   | 150        |

## PLANOS

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>1</b> | <b>PLANOS GENERADOS A PARTIR DEL MODELO BIM .....</b> | <b>157</b> |
| 1.0      | Emplazamiento .....                                   | 157        |
| 1.1      | Planta baja. Usos y superficies.....                  | 158        |
| 1.2      | Planta intermedia. Usos y superficies.....            | 159        |
| 1.3      | Planta superior. Usos y superficies.....              | 160        |
| 1.4      | Alzados. Norte y sur.....                             | 161        |
| 1.5      | Alzados. Este y oeste .....                           | 162        |

|      |                                     |     |
|------|-------------------------------------|-----|
| 1.6  | Sección 1-1 .....                   | 163 |
| 1.7  | Sección 2-2 .....                   | 164 |
| 1.8  | Esquema de la red BIE .....         | 165 |
| 1.9  | Foso. Red BIE y sistema PCI .....   | 166 |
| 1.10 | Planta Baja. Red BIE .....          | 167 |
| 1.11 | Planta Intermedia. Red BIE .....    | 168 |
| 1.12 | Planta Superior. Red BIE .....      | 169 |
| 1.13 | Secciones. Red BIE .....            | 170 |
| 1.14 | Planta Baja. Sistema PCI.....       | 171 |
| 1.15 | Planta Intermedia. Sistema PCI..... | 172 |
| 1.16 | Planta Superior. Sistema PCI .....  | 173 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|  |    |
|--|----|
| ILUSTRACIÓN 1: MACLEAMY CURVE. FUENTE: STRATEGIC FORUM FOR THE AUSTRALASIAN BUILDING AND CONSTRUCTION INDUSTRY.....  | 10 |
| ILUSTRACIÓN 2: AEC (UK) BIM TECHNOLOGY PROTOCOL. VERSION 2.1.1.....  | 17 |
| ILUSTRACIÓN 3: EJEMPLO DE DIFERENTES LOD DENTRO DE UN MISMO EJEMPLAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 18 |
| ILUSTRACIÓN 4: LOGO IFC. FUENTE: BUILDINGSMART .....   | 20 |
| ILUSTRACIÓN 5: PLANTA INFERIOR Y SUS HABITACIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 23 |
| ILUSTRACIÓN 6: PLANTA INTERMEDIA Y SUS HABITACIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 23 |
| ILUSTRACIÓN 7: PLANTA SUPERIOR Y SUS HABITACIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 24 |
| ILUSTRACIÓN 8: PLANO DE NIVEL INFERIOR QUE MUESTRA LOS ERRORES. 1) SALA DE MÁQUINAS. 2) TERMAS. 3) SALIDAS DE EMERGENCIA.<br>FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 27 |
| ILUSTRACIÓN 9: PLANO DE NIVEL INTERMEDIO QUE MUESTRA LOS ERRORES. 4) ESCALERA LATERAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 27 |
| ILUSTRACIÓN 10: COMUNICACIÓN ENTRE SOFTWARES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 33 |
| ILUSTRACIÓN 11: INTERFAZ DE INICIO DE REVIT 2015 FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 35 |
| ILUSTRACIÓN 12: INTERFAZ DE USUARIO REVIT 2015. FUENTE: HELP.AUTODESK.COM.....   | 36 |
| ILUSTRACIÓN 13: ORGANIZACIÓN DE LAS VISTAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 39 |
| ILUSTRACIÓN 14: COMPARACIÓN ENTRE MURO REAL DEL EDIFICIO Y DEL MURO MODELADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 41 |
| ILUSTRACIÓN 15: INTERFAZ DE REVIT 2015 TRAS INSERTAR LA CAPTURA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 43 |
| ILUSTRACIÓN 16: EJEMPLO DE MURO BÁSICO DE 10 CM. IMAGEN IZQUIERDA: VISTA EN PLANTA. IMAGEN DERECHA: VISTA AXONOMÉTRICA.<br>FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 44 |
| ILUSTRACIÓN 17: EJEMPLO DE MURO CORTINA. IMAGEN IZQUIERDA: VISTA EN PLANTA. IMAGEN DERECHA: VISTA AXONOMÉTRICA. FUENTE:<br>ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 44 |
| ILUSTRACIÓN 18: EJEMPLO DE SUELO ARQUITECTÓNICO. IMAGEN IZQUIERDA: VISTA EN CUALQUIER ALZADO. IMAGEN DERECHA: VISTA<br>AXONOMÉTRICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 45 |
| ILUSTRACIÓN 19: A LA IZQUIERDA: FAMILIA PROPORCIONADA POR REVIT 2015 DE UN EXTINTOR. A LA DERECHA: FAMILIA MODELADA<br>CONCEPTUALMENTE EN REVIT 2015 DE UNA CENTRAL ALGORÍTMICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016..... | 48 |
| ILUSTRACIÓN 20: REPRESENTACIÓN DE LA FAMILIA DE REVIT BOCA DE INCENDIO EQUIPADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 57 |

|  |     |
|--|-----|
| ILUSTRACIÓN 21: REPRESENTACIÓN DE LA FAMILIA DE REVIT BOMBA: FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 57  |
| ILUSTRACIÓN 22: REPRESENTACIÓN DE LA FAMILIA DE REVIT EXTINTOR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 58  |
| ILUSTRACIÓN 23: REPRESENTACIÓN DE LAS FAMILIAS ASOCIADAS A LOS EQUIPOS DE “DISPOSITIVOS DE ALARMA DE INCENDIOS”. DE IZQUIERDA<br>A DERECHA: PILOTO AUTOMÁTICO DE EMERGENCIA, CENTRAL ALGORÍTMICA, DETECTOR TERMOVELOCÍMETRO ALGORÍTMICO, PULSADOR<br>DE ALARMA ALGORÍTMICO, DETECTOR ÓPTICO, SIRENA DE ALARMA, MÓDULO DE DOS SALIDAS VIGILADAS Y SIRENA ÓPTICO-ACÚSTICA<br>EXTERIOR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016..... | 59  |
| ILUSTRACIÓN 24: INTERFAZ DE USUARIO DE ACCESS 2013. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 70  |
| ILUSTRACIÓN 25: CONTROL DE DATOS EN EL CAMPO "ID" DE LA TABLA "REVISIONES_BIE". FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 75  |
| ILUSTRACIÓN 26: RELACIONES ENTRE LAS TABLAS DE REVISIONES Y LA TABLA "INVENTARIO_PCI". FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016....  | 81  |
| ILUSTRACIÓN 27: EJEMPLO DE LA CREACIÓN DE UN FORMULARIO ANTES DE LA CONFIGURACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 83  |
| ILUSTRACIÓN 28: DISEÑO DEL FORMULARIO PARA LAS REVISIONES TRIMESTRALES DE LAS BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS. FUENTE:<br>ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 84  |
| ILUSTRACIÓN 29: FORMULARIO DE SELECCIÓN DE TIPO DE REVISIÓN PARA LOS BIES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 85  |
| ILUSTRACIÓN 30: INTERFAZ DEL PANEL DE NAVEGACIÓN TRAS INCLUIR LOS BOTONES PARA LOS FORMULARIOS DE REVISIONES. FUENTE:<br>ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 86  |
| ILUSTRACIÓN 31: TABLA DE DEFINICIÓN DE LA CONSULTA “ESTADO_REVISIONES_BIE”. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 89  |
| ILUSTRACIÓN 32: TABLA DE IDENTIFICACIÓN DE LA CONSULTA REGISTRO_REVISIONES_BIE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 90  |
| ILUSTRACIÓN 33: REGLAS DE FORMATO PARA LOS INFORMES DE ESTADO DE REVISIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 91  |
| ILUSTRACIÓN 34: EJEMPLO DE UN INFORME DE REVISIONES PARA LOS BIES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 92  |
| ILUSTRACIÓN 35: INTERFAZ DE LA APLICACIÓN TRAS INCLUIRLE LOS BOTONES DE ACCESO A LOS INFORMES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.<br>2016.....  | 92  |
| ILUSTRACIÓN 36: TABLA DE DEFINICIÓN DE LA CONSULTA DE UBICACIÓN DE EQUIPOS INDIVIDUALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.   | 93  |
| ILUSTRACIÓN 37: FORMULARIO DE IDENTIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN DE UN EQUIPO INDIVIDUAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 94  |
| ILUSTRACIÓN 38: TABLA DE DEFINICIÓN DE LA CONSULTA DE IDENTIFICACIÓN SEGÚN EL NIVEL Y LA HABITACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN<br>PROPIA. 2016.....  | 95  |
| ILUSTRACIÓN 39: TABLA DE DEFINICIÓN DE LA CONSULTA DE IDENTIFICACIÓN SEGÚN EL NIVEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 95  |
| ILUSTRACIÓN 40: TABLA DE DEFINICIÓN DE LA CONSULTA DE IDENTIFICACIÓN SEGÚN LA HABITACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.  | 95  |
| ILUSTRACIÓN 41: INFORME PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS SEGÚN EL NIVEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 96  |
| ILUSTRACIÓN 42: INFORME PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS SEGÚN LA HABITACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 96  |
| ILUSTRACIÓN 43: INTERFAZ DE LA APLICACIÓN TRAS INSERTAR LOS BOTONES DE CONTROL DE LOS INFORMES DE IDENTIFICACIÓN. FUENTE:<br>ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 97  |
| ILUSTRACIÓN 44: TABLA DE DEFINICIÓN DE LA CONSULTA "TAREAS_ACTIVAS": FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 99  |
| ILUSTRACIÓN 45: TABLA DE DEFINICIÓN DE LA CONSULTA "TAREAS_No_REALIZADAS". FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 100 |
| ILUSTRACIÓN 46: FORMULARIO DE TAREAS ACTIVAS CON VALORES DE PRUEBA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 101 |
| ILUSTRACIÓN 47: TABLA DE DEFINICIÓN DE LA CONSULTA DE REFERENCIAS CRUZADAS PARA LOS BIES LLAMADA "REVISIONES_VIGENTES_BIE".<br>FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 104 |
| ILUSTRACIÓN 48: EJEMPLO DE CONSULTA DE REFERENCIAS CRUZADAS PARA LOS BIES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 105 |
| ILUSTRACIÓN 49: TABLA DE DEFINICIÓN DE LA CONSULTA DE REFERENCIAS CRUZADAS PARA LAS BOMBAS LLAMADA<br>"REVISIONES_VIGENTES_BOMBAS". FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 105 |
| ILUSTRACIÓN 50: TABLA DE DEFINICIÓN DE LA CONSULTA DE REFERENCIAS CRUZADAS PARA EL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA LLAMADA<br>"REVISIONES_VIGENTES_DETECCIÓN_Y_ALARMA". FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 105 |
| ILUSTRACIÓN 51: TABLA DE DEFINICIÓN DE LA CONSULTA DE REFERENCIAS CRUZADAS PARA LOS EXTINTORES LLAMADA<br>"REVISIONES_VIGENTES_EXTINTORES". FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 105 |
| ILUSTRACIÓN 52: TABLA DE DEFINICIÓN DE LA CONSULTA DE REFERENCIAS CRUZADAS PARA LAS LUMINARIAS LLAMADA<br>"REVISIONES_VIGENTES_LUMINARIA". FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 106 |
| ILUSTRACIÓN 53: TABLA DE EJEMPLO PARA EL USO DE LA FUNCIÓN BUSCARV EN EL PROYECTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016....  | 107 |
| ILUSTRACIÓN 54: VISTA 3D SECCIONADA DEL EDIFICIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 109 |
| ILUSTRACIÓN 55: VISTA TRIDIMENSIONAL DEL EDIFICIO QUE MUESTRA LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS OCULTANDO<br>VARIOS ELEMENTOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 110 |
| ILUSTRACIÓN 56: VISTA SECCIONADA DEL ALZADO SUR DEL EDIFICIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 110 |
| ILUSTRACIÓN 57: VISTA DE TECHO DE LA PLANTA INTERMEDIA: ARQ_1.0_PLANTA_INTERMEDIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.   | 111 |
| ILUSTRACIÓN 58: VISTA 3D: ARQ_3D_12. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....   | 112 |

|   |     |
|---|-----|
| ILUSTRACIÓN 59: A LA IZQUIERDA: TABLA DE REFERENCIA "ELEMENTOS PCI EN PLANTA INTERMEDIA", A LA DERECHA: LEYENDA "LUMINARIAS". FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 113 |
| ILUSTRACIÓN 60: INTERFAZ DE INICIO DE LA APLICACIÓN DE LA BASE DE DATOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....   | 116 |
| ILUSTRACIÓN 61: FORMULARIO PARA DECIDIR EL TIPO DE REVISIÓN A REALIZAR DE LOS BIES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 116 |
| ILUSTRACIÓN 62: FORMULARIOS PARA LA INTRODUCCIÓN DE LAS REVISIONES DE LOS BIES: ARRIBA IZQUIERDA, TRIMESTRAL; ARRIBA DERECHA, ANUAL; ABAJO, QUINQUENAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....                                      | 117 |
| ILUSTRACIÓN 63: FORMULARIO PARA DECIDIR EL TIPO DE REVISIÓN A REALIZAR DE LAS BOMBAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ...   | 117 |
| ILUSTRACIÓN 64: FORMULARIO PARA LA INTRODUCCIÓN DE LAS REVISIONES DE LAS BOMBAS: ARRIBA IZQUIERDA, TRIMESTRAL; ARRIBA DERECHA, SEMESTRAL; ABAJO IZQUIERDA, ANUAL; ABAJO DERECHA, QUINQUENAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. .... | 118 |
| ILUSTRACIÓN 65: FORMULARIO PARA DECIDIR EL TIPO DE REVISIÓN A REALIZAR DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 118 |
| ILUSTRACIÓN 66: FORMULARIO PARA LA INTRODUCCIÓN DE LAS REVISIONES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA: IZQUIERDA, TRIMESTRAL; DERECHA, ANUAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 119 |
| ILUSTRACIÓN 67: FORMULARIO PARA DECIDIR EL TIPO DE REVISIÓN A REALIZAR DE LOS EXTINTORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 119 |
| ILUSTRACIÓN 68: FORMULARIO PARA LA INTRODUCCIÓN DE LAS REVISIONES DE LOS EXTINTORES: ARRIBA IZQUIERDA, TRIMESTRAL; ARRIBA DERECHA, ANUAL; ABAJO QUINQUENAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....                                  | 120 |
| ILUSTRACIÓN 69: FORMULARIO PARA DECIDIR EL TIPO DE REVISIÓN A REALIZAR DE LAS LUMINARIAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 121 |
| ILUSTRACIÓN 70: FORMULARIO PARA LA INTRODUCCIÓN DE LAS REVISIONES DE LOS EXTINTORES: IZQUIERDA, MENSUAL; DERECHA, ANUAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....   | 121 |
| ILUSTRACIÓN 71: INFORME DE CONSULTA DE ESTADO PARA LOS BIES: A LA IZQUIERDA, VISTA INFORME; A LA DERECHA, VISTA PRELIMINAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 122 |
| ILUSTRACIÓN 72: INFORME DE CONSULTA DE ESTADO PARA LAS BOMBAS: A LA IZQUIERDA, VISTA INFORME; A LA DERECHA, VISTA PRELIMINAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 122 |
| ILUSTRACIÓN 73: INFORME DE CONSULTA DE ESTADO PARA LOS EQUIPOS DE DETECCIÓN Y ALARMA: A LA IZQUIERDA, VISTA INFORME; A LA DERECHA, VISTA PRELIMINAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....   | 123 |
| ILUSTRACIÓN 74: INFORME DE CONSULTA DE ESTADO PARA LOS EXTINTORES: A LA IZQUIERDA, VISTA INFORME; A LA DERECHA, VISTA PRELIMINAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 123 |
| ILUSTRACIÓN 75: INFORME DE CONSULTA DE ESTADO PARA LAS LUMINARIAS: A LA IZQUIERDA, VISTA INFORME; A LA DERECHA, VISTA PRELIMINAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 124 |
| ILUSTRACIÓN 76: INFORME DE CONSULTA DE ESTADO PARA UN BIÉ INDIVIDUAL: A LA IZQUIERDA, VISTA INFORME; A LA DERECHA, VISTA PRELIMINAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....   | 124 |
| ILUSTRACIÓN 77: INFORME DE CONSULTA DE ESTADO PARA UNA BOMBA INDIVIDUAL: A LA IZQUIERDA, VISTA INFORME; A LA DERECHA, VISTA PRELIMINAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 125 |
| ILUSTRACIÓN 78: INFORME DE CONSULTA DE ESTADO PARA UN EQUIPO DE DETECCIÓN Y ALARMA INDIVIDUAL: A LA IZQUIERDA, VISTA INFORME; A LA DERECHA, VISTA PRELIMINAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....                                | 125 |
| ILUSTRACIÓN 79: INFORME DE CONSULTA DE ESTADO PARA UN EXTINTOR INDIVIDUAL: A LA IZQUIERDA, VISTA INFORME; A LA DERECHA, VISTA PRELIMINAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 126 |
| ILUSTRACIÓN 80: INFORME DE CONSULTA DE ESTADO PARA UNA LUMINARIA INDIVIDUAL: A LA IZQUIERDA, VISTA INFORME; A LA DERECHA, VISTA PRELIMINAR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 126 |
| ILUSTRACIÓN 81: FORMULARIO PARA IDENTIFICAR UN EQUIPO A PARTIR DE SU ID. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....   | 127 |
| ILUSTRACIÓN 82: FORMULARIO PARA IDENTIFICAR LOS EQUIPOS EXISTENTES EN UN NIVEL Y UNA HABITACIÓN ESPECÍFICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 127 |
| ILUSTRACIÓN 83: FORMULARIO PARA IDENTIFICAR LOS EQUIPOS EXISTENTES EN UN NIVEL DETERMINADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 128 |
| ILUSTRACIÓN 84: FORMULARIO PARA IDENTIFICAR LOS EQUIPOS EXISTENTES EN UNA HABITACIÓN DETERMINADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....  | 129 |
| ILUSTRACIÓN 85: FORMULARIO PARA VISUALIZAR LAS TAREAS ACTIVAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016. ....   | 129 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| TABLA 1: INVENTARIO DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN PCI. EXPORTADA DE ACCESS 2013. .... | 28 |
|--|----|

|  |     |
|--|-----|
| TABLA 2: NIVELES DEL MODELO.....   | 42  |
| TABLA 3: LISTADO DE HABITACIONES .....   | 47  |
| TABLA 4: CONSULTA DE BIBLIOTECA DE REVIT 2015.....                                   | 50  |
| TABLA 5: IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS.....  | 52  |
| TABLA 6: CÓDIGO DE LOS EQUIPOS MECÁNICOS.....  | 55  |
| TABLA 7: CÓDIGO DE LOS EQUIPOS ESPECIALIZADOS.....                                   | 57  |
| TABLA 8: CÓDIGO DE LOS DISPOSITIVOS DE ALARMA DE INCENDIOS.....                      | 59  |
| TABLA 9: CUANTÍA DE LOS EQUIPOS DE ALARMA DE INCENDIOS.....                          | 60  |
| TABLA 10: CÓDIGOS DE LAS LUMINARIAS.....   | 60  |
| TABLA 11: CUANTÍA DE LOS EQUIPOS DE LUMINARIAS.....                                  | 61  |
| TABLA 12: CAMPOS COMUNES PARA LAS TABLAS DE REVISIONES.....                          | 74  |
| TABLA 13: CAMPOS PROPIOS DE LA TABLA DE ACCESS "REVISIONES_BIE".....                 | 76  |
| TABLA 14: CAMPOS PROPIOS DE LA TABLA DE ACCESS "REVISIONES_BOMBAS.....               | 76  |
| TABLA 15: CAMPOS PROPIOS DE LA TABLA DE ACCESS "REVISIONES_DETECCIÓN_Y_ALARMAS"..... | 77  |
| TABLA 16: CAMPOS PROPIOS DE LA TABLA DE ACCESS "REVISIONES_EXTINTORES".....          | 78  |
| TABLA 17: CAMPOS PROPIOS DE LA TABLA DE ACCESS "REVISIONES_LUMINARIAS".....          | 80  |
| TABLA 18: FÓRMULAS PARA EL CAMPO "PRÓXIMA REVISIÓN".....                             | 88  |
| TABLA 19: CAMPOS PROPIOS DE LA TABLA "TAREAS".....                                   | 97  |
| TABLA 20: AJUSTES REALIZADOS A LAS PROPIEDADES DE LOS FORMULARIOS E INFORMES.....    | 102 |
| TABLA 21: REVISIONES QUE REALIZA CADA GRUPO DE EQUIPOS.....                          | 107 |
| TABLA 22: PROPUESTA DE PRESUPUESTO INICIAL.....                                      | 132 |
| TABLA 23: PRESUPUESTO DE PROYECTOS POSTERIORES.....                                  | 132 |

## ÍNDICE DE ESQUEMAS

|   |     |
|---|-----|
| ESQUEMA 1: FLUJO DE TRABAJO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....  | 25  |
| ESQUEMA 2: ESTRUCTURA DEL CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....                       | 51  |
| ESQUEMA 3: EJEMPLO DE RESULTADO DE UN CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE EQUIPO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016..... | 62  |
| ESQUEMA 4: ORGANIZACIÓN DE LOS TIPOS DE REVISIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....                       | 82  |
| ESQUEMA 5: RELACIÓN DE VISTAS, LEYENDAS Y TABLAS USADAS EN LOS PLANOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....    | 114 |
| ESQUEMA 6: ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN QUE GESTIONA LA BASE DE DATOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2016.....     | 115 |



Universidad  
de La Laguna

Escuela Superior de  
Ingeniería y Tecnología  
Sección de Ingeniería Industrial

**Grado en Ingeniería Mecánica**

**Trabajo de fin de grado**

# **Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM**

## **MEMORIA**

**Autor: EDUARDO GONZÁLEZ GARCÍA**

**Tutoras: NORENA M. MARTÍN DORTA**

**ROSA E. NAVARRO TRUJILLO**

**La Laguna, JUNIO DE 2016**



## ÍNDICE DE LA MEMORIA

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>1</b> | <b>RESUMEN .....</b>   | <b>3</b>   |
| <b>2</b> | <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>4</b>   |
| <b>2</b> | <b>OBJETO Y ALCANCE .....</b>  | <b>5</b>   |
| <b>3</b> | <b>ANTECEDENTES.....</b>   | <b>6</b>   |
| <b>4</b> | <b>DEFINICIONES Y ABREVIATURAS .....</b>   | <b>7</b>   |
| <b>5</b> | <b>METODOLOGÍA BIM .....</b>   | <b>8</b>   |
| 5.1      | CAD vs. BIM .....  | 9          |
| 5.2      | BIM en el mundo.....   | 11         |
| 5.3      | BIM en el entorno de un proyecto.....  | 13         |
| 5.3.1    | Dimensiones .....  | 13         |
| 5.3.2    | LOD.....   | 15         |
| 5.3.3    | LOD en un proyecto.....  | 17         |
| 5.3.4    | Formato IFC.....   | 19         |
| 5.4      | Software BIM .....   | 20         |
| <b>6</b> | <b>CASO DE ESTUDIO: CENTRO DE HIDROTERAPIA Y SALUD DE<br/>GUÍA DE ISORA.....</b> | <b>22</b>  |
| 6.1      | Información sobre el edificio .....  | 22         |
| 6.2      | Planificación.....   | 24         |
| 6.2.1    | Evaluación previa.....   | 25         |
| 6.2.2    | Software empleados .....   | 29         |
| 6.2.3    | Modelo 3D.....   | 30         |
| 6.2.4    | Gestión de la información .....  | 32         |
| 6.3      | Trabajo realizado .....  | 33         |
| 6.3.1    | Modelado .....   | 34         |
| 6.3.2    | Procesos de intercambio de datos.....  | 64         |
| 6.3.3    | Base de datos .....  | 69         |
| 6.3.4    | Retorno de la información.....   | 102        |
| <b>7</b> | <b>RESULTADOS .....</b>  | <b>109</b> |
| 7.1.1    | Modelado .....   | 109        |
| 7.1.2    | Base de datos .....  | 115        |
| 7.1.3    | Aplicaciones en casos reales.....  | 130        |

7.1.4 Conclusiones ..... 132

**8      **NORMAS Y REFERENCIAS..... 134****

## 1 RESUMEN

El sector de la construcción en España ha sufrido una dura crisis en la última década. Esto ha creado la necesidad de reinventarlo y adaptarlo a nuevas tecnologías y métodos de trabajo. Aquí es donde nace BIM, que no solo se integra en el diseño y la fase de ejecución, sino durante todo el proceso.

BIM abarca toda la información y todos los sectores que integran la vida de un edificio. Por esto, este Trabajo de Fin de Grado ha estado centrado en una parte importante dentro de las atribuciones de un graduado en ingeniería mecánica: el mantenimiento de una instalación de protección contra incendios. Los trabajos al respecto se basan en el conocimiento de las posibilidades que ofrece BIM y en la propuesta de un sistema de gestión para lograr el objetivo deseado.

Por una parte, se ha analizado que es BIM y que ofrece. Además, se ha tratado su grado de implementación en el mundo y como este se integra en una construcción sea cual sea su desarrollo.

Por otra parte, se ha creado un sistema que es capaz de gestionar una instalación de protección contra incendios. En este caso, la instalación a estudio es la existente en el Centro de Hidroterapia y Salud de Guía de Isora, ubicada en esa localidad.

El resultado final busca que todos los trabajos de mantenimiento se realicen de la forma más simple, efectiva y ordenada posible. Con esto disminuyen los errores y mejora la calidad del trabajo.

## 2 ABSTRACT

The building sector in Spain has suffered a tough crisis in the last decade. This has created the need to reinvent it and adapt it to new technologies and work methods. Here is where arises BIM, which not only is integrated into the design and implementation phase, but does so throughout the process.

BIM covers all information and all the sectors that integrate the life of a building. For this reason this TFG has focused on an important part within the attribution of a graduate in mechanical engineering, maintenance of fire protection facilities. The works in this regard are based on the possibilities knowledge offered by BIM and the proposal of a management system to achieve the wanted objective.

On the one hand, it's analyzed what BIM is and that it offers. Also, it's discussed their degree of implementation around the world and as it's integrated in a building whatever it's development.

On the other hand, it's created a system that is capable of managing a fire protection facility. In this case the installation to study is the existing in *Centro de Hidroterapia y Salud de Guía de Isora*, located in this village.

The final results seek that all the maintenance works be made in the most simple, effective and orderly way possible. With this will decrease errors and will improve works quality.

## 2 OBJETO Y ALCANCE

La finalidad del presente trabajo aplicar la metodología BIM (*Building Information Modeling*) para la gestión de las operaciones relacionadas con el mantenimiento de una instalación de protección contra incendios.

Debido a que el edificio donde se encuentra la instalación existe, el proyecto se centra en la gestión de la información relacionada con los equipos de protección contra incendios. Para ello es necesario el modelaje del edificio e instalación mediante el software *Revit*.

Dentro de la instalación, los equipos que se tendrán en cuenta a la hora de organizar el apartado de la gestión serán: extintores, sistema de detección y alarma, luminarias de emergencia y red de bocas de incendio equipadas (BIES). En el apartado 6.2.1 se detallarán que equipos están incluidos.

En cuanto a la manera de gestionar el mantenimiento de los equipos, la finalidad es desarrollar un sistema que realice esta actividad de la manera más simple, eficaz y eficiente posible.

### 3 ANTECEDENTES

Los avances en la metodología BIM vienen de la necesidad de mejorar las comunicaciones entre los diferentes departamentos que interviene en un proyecto de construcción. Por ello se han desarrollado nuevas formas de gestionar la información con el fin de mejorar la eficiencia de todas las etapas en la creación de un proyecto.

En las últimas décadas, las herramientas de trabajo predilectas para la creación de proyectos de construcción eran las basadas en CAD (*Computer-Aided Design*). Éstas permiten, mediante softwares, realizar representaciones gráficas de objetos en 2D y 3D mediante softwares, lo que supuso una gran ventaja en la época al pasar de trabajar con papel y lápiz a hacerlo con una computadora.

El principal problema al emplear este tipo de herramientas es la compleja coordinación e interconexión entre documentos. Como consecuencia aparecen numerosos errores en la redacción del proyecto que, a su vez, conllevan a problemas a la hora de la ejecución. Todo esto supone retrasos, errores de construcción y, por lo tanto, pérdidas económicas.

Recientemente, y con el fin de solventar estos problemas, se está comenzando a emplear la metodología BIM. Con ésta se consigue mejorar la comunicación en el desarrollo de un proyecto no sólo durante su construcción, sino a lo largo de toda su vida útil.

Por todo esto, y por las numerosas ventajas que se describirán más adelante, el presente y futuro en los proyectos de construcción está en BIM.

## 4 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

**BIM:** Building Information Modeling

**CAD:** Computer Aided Design

**IFC:** Industry Foundation Classes

**LOD:** Level of Development (Estándar estadounidense) o Level of Definition (Estándar británico)

**AIA:** American Institute of Architects

**BSI:** British Standards Institution

**IAI:** International Alliance for Interoperability

**MEP:** Mechanical, electrical and plumbing

**ODBC:** Open Data Base Connectivity

**BIE:** Boca de Incendio Equipada

## 5 METODOLOGÍA BIM

Las siglas BIM provienen del acrónimo inglés *Building Information Modeling* y se refieren a una metodología colaborativa de trabajo para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Aquí se pueden encontrar diversos métodos y herramientas, aunque todas ellas se caracterizan por un uso coordinado y organizado de la información durante todo el ciclo de vida del edificio.

La metodología, independientemente de los procedimientos y las herramientas empleadas, tiene una serie de características que hace que un determinado proyecto sea definido como BIM.

La base de todas ellas es la centralización de la información. BIM almacena todos los datos relativos a la construcción en una o varias base de datos interconectadas. A partir de ellas todos los departamentos trabajan con la misma información, lo que permite una mayor comunicación y la posibilidad de la simultaneidad del trabajo. Debido a ello, cada vez que se añada nuevos datos al almacenamiento, se deberá comprobar la validez y coherencia de lo introducido ya que el modelo central se actualizará automáticamente afectando al conjunto total.

Otra de las características tiene que ver con el entorno multidisciplinar. BIM trabaja con todas los sectores posibles en lo relativo a una construcción. Para ello no solo emplea softwares catalogados como herramientas BIM, sino que es capaz de conectarse con otras aplicaciones y extraer de ellas la información que se considere útil. Mediante esta relación, es posible aumentar notablemente los campos que maneja la metodología, abarcando desde las principales como la arquitectura, estructuras e instalaciones hasta la gestión de residuos o la planificación de obra.

La interconexión entre las diferentes herramientas es muy sencilla. La aplicación externa a BIM especializada en una cierta disciplina es capaz de tomar la información necesaria del modelo BIM para así realizar los cálculos o acciones solicitadas. Luego, si la relación entre ambas es bidireccional, los resultados se exportarán al modelo aportando datos más precisos.

Para que esto sea posible, es necesario que todas las herramientas se comuniquen en el mismo idioma. Por ello, se ha creado un formato denominado IFC (*Industry Foundation Classes*) que facilita la conexión entre diferentes softwares.

Otra de las características es la parametrización de los elementos del modelo. Esto significa que los objetos que lo componen tienen una serie de propiedades modificables que lo definen (materiales, peso, color, etc.). Todas ellas son las que fijan su apariencia final. Además, también se parametriza la relación del mismo con el resto del modelo, lo que posibilita la inserción del objeto con los demás elementos.

El resultado de dicha parametrización es la interacción entre todos los elementos, ya no solo por su apariencia o diseño, sino también por sus características y funciones. Uniendo esto a la centralización de la información, hace que la relación entre los objetos de las diferentes disciplinas pueda interactuar entre ellos creando un entorno multidisciplinar.

Además, una de las aportaciones más importantes de BIM tiene que ver con la gestión de la información. Partiendo del carácter paramétrico que se acaba de comentar, BIM no solo se limita a las representaciones gráficas, sino que también es capaz de generar tablas de datos donde se visualice la información deseada con respecto a los elementos existentes en el modelo. Por esto, y dependiendo del objetivo buscado, BIM puede mostrar la información con el nivel de detalle deseado de manera gráfica o alfanumérica. Todo ello actualizado automáticamente entre sí para evitar incoherencias.

En resumen, BIM es más que un software. Aún sin existir un concepto de BIM completamente definido, se puede describir como una metodología que interactúa a través de una base de datos y un modelo virtual en busca de la eficiencia y eficacia a la hora de manejar la información relativa a una construcción.

## 5.1 CAD vs. BIM

El principal motivo por el cual se está empezando a utilizar la metodología BIM es por las numerosas ventajas que presenta con respecto a la más empleada actualmente, CAD. La suma de todas ellas da como resultados a favor de BIM una reducción de tiempo de trabajo y de errores durante el desarrollo de un proyecto de construcción, lo que conlleva a un ahorro económico.

La diferencia más destacable entre ambas es la forma de trabajo. Los **softwares CAD** fueron el siguiente paso de las representaciones 2D mediante papel y lápiz. Estos realizaban lo mismo que su antecesor pero mediante el uso de ordenadores. Por ello, las representaciones eran simples dibujos creados de forma independiente, siendo necesario modificar cada una de las vistas en cada cambio.

Por el contrario, las **aplicaciones BIM** trabajan con elementos reales de construcción. El proceso de desarrollo imita el real, permitiendo a los diferentes departamentos que trabajan en el proyecto diseñar el edificio con la forma, materiales y demás componentes que se emplearán en la edificación. Esto facilita el manejo de información relacionada con la construcción. Además, en BIM todo está almacenado en un modelo central, por lo que se asegura que al realizar alguna modificación el modelo se actualizará automáticamente evitando incoherencias entre elementos de visualización (vistas, gráficas, tablas, etc.).

En lo relativo a la organización de los trabajos, ambos métodos lo ejecutan de manera muy diferente. La coordinación entre departamentos cuando se trabaja con técnicas **CAD** es insuficiente y compleja. Esto ocurre a causa de que cada departamento trabaja con protocolos y archivos propios y diferentes, lo que supone la aparición de errores y pérdidas de información al unificar el conjunto.

La metodología **BIM**, gracias a la centralización de la información, permite una coordinación mucho más fluida y eficaz entre todos los departamentos. Dado que todos trabajan sobre un mismo archivo, la comunicación es más sencilla gracias a que la base de datos se encuentra constantemente actualizada. Para que todo esto funcione a la perfección se necesitan establecer una organización y protocolos para facilitar la comunicación entre departamentos.

Otra variación entre ambos métodos se observa en los flujos de trabajo. A continuación se analizará dónde se centran la mayor parte de esfuerzos de ambos métodos. Con la ayuda de la *Curva de Macleamy* se comprenderán mejor las diferencias.

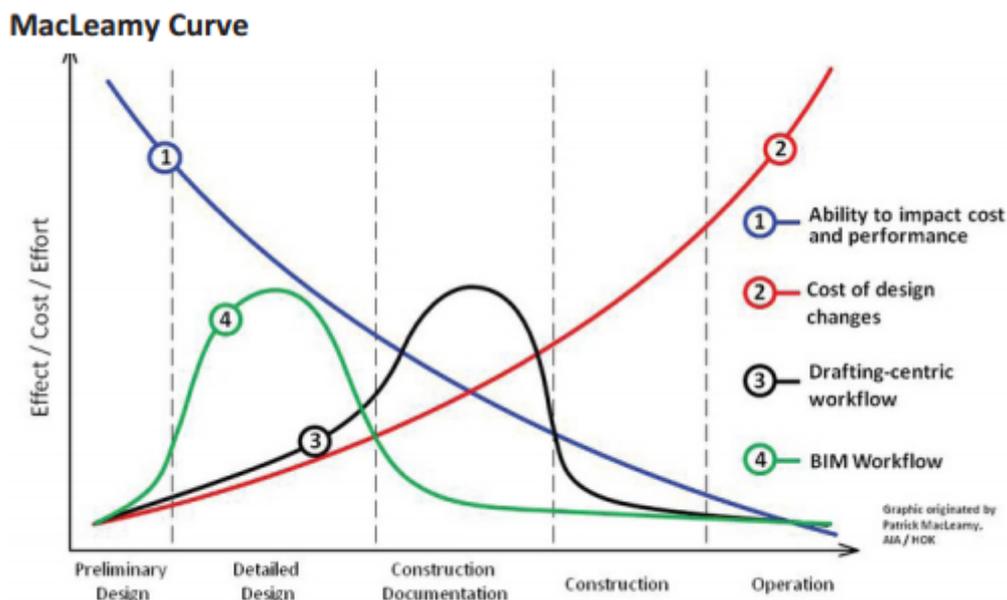


Ilustración 1: Macleamy Curve. Fuente: Strategic Forum for the Australasian Building and Construction Industry

El diagrama representa la relación entre cada una de las etapas con los efectos, esfuerzos y costes. Dentro de las etapas aparecen dos relacionadas con el diseño (*Preliminary Design* y *Detailed Design*), una asociada a la redacción de documentos (*Construction Documentation*) y otras dos sobre la ejecución de la construcción (*Construction* y *Operation*). También se encuentran cuatro curvas. La de color azul (1) representa el grado de efecto que tiene las modificaciones en cada etapa con respecto al coste, observando que son mayores en las iniciales y se reducen a medida que se avanza. La curva roja (2) muestra lo mismo, lo que considerando los

costes de las modificaciones. Esta es inversamente proporcional a la curva (1), presentando valores más elevados en las etapas finales de ejecución. Las curvas negras (3) y verdes (4) muestran los flujos de trabajo que conllevan los métodos **CAD** y **BIM** respectivamente.

Por parte de **CAD**, el proceso más costoso es la redacción de la documentación, donde se gastan más recursos en detrimento del trabajo de diseño. Al ocurrir esto, es más probable que existan errores o incoherencias que no hayan sido detectados en las etapas anteriores. Todo lo anterior se traduce en fallos de construcción y operación en la edificación, cuyos costes son elevados.

**BIM** trabaja de forma diferente. Emplea más esfuerzos en las fases de diseño, lo que permite detectar posibles errores antes del comienzo de la construcción. Además, dadas sus características, no requiere tanto trabajo a la hora de realizar la documentación en comparación con **CAD**.

Todas estas ventajas por parte de la metodología **BIM** generan una reducción de tiempo y errores a lo largo del ciclo de vida del edificio, lo que se traduce en un menor gasto económico. Según las estimaciones relativas a esos ahorros, las reducciones estarían en un 30% en los costes de proyecto, entre un 6% y un 23% en la construcción y en torno a un 18% en las labores de mantenimiento.

Además, según las estrategias **BIM** del gobierno del Reino Unido, en 2025 se podrá reducir en un 33% el coste del edificio a lo largo de su vida útil y en un 50% el tiempo de desarrollo de una construcción. También, se mejorará la eficiencia del edificio, reduciendo las emisiones de efecto invernadero a la mitad.

En resumen, la tecnología **BIM** supone una mejora notable en los proyectos de construcción. Su uso conlleva grandes mejoras en cuanto a métodos de trabajo más modernos y más eficientes, todo ello en un entorno colaborativo. El resultado de todo esto es la reducción de tiempos de trabajo y de errores en la ejecución, lo que lleva a un ahorro económico significativo.

## 5.2 BIM en el mundo

La situación de BIM a nivel global es muy diversa. Los principales países del mundo lo están empleado, aunque con diferentes grados de implantación que van desde su uso en iniciativas públicas y privadas aisladas hasta su requerimiento obligado en proyectos públicos. A pesar de esto, lo que es evidente es que su uso y desarrollo va en aumento.

Por un lado, fuera de la Unión Europea países como **Australia**, **Estados Unidos**, **Canadá**, **Corea** y **Japón** tienen un alto grado de implantación de BIM en sus

proyectos de construcción. En todos ellos existen guías BIM que estandarizan esta técnica con el fin de aglutinar y coordinar las diferentes disciplinas implicadas. Además, en **Australia, Estados Unidos y Corea** todos los proyectos públicos requerirán el empleo de BIM. En el resto de países mencionados, su uso está extendido y reconocido. A parte de estos países existen otros muchos donde se está comenzando a conocer la tecnología BIM. Por ejemplo, en **Sudamérica y Oriente Medio** se está empleando BIM en grandes proyectos.

En cuanto a Europa su uso está más extendido, siendo los países del norte los más avanzados. Dentro de este grupo encontramos a **Noruega, Finlandia, Suecia y Reino Unido**, este último exigirá el empleo de BIM para todos sus proyectos públicos gestionados por el estado a lo largo de 2016. Además, países como **Alemania y Francia** están fomentando el uso de BIM en el sector de la construcción.

En **España**, se está comenzando a conocer esta tecnología. Actualmente los proyectos ejecutados con BIM son puntuales y no se explotan al completo sus ventajas en gran medida por el desconocimiento del mismo. Por ello, se ha propuesto impulsar el uso de BIM a nivel nacional en todos los sectores implicados, teniendo como objetivo la obligatoriedad en licitaciones públicas de edificación a partir de 2019.

La estrategia para la implantación de BIM en la industria española tiene como objetivos aumentar la productividad en el sector de la construcción, reducir costes de las infraestructuras, mejorar la calidad de la información y adaptar las técnicas actuales a las existentes en el ámbito internacional. Para ello se ha establecido un plan de acción con los fines de definir un plan estratégico, promocionar el uso y la estandarización, crear una Comisión BIM y grupos de trabajo, establecer los requerimientos BIM en licitaciones públicas y estudiar el alcance de BIM mediante proyectos piloto.

Por esta desigualdad, a la hora de implantar BIM a nivel global los métodos de trabajo son diferentes. Debido a esto, se pueden encontrar complicaciones y falta de sincronización entre varios grupos de trabajo cuando se encuentran en países distintos. La organización **buildingSMART** trabaja para resolver estos problemas.

**buildingSMART** es una asociación abierta, neutral e internacional sin ánimo de lucro. Su objetivo principal es desarrollar y mantener estándares BIM internacionales, abiertos y neutros denominados *openBIM*. Está compuesta por distintas secciones de varios países donde se integran todos los agentes del sector de la edificación. España forma parte de ella por medio de **buildingSMART Spanish Chapter**, donde se integran empresas y organizaciones de diferentes sectores.

### 5.3 BIM en el entorno de un proyecto

La metodología BIM, como ya se ha comentado, se basa en el manejo de la forma más eficiente y eficaz posible de la información relativa a una construcción. Para que su aplicación en un proyecto de construcción cumpla con esto en la mayor medida de lo posible se tienen que considerar el verdadero alcance del mismo. Es decir, se tiene que considerar que información es útil o no.

La mejor forma de aprovechar los recursos, al máximo posible, es establecer los objetivos que el proyecto quiere abarcar con el fin de evitar sobredimensionar el modelo de la construcción. Todo esto se realizará en la fase inicial del proyecto y dependerá de varios factores, entre los que encontramos el grado de detalle, la finalidad de la metodología dentro del proyecto y las dimensiones que abarque BIM.

Por otra parte, dada la complejidad que conllevan todas estas variaciones y dimensiones que pueden componer un proyecto, es necesario el uso de un gran número de softwares, todos ellos con características bidireccionales. Esto hizo necesario el desarrollo de un formato universal para todas las herramientas BIM, el IFC (*Industry Foundation Classes*).

A continuación, se explicará con mayor detenimiento los diferentes grados de detalle (LOD) con los que se puede definir un proyecto y las dimensiones que se pueden abarcar en él. Además, se definirá el formato IFC y se comentarán algunos tipos de softwares que pueden trabajar con él y cuáles son sus funciones.

#### 5.3.1 Dimensiones

Las dimensiones de BIM son los campos, sin tener en cuenta las diferentes disciplinas dentro del propio modelo, que puede abarcar un proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Actualmente se han definido un total de seis dimensiones, aunque siempre existe la posibilidad de incluir más dado el amplio abanico de posibilidades que ofrece de BIM.

Partiendo de la 2D y hasta llegar a la 7D, a continuación se establecerán la función de cada una en la vida útil del edificio.

##### 5.3.1.1 2D BIM

La segunda dimensión o **2D** es la parte relativa a los **planos** y especificaciones generados a partir de un modelo.

Actualmente esta dimensión es imprescindible ya que a partir de los planos en 2D se genera toda la documentación necesaria para aprobar la construcción del edificio

de cara a las administraciones públicas. Además, en la práctica totalidad de las obras de construcción se trabaja con dichos planos a la hora de edificar.

#### 5.3.1.2 3D BIM

El **modelado** del edificio se encuentra en la tercera dimensión. En él se puede visualizar el aspecto que tendrá la construcción una vez finalizada, por lo que es una herramienta de gran utilidad a la hora de detectar errores de diseño antes de iniciar cualquier trabajo de campo. Además, contiene toda la información relativa a la construcción de la que parten el resto de dimensiones.

La información existente en esta dimensión no sólo abarca la geometría de la edificación, sino también las cantidades y propiedades de cada uno de los elementos constructivos. Esto permite una mayor fiabilidad y control en lo relativo a las características del edificio.

#### 5.3.1.3 4D BIM

La cuarta dimensión incluye el **tiempo**. Al introducir esta variable es posible planificar y analizar las fases de construcción permitiendo la optimización del mismo. También realiza variaciones en dicha planificación ante cualquier cambio o inconveniente surgido durante la puesta en marcha de la obra.

Los beneficios de emplear esta dimensión en el entorno de un proyecto puede suponer la reducción de un 10% en la duración de ejecución sin añadir coste adicional.

#### 5.3.1.4 5D BIM

La quinta dimensión en la metodología BIM es la referida al apartado **económico**. Con ella se consigue presupuestar la construcción en todos sus aspectos durante todo su ciclo de vida, consiguiendo un mayor y mejor control de costes.

Gracias a su carácter paramétrico, BIM ofrece resultados más fiables en cuanto a la estimación de gastos al conocer con mayor exactitud la edificación al completo. Esto permite el presupuestar en tiempo real el coste de la obra.

#### 5.3.1.5 6D BIM

La **sostenibilidad** de la construcción forma parte de esta dimensión. Esta permite conocer el comportamiento energético del proyecto, pudiendo reducir el consumo del mismo durante la etapa de diseño.

Los estudios realizados en esta dimensión toman en cuenta factores como los materiales de fabricación, la posición geográfica, la orientación, etc. Esto reduce considerablemente los esfuerzos a la hora de analizar la sostenibilidad del edificio.

#### 5.3.1.6 7D BIM

La 7D BIM abarca la **logística** durante el funcionamiento del edificio. Aquí es posible controlar las labores operativas y de mantenimiento del mismo, permitiendo una mayor eficiencia. Además, esta dimensión no solo se puede integrar en construcciones en fase de planificación o desarrollo, sino que también se puede incorporar en edificios en funcionamiento.

Los resultados finales son la optimización del ciclo de vida, de las labores de mantenimiento, reparaciones y remodelaciones, y de la gestión del espacio.

#### 5.3.2 LOD

La gran variedad de posibilidades que ofrece BIM en todas sus dimensiones permite mostrar todo tipo de información referida a la construcción. Esto no siempre es conveniente, ya que en algunas ocasiones conllevaría a sobredimensionar el modelo. Por ello, se han establecido una serie de niveles de desarrollo con el fin de optimizar la información y evitar cargar dicho modelo con datos innecesarios.

Las siglas **LOD** varían su acrónimo dependiendo del país que las nombre. Por un lado, según el *American Institute of Architects* (AIA), LOD hace referencia a *Level of Development* (Nivel de desarrollo), mientras que el *British Standards Institution* (BSI) hace alusión al acrónimo de *Level of Definition* (Nivel de definición). Ambos sistemas son muy similares, aunque con unas pequeñas diferencias que se comentarán más adelante. Actualmente en España no hay unos LOD definidos, sino que se emplean los americanos generalmente.

Los diferentes niveles de desarrollo se componen de una **parte gráfica** (*Level of Model Detail*) y de otra **no gráfica** (*Level of Model information*). En la primera se define el aspecto visual de los componentes del modelo y en la segunda la información relativa a los mismos. Estos niveles de desarrollo pueden variar dentro de un mismo elemento o de un modelo en general. Estas circunstancias se comentarán más adelante.

A medida que avance un proyecto el LOD del mismo se irá incrementando a medida que avance, pasando de una representación genérica en un comienzo hasta un modelo más fiel a la realidad. Por ello es necesario que se establezcan los límites a seguir en las etapas iniciales del proyecto para no desaprovechar recursos en incluir información irrelevante.

Para identificar los niveles de desarrollo se emplea una escala con una serie de requisitos asociados en cuanto a la cantidad de información incluida en el modelo. Esta escala es casi igual en los documentos redactados por la AIA y por el BSI, salvo por la inclusión de dos niveles adicionales por parte de los últimos y por la diferente forma de nombrar cada uno de ellos. En cuanto a los requisitos para alcanzar cada LOD, en ambos casos son idénticos.

A continuación, se comentarán los niveles de ambos sistemas.

#### **5.3.2.1 LOD 1 (BSI)**

El nivel de desarrollo más básico es el LOD 1. Únicamente el sistema británico tiene en cuenta este nivel. En él se establecen las limitaciones del emplazamiento y las instrucciones de actuación. Además, los modelos de construcción serían simples bloques o símbolos sin mayor detalle.

#### **5.3.2.2 LOD 2 (BSI) y LOD 100 (AIA)**

Este nivel muestra una primera idea de la morfología del edificio. El modelo se muestra de forma conceptual, obteniendo una visión preliminar de aspectos como el área, el volumen y la orientación.

#### **5.3.2.3 LOD 3 (BSI) y LOD 200 (AIA)**

El nivel LOD 3 (BSI) o 200 (AIA) muestra las características generales de la construcción. Estos apartados, como el tamaño, las cantidades y la ubicación, se visualizan de forma aproximada permitiendo realizar unos análisis previos del coste de las obras. Además, se comienza a unir cierta información no gráfica al modelo

#### **5.3.2.4 LOD 4 (BSI) y LOD 300 (AIA)**

En este punto, se podría dar por finalizada la etapa de diseño del edificio, ya que contiene toda la información, como las cantidades, tamaños, forma y ubicación, de manera exacta. A partir de este nivel, se podría proceder a su construcción, incluyendo la realización de controles de cumplimiento de normativas. Además, dado que los elementos modelados son exactos, permite una estimación de costes mucho más fiel a la realidad.

En cuanto a la información no gráfica, esta se puede incluir en el modelo del objeto para definirlos con mayor precisión.

### 5.3.2.5 LOD 5 (BSI) y LOD 400 (AIA)

El modelo en este nivel añade, con respecto al anterior, información acerca de la fabricación, el montaje y demás anotaciones importantes para su implantación en la edificación. Por lo tanto, la información no gráfica debe ir asociada al modelo del objeto.

La utilidad de estos LOD suelen estar asociados a elementos que requieran una fabricación y/o montaje específicos.

### 5.3.2.6 LOD 6 (BSI) y LOD 500 (AIA)

Este nivel de desarrollo suele ser denominado *as built* y en él se muestra una representación del edificio con sus características y defectos tal y como existen en la realidad. El modelo con este LOD es el apropiado para organizar las diferentes labores de mantenimiento y las operaciones de la instalación tales como futuras remodelaciones.

### 5.3.2.7 LOD 7 (BSI)

El LOD 7 muestra el modelo de la edificación real una vez se haya puesto en funcionamiento. El nivel está destinado al seguimiento y manipulación de las operaciones en curso, además de para supervisar el rendimiento de los diferentes aspectos de la construcción.

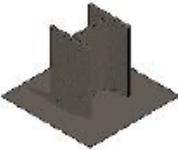
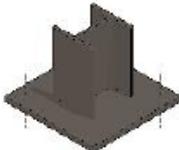
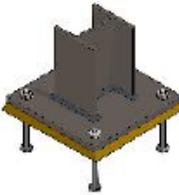
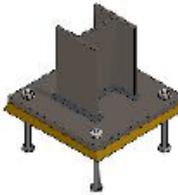
| LOD1  | LOD2  | LOD3  | LOD4  | LOD5  | LOD6  |
|---|---|---|---|---|---|
| Simbólico   | Conceptual  | Genérico  | Específico  | Construcción  | As Built  |
|  |  |  |  |  |  |

Ilustración 2: AEC (UK) BIM Technology Protocol. Version 2.1.1

### 5.3.3 LOD en un proyecto

Los niveles de desarrollo pueden variar dentro de un mismo modelo e incluso dentro de un mismo elemento. Por eso, dependiendo del tipo de proyecto que se vaya a

realizar podrán encontrarse infinidad de LOD que se ajustarán lo mejor posible a los requerimientos establecidos.

Lo primero que hay que considerar es que hay dos tipos de niveles de desarrollo: una parte asociada a la **información gráfica** y otra a la **alfanumérica**. Por lo tanto, hablar de un único LOD que recoja ambos parámetros es difícil debido a que estos pueden ser dispares.

Lo habitual en estos casos es nombrar el nivel de desarrollo con un valor intermedio entre el que define a ambos. Por ejemplo, si la parte gráfica de un modelo contiene un LOD 300 (AIA) y la parte alfanumérica un LOD 400 (AIA), lo habitual es acordar que el modelo LOD sea 350 (AIA). Esto puede valer para una aproximación o para preestablecer los requisitos en las fases de planificación, pero es impreciso y no describe la realidad.

Un ejemplo donde se puede ver más claro es el siguiente: Supóngase una boca de incendio equipada que se ha modelado gráficamente como un rectángulo extruido guardando unas dimensiones aproximadas y además se ha incluido toda la información necesaria para su identificación, montaje, uso y mantenimiento.

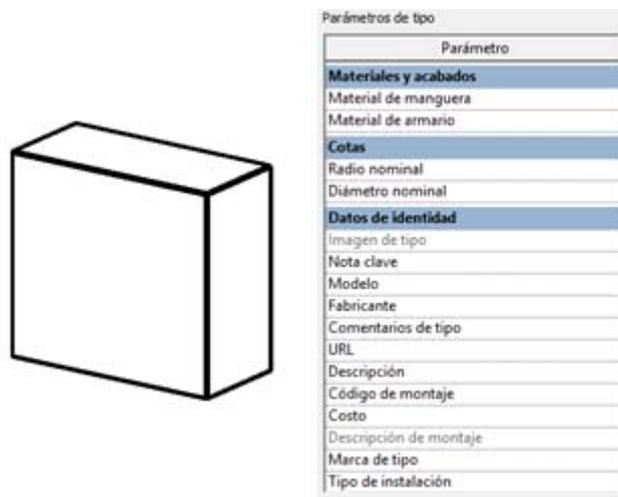


Ilustración 3: Ejemplo de diferentes LOD dentro de un mismo ejemplar. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Por un lado, la información gráfica es mínima aportando únicamente valores orientativos que pueden ser empleados para evitar interferencias. Por el otro, la información no gráfica es elevada permitiendo identificar al equipo, además de otros datos adicionales. En cuanto a los niveles de desarrollo existentes se observa que en la parte gráfica encontramos un LOD 100 (AIA), mientras que en la alfanumérica un LOD 500 (AIA).

En este caso, afirmar que la representación del equipo tiene un valor intermedio de un LOD 300 (AIA) es un error, ya que el modelado del mismo es muy inferior al requerido, que debe ser exacto. Además contiene una cantidad de información muy superior a la que un LOD de esas características debe contener.

Es por esto que los niveles de desarrollo en ciertas ocasiones son muy orientativos, ya que dependiendo del tipo de proyecto a realizar se exige una cierta información u otra. Además, teniendo en cuenta que cuanto mayor sea el proyecto mayor será la cantidad de elementos con sus correspondientes LOD, más complejo e impreciso será definir un único LOD que abarque todo el modelo.

En definitiva, el uso de los niveles de desarrollo se emplea para escalar de manera orientativa la calidad y cantidad de definición y/o desarrollo que contiene el modelo. Por ello, hay que considerar el valorar y emplear los LOD según la finalidad del proyecto tomándolos siempre como una aproximación y una visión general y no como algo exacto y definitivo.

Más adelante, cuando se hable del proyecto de la instalación que ocupa este proyecto se observará un ejemplo práctico donde se encuentran varios LOD dentro de un mismo modelo. Aquí se verá por qué emplear varios niveles en un proyecto dependiendo de los objetivos buscados.

#### **5.3.4 Formato IFC**

Una de las características más destacadas de la metodología BIM es la bidireccionalidad entre diferentes softwares. Dado que se trabaja en un entorno multidisciplinar, la comunicación entre las diferentes secciones debe ser óptima para evitar la pérdida de información. Con el fin de estandarizar y mejorar los intercambios de información se creó el formato IFC (*Industry Foundation Classes*).

El formato IFC es un archivo de datos de especificación abierta creado por la *International Alliance for Interoperability (IAI)*. El objetivo de este formato es la mejora en la comunicación entre softwares BIM para reducir lo máximo posible la pérdida de datos en los intercambios de información.

Los datos que contiene cada fichero IFC se componen de información geométrica y alfanumérica. Dependiendo de la disciplina del software a emplear, este operará con la parte de la información que le resultará más útil. Por ejemplo, si se quisiera dimensionar la estructura de una edificación mediante un software destinado a ello la transferencia de ciertos datos sería irrelevante. Información como el tipo de puerta a colocar no influiría en los cálculos, pero sí lo haría el número y disposición de las mismas.

Por ello, los resultados muestran beneficios en la comunicación entre los diferentes agentes de cada sector. Esto conlleva una reducción de costes y una mejoría en la calidad del proyecto antes, durante y después de su ejecución.



Ilustración 4: Logo IFC. Fuente: buildingSmart

## 5.4 Software BIM

BIM, como ya se ha comentado, es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Para poder realizarse tales acciones se requiere de una serie de herramientas. Estas han de tener unas características para poder ser definidas como software BIM.

La metodología no se ha introducido en el mercado de repente, sino que ha sido fruto de una evolución continua. Por ello cada uno de los diferentes sectores que forman parte del ciclo de vida de una construcción ha ido adaptando sus herramientas para cumplir con las características que requiere BIM. De aquí han nacido o, gran parte, evolucionado la mayoría de software de los que hoy dispone el mercado.

La gran variedad de campos que participan en un entorno BIM y su continua evolución dificulta el aunar todas las posibilidades en una única herramienta. En su lugar existen un gran número de softwares comunicados entre sí que abarcan toda la vida de un edificio. Los más conocidos y asociados a BIM suelen ser los que se encargan de modelar la construcción, aunque también existen softwares BIM dedicados a la elaboración de presupuestos, a la planificación de la ejecución, al mantenimiento de las instalaciones, etc.

Dentro de la amplia gama de softwares catalogados como BIM podemos encontrar *Autodesk Revit* y *ArchiCAD*, destinados al modelado paramétrico; *CYPE*, dedicado al cálculo de estructuras; *Presto*, para mediciones y presupuestos y un largo etcétera más de herramientas.



## 6 CASO DE ESTUDIO: CENTRO DE HIDROTERAPIA Y SALUD DE GUÍA DE ISORA

Las aplicaciones de BIM son numerosas. Se puede implantar esta técnica ya sea en edificios en fase de proyecto o ya construidos, independientemente de si este se ha realizado con técnicas BIM o no. Además, dentro de la fase en la que se encuentre, dicha incorporación se podrá realizar en todos los ámbitos profesionales existentes o en alguno en particular. Todo dependerá de la amplitud y la finalidad.

En este caso el objetivo marcado ha sido la **adaptación a BIM de la logística asociada a la instalación contra incendios de un edificio ya ejecutado y operativo**. Para ello se ha necesitado documentación, tanto de la construcción como de la instalación, además de varios softwares destinados al modelado y a la gestión de la información.

A continuación se mostrará información sobre el edificio y la planificación previa realizada antes de los trabajos con el fin de alcanzar los objetivos marcados en el apartado 1. Además, se explicarán las técnicas seguidas para la realización de los mismos.

### 6.1 Información sobre el edificio

El **Centro de Hidroterapia y Salud de Guía de Isora** está situado, según su referencia catastral, en la calle Topos, nº 20, en la localidad de Guía de Isora (Santa Cruz de Tenerife) y su ejecución finalizó en el año 2011. La actividad a la que está destinado principalmente es a la deportiva, aunque también se destina cierta parte a tareas administrativas.

La parcela dónde se ubica el edificio, cuya referencia catastral es: 5215206CS2251N0001AI, se encuentra en una finca construida sin división horizontal con una superficie construida de 2.976 m<sup>2</sup>. La superficie de suelo es de 2.310 m<sup>2</sup>.

El recinto dispone de tres plantas denominadas inferior, intermedia y superior, accediéndose al recinto por esta última. La puerta de entrada se encuentra en la Plaza de Garachico, S/N, situada en la Avenida Isora. La distribución aproximada de los espacios de cada uno de los niveles se expondrá a continuación.

- Planta inferior: Aquí se encuentran los vestuarios y saunas para ambos sexos, las termas y zonas para actividades deportivas como dos pistas de squash, gimnasio y piscinas. Además existe una habitación destinada a la ubicación

de equipos mecánicos y un patio de acceso al nivel comunicado con la planta intermedia.

- Planta intermedia: En este nivel se emplaza una zona con fines administrativos compuesta por dos habitaciones: una oficina y una concejalía. Además se encuentran zonas deportivas como la sala múltiple y la ludoteca y un patio de acceso que conecta con el resto de plantas.
- Planta superior: Este nivel es el de acceso encontrándose únicamente un vestíbulo y el ascensor que comunica con las demás plantas.

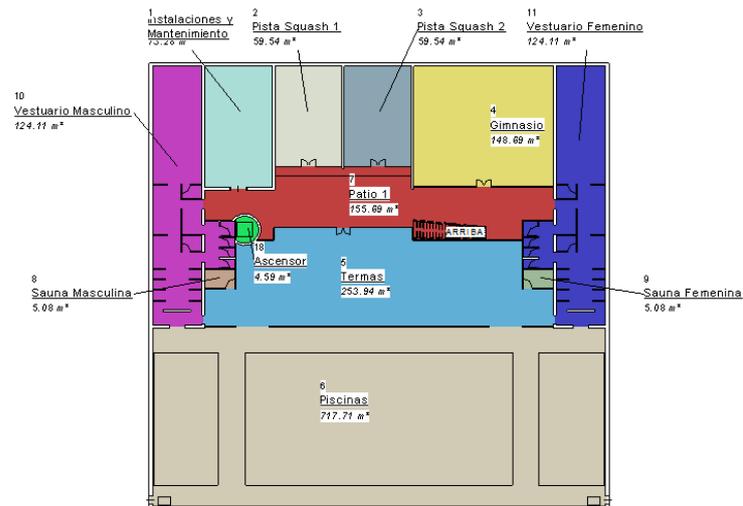


Ilustración 5: Planta inferior y sus habitaciones. Fuente: Elaboración propia. 2016.

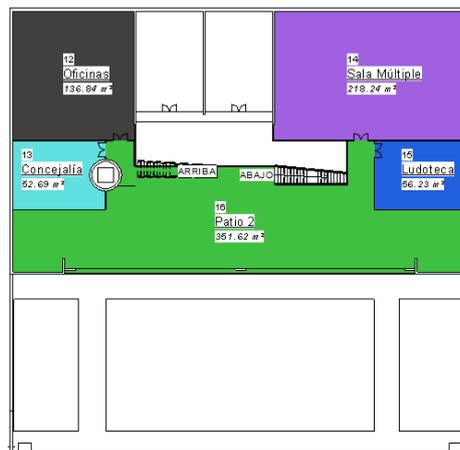
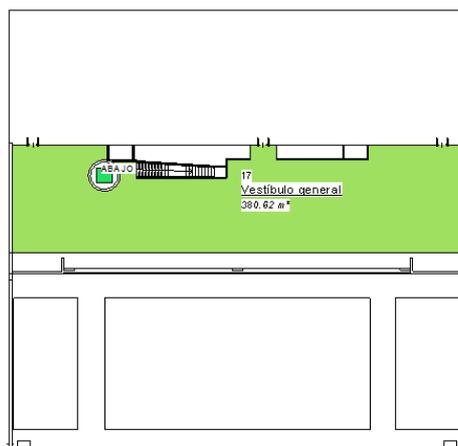


Ilustración 6: Planta intermedia y sus habitaciones. Fuente: Elaboración propia. 2016.



*Ilustración 7: Planta superior y sus habitaciones. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

## 6.2 Planificación

La planificación es la parte donde se establecen las diferencias con respecto al uso de las metodologías CAD tradicionales. Si en esta fase se establecen las pautas y criterios a seguir durante todo el proyecto se alcanzarán mejores resultados.

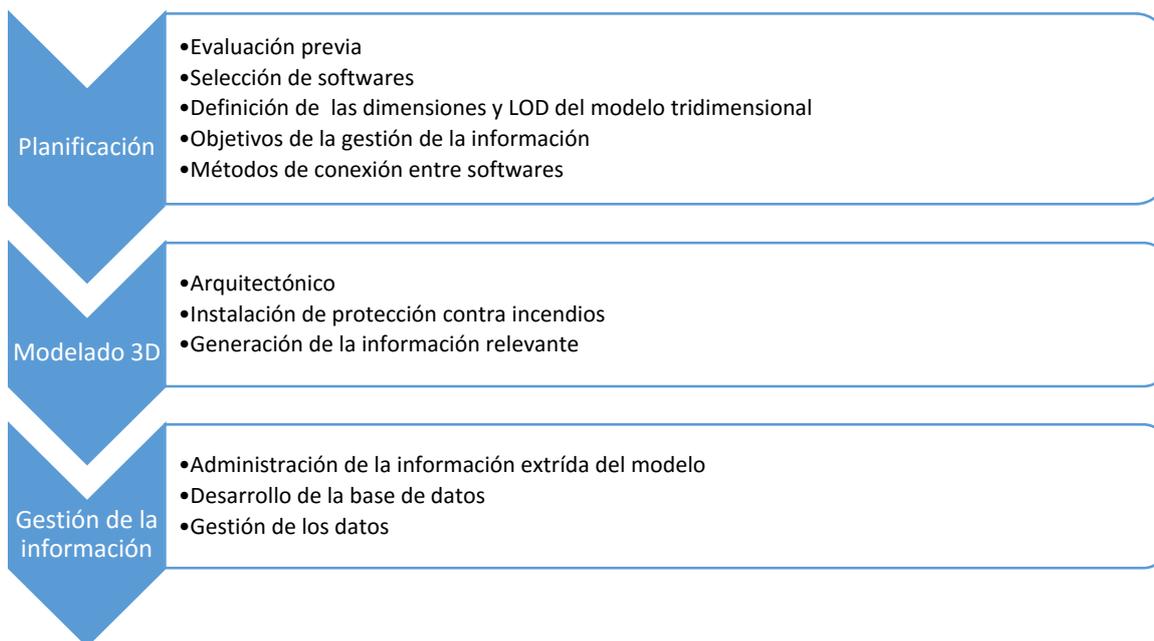
Dado que este es un trabajo destinado a mejorar y explorar las posibles soluciones, la amplitud del proyecto y los caminos seguidos han ido variando según las circunstancias. Los factores que han contribuido a ello han sido el tiempo y las limitaciones propias de los softwares entre otras cosas. A pesar de estos inconvenientes, la planificación ha seguido unas líneas fijas programadas inicialmente para evitar que el resultado final difiera demasiado de los objetivos deseados.

Las líneas definidas para que el trabajo se ejecute de la manera adecuada tienen que ver, en su mayoría, con la dimensión y LOD que abarca el proyecto. La importancia de establecer correctamente ambos apartados es la de evitar un sobreesfuerzo de tiempo y recursos. Por un lado, si inicialmente se estableciesen en defecto dichos puntos se requerirá, más adelante, una ampliación dichas características, significando un gasto de tiempo en materia de organización. Por otro lado, el implantar un grado excesivo en las dimensiones y los LOD en la fase inicial se traducirá en un desaprovechamiento de los recursos y del tiempo, ya que se ha realizado trabajo que no se empleará.

El resto de la planificación ha ido evolucionando según su conveniencia con los objetivos finales. Dentro de este apartado hay un sinnúmero de detalles que se irán comentando más adelante cuando se exponga más detenidamente la organización a lo largo del proyecto. Entre ellos hay dos puntos clave: la elección del mejor software y la forma de organizar y gestionar la información.

La justificación de los cambios en estos aspectos se encuentra en el origen del proyecto. Al no disponer de un camino excesivamente limitado se ha ido probando distintas posibilidades hasta dar con la mejor.

En cuanto a las etapas con las que ha evolucionado el proyecto, estas si han estado definidas desde el inicio. Dichas fases han servido de guía en la ejecución del trabajo para alcanzar los objetivos finales. A continuación se muestra un esquema del flujo de trabajo y se explica con detalle la planificación de cada una de las etapas.



Esquema 1: Flujo de trabajo. Fuente: Elaboración propia. 2016

### 6.2.1 Evaluación previa

El Centro de Hidroterapia y Salud de Guía de Isora es un edificio ejecutado y operativo. Además, cuenta con una instalación de protección contra incendios variada. Esto permite realizar un trabajo que abarque el mayor número de equipos posible sin que sea excesivamente grande.

En primer lugar se debe analizar la envergadura del trabajo a realizar. Este Trabajo de Fin de Grado trata de implantar la metodología BIM para el seguimiento de las operaciones, más concretamente las labores de mantenimiento. Por esto, la **dimensión BIM** que contendrá este proyecto será la **séptima (7D)**.

Para que sea posible realizar las gestiones necesarias se requiere de un modelo del edificio. A la hora de modelarlo, los **LOD** con los que se harán el edificio y la instalación no tienen por qué ser el mismo, sino que podrán variar según las necesidades. Esto se comentará con mayor detenimiento en el punto 6.2.3.

En segundo lugar se debe buscar información acerca de la construcción. Dicha información tendrá que ver con los planos del edificio, de la instalación contra incendios y de toda la documentación que pudiera aportar al proyecto. Estas acciones se deben de realizar en dos fases: una para recopilar datos y otra para verificarlos. Esto es de vital importancia, sobretodo en construcciones ya ejecutadas debido a que suelen haber modificaciones realizadas en obra que no se registran.

Para solicitar la **documentación** se contó con la colaboración de la Concejalía de Urbanismo del Ayuntamiento de Guía de Isora. Esta institución proporcionó los planos y documentos expuestos en los Anexos 1 y 2. La información facilitada consistió en los planos de la instalación de protección contra incendios (formato PDF), uno por cada planta, y un documento extraído de la memoria en referencia a la misma instalación.

Seguidamente se procedió a verificar que los planos reflejaban fielmente la realidad de la instalación. Para ello se procedió a un trabajo de campo donde se comparó la información proporcionada con la real. El resultado fue negativo, ya que se observaron discrepancias entre los documentos y la realidad.

En la parte arquitectónica las variaciones fueron las más relevantes de cara a la instalación. Por estas alteraciones hubo que redistribuir algunos componentes de la instalación para adaptarla a la nueva situación.

Los cambios más relevantes observados en el edificio serían: la inexistencia real de la sala de máquinas (1) y las escaleras de acceso situadas en un lado del edificio (4), en la diferencia considerable entre las termas y saunas proyectadas y las realizadas (2) y en la mala colocación en los planos de algunas puertas habilitadas para salida de emergencia (3).

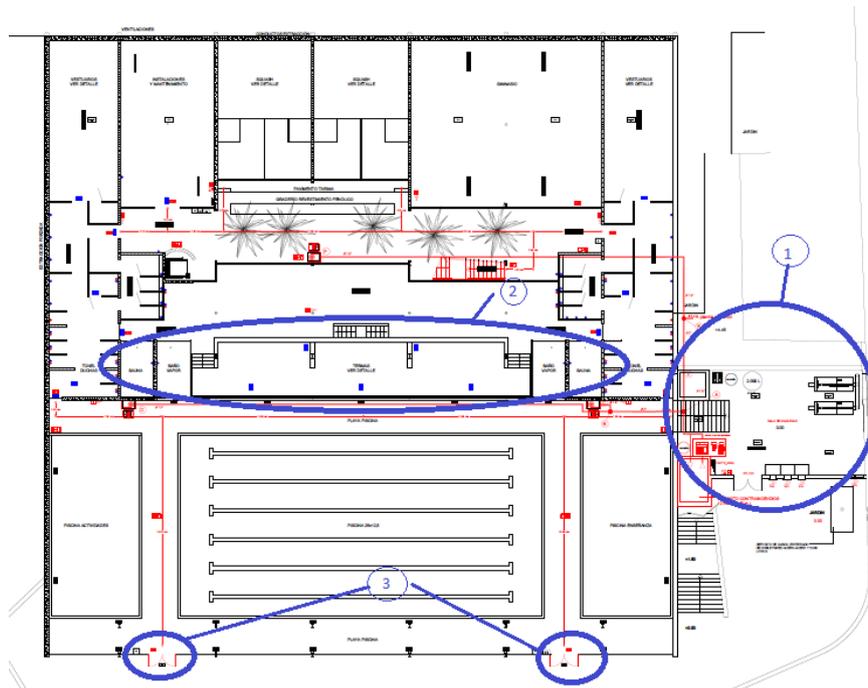


Ilustración 8: Plano de nivel inferior que muestra los errores. 1) Sala de máquinas. 2) Termas. 3) Salidas de emergencia. Fuente: Elaboración propia. 2016.

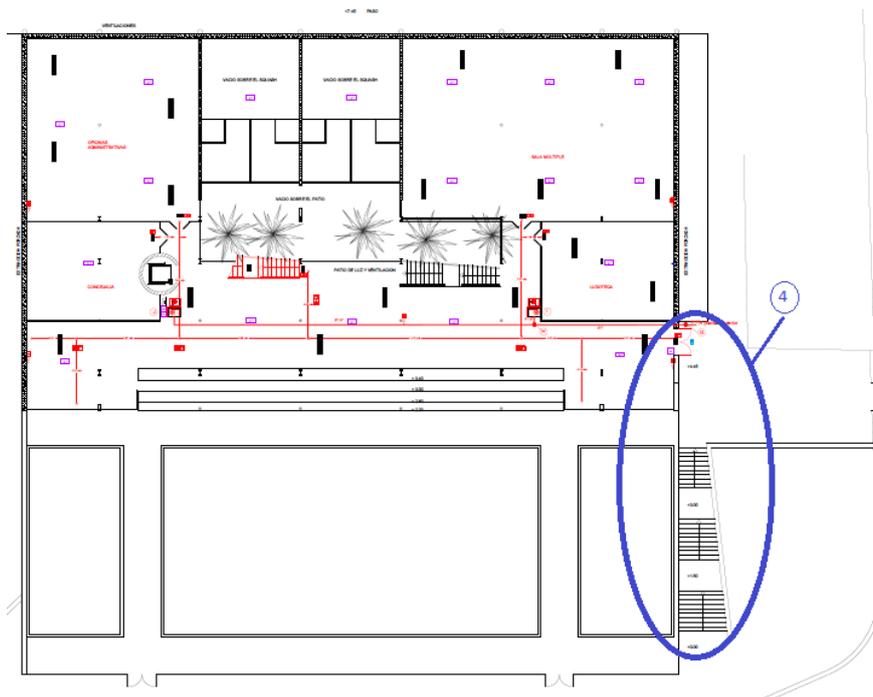


Ilustración 9: Plano de nivel intermedio que muestra los errores. 4) Escalera lateral. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Otros cambios de diseño son la inexistencia en la realidad de la zona habilitada para cafetería situada en la planta superior y la sustitución del muro de la fachada de la entrada al edificio por una cristalera. Estas variaciones no afectan significativamente

a la instalación, por lo que se representarán en el modelo sin tener mayores consecuencias.

Entre las modificaciones más importantes hay que destacar que la no construcción de la sala de máquinas conllevó una reestructuración de la instalación contra incendios. La más importante fue la necesidad de crear un foso para colocar el sistema de bombeo de la red de bocas de incendio equipadas. Este cambio generó una reestructuración del esquema de tuberías de abastecimiento de los quipos nombrados. Además hubo que adaptarse a las circunstancias y alimentar esta red a través del depósito propio de las piscinas en lugar de conectar al aljibe correspondiente.

A la hora de seleccionar entre una realidad u otra, la elección era clara. Al estar el trabajo enmarcado dentro de la séptima dimensión se modeló tal y como se había ejecutado la obra. Esto es debido a que, al realizarse trabajos sobre la operatividad del edificio, se necesitaba saber con una cierta exactitud la información real del mismo.

Una vez concluido esto, fue necesaria la creación de un nuevo inventario donde se mostrasen los diferentes equipos que existen realmente en la instalación. Tras realizar el recuento los resultados fueron los que se encuentran en la siguiente tabla:

*Tabla 1: Inventario de los elementos de la instalación PCI. Exportada de Access 2013*

| Descripción                           | Tipo                          | Número de equipos |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Boca de incendio equipada             | 25 mm                         | 6                 |
| Bomba                                 | Jockey                        | 1                 |
| Bomba                                 | Principal                     | 1                 |
| Central algorítmica                   | AE/SA-C2                      | 1                 |
| Detector óptico algorítmico           | AE/SA-OP                      | 28                |
| Detector termovelocímetro algorítmico | AE/SA-T                       | 4                 |
| Extintor                              | 5Kg C02                       | 3                 |
| Extintor                              | 6Kg Ef. 21 <sup>a</sup> -113B | 12                |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 1240x297 - T26 2x36W          | 37                |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 141x320 - 160 Lum             | 7                 |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 141x320 - 215 Lum             | 21                |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 141x320 - 95 Lum              | 17                |
| Luminaria estanca de superficie       | 1274x160 - 2x36W              | 2                 |
| Luminaria estanca de superficie       | Emergencia exterior           | 9                 |
| Módulo de dos salidas vigiladas       | AE/SA-2SV                     | 3                 |
| Piloto automático de emergencia       | Estándar                      | 9                 |
| Pulsador de alarma algorítmico        | AE/SA-P                       | 6                 |
| Sirena de alarma                      | AE/V-AS                       | 5                 |
| Sistema óptico-acústico exterior      | AE/V-ASF                      | 1                 |

Cabe decir que ciertos elementos considerados propios de la instalación contra incendios no se tienen en cuenta en este proyecto por diversos motivos. Solo se han incluido los expuestos en la Tabla 1 debido a que estos deben estar sometidos a una serie de revisiones periódicas. Otros elementos como las puertas de seguridad no se han incorporado al estudio al ser consideradas como elementos propios de la arquitectura del edificio a pesar de llevar sus consiguientes revisiones.

También, como se comentó, es necesario organizar el seguimiento de las operaciones de la instalación de protección contra incendios. Para ello se procederá a la creación de una base de datos que almacenará y gestionará todas las operaciones asociadas a la instalación. En ella se incluirán los datos relevantes de los equipos existentes, información acerca de su estado en función de la normativa vigente y un registro de toda la información que se considere relevante.

El objetivo es que el modelo tridimensional y la base de datos se apoyen simultáneamente en la organización de las tareas de mantenimiento. Con ello se facilitará tanto la ejecución como la prevención.

### 6.2.2 Software empleados

---

Una vez realizado la planificación y documentación inicial, el paso a seguir es seleccionar las herramientas a emplear para la realización de los trabajos. Hay que tener en cuenta que los softwares elegidos deben cumplir con las características asociadas a BIM.

En la realización del proyecto se distinguen dos tipos de trabajo: el modelado 3D y la gestión de la información asociada. Los diferentes softwares se han elegido para realizar de la mejor manera posible cada una de estas dos tareas, interconectándolos de manera que se cumplan los criterios BIM.

La herramienta elegida para el modelado es **Autodesk Revit 2015**, mientras que para la gestión de la información se ha usado dos programas de la suite de **Microsoft Office 2013: Excel y Access**. Además se utilizó el *plugin RushForth Tools 2015* integrado en *Revit 2015*.

La selección de cada una de estas herramientas viene dada por una serie de criterios subjetivos. Es evidente que en el mercado hay otro tipo de softwares que cumplen con las funciones de los elegidos, pero para este caso se ha optado por ellos debido a los motivos que se indican a continuación.

En el caso de **Revit** se han evaluado sus posibilidades a la hora de realizar el modelado 3D necesario. Este software incluye funciones destinadas a diferentes tipos de diseño relacionados con BIM como: diseño arquitectónico, estructural, de

construcción e instalaciones (MEP: *Mechanical, Electrical and Plumbing*). Además, se ha tenido en cuenta otras experiencias y trabajos en la elaboración de modelos tridimensionales de edificaciones.

A pesar de que en el mercado hay otro tipo de herramientas como *ArchiCAD* que realizan este tipo de trabajos, la elección final de *Revit 2015* ha estado influenciada por la manera de adquirirlo. Al ser un software de pago es necesario comprar una licencia. Dependiendo del tipo de licencia el precio puede variar, existiendo la posibilidad de poder adquirirlo o alquilarlo. En este caso se ha adquirido de manera gratuita mediante la Universidad de La Laguna, que ofrece licencias de tres años a sus alumnos de tres años.

Por otro lado, en cuanto a los softwares destinados a la gestión de la información se optado por **Excel** y **Access** por varios motivos. Uno de ellos es por sus aplicaciones, que tienen que ver, en ambos casos, con la gestión de datos. El otro es por su licencia, que al trabajar con un sistema operativo *Windows* es gratuita en su mayor parte.

En lo relativo a las diferentes posibilidades de estas herramientas encontramos que ambas están especializadas en la gestión de datos, aunque con ciertas diferencias. *Excel* es una herramienta de hoja de cálculo, mientras que *Access* es un sistema de gestión de bases de datos. Por esto se ha decidido emplear *Excel* para la realización de cálculos que por parte de *Revit* serían imposibles y *Access* para la elaboración de la base de datos que gestione las operaciones propias de la instalación de protección contra incendios. Además otra de las ventajas que tiene el uso de ambos softwares simultáneamente es la capacidad de interconectarse, potenciando sus capacidades el uno al otro.

Finalmente el otro software empleado está destinado a cubrir las carencias de comunicación directa entre *Revit* y las herramientas *Office*. ***RushForth Tools 2015*** es un *plugin* de *Revit* que se usa para intercomunicar este con *Excel* en ambos sentidos. Gracias a este último permite la bidireccionalidad de la información, por lo que cumple con una de los rasgos BIM más importantes.

### 6.2.3 Modelo 3D

---

El modelo tridimensional es una de las partes más importantes de la metodología BIM. En él estará toda la información relativa al edificio, ya sea para la ejecución de la obra o para gestionar su funcionamiento. Por esto es importante realizarlo en proporción con el objetivo destinado.

La construcción del modelo 3D se realiza con el software *Autodesk Revit 2015*. Como ya se comentó, esta herramienta permite el diseño paramétrico de todos los

componentes del edificio. En este caso, al estar enfocado a la instalación de protección contra incendios, se limita al modelado de la misma y de la estructura principal del complejo. Dadas las exigencias propias del proyecto, los LOD de cada una de ellas varían según su uso.

Como paso previo al inicio del modelado hay que diferenciar dos partes a crear, dado que las exigencias de cada una de ellas serán distintas. Las dos secciones serán: la arquitectura del edificio, compuesta por muros, puertas, ventanas y demás componentes básicos; y la instalación de protección contra incendios.

La finalidad de esta separación es la de optimizar recursos. Debido a que el proyecto se basa en la gestión de la instalación sería irrelevante emplear demasiados esfuerzos en modelar con una gran precisión la arquitectura. En consecuencia se destinarán la mayoría de los esfuerzos en representar con fidelidad la instalación. Para realizar el modelado, se hará con los recursos que ofrezca *Revit 2015*. Estos medios son las denominadas familias, término que se definirá con mayor detenimiento en el apartado 6.3.1, y ofrecen representaciones paramétricas de los elementos básicos de una construcción.

Una vez establecido dónde se van a emplear más medios para su desarrollo hay que establecer los **LOD** correspondientes a cada uno. En el caso de la estructura es más sencillo, requerirá un LOD bajo para que se muestre la morfología principal del edificio. En cuanto a la instalación hay que detallarla lo máximo posible para que permita, como mínimo, la realización de los trabajos de mantenimiento necesarios para la correcta operatividad.

Por un lado, el LOD con el que se modelará la **parte arquitectónica** será básico. Dadas sus exigencias solo será necesario un desarrollo medio en la parte gráfica, mientras que la alfanumérica no tendrá relevancia. Para cubrir estas necesidades es suficiente con un **LOD (BSI) 3** donde se mostraría las características generales de la construcción, siendo las dimensiones valores aproximados.

Por otro lado, la **instalación** habrá que modelarla con un LOD que permita gestionar la operatividad. En este punto habrá que diferenciar dentro de la instalación la parte gráfica y la alfanumérica. La primera será necesaria sólo hasta cierto punto, mientras que la segunda será la que definirá con exactitud la instalación.

El uso de la **información gráfica** en este modelado alcanzará niveles de **LOD muy básicos**. Esta parte está destinada a posicionar cada uno de los elementos en el modelo, por lo que se emplearán las familias que *Revit* trae de fábrica. En caso de no encontrar algún equipo en particular se creará con formas geométricas básicas. Por lo tanto los **LOD (BSI)** gráficos de los equipos extraídos de familias tendrán una

categoría de **3** ya que representan formas genéricas, mientras que los creados serán de categoría **2** al representarse conceptualmente.

En lo relativo a la **información alfanumérica**, esta alcanzará mayores LOD, alcanzando siempre un **LOD (BSI) 6**. Aquí se incluirá la información real de cada uno de los ejemplares de la instalación de tal forma que permita la actualización de los datos en caso de alguna variación.

Los resultados finales de todos estos aspectos deberán mostrar la suficiente información para que el modelo permita gestionar el mantenimiento de la instalación.

#### **6.2.4 Gestión de la información**

La metodología BIM está basada en el intercambio de información entre diferentes softwares. Por lo tanto es imprescindible establecer una buena organización en todo momento para que se tal flujo se realice de manera ordenada.

Dada la gran cantidad de información a manejar se empleará una base de datos que gestione la instalación y todo lo relativo a su mantenimiento. Para ello se usará la herramienta de *Microsoft Office*, **Access**. En ella se creará todo lo necesario para que las labores propias del mantenimiento y el seguimiento del mismo se realicen de la forma más eficiente posible.

La organización y manipulación de la base de datos de *Access* se realizará mediante una serie de tablas que servirán para almacenar la diferente información asociada a la instalación. Además, a través del resto de funcionalidades del programa, se creará una interfaz para facilitar su uso diario.

Otro de los softwares que se van a emplear para esta finalidad será **Excel**. El uso de esta herramienta no será demasiado elevado, empleándose solo para realizar cálculos que no permite hacer *Revit* o *Access*.

Toda la información básica de la instalación será extraída de *Revit* a partir de tablas de planificación. Estas, de las que se hablará con más detenimiento en el punto 6.3.1, son tablas creadas con datos y filtros seleccionados con el fin de obtener en un único lugar la información deseada.

En cuanto a la conectividad habrá diferentes tipos de vinculación. Por un lado *Access* estará comunicado unidireccionalmente con las mencionadas tablas de planificación por medio de un archivo con formato *.txt* extraído de *Revit*. A su vez, *Excel* se sincroniza bidireccionalmente con *Revit* a través del *plugin RushForth Tools 2015* y con *Access* a través de aplicaciones internas de *Office*.

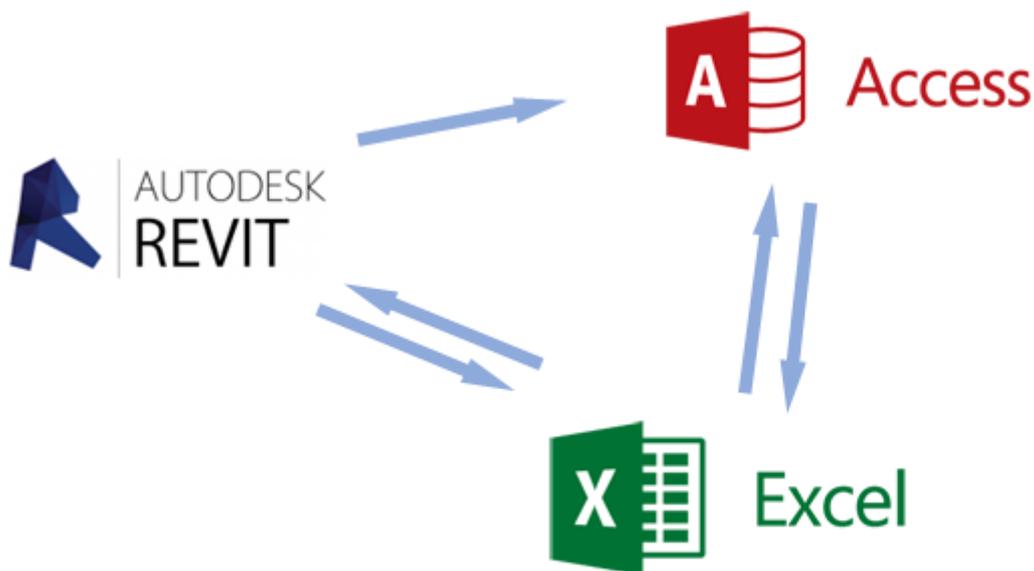


Ilustración 10: Comunicación entre softwares. Fuente: Elaboración propia. 2016.

### 6.3 Trabajo realizado

Una vez se ha realizado la planificación se prosigue con las fases del proyecto. En este caso, tras haber determinado los requisitos se modela el edificio y la instalación para luego extraer la información necesaria. Con dicha información se generará las bases de datos correspondientes para la organización del mantenimiento y se cerrará el ciclo de la información para actualizar el modelo 3D.

El trabajo realizado durante cada uno de los procesos no ha sido directo, sino que ha ido variando según han ido apareciendo oportunidades o inconvenientes. Cada uno de estos cambios tiene una justificación que se irá comentando a medida que se avance en el desarrollo del proyecto.

A continuación se expondrán los trabajos realizados en los diferentes softwares además de las etapas y variaciones dentro de cada uno de ellos. La distribución de las herramientas en cuanto al orden de aparición de las menciones en esta memoria estará determinado por su importancia y envergadura. Por esto, se procederá a comentar el uso de *Autodesk Revit 2015*, seguido de *Access 2013* y *Excel 2013*. La aplicación *RushForth Tools 2015*, que se ha empleado para acciones muy concretas, se expondrán según su uso (punto 6.3.1).

### 6.3.1 Modelado

El software de *Autodesk, Revit 2015*, se ha empleado para la realización del modelo tridimensional. A continuación, partiendo de dicho modelo, se ha exportado la información necesaria para conseguir el objetivo del proyecto. Este último paso se ha realizado de dos maneras, siendo necesario el uso de un *plugin* externo en una de ellas.

El trabajo realizado con este software se puede esquematizar en varias etapas. Es importante realizarlas todas y cada una de ellas no solo de la manera más precisa posible, sino también con un cierto orden. Los resultados al cumplir con esto conllevarán menos errores al trabajar de forma organizada. Las etapas seguidas son las expuestas en los siguientes apartados.

#### 6.3.1.1 Preparación del entorno

Al comenzar en un proyecto dentro de *Revit* hay que realizar una serie de configuraciones previas y determinar la organización de los diferentes elementos dentro del programa. Con la preparación inicial del entorno se persigue conocer el entorno en el que se va a trabajar, evitando errores futuros. Además, predefiniendo la disposición con la que se va a mostrar la información en el software ayudará a un fácil manejo de la información.

La primera interfaz de *Revit 2015* es la que aparece en la Ilustración 5. Esta es la pantalla de inicio y el elemento más importante en este punto es el botón con el símbolo de *Revit* () , a partir de ahora denominado “Inicio”. Aquí aparece el menú de inicio donde permite crear, abrir o guardar un proyecto o familia. Además en este lugar se encuentra las diferentes formas de exportar un proyecto, que se comentarán más adelante, y las sección de opciones, que aborda las diferentes configuraciones del programa.

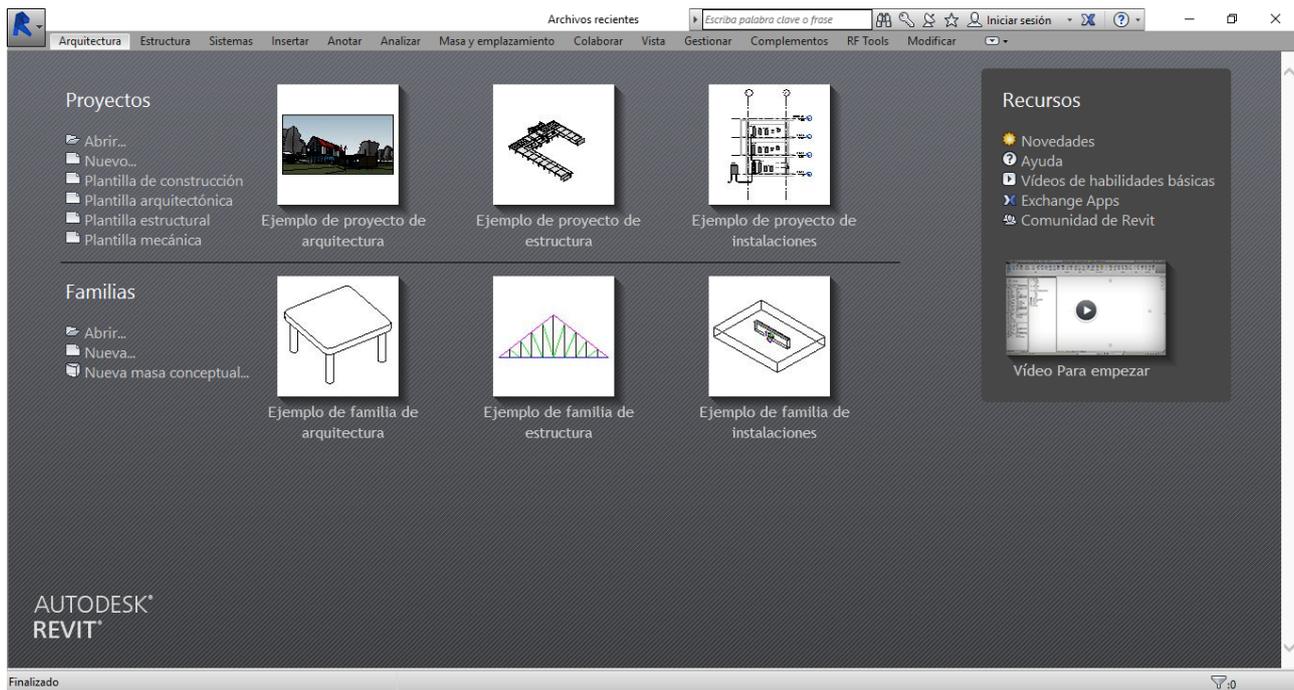


Ilustración 11: Interfaz de inicio de Revit 2015 Fuente: Elaboración propia. 2016.

El primer paso de un trabajo en Revit 2015 es seleccionar o crear una plantilla de proyecto. Estas proporcionan un entorno inicial predefinido, pudiendo modificarse según las necesidades del usuario. Para comenzar hay que acudir a: Inicio/Nuevo/Proyecto. Tras esto se abrirá la ventana “Proyecto nuevo”, que permite crear nuevos proyectos o plantillas de proyecto. El software permite realizar esta acción a partir de plantillas ya existentes o partiendo desde cero. A través de “Archivo de plantilla” dentro de la ventana abierta seleccionaremos la plantilla y en “Crear nuevo” definiremos si es un proyecto o una plantilla lo que se quiere crear.

En este caso y para este trabajo se ha creado un proyecto nuevo a partir de una “Plantilla arquitectónica”. El motivo es puramente subjetivo, y es que esta se ha usado anteriormente y el trabajo con ella resulta más fluido.

A continuación, tras seleccionar la plantilla, se abre la interfaz de usuario de Revit 2015, Figura 6.

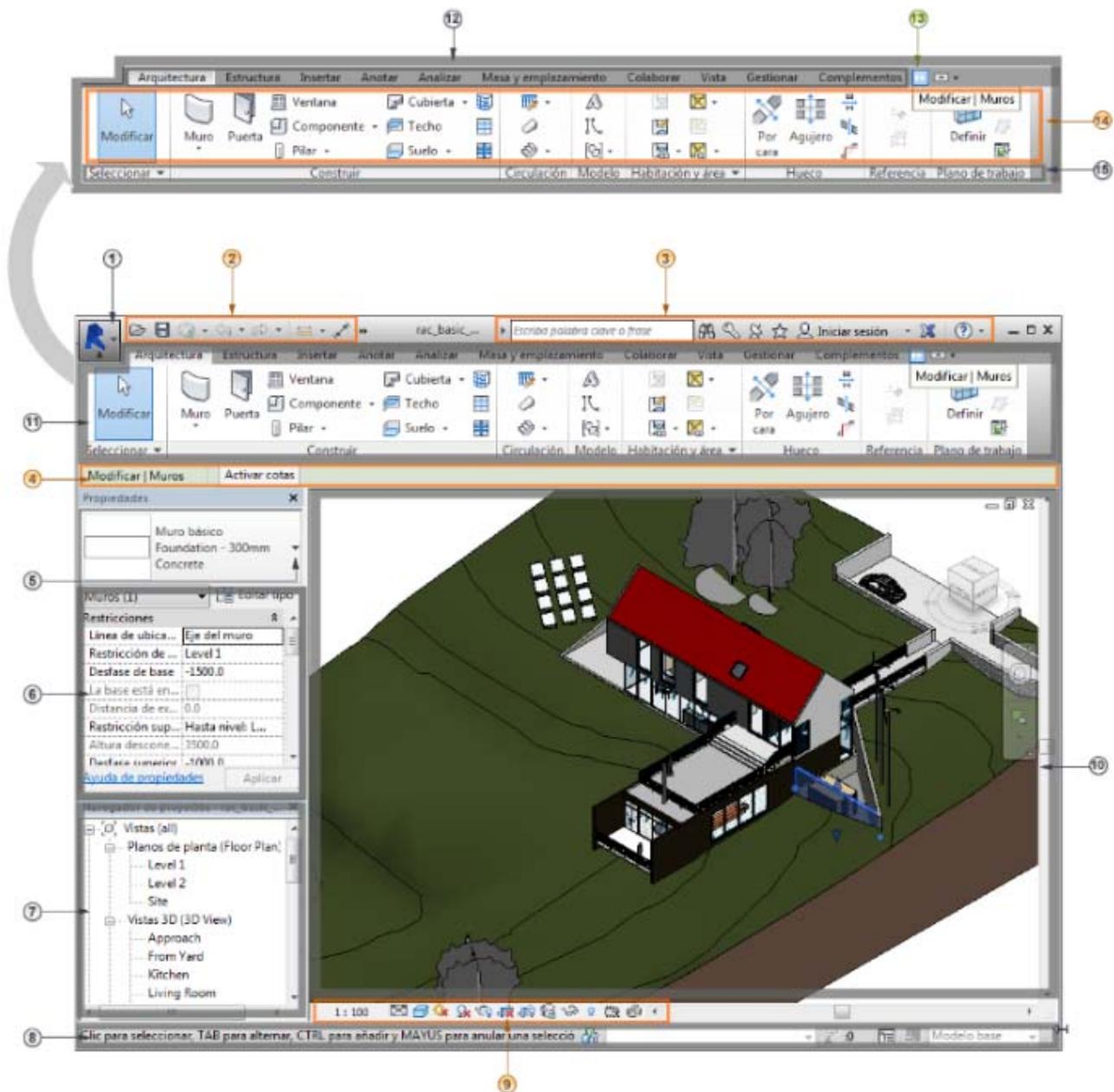


Ilustración 12: Interfaz de usuario Revit 2015. Fuente: help.autodesk.com

La interfaz de usuario es el entorno de trabajo donde se encontrarán todas las opciones necesarias para modelar el proyecto. En ella encontraremos:

1. **Menú de aplicación:** Denominado “Inicio” en este caso.
2. **Barra de acceso rápido:** Aquí se encuentran las herramientas más usadas frecuentemente.
3. **InfoCenter:** Contiene accesos directos con varias aplicaciones relacionadas con Revit 2015.

4. **Barra de opciones:** Muestra información y opciones del elemento o herramienta seleccionado.
5. **Selector de tipo:** Ventana para navegar entre las diferentes familias y tipos relacionados con el ejemplar seleccionado.
6. **Paleta de propiedades:** Permite visualizar y modificar cada uno de los parámetros de los elementos.
7. **Navegador de proyectos:** Muestra una organización de las partes del proyecto actual (vistas, tablas de planificación, planos, etc.)
8. **Barra de estado:** Ofrece información sobre la familia y el tipo de un elemento seleccionado además de sugerencias sobre las posibilidades.
9. **Barra de controles de vista:** Contiene herramientas relacionadas con la vista actual del proyecto.
10. **Área de dibujo:** Muestra vistas, planos y tablas de planificación.
11. **Cinta de opciones:** Contiene las herramientas necesarias para crear un proyecto o familia.
12. **Fichas de la cinta de opciones:** Organiza las herramientas de la cinta de opciones dependiendo del tipo de uso al que esté destinada.
13. **Ficha contextual:** Proporciona herramientas relevantes para el objeto seleccionado y situación actual.
14. **Herramientas de la cinta de opciones seleccionada.**
15. **Grupos:** Subdivisión para organizar las herramientas según su uso dentro de la cinta de opciones.

Una vez conocida la interfaz se procede a la configuración de las unidades con las que trabajará el programa. Para ello se accede a: Gestionar/Configuración/Unidades de proyecto. Aquí se encuentra una ventana que permite ajustar las unidades con las que trabaja Revit en cada una de las disciplinas. Al haber seleccionado la plantilla arquitectónica las unidades preestablecidas son las del Sistema Internacional, por lo que se dejarán tal cual están.

A continuación habrá que ordenar las vistas dentro del “**Navegador de proyectos**”. El motivo es puramente organizativo, ya que se necesitarán una serie de vistas que muestren cierta información en cada caso. Estas se ordenarán dependiendo de la disciplina a la que estén asociadas y según el tipo de plano o vista desde dónde se visualicen.

Por ejemplo, en una vista únicamente se mostrará la arquitectura de la instalación mientras que en otra se representará la parte eléctrica de la instalación contra incendios. La primera estará situada en la rama de “Arquitectura”, mientras que la segunda en “Electricidad”. Con esto se conseguirá localizar con mayor facilidad cada una de las vistas en comparación con el caso de que estuvieran todas en la misma rama. También será una ventaja a la hora de generar planos de la instalación, ya que cada parte importante a destacar tendrá su propia vista.

Una vez aclarada la estructura, se ordenará el “Navegador de proyectos”. Para ello habrá que acudir a la zona donde está ubicado y clicar con el botón derecho sobre la rama “Vistas (todo)”. En caso de que la ventana del navegador no esté abierta habrá que activarla en Vista/Ventanas/Interfaz de usuario/Navegador de proyecto.

Tras el clic con el botón derecho se abrirá la ventana “Organización de navegador”. Aquí se clicará dentro de la pestaña “Vistas” en el botón “Nuevo” para crear una nueva organización. Acto seguido se abrirá una ventana donde se elegirá el nombre deseado, en este caso “Disciplinas”, y tras confirmarlo otra ventana para determinar los criterios de organización. Las formas de “Agrupar” el proyecto vendrán dados por la “Disciplina” y el “Tipo”. Una vez creada la organización personalizada se valida en la ventana “Organización de navegador” y se acepta.

A continuación, y con el fin de gestionar con mayor sencillez las vistas que abarcarán todo el proyecto se creará una “**Tabla de planificación**” para estas. Este tipo de tablas muestran información de las propiedades de los elementos que conforman el modelo. Esta información puede delimitarse mediante filtros para descartar o incluir únicamente la que vaya a ser de utilidad.

Para crearla se accede a Vista/Crear/Tablas de planificación/Lista de vistas, que mostrará la ventana “Propiedades de vista de listas”. En esta ventana se seleccionarán las características que tendrá la tabla. Para este proyecto únicamente se incluirán los campos: Disciplina, Familia y tipo y Nombre de vista.

Una vez creada la tabla de planificación se mostrará en el “Navegador de proyectos” dentro de la rama “Tablas de planificación/Cantidades” con la denominación “Lista de vistas”. Desde aquí se gestionará la organización de las vistas existentes en cada una de las disciplinas.

Como paso previo a la organización hay que tener claro cómo se estructurarán las vistas en el navegador. Las disciplinas en las que se englobarán las vistas serán: arquitectura, coordinación, electricidad, fontanería y mecánica. En ellas se irán ordenando las vistas dependiendo del elemento del modelo contenido en cada una. En el apartado de arquitectura se incluirán las vistas relacionadas con los diferentes elementos que componen la edificación como muros, puertas, ventanas, etc. Dentro de la coordinación se adjuntarán las diferentes vistas que sirvan de apoyo pero que no sean de ningún apartado en especial. El resto de disciplinas contendrán los diferentes elementos de la instalación contra incendios.

La distribución de la instalación dentro de las disciplinas mencionadas será la expuesta a continuación. Por un lado, los elementos de luminarias y detección de alarma se incorporarán dentro de la electricidad. Por otro lado, la red de BIES, donde se incluirán las bombas a pesar de ser un equipo mecánico, se mostrará en la

sección de fontanería. Finalmente la disciplina de mecánica solo contendrá los diferentes tipos de extintores.

El otro campo que organiza las vistas del navegador de proyectos es el tipo de vista. *Revit* las ordena automáticamente según la forma de visualizar el modelo y las que se emplearán serán las siguientes:

- **Plano de planta:** Vista desde un punto superior a un plano asociado a un nivel a cierta altura.
- **Plano de techo:** Vista desde un punto inferior a un plano asociado a un nivel a cierta altura.
- **Plano estructural:** Vista similar al plano de planta, salvo que muestra exclusivamente elementos de la estructura del edificio.
- **Alzado:** Proyección ortogonal del modelo sobre un plano asociado a una etiqueta predefinida pero modificable.
- **Sección:** Corte vertical del modelo asociado a una línea de corte
- **Vista 3D:** Vista axonométrica del modelo.

Según el tipo de vista, *Revit* las agrupará automáticamente dentro de cada una de las vistas nombradas quedando la siguiente estructura:

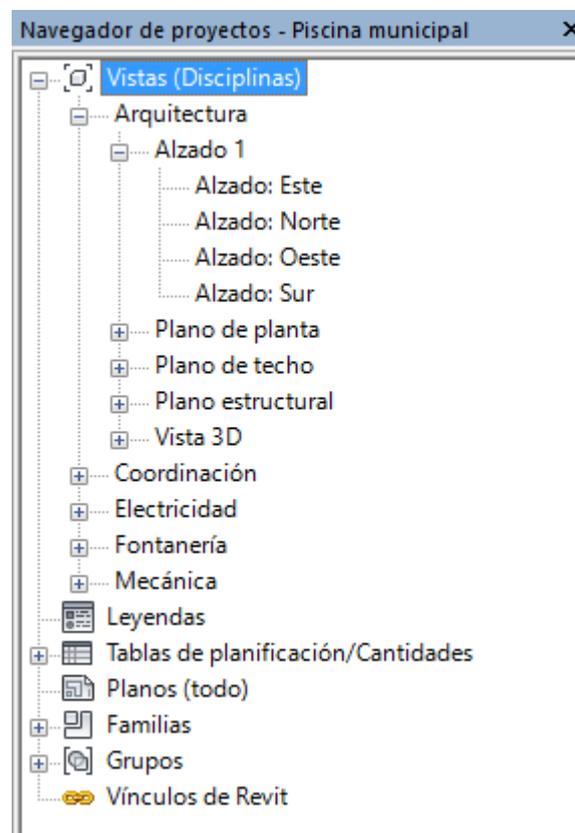


Ilustración 13: Organización de las vistas. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Otro aspecto que mejora la organización de las vistas es su nomenclatura. Estableciendo un criterio para ello permitirá identificar la información que contiene cada vista. La estructura seguida en este caso, considerando que los espacios se sustituyen por el carácter “guión bajo” (\_), está compuesta por las tres primeras letras de cada disciplina en mayúscula (ARQ, arquitectura; FON, fontanería; MEC, mecánica; ELE, electricidad; COR, coordinación) seguida del nombre del nivel, alzado o vista tridimensional asociada al plano. Ejemplos: ARQ\_2.0\_Planta\_Superior, FON\_Este, ELE\_3D, COR\_Sección.

Finalmente, otro apartado a tener en cuenta es la identificación de cada uno de los elementos que se estudiarán a posteriori. Para ello se asociará un número o letra, dependiendo del caso que se comentará según corresponda, a los niveles, habitaciones y equipos individualmente. Todo esto se hará añadiendo a cada uno de los objetos nombrados un parámetro adicional. Estos son campos dentro de Revit que contienen información definida y clasificada según las categorías del proyecto.

Es importante definir el parámetro identificador de cada uno de estos objetos de manera separada. Esto es debido a que más adelante se emplearán los valores del nivel y de la habitación para definir el identificador del equipo individual. Para ello se crean tres parámetros de ejemplar (Gestionar/Configuración/Parámetros de proyecto), uno para cada uno.

Una vez definidos todos los criterios y protocolos a seguir durante todo el proceso se da por concluida la preparación del entorno de trabajo y se comienza con el modelado de la arquitectura de la instalación.

### 6.3.1.2 Arquitectura

La **primera consideración** que hay que tener clara justo antes de comenzar el modelado del edificio es el **nivel de desarrollo** a alcanzar. Como ya se ha comentado, la finalidad de esto es evitar sobreesfuerzos al modelar con demasiada información. En este caso el LOD quedó definido en la etapa de planificación y es, para la parte arquitectónica, de un nivel LOD 3 (BSI). Una vez claro el LOD a ejecutar se comienza con el modelado.

La **segunda consideración** es lo **qué se ha de modelar**. Al tratarse de un LOD bajo, este no va a mostrar valores precisos ni se va a emplear para la ejecución de la obra o para algún otro trabajo relacionado con la arquitectura. Por esto no se realizará el modelado de elementos como la cimentación o la estructura del edificio, entre otras cosas.

Los elementos a modelar, dentro del apartado de la arquitectura, tendrán que ver únicamente con la **morfología principal del edificio**. Dentro de esto están los muros

arquitectónicos, los suelos, la cubierta y otros elementos como puertas y ventanas. Además estos componentes no tendrán la necesidad de ajustarse a la realidad, sino que se emplearán objetos básicos. Es decir, en el supuesto de que en edificación real se empleara un muro compuesto por un bloque de hormigón recubierto de piedras ornamentales, en el modelo se usaría un muro básico pero guardando las dimensiones aproximada como se muestra en la siguiente figura.

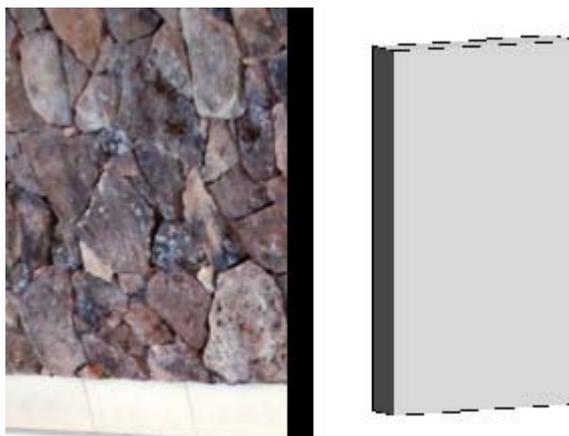


Ilustración 14: Comparación entre muro real del edificio y del muro modelado. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Todas estas acciones de modelado se realizarán con las familias existentes en la biblioteca de *Revit 2015*. Según la propia definición que ofrece *Autodesk*, una familia es un grupo de elementos con un conjunto de propiedades comunes y una representación gráfica relacionada. Los diferentes elementos que la componen pueden tener valores diferentes en sus parámetros, pero deben tener el mismo conjunto de parámetros.

Tras las consideraciones anteriores se comienza con el modelado. El primer paso a realizar es la **definición de niveles** (diferénciese de los niveles de desarrollo). Estos son planos horizontales que establecerán referencias para futuros elementos. Dado la gran facilidad de modificación de *Revit* no es necesario crear todos los niveles desde el inicio, ya que se pueden crear más adelante.

Cada vez que se crea un nivel, este creará a su vez dos planos de trabajo: uno de planta y otro de techo. Por ello y con el fin de ordenarlos en el “Navegador de proyectos” se deberán nombrar cada nivel con un patrón común para todos. La pauta será enumerarlos con un índice y un subíndice según su posición vertical y dependiendo de la planta del edificio asociada al nivel. El origen de este patrón estará en “Planta baja”, siendo “0.0”, viéndose incrementado a medida que se sitúe en algún punto superior de este o decrementándose si estuviera situado debajo. En este último caso se emplearía números negativos (Ejemplos: -0.1, -1.0, -2.1). Además, en caso de existir un espacio en el nombre del nivel, que siempre debe comenzar con mayúscula, este se sustituiría por el carácter “guión bajo”. Un ejemplo

de esta nomenclatura será el nivel base “Planta baja”, cuya definición de nivel será: “0.0\_Planta\_Baja”.

A la hora de establecer los niveles que contendrá el modelo se deberá tener en cuenta las características de la construcción. En primer lugar se observa a simple vista que el edificio cuenta con tres plantas, a lo que hay que añadirle la cubierta. Esto supone la creación de cuatro niveles: uno para cada planta y otro para la cubierta. En segundo lugar existen dos tipos de piscinas, por lo que se crearán dos niveles a la altura del fondo de cada una de ellas. En tercer lugar, las pistas de squash se encuentra a distinta altura de los ya definidos, por lo que requerirá un nivel propio situado en su suelo. Finalmente, la edificación cuenta con un foso situado bajo la planta baja, por ello se creará otro nivel más a la altura del suelo del mismo. En total, habrá que crear **ocho niveles** a diferentes alturas para que cada una de las alturas expuestas quede referenciadas. Estos niveles serán, ordenados de inferior a superior:

Tabla 2: Niveles del modelo

| Nombre                 | Altura  | Identificador |
|------------------------|---------|---------------|
| -0.4_Foso              | -2 m    | FS            |
| -0.3_Piscina_Grande    | -1.60 m | PG            |
| -0.2_Piscinas_Pequeñas | -1.40 m | PP            |
| -0.1_Pistas_Squash     | -0.30 m | PQ            |
| 0.0_Planta_Baja        | 0 m     | PB            |
| 1.0_Planta_Intermedia  | 4.45 m  | PI            |
| 2.0_Planta_Superior    | 7.70    | PS            |
| 3.0_Cubierta           | 13 m    | CB            |

Tras finalizar este paso ya se puede comenzar con el **modelado del edificio**.

A modo de ayuda se introduce una imagen del plano de cada planta de la construcción en su respectivo nivel. Para ello se realiza una captura de los planos

de la instalación proporcionados por el Ayuntamiento de Guía de Isora en formato PDF. Hay que tener en cuenta que los planos no se ajustan a la realidad, por lo que habrá que completar la información que aparecen en ellos con la recopilada del edificio ya construido.

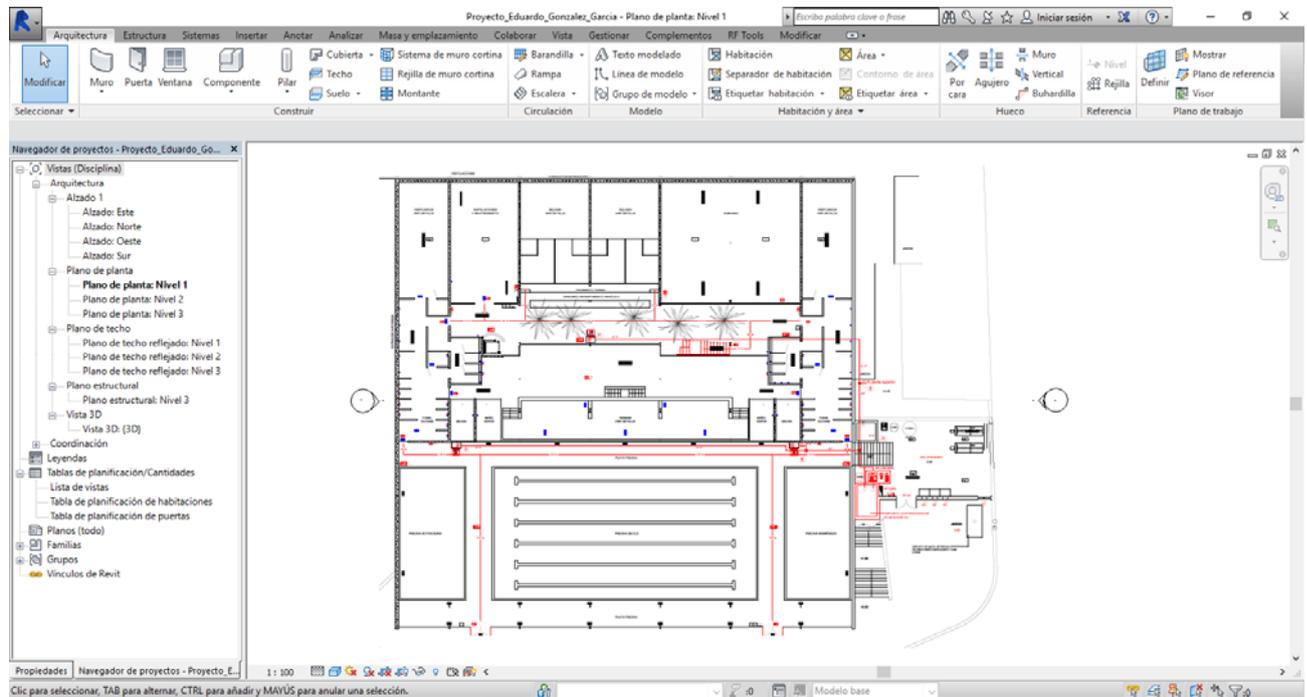


Ilustración 15: Interfaz de Revit 2015 tras insertar la captura. Fuente: Elaboración propia. 2016.

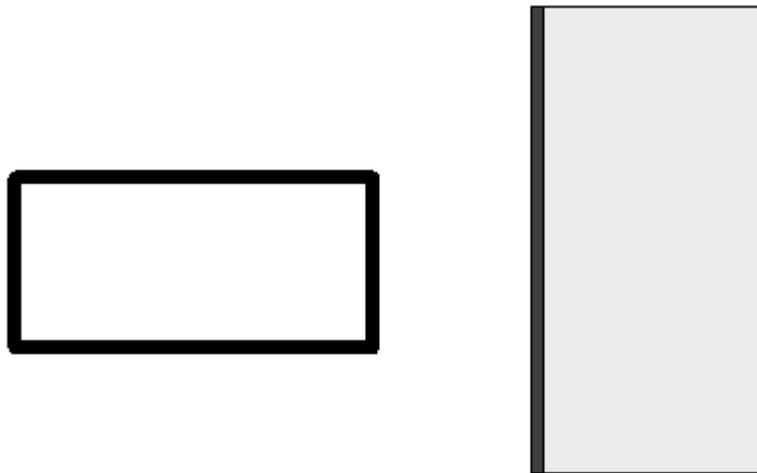
El **método de trabajo** en este punto es realizar una especie de calco tomando la captura de los planos como referencia. Hay que tener cuidado con la escala a la que está la imagen, ya que puede no ser la correcta. En cuanto al modelado, las dimensiones que las que se realizará el edificio no serán 100% reales. Al trabajar con un LOD 3 (BSI) requiere una visión de las características generales y no de valores exactos.

Una vez creados los niveles de trabajo y ajustado correctamente todas las capturas de los planos del edificio se comienza con el modelado partiendo de la planta más baja hasta la cubierta.

Los primero elementos a crear en el modelo serán los **muros arquitectónicos** (Arquitectura/Construir/Muro/Muro arquitectónico). Estos son paredes verticales de partición que delimitan el espacio. En este proyecto, y como ya se ha comentado, los muros no serán fieles a la realidad en cuanto a forma y dimensiones, sino que se aproximarán a los que proporciona por defecto *Revit 2015*. Se encontrarán dos tipos: muro básico y muro cortina.

La diferencia entre el básico y el cortina es su estructura. En el primero su estructura puede variar, ya sea añadiendo, eliminando o modificando las capas que lo componen; mientras que en el segundo solo se modifica la rejilla por la que está compuesto. En cuanto al uso arquitectónico, el muro básico se suele emplear para representar la tabiquería propia del edificio, mientras que el muro cortina se usa en casos de muros muy delgados con marcos rellenos de cristal, paneles metálicos, etc.

Dentro de los usados en el modelado se pueden diferenciar cuatro muros, tres de ellos son básicos y uno cortina. La variación entre los muros básicos son sus espesores, variando en 10, 20 y 30 cm. El uso de estos cada uno de ellos lo marcan las dimensiones extraídas de los planos. En los muros cortinas se emplea siempre el mismo tipo ya que para los fines de este proyecto no tiene mayor relevancia.

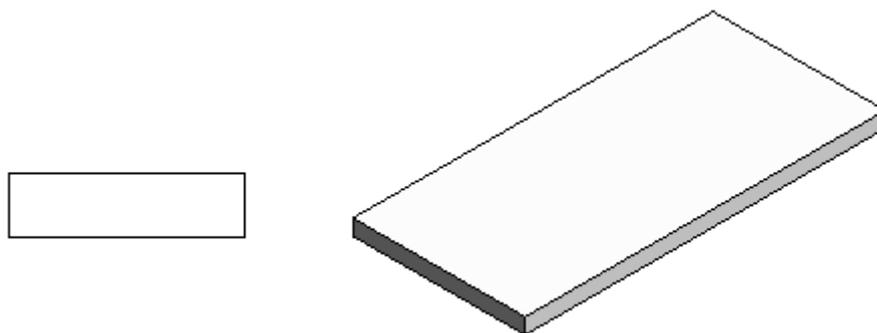


*Ilustración 16: Ejemplo de muro básico de 10 cm. Imagen izquierda: Vista en planta. Imagen derecha: Vista axonométrica. Fuente: Elaboración propia. 2016.*



*Ilustración 17: Ejemplo de muro cortina. Imagen izquierda: Vista en planta. Imagen derecha: Vista axonométrica. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

Una vez modelados todos los muros arquitectónicos se procede a la colocación de los **suelos** (Arquitectura/Construir/Suelo/Suelo arquitectónico). Estos servirán para delimitar los niveles, que será de gran utilidad al definir las habitaciones más adelante. El tipo de suelo empleado para todos los niveles, salvo el asociado a la cubierta, será el que ofrece por defecto y tendrá un espesor de 30 cm. Este valor se ha supuesto, ya que ni en los planos ni en la propia edificación ha sido posible determinarlo.



*Ilustración 18: Ejemplo de suelo arquitectónico. Imagen izquierda: Vista en cualquier alzado. Imagen derecha: Vista axonométrica. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

El siguiente elemento a modelar serán las **puertas** (Arquitectura/Construir/Puerta). Como siempre se emplearán las que existen por defecto en el software, pudiendo adaptarse en cuanto a dimensiones en caso de que sea necesario.

Los tipos de puertas empleados en el proyecto son cuatro. Dentro de cada uno varían sus dimensiones. Los tipos son: puerta abatible con cristal (72.5 x 203 cm), puerta abatible de 2 hojas con cristal (72.5 x 203 cm y 145 x 203 cm), puerta de 1 hoja (80 x 210 cm, 90 x 210 cm y 100 x 210 cm), puerta de cristal abatible de 2 hojas en muro cortina. En cuanto a la nomenclatura de las puertas las dimensiones de estas se expresan como ancho x alto, salvo en el caso de la puerta abatible de 2 hojas en muro cortina, que depende de las dimensiones de la rejilla del muro.

Otro de los componentes serán las **escaleras** que comunicarán cada nivel (Arquitectura/Circulación/Escalera). Existirán un total de dos, siendo ambas del mismo tipo (Escalera ensamblada de acero y vidrio). En cuanto a sus dimensiones, estas son aproximadas ya que el hecho de que el modelado sea exacto o no carece de influencia en los fines del proyecto.

Finalmente, los únicos elementos que le restan al modelado de la arquitectura de la edificación son las **barandillas** y la **cubierta**. En cuanto a las barandillas y la cubierta se ha empleado un único tipo en cada una, siendo de panel de vidrio y cubierta

básica de 15 cm respectivamente. Como ya se ha comentado, el tipo y las dimensiones de ambos son aproximados.

Tras la realización de todo esto, lo único que quedaría para concluir el modelado de la arquitectura es la asignación de los volúmenes para las **habitaciones** (Arquitectura/Habitación y área/Habitación). Estas son divisiones del espacio delimitados por elementos como los muros, suelos, techos, cubiertas o líneas ficticias creadas con tal fin. Por medio de estas delimitadores se calculan el área, el volumen y el perímetro de cada una.

La finalidad de definir cada una de las habitaciones es puramente organizativo. Con esta acción se podrá situar a cada uno de los elementos de la instalación de protección contra incendios en su lugar adecuado de manera automática, por lo que su identificación completa será más sencilla.

En cuanto al nombre y al espacio que se le asigna a cada habitación, estos se adaptarán tomando como referencia los existentes en los planos facilitados. Dado que la arquitectura no es idéntica en dichos documentos y el modelo, existirán habitaciones en uno que no existirán en el otro y viceversa.

Las habitaciones definidas son las mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 3: Listado de habitaciones

| Nivel   | Habitación                    | Identificador |
|---|-------------------------------|---------------|
| Foso  | Foso                          | 0             |
| Planta baja   | Patio 1                       | 0             |
| Planta baja   | Vestuario masculino           | 1             |
| Planta baja   | Instalaciones y mantenimiento | 2             |
| Planta baja   | Pista squash 1                | 3             |
| Planta baja   | Pista squash 2                | 4             |
| Planta baja   | Gimnasio                      | 5             |
| Planta baja   | Vestuario femenino            | 6             |
| Planta baja<br>Planta intermedia<br>Planta superior | Ascensor                      | 7             |
| Planta baja   | Termas                        | 8             |
| Planta baja   | Sauna masculina               | 9             |
| Planta baja   | Sauna femenina                | 10            |
| Planta baja   | Piscinas                      | 11            |
| Planta intermedia                                   | Patio 2                       | 0             |
| Planta intermedia                                   | Oficinas                      | 1             |
| Planta intermedia                                   | Sala múltiple                 | 2             |
| Planta intermedia                                   | Concejalía                    | 3             |
| Planta intermedia                                   | Ludoteca                      | 4             |
| Planta superior                                     | Vestíbulo general             | 0             |
| Todos los niveles                                   | Exterior                      | 12            |

Los identificadores de cada habitación siguen el siguiente criterio de numeración: Los patios de acceso, el vestíbulo general y el foso tienen como identificador numérico el valor “0”; el resto se nombrará incrementalmente para cada planta partiendo del valor “1” de izquierda a derecha y de arriba a abajo tomando como referencia la colocación en los planos (Anexo de Planos)

Con todo esto se puede dar por concluido el modelado de la arquitectura al cumplir con las exigencias previstas en la planificación. Estos requerimientos pedían una representación aproximada de las características del edificio (LOD 3).

Algunos de los resultados de este trabajo se muestran en el apartado 7.1 y en el anexo de Planos.

### 6.3.1.3 Instalación de protección contra incendios

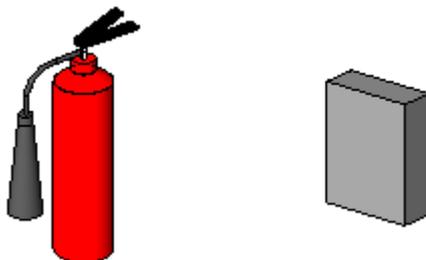
El modelado de la instalación de protección contra incendios es la parte fundamental de este proyecto. De esta se exportará toda la información para la gestión de su mantenimiento. Por ello habrá que tener en cuenta la planificación previa realizada

en el apartado 6.2.3 para ajustarlos, con la mayor precisión, a la finalidad para la que está destinado el proyecto.

Hay que recordar que la **parte más importante** en la planificación de la instalación son los **LOD**. Como ya se comentó, para optimizar recursos se emplearán LOD mayores en la parte de la **información alfanumérica (LOD 6)** que en la **parte gráfica (LOD 2 o LOD 3)**. Esto se realiza con vistas a organización del mantenimiento, ya que son más útiles los datos alfanuméricos que los gráficos.

Tras tener correctamente definido los LOD a aplicar y saber que **equipos** conforman la instalación (Tabla 1, apartado 6.2.1) hay que comprobar de qué elementos dispone *Revit 2015* en su biblioteca que puedan ser de utilidad. Estos componentes se emplearán de la misma manera que en los trabajos arquitectónicos. La utilidad que tendrán dentro del modelo será la de referenciar gráficamente cada uno de los equipos reales.

Aquí se podrán dar dos situaciones: que dicha familia exista en *Revit 2015* o que haya que crearla manualmente por medio del creador de familias. En el primer caso el LOD gráfico existente será mayor, ya que el elemento modelado mostrará ciertas similitudes con el equipo real. En el segundo caso el LOD gráfico será muy bajo, representando únicamente al equipo real de forma conceptual.



*Ilustración 19: A la izquierda: Familia proporcionada por Revit 2015 de un extintor. A la derecha: Familia modelada conceptualmente en Revit 2015 de una central algorítmica. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

Independientemente de si el equipo es modelado manualmente o se emplea una familia, contendrá cierta información no gráfica común en todos ellos. Es cierto que estos datos no serán igual en todos los elementos, pero tendrán el mismo sentido en todos ellos con el fin de definirlos y organizarlos con mayor exactitud.

A partir de aquí toda esta información, ya sea gráfica o alfanumérica se denominará **parámetro**. Este podrá estar clasificado en varias categorías, que definirán el carácter de dicha información. Además, independientemente de la categoría, un parámetro puede ser propio de un proyecto o se puede compartir entre varios

proyectos y familias y exportarse a ODBC (Open Data Base Connectivity). El primero es denominado parámetro de proyecto y se diferencia del segundo, llamado parámetro compartido, en que no aparece en las etiquetas, que son símbolos de anotación.

También se puede definir que un parámetro sea propio de un tipo de familia o que pueda variar dentro de cada uno de los ejemplares de la misma. En cuanto a las categorías de los parámetros, estas se pueden agrupar en diversas opciones como por ejemplo en cotas, gráficas, texto, materiales y acabados, etc.

Volviendo a la búsqueda de las familias dentro de la biblioteca de *Revit 2015*, aquí se diferencian dos casos: las familias que se emplearán tal y como se ofrecen, y las que se modificarán ligeramente para ajustarlas a los requerimientos de la instalación. En la tabla 4 parece indicado si el equipo se encontraba entre los que ofrecía la biblioteca y, en caso afirmativo, si se le realizó alguna modificación para adaptarlo al equipo real de la instalación.

Para simplificar la tabla se incluirá una referencia numérica en la columna "Modificación" con la siguiente leyenda: 0, no se ha realizado modificación o el elemento se ha realizado conceptualmente; 1, la modificación ha consistido en adaptar el tipo del elemento al existente en la realidad; 2, la modificación ha consistido en ajustar las dimensiones del elemento en comparación con la realidad. Entre esos ajustes no se mencionarán los parámetros comunes a todos los equipos, cosa de la que se hablará más adelante.

Tabla 4: Consulta de biblioteca de Revit 2015

| Descripción                           | Tipo                          | ¿Existe la familia? | Modificación |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------|
| Boca de incendio equipada             | 25 mm                         | Sí                  | 0            |
| Bomba                                 | Jockey                        | Sí                  | 0            |
| Bomba                                 | Principal                     | Sí                  | 0            |
| Central algorítmica                   | AE/SA-C2                      | No                  | 0            |
| Detector óptico algorítmico           | AE/SA-OP                      | Sí                  | 1            |
| Detector termovelocímetro algorítmico | AE/SA-T                       | Sí                  | 1            |
| Extintor                              | 5Kg CO2                       | Sí                  | 0            |
| Extintor                              | 6Kg Ef. 21 <sup>a</sup> -113B | Sí                  | 0            |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 1240x297 - T26<br>2x36W       | Sí                  | 2            |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 141x320 - 160 Lum             | Sí                  | 2            |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 141x320 - 215 Lum             | Sí                  | 2            |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 141x320 - 95 Lum              | Sí                  | 2            |
| Luminaria estanca de superficie       | 1274x160 - 2x36W              | Sí                  | 2            |
| Luminaria estanca de superficie       | Emergencia exterior           | Sí                  | 2            |
| Módulo de dos salidas vigiladas       | AE/SA-2SV                     | No                  | 0            |
| Piloto automático de emergencia       | Estándar                      | Sí                  | 1            |
| Pulsador de alarma algorítmico        | AE/SA-P                       | No                  | 0            |
| Sirena de alarma                      | AE/V-AS                       | Sí                  | 1            |
| Sistema óptico-acústico exterior      | AE/V-ASF                      | Sí                  | 1            |

En la tabla se observan varios casos. Uno de ellos es cuando no existe la familia en la biblioteca, creándose el elemento de manera conceptual. El segundo es cuando existiendo en la biblioteca no se le realiza ninguna modificación dejando el elemento con una forma genérica que no se ajusta al equipo real. En la tercera y cuarta situación se le realiza una modificación, ya sea en torno al tipo de familia o a los parámetros de cotas que contiene el elemento para que su apariencia sea más próxima a la real, aún sin ser idéntica.

Tras tener las familias de cada uno de los equipos se procede a crear los parámetros comunes para todas. El objetivo de esto es combinarlos con los ya existentes para mejorar la organización de los equipos a lo largo del proyecto. Para ello se han creado una serie de parámetros con unos valores determinados y se han establecido una serie de criterios que se emplearán como filtros en las tablas de planificación.

En primer lugar hay que definir qué criterios seguir a la hora de **organizar los equipos**. No solo hay que tener en cuenta que se trabajarán con ellos en las correspondientes tablas de planificación, sino que además deberán ser de utilidad a la hora de crear las herramientas para realizar las gestiones propias de estos

equipos. Por ello se han diferenciado dos utilidades para la creación de estos parámetros: la **identificación del equipo** y el **seguimiento de su gestión**.

Por un lado, los parámetros requeridos para la **identificación del equipo** tendrán la finalidad de definir con la mayor precisión posible cada uno de los elementos. Con esta descripción se pretende detallar tanto el modelo del equipo como su posición dentro del edificio. Toda esta información será intrínseca del propio elemento, por lo que no variará a menos que haya modificaciones en la instalación. El resultado de esto generará un identificador único asociado a cada ejemplar de los que componen la instalación.

Por otro lado, para el **seguimiento de la gestión** se crearán una serie de parámetros que se alimentarán externamente. Estos contendrán información que variará a lo largo del tiempo según las circunstancias de la gestión de la operatividad. El fin de esto es que el modelo se mantenga actualizado con información de relevancia sobre el estado de las revisiones de mantenimiento que se llevarán a cabo.

En segundo lugar, una vez definidos los propósitos en cuanto al uso de estos parámetros se procederá a crear los parámetros que se emplearán en las tablas de planificación. A estos, que se crearán a continuación, habrá que sumarle los creados previamente para identificar a las habitaciones y los niveles.

Para los parámetros del primer caso, habrá que tener en cuenta que a partir de alguno de estos se formará el **identificador** de cada uno de los elementos. Por esto, y antes de entrar de lleno en su creación, se explicará la futura estructura por la que estarán compuesto dicho campo.

El objetivo de este parámetro identificador es que a través de él sea posible reconocer exactamente dónde está ubicado y de que equipo y modelo se trata. Para lograrlo, este código estará compuesto por información que se extraerá de los parámetros que se deberán crear.

La estructura a seguir por el código identificador será la siguiente:



*Esquema 2: Estructura del código de identificación. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

Tabla 5: Identificación de equipos.

| Campo       | Descripción  |
|-------------|--|
| Nivel       | Código de dos letras correspondiente a la planta donde se encuentra el equipo            |
| Habitación  | Código numérico correspondiente a la habitación donde se encuentra el equipo             |
| Disciplina  | Código de una letra correspondiente a la disciplina a la que corresponde el equipo       |
| Descripción | Código de dos letras correspondiente a la descripción del equipo                         |
| Tipo        | Código de un número correspondiente al tipo de equipo dentro de su descripción           |
| Marca       | Código numérico correspondiente a la identificación del equipo dentro de su descripción. |

Una vez definida la codificación de los equipos se procede a crear los parámetros en *Revit*. Hay que contar con la posibilidad de que el software tenga creados de serie algunos de ellos, por lo que se tendrá que revisar para comprobarlo.

Como ya se ha comentado, los parámetros irán incluidos en una **tabla de planificación** (Anexo 3.1). Dicha tabla tendrá la composición que se describe a continuación. Aquí se nombrarán cada uno de los parámetros, se especificará si ha sido creado o si ya viene en la familia, y se describirá.

- **Identificador:** Parámetro creado con el fin de almacenar el código de identificación único de cada uno de los equipos.
- **Tipo de instalación:** Parámetro creado que describe la instalación completa. También se emplea en la tabla de planificación como filtro.
- **Nivel:** Parámetro propio de las familias que muestra el nivel donde se encuentra el equipo. Los posibles niveles se muestran en la tabla 2.
- **Marca de nivel:** Parámetro creado que muestra el identificador del nivel donde se encuentra el equipo. El uso de este campo es para crear el identificador individual del equipo. Los posibles identificadores de nivel se muestran en la tabla 2.
- **Habitación:** Parámetro propio de las familias que muestra la habitación donde se encuentra el equipo. Las posibles habitaciones se muestran en la tabla 3.
- **ID de habitación:** Parámetro creado que muestra el identificador de la habitación donde se encuentra el equipo. El uso de este campo es para

crear el identificador individual del equipo. Los posibles identificadores de habitación se muestran en la tabla 3.

- **Disciplina:** Parámetro creado donde muestra la especialidad del equipo en cuestión. Las posibles disciplinas son: electricidad, fontanería y mecánica.
- **Marca de disciplina:** Parámetro creado donde muestra el identificador de la disciplina a la que pertenece el equipo. El uso de este campo es para crear el identificador individual del equipo. Las posibles marcas son: E (electricidad), F (fontanería) y M (mecánica).
- **Categoría:** Parámetro propio donde se muestra la clase de la familia del equipo en cuestión. Los tipos de categorías se mencionarán en el momento de modelar cada una de las familias.
- **Descripción:** Parámetro propio que muestra el nombre de la familia en cuestión. Los diferentes nombres se mencionarán al modelar cada una de las familias.
- **Marca de descripción:** Parámetro creado donde muestra el identificador de la descripción del equipo. El uso de este campo es para crear el identificador individual del equipo. Las posibles marcas se mencionarán al modelar cada una de las familias.
- **Tipo:** Parámetro propio empleado para definir el tipo de equipo dentro de su familia (descripción). Según se modele se irán mencionando los diferentes tipos.
- **Marca de tipo:** Parámetro propio donde se muestra el identificador del cada uno de los tipos. El uso de este campo es para crear el identificador

individual del equipo. Las posibles marcas de tipo se irán mencionando según se modele cada una.

- **Marca:** Parámetro propio donde se muestra un número identificativo de un ejemplar individual de cada equipo dentro de la familia. Este número lo generará automáticamente *Revit*.
- **Fabricante:** Parámetro creado que muestra información sobre el fabricante del equipo en cuestión.
- **URL:** Parámetro propio que muestra una dirección URL donde se encuentra información del equipo en cuestión.
- **Imagen:** Parámetro propio destinado a almacenar una imagen del equipo en cuestión.

La importancia de definir correctamente la organización de la tabla de planificación que contendrá estos parámetros está en que la misma se empleará en un futuro para la gestión del mantenimiento. Por esto debe de estar correctamente estructurada y completamente definida. Sin embargo, en caso de que esté incompleta se podrán añadir otros parámetros en cualquier momento.

Algunos de estos parámetros se emplearán en la tabla de planificación prevista para el segundo caso. En esta última se incluirán, además, otros campos adicionales para completarla. Dado que esta segunda tabla estará destinada a introducir información que proporciona un software externo se hablará de ella y de los parámetros que la componen cuando se hable de dicha herramienta (6.3.3).

Tras definir los parámetros que compondrán la primera tabla de planificación, se procede a la creación de esta (Vista/Crear/Tablas de planificación/Tabla de planificación). Dado que se van a aplicar filtros para acotar la información que aparece en ella, la tabla será multicategoría y se compondrá de los campos ya descritos. Una vez creada y al no haber modelado ningún elemento, la tabla aparecerá vacía.

La última acción antes de proceder al modelado de la instalación es aplicar el filtro a la tabla, que se pasará a denominar “**Elementos de la instalación contra incendios**”. Para ello se accede a las propiedades de la tabla y en el apartado desplegable “Otros” se encuentra la edición de filtros. En la ventana propia para ello se filtrarán todos los valores del campo “Tipo de instalación” que sean iguales a “Protección contra incendios”.

Con esto se conseguirá que a partir de ahora en la tabla solo se muestren los equipos con el parámetro descrito. Para que esto suceda habrá que introducir ese valor en dicho campo durante el modelado de cada familia.

Concluida la planificación de la tabla para la identificación de los diferentes equipos, se comienza el modelado de estos. El orden a seguir para realizarlo es indiferente, ya que cualquier error se puede subsanar fácilmente. En este caso se irán modelando cada uno de los equipos según la categoría a la que pertenezcan.

## EQUIPOS MECÁNICOS

La primera categoría de equipos a modelar será la relativa a **equipos mecánicos**, compuesta por las **bocas de incendio equipadas** y las **bombas**. Además, aunque no aparezcan en las tablas de planificación, habrá que modelar las conducciones que conectan cada uno de los equipos y el depósito desde el cual se extrae el agua.

Por un lado, las **bocas de incendios equipadas** existentes en la instalación son un total de seis y están compuestas por una manguera de 25 milímetros de diámetro y 20 metros de longitud. Están distribuidas de la siguiente manera: tres en la planta baja, dos en la intermedia y una en la superior. Para su modelado se ha empleado una familia ya existente en la biblioteca de *Revit 2015*.

Por otro lado, las **bombas** que forman el sistema de impulsión son dos: la principal y la *jockey*. Ambas están situadas en el foso y para su modelado se ha empleado una familia existente de *Revit 2015*, aunque de forma conceptual.

La información de estos equipos mecánicos con la que trabajará la tabla de planificación “Elementos de la instalación contra incendios” será la siguiente:

Tabla 6: Código de los equipos mecánicos

| Descripción                | Marca de descripción | Tipo      | Marca de tipo |
|----------------------------|----------------------|-----------|---------------|
| Boca de incendios equipada | BI                   | 25 mm     | 1             |
| Bomba                      | BO                   | Principal | 2             |
|                            |                      | Jockey    | 3             |

En cuanto a la red de conducciones de la que se compone el sistema de BIES, esta se formará por dos tipos de tuberías de diferente diámetro: 40 y 65 milímetros. Estas dimensiones no son exactamente iguales a las existentes en los planos, pero son las que más se aproximaban de entre las que ofrecía *Revit*. Además se incluye un depósito para el suministro de agua a la red de dimensiones desconocidas dada la inaccesibilidad del mismo, que se encuentra debajo del nivel de las piscinas donde, por razones de seguridad, es imposible acceder.

Como ya se comentó, entre lo documentado en los planos y el modelado existen **variaciones**. En lo relativo a los equipos mecánicos se encuentran las diferencias descritas a continuación.

En primer lugar, en los planos existe una variación en la **disposición de las BIES**. En los documentos se muestran situadas en ciertos lugares, mientras que realmente están situadas en otros diferentes. Para solventarlo se estudió la instalación existente comprobando la ubicación de cada equipo.

En segundo lugar, el depósito denominado **aljibe** desde el que debe extraer el agua cualquier red de protección contra incendios no existe como tal. En su lugar se emplea para abastecer este sistema el depósito que suministra agua a las piscinas, que está situado debajo de las piscinas. Como se comentó, dada la imposibilidad de acceder con la suficiente seguridad, se supuso a la hora de modelar la familia que el depósito tenía una capacidad de 12 m<sup>3</sup> (tal y como muestran los documentos) con unas dimensiones de 1x3x4 metros (alto, ancho y largo). Además, resultó imposible determinar el recorrido de las tuberías para abastecer este depósito desde la acometida principal hasta el mismo, por lo que no se modelaron.

En tercer lugar, la **localización de las bombas** del sistema de abastecimiento varía en la realidad en comparación con los planos. En los documentos aparecen en una habitación para tal, donde también debería ir ubicado el aljibe, pero al no existir tal estancia durante su instalación se optó ubicarla en el foso.

En cuarto lugar, dados todos estos inconvenientes, la **red de tuberías** de suministro a las BIES presenta también diferencias frente a la existente en los planos originales. Además, dentro de los mismos documentos existen contradicciones sobre la red. Por todo esto el sistema de abastecimiento que aparece en dichos documentos se obvió en cierta medida, tomando únicamente como referencia las dimensiones de las tuberías y realizando un estudio visual junto con el personal de mantenimiento para que la instalación se aproxime lo máximo posible a la realidad.

Tras solventar cada una de las incongruencias se modela la instalación en las correspondientes vistas de "fontanería". Las **familias** a emplear serán, para las bocas de incendios la que muestra la ilustración 20 y para las bombas la representada en la 21. En este último caso, al ser una representación conceptual no se observan diferencias gráficas entre ambos tipos de bombas.

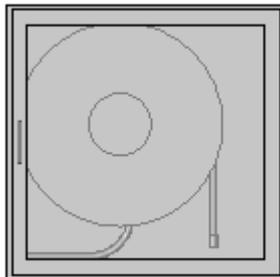


Ilustración 20: Representación de la familia de Revit boca de incendio equipada. Fuente: Elaboración propia. 2016.

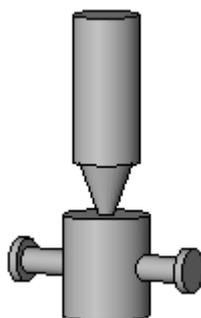


Ilustración 21: Representación de la familia de Revit bomba. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Al modelar, el propio *Revit* asignará un número individualmente a cada uno de los ejemplares. Este o estos dígitos se incluirán en el campo “Marca” y formará parte del identificador de cada equipo.

## EQUIPOS ESPECIALIZADOS

La segunda categoría a modelar será la correspondiente a los **equipos especializados**. Aquí se encontrarán ambos tipos de **extintores**: 6 Kg. Ef. 21<sup>a</sup>-11 y 5 Kg. CO<sub>2</sub>. Para su modelado se empleará una familia existente en la biblioteca de Revit (Ilustración 22). La información referida a esta categoría empleada en la tabla de planificación será:

Tabla 7: Código de los equipos especializados.

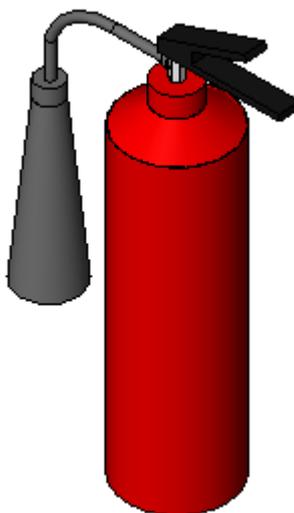
| Descripción | Marca de descripción | Tipo                        | Marca de tipo |
|-------------|----------------------|-----------------------------|---------------|
| Extintor    | EX                   | 6Kg Ef. 21 <sup>a</sup> -11 | 1             |
|             |                      | 5Kg CO <sub>2</sub>         | 2             |

En esta ocasión los planos también muestran información diferente a la existente en la instalación. Una de ellas es consecuencia de errores previos de diseño del edificio.

Al variar la composición de este la **ubicación de los extintores** varió para adaptarse a las nuevas circunstancias. Además esto conllevó a que el **número de extintores** necesarios se redujera al disminuir las dimensiones de la construcción.

A través de un estudio *in situ* de la instalación se adaptó la información de los documentos facilitados a la existente en la realidad. Esto condujo a modificar la ubicación de ciertos equipos o a suprimirlos de la instalación, pasando de tener 17 extintores (13 del tipo 1 y 4 del tipo 2) a tener 15 (12 del tipo 1 y 3 del tipo 2).

Tras corregir la instalación se procede al modelado de la misma considerando las nuevas condiciones. Estas se muestran en los planos existentes en el anexo de planos, y se han modelado empleando la siguiente familia para ambas siendo modificados los parámetros para diferenciar cada tipo.



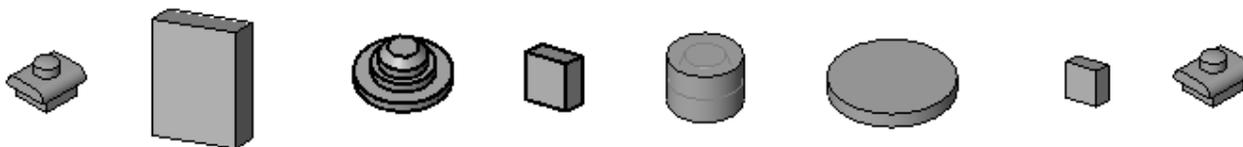
*Ilustración 22: Representación de la familia de Revit extintor. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

Como en el caso de los equipos mecánicos, Revit asigna un número identificador a cada uno de los equipos para distinguirlos dentro de la propia familia. Este número aparecerá en el campo denominado “Marca”, que se incluirá en el identificador individual del equipo.

## **DISPOSITIVOS DE ALARMA CONTRA INCENDIOS**

La tercera categoría a modelar será la denominada “**Dispositivos de alarma de incendios**”. Los equipos que conforman este campo son los siguientes: **piloto automático de emergencia, central algorítmica, detector termovelocímetro algorítmico, pulsador de alarma algorítmico, detector óptico algorítmico,**

**sirena de alarma, sistema óptico-acústico exterior y módulo de dos salidas vigiladas.** Como ya se comentó en la tabla 1, tres de ellos se han modelado de manera conceptual al no existir su correspondiente familia en la biblioteca de *Revit*.



*Ilustración 23: Representación de las familias asociadas a los equipos de "dispositivos de alarma de incendios". De izquierda a derecha: Piloto automático de emergencia, central algorítmica, detector termovelocímetro algorítmico, pulsador de alarma algorítmico, detector óptico, sirena de alarma, módulo de dos salidas vigiladas y sirena óptico-acústica exterior. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

La información de los dispositivos de alarma de incendios con la que trabajará la tabla de planificación "Elementos de la instalación contra incendios" será la que se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 8: Código de los dispositivos de alarma de incendios*

| Descripción                           | Marca de descripción | Tipo      | Marca de tipo |
|---------------------------------------|----------------------|-----------|---------------|
| Piloto automático de emergencia       | PE                   | Estándar  | 1             |
| Central algorítmica                   | CA                   | AE/SA-C2  | 2             |
| Detector termovelocímetro algorítmico | DT                   | AE/SA-T   | 3             |
| Pulsador de alarma algorítmico        | PA                   | AE/SA-P   | 4             |
| Detector óptico                       | DO                   | AE/SA-OP  | 5             |
| Sirena de alarma                      | SA                   | AE/V-AS   | 6             |
| Módulo de dos salidas vigiladas       | MS                   | AE/SA-2SV | 7             |
| Sistema óptico-acústico exterior      | OA                   | AE/V-ASF  | 8             |

Al examinar los planos y compararlos con la instalación existente se observan los mismos problemas que en el caso de los equipos especializados. Al existir diferencias en los documentos y en el edificio estas se traducen en una **distribución errónea** de los equipos y en una **disminución en la cantidad en el número de equipos del tipo 3**. En la siguiente tabla se muestra el número de equipos que existen en los documentos y los modelados.

Tabla 9: Cuantía de los equipos de alarma de incendios.

| Equipo                                | Tipo      | Cantidad |          |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------|
|                                       |           | Planos   | Edificio |
| Piloto automático de emergencia       | Estándar  | 9        | 9        |
| Central algorítmica                   | AE/SA-C2  | 1        | 1        |
| Detector termovelocímetro algorítmico | AE/SA-T   | 7        | 4        |
| Pulsador de alarma algorítmico        | AE/SA-P   | 6        | 6        |
| Detector óptico algorítmico           | AE/SA-OP  | 28       | 28       |
| Sirena de alarma                      | AE/V-AS   | 5        | 5        |
| Módulo de dos salidas vigiladas       | AE/SA-2SV | 3        | 3        |
| Sistema óptico-acústico exterior      | AE/V-ASF  | 1        | 1        |

En cuanto a la marca individual propia de cada uno de los equipos, Revit las irá asignando automáticamente al modelar cada ejemplar.

## LUMINARIAS

La cuarta y última categoría a modelar serán las “**Luminarias**”. Aquí se distingue dos equipos: **luminaria empotrada de emergencia** y **luminaria estanca de superficie**. El primero se subdividirá en cuatro tipos y el segundo en dos. En cuanto a la familia empleada en el modelo se han usado familias propias de *Revit 2015*, aunque se han modificado las dimensiones de estas para aproximarlas a las existentes en el edificio.

La tabla de planificación “Elementos de la instalación contra incendios” contendrá la información relacionada con los equipos mencionados de “luminarias” que aparecen en la siguiente tabla.

Tabla 10: Códigos de las luminarias.

| Descripción                       | Marca de descripción | Tipo                | Marca de tipo |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 141x320 -95 L       | 1             |
|                                   |                      | 141x320 – 160       | 2             |
|                                   |                      | 141x320 – 215       | 3             |
|                                   |                      | 1240x297 – T26x36W  | 4             |
| Luminaria estanca de superficie   | LS                   | 1274x160 – 2x36W    | 5             |
|                                   |                      | Emergencia exterior | 6             |

Como paso previo al modelado se examinan las posibles variaciones entre la documentación y la instalación real. En esta acción se observan los mismos

problemas que en los dos casos anteriores: **menor número de ciertos equipos** (tipo 5) al ser menor la instalación y **diferente ubicación** de alguno de ellos al variar la arquitectura del edificio. La forma de resolver este inconveniente es la misma, comprobar la instalación en el mismo edificio. El balance resultante es el siguiente:

Tabla 11: Cuantía de los equipos de luminarias.

| Equipo                            | Tipo                | Cantidad |          |
|-----------------------------------|---------------------|----------|----------|
|                                   |                     | Planos   | Edificio |
| Luminaria empotrada de emergencia | 141x320 -95 L       | 17       | 17       |
|                                   | 141x320 – 160       | 7        | 7        |
|                                   | 141x320 – 215       | 21       | 21       |
|                                   | 1240x297 – T26x36W  | 38       | 38       |
| Luminaria estanca de superficie   | 1274x160 – 2x36W    | 4        | 2        |
|                                   | Emergencia exterior | 9        | 9        |

El modelado de estos equipos generará un valor numérico asociado a cada ejemplar individual automáticamente en el campo “marca”. Como ya se ha mencionado, este parámetro se empleará en la composición del identificador.

Tras realizar esto, los trabajos de modelado de la instalación de protección contra incendios se dan por concluidos. El siguiente paso es **gestionar las tablas de planificación** asociadas a la instalación.

## TABLAS DE PLANIFICACIÓN ASOCIADAS A LA INSTALACIÓN

Una vez concluido el modelado y completados todos los campos relacionados con el tipo y la ubicación de los equipos ya se puede generar el **identificador individual** de cada equipo. Dado que Revit no permite el uso de fórmulas complejas en las tablas de planificación, se deberá emplear una **herramienta externa** para crear este código.

La razón por la que se decide usar un software ajeno a *Revit* es la cantidad de información. Al ser una gran cantidad de equipos (174 en total) resultaría muy costoso y aumentaría la posibilidad de errores realizar esta tarea manualmente. Por esto se decide emplear una hoja de cálculo de **Excel** para solventar estas dificultades.

El hecho de que Excel sea externo a *Revit* podría suponer un impedimento, ya que la información ha de ser **bidireccional**. Por fortuna no es así debido a que existen una serie de *plugins* que, al integrarse con *Revit*, permiten el intercambio de información entre ambos. En este caso el software empleado es **RushForth Tools 2015**.

Al instalar este *plugin* se añade una ficha en la barra de opciones con su nombre. Es a través de aquí donde se gestiona toda la comunicación entre ambos softwares.

*RushForth Tools 2015* crea una hoja de cálculo con ciertos parámetros seleccionados por el usuario. Esta hoja, además de tener estos campos se compondrá además de información propia de Revit acerca de cada uno de los equipos. Entre esos datos encontramos un identificador interno que emplea *Revit* para reconocer cada elemento de manera individual.

El motivo por el cual no se emplea este código en vez del identificador propuesto es por cuestiones de comprensión. La numeración que emplean proviene del lenguaje interno que utiliza *Revit*, por lo que costaría mucho esfuerzo el poder reconocer la ubicación y el tipo de un equipo a través de él. Por ello se decide utilizar la codificación propia ya mencionada.

Una vez aclarado esto, se comienza con la **exportación** a partir del *plugin*. Este programa permite decidir y personalizar qué parámetros se van a trasladar a la hoja de cálculo. Las opciones que ofrece para esta acción son: el seleccionar todos o elegir ciertos parámetros de una tabla de planificación y el escoger parámetros individuales. En este caso se ha optado por combinar las mencionadas alternativas.

Por motivos que se desconocen, los campos referidos a las habitaciones (nombre e identificador) en las tablas de planificación no se exportan correctamente. Para resolver este problema se han incluido estos parámetros de manera individual, quedando solucionado por completo. Es decir, para la **creación de la hoja de cálculo** se han elegido todos los campos de la tabla de planificación llamada “Elementos de la instalación contra incendios” a excepción de “habitación” e “ID de habitación”, y se han incluido estos campos de manera separada dentro de la selección manual. Tras esto, se confirma la exportación y ya está la hoja de cálculo creada.

A continuación hay que completar el **identificador individual de los equipos**. Para ello se emplea la fórmula de Excel “=CONCATENAR” abarcando todos los campos mencionados previamente. Los resultados serán similares al siguiente ejemplo:

| PB11ELE324      |              |                 |                                       |                      |                      |
|-----------------|--------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------|----------------------|
| PB: Planta baja | 11: Piscinas | E: Electricidad | LE: luminaria empotrada de emergencia | 3: 141x320 - 215 Lum | 24: Marca individual |

Esquema 3: Ejemplo de resultado de un código de identificación de equipo. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Tras completar el campo "Identificación", lo único que queda para finalizar la tabla de planificación es **importar** estos datos. Para ello se emplea el *plugin*, con la única diferencia de que esta vez habrá que emplear la opción de importar. Con esto se completará la **bidireccionalidad** y se concluirán los detalles de la instalación de protección contra incendios que se emplearán más adelante.

En este punto el trabajo se bifurca en dos. Una parte de los esfuerzos habrá que dedicarlos a la generación de los planos del edificio y la instalación recién modelados y la otra parte se empleará en la planificación de la operatividad de la instalación, más en concreto del mantenimiento.

Por un lado, para la planificación del mantenimiento se empleará otra herramienta: Access 2013, por lo que habrá que comunicar ambos softwares (*Revit 2015* y *Access 2013*). Sobre este tema se hablará en el apartado 6.3.2.

Por otro lado, la generación de los planos se realizará a través del propio *Revit*. Para ello habrá que realizar una planificación previa, que mejorará la organización durante el proceso. Tras esto, se irán creando los planos necesarios para definir completamente el edificio modelado.

#### 6.3.1.4 Planos

La documentación de construcción que genera *Revit* por medio de una ventana gráfica son los comúnmente denominados planos. Para su realización se emplean las vistas generadas anteriormente en las etapas de modelado.

La finalidad de estos es representar completamente la edificación y la instalación. En este caso, dados los objetivos del proyecto y que la construcción e instalación ya existen, no es necesario que esta sea exacta en cuanto a medidas. Es por este motivo que los planos no llevarán ningún tipo de cotas.

El paso previo antes de comenzar con los planos es crear una **tabla de planificación** para realizar la organización inicial (Vista/Crear/Tablas de planificación/Lista de planos). La tabla que se generará automáticamente contendrá información como el número y el nombre de los planos y las fechas en las que estos se emitieron y revisaron. Además, hay que hacerse una idea inicial de que planos comprenderán los documentos para determinar el método de ordenarlos en el modelo y en la memoria.

El **orden de los planos** estará compuesto, en primero lugar, por la ubicación del edificio y su arquitectura principal incluyendo la distribución de las habitaciones. En segundo lugar se ocupará de representar la red de las bocas de incendio equipadas

junto con todos los equipos que la conforman. Finalmente se encontrarán los planos dedicados al resto de equipos.

Esta estructura se representará de la siguiente manera. Los planos referidos se clasificarán con un número de dos dígitos incrementales, siendo el inicial un cero. A los números le seguirá el nombre del plano, que definirá en pocas palabras el objeto representado. Ejemplo: “01 – Alzados oeste y este”, “11 – Planta Intermedia. Red BIE”, “22 –Planta intermedia. Sistema PCI”, etc.

Los resultados se muestran en el anexo de planos.

### **6.3.2 Procesos de intercambio de datos**

Una de las principales características de la metodología BIM es su entorno de trabajo. En un modelo BIM pueden participar múltiples disciplinas, cada una dentro de su especialidad. Por esto es necesario que la comunicación entre ellas sea lo más eficiente posible. El punto clave en ese intercambio es la conexión entre los diferentes softwares que intervienen.

En este proyecto ya se han empleado dos herramientas: *Revit 2015* y *Excel*, así como un *plugin* que comunica ambas. Además de estas dos se usará un gestor de base de datos llamado *Access* que ocupará, junto con *Revit*, la mayor parte del trabajo. De esta circunstancia viene la importancia de comunicar de la mejor manera posible y siempre de forma bidireccional ambos softwares.

Por un lado, la conexión en el sentido *Revit-Access* no da ningún tipo de problemas. En esta dirección existen varias formas de enviar la información con la que trabajará cualquier base de datos sin pérdidas apreciables.

Sin embargo, en el caso de la comunicación inversa a la descrita anteriormente se da un problema: el nexo entre ambos es nulo. Para resolver este inconveniente es necesario emplear otros softwares entre ellos. En este caso se han usado dos herramientas : *Excel* y *RushForth Tools 2015*.

Los motivos por el cual se han tenido en cuenta ambos softwares son muy simples. Por una parte, la capacidad de vinculación entre *Access* y *Excel* es casi perfecta ya que ambos pertenecen a la misma suite ofimática. Por otra parte, estas herramientas ya se han empleado anteriormente en la composición del parámetro que identifica cada uno de los equipos, por lo que ni es necesaria formación adicional sobre otros programas ni requiere la posible inversión económica que la adquisición de la licencia de los mismos conllevaría.

Dado esto, quedarían dos **tipos de conexiones** que dependerán del sentido. En el caso de la comunicación entre el modelo y la base de datos, esta será: **Revit-Access**. Mientras, en el caso inverso será: **Access-Excel-Revit**, empleando en la conexión *Excel-Revit* el *plugin RushForthTools 2015*.

En la comunicación de *Revit* con *Access* se han explorado dos opciones. Una de ellas se basa en exportar los datos del modelo a una base de datos ODBC para gestionarla con *Access*. La otra extrae la información de las tablas de planificación deseadas a través de archivos con formato *.txt* para que *Access* sea capaz de leerla.

Para comprender mejor la primera posibilidad hay que definir qué es una base de datos ODBC (*Open DataBase Connectivity*). Estas siglas dan nombre a un estándar de acceso a bases de datos en las que cualquier gestor de estas pueda leer la información del archivo.

A la hora de decidir qué opción es más óptima para este proyecto se evaluó la información exportada. La opción de la base de datos ODBC es muy simple, exporta toda la información del modelo de manera muy esquematizada en una serie de tablas de *Access* completamente relacionadas entre sí. En cambio, la alternativa de emplear el archivo *.txt* es algo más compleja, ya que hay que exportar la o las tablas de planificación de manera individual a tantos ficheros con dicho formato como tablas se exporten. Luego se vincularán estas con *Access* de varias maneras posibles para generar tablas en la base de datos. Finalmente, dependiendo de la vinculación seleccionada, se permitirá o no relacionar estas tablas originadas de forma manual.

La elección parecería simple, pero tras evaluar las dos opciones se decide emplear el segundo tipo de exportación. A continuación se mostrarán las diferencias entre ambos procedimientos en cuanto a tres apartados sobre la información exportada: cantidad, calidad y vinculación.

- **Cantidad:** El volumen de información que se extrae en los dos casos es muy diferente. En el primero todos los datos del modelo se incluyen en el nuevo archivo, mientras que en el segundo únicamente se enviarán los datos existentes en la tabla de planificación exportada. Dado que este proyecto solo abarca la instalación de protección contra incendios, tener información que no esté relacionada con esto solo conllevaría el sobrecargar *Access* con datos irrelevantes.
- **Calidad:** Las condiciones en las que llega la información también varía bastante en ambas situaciones. También hay que decir que en el segundo caso tendrá que ver con el tipo de vinculación que se haya realizado. Sobre esto se hablará con mayor detenimiento en el apartado 6.3.2.2.

La primera exportación es excelente en cuanto a la organización de la información. Esta está distribuida perfectamente en una serie de tablas relacionadas entre sí, lo que beneficia el manejo de los datos. En el segundo caso, dado que el volumen de información es mucho menor, esta organización no existe inicialmente. La relación entre tablas habrá que realizarla de forma manual y dependiendo del tipo de vinculación ejecutado, ya que en ciertos casos no lo permitirá.

- **Vinculación:** La capacidad de vinculación es muy similar en ambos caso aunque en el caso de las bases de datos ODBC es más segura al no tener archivos intermedios de conexión. En el primer caso la vinculación entre *Revit* y la base de datos permite actualizar las tablas de estas últimas tantas veces como sea necesario. En la vinculación a través de archivos *.txt* dependerá del tipo de importación que se seleccione en Access. Esto ofrece dos alternativas: Una que simplemente cree una tabla en la base de datos con la información y otra que, además de crearla, la vincule con el archivo *.txt* permitiendo la actualización de los valores.

La principal desventaja de usar archivos intermedios como en el caso de los *.txt* es la inseguridad que esto ocasiona. Estos ficheros pueden ser movidos de ubicación, manipulados o borrados creando errores en la conexión entre *Revit* y *Access*.

Las razones por las que se decide emplear la segunda opción son varias. Entre ellas se encuentran principalmente las dimensiones del proyecto. Por un lado, el trabajo es desarrollado por una sola persona, por lo que no hay peligro de manipular el fichero *.txt* que comunica *Revit* con *Access* sin conocimiento. Por otro lado, dado que únicamente se va a trabajar con la instalación de protección contra incendios, se ha preferido tener cierta información localizada en un único archivo para así reducir el tamaño de la base de datos, simplificar su funcionamiento y centrar esfuerzos en estudiar las posibilidades que esta puede proporcionar.

A continuación se procederá a hablar más en detalle sobre ambas maneras de conectar los softwares en el sentido *Revit-Access*. En cuanto al sentido inverso de la comunicación, la parte *Access-Excel* se mencionará en el apartado 6.3.3 mientras que la de *Excel-Revit* ya ha sido comentada en el apartado 6.3.1.3.

### **6.3.2.1 Conexión *Revit-Access* a través de ODBC**

La vinculación entre software a través de este método, como ya se ha comentado, exporta toda la información del modelo en una base de datos (de *Access* en este caso) a través de una serie de tablas. Estas tablas están relacionadas entre sí de

forma automática, por lo que toda la información se encuentra correctamente organizada sin necesidad de realizar ninguna acción.

Esta acción se realiza toda a través de *Revit* (Inicio/Exportar/Base de datos ODBC), empleando un archivo *.dsn* (nombre de origen de datos). Este tipo de archivos almacenan detalles de la conexión entre *Revit* y la base de datos ODBC.

Tras crear el correspondiente archivo se prosigue almacenando la información en una base de datos. Esta última debe de ser propia para cada proyecto, pudiendo ser actualizada en caso de que se modifique o añada información.

Una de las ventajas, además de las ya comentadas, del uso este tipo de conexión es la posibilidad de crear bases de datos predefinidas aprovechando los protocolos que se emplean durante esta exportación. Para ello hay que tener en cuenta una serie de detalles para que el funcionamiento de estas “plantillas” sea correcto.

En primer lugar *Revit* crea siempre al exportar a una base de datos ODBC las mismas tablas empleando los parámetros del proyecto en cuestión. Estos campos se dividen en los usados de manera interna por *Revit*, los usados por defecto en el proyecto y en los creados o asociados a familias para aportar información estas.

En segundo lugar *Access* tiene una serie de funciones para el manejo de la información que compone una base de datos. Para operar con estas funciones se necesita asociarlas a las tablas y/u otros elementos empleando los campos de las mismas.

Si a la hora de crear las funciones en una base de datos asociada a un proyecto se emplearan las tablas y campos que se exportan desde *Revit*, estas tablas a su vez se podrían usar en otra base de datos relacionada con otro proyecto siempre que los campos que emplean las funciones sean los mismos. Es decir, se podría crear “plantillas” de bases de datos a las que solo le haría falta la información que *Revit* exporta para que su funcionalidad sea completa.

Hay que recalcar el especial cuidado a tener en cuanto a los parámetros empleados. Simplemente si se diera el caso de que el nombre de este no sea exactamente igual al usado en la base de datos predeterminada el funcionamiento de esta última ya sería erróneo.

### **6.3.2.2 Conexión *Revit-Access* a través de *.txt***

La exportación de la información de las tablas de planificación de *Revit* a través de este método es la empleada en este proyecto. Como ya se ha mencionado, se ha optado por este debido a que ofrece la posibilidad de seleccionar la información que

se quite utilizar. Con esto se aprovechan aún más las tablas de planificación creadas y se simplifican los trabajos en Access al estar todos los datos concentrados a conveniencia del usuario.

Para realizar esta acción lo primero es preparar las tablas de planificación como se ha explicado en el apartado 6.3.1. La importancia de este paso es que la información que estas contienen será con la que trabajará la base de datos de Access.

Una vez programada la información necesaria se procede a la exportación de las tablas de planificación a un archivo *.txt* (Inicio/Exportar/Informes/Tablas de planificación). Las características de este fichero son muy importantes, ya que de estas dependerá que se defina correctamente el formato de la tabla de Access. Estas propiedades se determinarán en el último paso de la creación del archivo *.txt* en la ventana denominada “Exportar tabla de planificación”.

En esta ventana habrá que darle un cierto formato al aspecto de la tabla de planificación. De entre las opciones que ofrece se deberá seleccionar la siguiente configuración: debe exportar encabezamientos de columna, no debe exportar el título, debe incluir encabezamientos de columna agrupados y no debe exportar encabezamientos de grupo, pies de página y líneas en blanco. En cuanto al delimitador de campo, este debe ser el tabulador. Tras confirmar estas opciones ya se ha creado el archivo *.txt* de enlace entre *Revit* y Access.

A continuación, y para completar el proceso hay que importar el archivo en la base de datos de Access a emplear. Para ello, en la interfaz de Access que se verá con mayor detenimiento en el apartado 6.3.3, hay que acceder a: Datos externos/Importar y vincular/Archivo de texto. Tras esto se abre una ventana donde se seleccionará el origen de los datos a importar y las características de la tabla donde se alojarán.

Las características de la tabla dentro de la base de datos son uno de los puntos clave de esta conexión, ya que dependiendo de ellas Access tratará a la tabla importada de una forma u otra. Esta tendrá que ver con la forma en la que la base de datos almacena la información. Existen tres opciones:

- **Importar el origen de datos en una nueva tabla de la base de datos actual:** En esta opción Access crea una tabla nueva donde almacena los datos y, si esa tabla ya existiese, sobrescribiría su contenido. Aquí no existe ningún tipo de vinculación, por lo que se permite modificar manualmente los datos de la tabla.
- **Anexar una copia de los registros a una determinada tabla:** Esta posibilidad es muy parecida a la anterior, aunque en este caso la información

importada se agregará a una tabla ya creada. En cuanto a la vinculación, es igual al caso anterior.

- **Vincular al origen de datos creando una tabla vinculada:** Esta opción es la empleada en este proyecto. Con ella se creará una tabla nueva vinculada con el archivo *.txt*. Esta vinculación no permitirá la modificación o eliminación de los datos de la tabla, pero si la actualización de esta cuando se modifique o añadan valores en el *.txt*.

De esta manera descrita, seleccionando la última de las opciones en la importación de las tablas se conecta *Revit* a *Access* y se comienza con la organización de la gestión para el mantenimiento dentro del software correspondiente.

### 6.3.3 Base de datos

La gestión del mantenimiento se ha realizado empleando el gestor de bases de datos de la suite de *Microsoft Office*, **Access**. En él se ha almacenado toda la información correspondiente a dicha operación en una serie de tablas.

El entorno de la base de datos se debe diseñar de tal manera que requiera los mínimos esfuerzos para poder usarla por parte de cualquier persona ajena a la misma. Además, esta ha de cumplir con todas los cometidos necesarios para que abarque toda la gestión del mantenimiento durante su ciclo de vida.

Lo más complejo en este punto es la planificación a seguir para llevar a cabo los propósitos. La manera de enfocar estos trabajos ha sido estableciendo una serie de etapas a cumplir sin imponer restricciones en los caminos llevados hasta alcanzar cada una de ellas. Con esto se consiguió una cierta libertad a la hora de trabajar que permitió explorar las diferentes alternativas para encontrar la mejor posible sin perder el objetivo final.

En los siguientes apartados se definirá con mayor detenimiento la planificación llevada a cabo y cuáles fueron los caminos seguidos y sus posibles variaciones que no prosperaron.

#### 6.3.3.1 Planificación

El punto de partida de la base de datos debe de ser la información exportada desde *Revit*. Lo que le sigue varía mucho dependiendo de la capacidad que tenga el encargado de decidir cómo se organiza la información. Por ello, hay que evaluar las diferentes posibilidades que ofrece *Access* en cuanto a la gestión de la información.

En primer lugar hay que estudiar la interfaz de usuario de *Access 2013*. Esta, que se muestra en la figura 24, muestra los siguientes elementos:

- **Cinta de opciones** (recuadro rojo): Contiene los menús principales y la barra de herramientas. Está compuesta por fichas con grupos de botones.
- **Panel de navegación** (recuadro verde): Organiza los objetos de la base de datos.
- **Área de trabajo**: Aquí se muestran los objetos de la base de datos con los que se está trabajando.

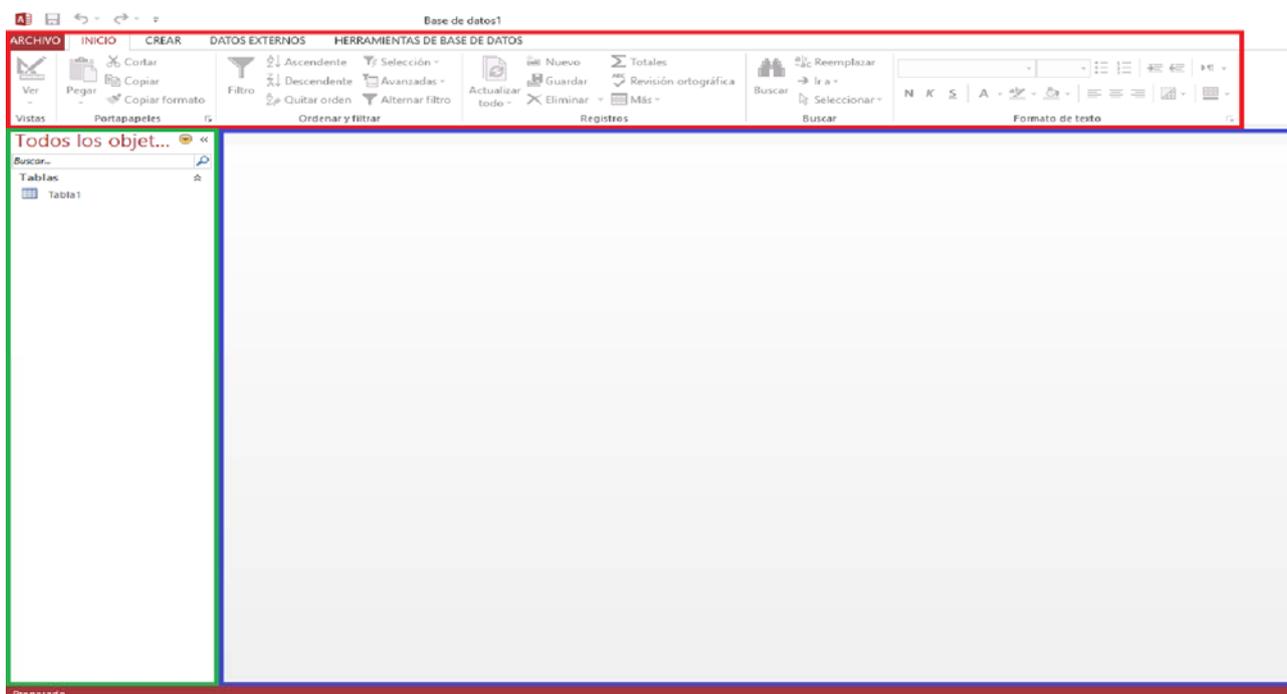


Ilustración 24: Interfaz de usuario de Access 2013. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Dentro de esta interfaz encontramos una serie de **objetos** con los que trabaja Access. Estos son los que realizan las diferentes acciones dentro de la base de datos y son de vital importancia para su desarrollo. Aquí encontramos los siguientes:

- **Tablas**: Lugar dentro de una base de datos donde se almacena la información. Esta se organiza en filas y columnas.
- **Consultas**: Herramienta para operar con mayor facilidad en una base de datos. Con este objeto se pueden agregar, eliminar y modificar datos, además de realizar búsquedas y cálculos entre otras acciones.

- **Formularios:** Interfaz personalizada para trabajar con mayor facilidad dentro de las tablas o consultas.
- **Informes:** Objeto de la base de datos empleado para mostrar y resumir la información de esta. Mediante los informes es posible imprimir estos datos o exportarlos a formatos como PDF.
- **Macros y códigos:** Son un lenguaje de programación interno que permite automatizar ciertos procesos y añadir funcionalidades a los objetos. La diferencia entre macros y códigos es que los primeros están simplificados a través de una colección de acciones que se ensamblan, mientras que en el segundo no existe tal simplificación, sino que hay que desarrollarlo manualmente.

De entre estos, las **consultas** son los objetos que más posibilidades ofrecen, pudiendo elegir entre ocho tipos. Dependiendo del tipo pueden buscar datos y trabajar con ellos o modificarlos en su lugar de origen. Los tipos son:

- **Selección:** Permite revisar ciertos datos de una o varias tablas dando la opción de establecer criterios para filtrar la información.
- **Parámetros:** Este tipo de consulta tiene las mismas posibilidades que la de selección aunque los criterios para crear los filtros son variables, debiendo establecerse al abrir la consulta.
- **Totales:** Es una consulta de selección con el añadido de que permite agrupar y resumir los datos.
- **Tabla de referencias cruzadas:** Esta consulta, del tipo totales, permite agregar una subdivisión en el resumen de los datos mostrando subtotales de un producto.
- **Creación de tabla:** Se emplea para crear nuevas tablas a partir de datos almacenados en otras.
- **Datos anexados:** Recupera datos de una o varias tablas añadiéndolos a otra tabla.
- **Actualización:** Reemplaza datos de una tabla siguiendo unos criterios determinados

- **Eliminación:** Suprime datos o filas de las tablas con unos criterios determinados.

En este proyecto no se utilizarán todos los tipos de consultas debido a que la información que se importará a la base de datos será precisa al extraerla a partir de las tablas de planificación. Si se hubiese realizado este proceso exportando a una base de datos ODBC sí serían de gran utilidad la mayor parte de estos objetos.

Tras analizar las principales posibilidades que ofrece Access se programa que **funcionalidades** ha de tener la base de datos para la gestión del mantenimiento. Estas servirán para ayudar a realizar cada una de las acciones relativas al mantenimiento de la forma más simple posible, ofreciendo toda la información al respecto.

En primer lugar, deberá existir un **inventario** donde se encuentra toda la información necesaria sobre los equipos de la instalación de protección contra incendios, además de cierta información del edificio que permite definir aún más la instalación. Estos serán los puntos de partida del resto de la base de datos.

En segundo lugar, la base de datos deberá **almacenar** todas las revisiones que se realicen, así como las notas y conclusiones del operario. A partir de estos registros se extraerán una serie de consultas y/o informes que ofrezcan información específica para varios aspectos.

Finalmente, y como parte visual de la base de datos, se crearán unos **formularios** para que el manejo de la base de datos sea simple.

Todo esto, como ya se ha comentado, busca un objetivo: **facilitar y minimizar los esfuerzos** en la gestión del mantenimiento. Para ello hay que establecer unos puntos a alcanzar donde se muestre toda la información que un operario pueda necesitar a lo largo de una jornada. Estos **objetivos** serán:

- Encontrar un método sencillo para introducir los registros de las revisiones en la base de datos.
- Obtener de manera simple y rápida información de los equipos.
- Consultar y actualizar la programación de los trabajos pendientes.

Para alcanzar dichos objetivos se necesita información acerca de las propias revisiones que deben pasar los equipos en cuestión. Por lo tanto se deberá buscar las normativas de revisiones de equipos de protección contra incendios.

A partir de documentos extraídos de varias aseguradoras que realizan las inspecciones correspondientes a los equipos se observan tres aspectos a tener en cuenta. La primera es que a cada equipo se le realiza una revisión diferente, aunque con algunos puntos en común. La segunda es que el periodo de revisiones varía dependiendo del tipo de equipo. Finalmente, la tercera es que no todas las revisiones son obligatorias, en ciertos equipos hay revisiones opcionales aunque recomendadas.

Todo esto es importante a la hora de organizar la base de datos, ya que el manejo de esta información se verá influenciada por estos aspectos.

Una vez analizado todo se procede al **desarrollo de la base de datos**. Dado que no hay nada preestablecido para alcanzar estas metas, los progresos que se vayan logrando serán fruto de pruebas que se irán realizando durante su ejecución. Por ello, además de explicar los caminos seguidos, se comentarán las posibles alternativas y los motivos por los cuales no se siguieron.

#### **6.3.3.2 Base de datos**

---

El desarrollo de la base de datos en este proyecto comienza con la **importación de la información** de la instalación de protección contra incendios extraída de las tablas de planificación del modelo. Este proceso ya se comentó en el apartado 6.3.2.2, por lo que se tomará como punto de partida.

La importación no solo se realiza con la tabla de planificación “Elementos de protección contra incendios”, sino también con “Tabla de planificación de habitaciones” y “Tabla de planificación de niveles”. Con esto se persigue aportar información que podría ser relevante a lo largo del desarrollo. El resultado de esto será la creación de tres tablas vinculadas a los archivos *.txt*, una para cada tabla de planificación. Los nombres de estas tres tablas serán, respectivamente, “Inventario\_PCI”, “Habitaciones\_Edificio” y “Niveles\_Edificio”.

Tras esto analizamos uno de los objetivos marcados, **establecer un método para introducir los registros** de las revisiones en la base de datos. Primero que nada, y aunque parezca obvio, es necesario buscar un lugar dónde almacenar estos registros. Este lugar dentro de la base de datos será a partir de una o varias tablas.

Las **tablas** son objetos para almacenar información. Se componen de columnas y filas donde se organizan los campos y los registros respectivamente. Cada uno de los campos tendrá un formato determinado dependiendo de su uso. Por ejemplo, si se emplea un campo para almacenar un registro de fecha, se le aplicará un formato

para muestre la información como tal. Además, para registros abstractos como podría ser en este caso los identificadores de los equipos, Access permite la creación de máscaras de entrada para forzar a que la información introducida guarde una forma determinada.

El primer paso para la creación de las tablas (Crear/Tablas/Tabla) es saber cuántas hay que crear. Dado que las revisiones pueden variar dependiendo del equipo, habrá que determinar los tipos de revisiones que hay.

Los análisis muestran que hay 14 tipos de revisiones: 3 para las bocas de incendio equipadas y los extintores (trimestral, anual y quinquenal), 4 para las bombas (trimestral, semestral, anual y quinquenal) y 2 para el sistema de detección y alarma (trimestral y anual) y las luminarias (mensual y anual). Esto no indica que hay que crear 14 tablas, sino que dependiendo de la periodicidad de la revisión, esta se efectuará más menos exhaustiva. Por lo tanto, creando una tabla para la revisión de cada equipo o conjunto de equipos será suficiente, lo que hace un total de **cinco tablas**. Cada una de estas tablas tendrá campos comunes para ayudar en el manejo y organización de la información y otros campos que dependerá del equipo a revisar. Estos se crearán y configurarán en la vista diseño (Inicio/Vistas/Ver/Vista diseño).

Los **campos** que aparecerán en **todas las tablas** se presentan a continuación mostrando su formato y descripción:

Tabla 12: Campos comunes para las tablas de revisiones.

| Nombre del campo     | Tipo de datos  | Descripción   |
|----------------------|----------------|---|
| Número de registro   | Autonumeración | Número único asociado al registro efectuado a un cierto equipo individual                 |
| ID                   | Texto corto    | Conjunto de números y letras asociados al identificador único de un equipo individual     |
| Tipo de revisión     | Texto corto    | Tipo de revisión efectuada según la periodicidad  |
| Fecha de revisión    | Fecha/Hora     | Día/mes/año de la realización de la revisión asociada al registro                         |
| ¿Supera la revisión? | Sí/No          | Muestra si el equipo en cuestión cumple con la normativa tras su correspondiente revisión |
| Observaciones        | Texto largo    | Comentarios o sugerencias a tener en cuenta   |

Algunos de estos campos son especialmente propensos a la aparición de errores ya sea por la estructura de sus datos o por erratas a la hora de introducirlos. Para reducir estas posibilidades y los posibles efectos que tendrían en el futuro se limita los valores que se pueden introducir por medio de un control de datos que muestra solo los correctos, además de una regla de validación que los confirme. Esto se aplica en los campos "ID" y "Tipo de revisión". En ellos solo se podrán ver los identificadores y las tipos de revisiones posibles para los equipos relacionados con

cada tabla. Estos valores se extraen directamente de la tabla "Inventario\_PCI" a través de una consulta integrada en el campo. Con ello se consigue que los valores estén permanentemente actualizados para evitar errores.

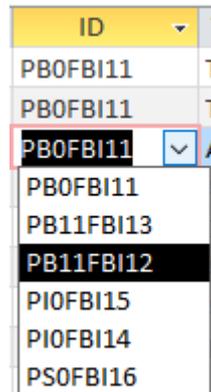


Ilustración 25: Control de datos en el campo "ID" de la tabla "Revisiones\_BIE". Fuente: Elaboración propia. 2016.

Otro dato importante de estos campos comunes es que uno de ellos será la **clave principal** de las tablas. Este campo será "Número de Registro".

La clave principal es un campo compuesto por valores únicos dentro de la tabla. Estos se emplean para hacer referencias a registros, ya que cada uno tendrá un valor asociado que no se repetirá dentro de esa misma tabla.

Los **campos propios de cada tabla** dependerán del tipo de equipo a revisar. Para ello se distribuirán en cada una de las cinco tablas según corresponda. A continuación se mostrarán dichas tablas con los campos que individuales que contendrán. Estos se presentarán de la misma manera que los campos comunes. El orden en el aparecen las tablas de los equipos será: bocas de incendio equipadas, bombas, sistema de detección y alarmas, extintores y luminarias. Además, se añadirá una cuarta columna donde aparecerá a qué tipo de revisión corresponde el campo según la periodicidad.

Tabla 13: Campos propios de la tabla de Access "Revisiones\_BIE"

| <b>Nombre de la tabla: Revisiones_BIE</b>   |                      |  |                     |
|---|----------------------|--|---------------------|
| <b>Nombre del campo</b>                     | <b>Tipo de datos</b> | <b>Descripción</b>   | <b>Periodicidad</b> |
| Señalización                                | Texto corto          | La señalización del equipo es la correcta, está en buen estado y visible.  | Trimestral          |
| Accesibilidad                               | Texto corto          | La accesibilidad del equipo es la correcta. No hay impedimentos para su utilización en caso de emergencia.               | Trimestral          |
| Etiqueta                                    | Texto corto          | La etiqueta donde se muestra la información de las revisiones está en buen estado y muestra correctamente la información | Trimestral          |
| Estado aparente                             | Texto corto          | El equipo muestra un buen estado aparente de conservación.   | Trimestral          |
| Estado componentes                          | Texto corto          | Los componentes del BIE no presentan deterioro.  | Trimestral          |
| Engrase                                     | Texto corto          | Los cierres y bisagras en las puertas del armario están correctamente engrasadas.  | Trimestral          |
| Boquilla                                    | Texto corto          | El accionamiento de la boquilla funciona correctamente.  | Trimestral          |
| Presión de servicio MPa                     | Número               | Presión de servicio que muestra el manómetro.  | Trimestral          |
| Manómetros                                  | Texto corto          | El manómetro se ha comprobado mediante otro de referencia acoplado a un racor de conexión de la manguera.                | Trimestral          |
| Manguera                                    | Texto corto          | La manguera está en buen estado  | Trimestral          |
| Desmontaje de manguera                      | Texto corto          | Desenrollado de la manguera  | Anual               |
| Prueba de manguera                          | Texto corto          | Prueba de la manguera y comprobación de que su estado es correcto.   | Anual               |
| Prueba de manguera (15 kg/cm <sup>2</sup> ) | Texto corto          | Prueba de la manguera a una presión de 15 kg/cm <sup>2</sup>   | Quinquenal          |
| Estanqueidad manguera                       | Texto corto          | La estanqueidad de la manguera es la correcta  | Anual               |
| Estanqueidad racores                        | Texto corto          | La estanqueidad de los racores es la correcta  | Anual               |
| Estado juntas                               | Texto corto          | Las juntas muestran un buen estado de conservación   | Anual               |

Tabla 14: Campos propios de la tabla de Access "Revisiones\_Bombas"

| <b>Nombre de la tabla: Revisiones_Bombas</b> |                      |   |                     |
|--|----------------------|---|---------------------|
| <b>Nombre del campo</b>                      | <b>Tipo de datos</b> | <b>Descripción</b>  | <b>Periodicidad</b> |
| Estado aparente                              | Texto corto          | El equipo muestra un buen estado aparente de conservación.  | Trimestral          |
| Válvulas de corte                            | Texto corto          | Accionamiento correcto de las válvulas de corte y, si es necesario, engrasarlas                       | Trimestral          |
| Engrase bomba                                | Texto corto          | La bomba debe ser engrasada   | Semestral           |
| Cambio de aceite de bomba                    | Texto corto          | Cambio de aceite del motor de la bomba diésel   | Anual               |
| Cambio de aceite del compresor               | Texto corto          | Cambio de aceite del compresor de los depósitos de presión  | Anual               |
| Filtro de combustible                        | Texto corto          | Comprobación de los filtros de combustible, procediendo a la limpieza o al cambio si fuese necesario. | Anual               |
| Filtro de aire                               | Texto corto          | Comprobación de los filtros de aire, procediendo a la limpieza o al cambio si fuese necesario.        | Anual               |
| Filtre de aceite                             | Texto corto          | Comprobación de los filtros de aceite, procediendo a la limpieza o al cambio si fuese necesario.      | Anual               |
| Manómetro                                    | Texto corto          | Los manómetros están correctos partiendo de un manómetro patrón                                       | Anual               |
| Alineamiento                                 | Texto corto          | La bomba está correctamente alineada  | Anual               |
| Vaciado del depósito                         | Texto corto          | Vaciamiento del depósito y limpieza del mismo   | Quinquenal          |

Tabla 15: Campos propios de la tabla de Access "Revisiones\_Detección\_Y\_Alarmas"

| <b>Nombre de la tabla: Revisiones_Detección_Y_Alarmas</b> |                      |  |                     |
|---|----------------------|--|---------------------|
| <b>Nombre del campo</b>                                   | <b>Tipo de datos</b> | <b>Descripción</b>   | <b>Periodicidad</b> |
| Estado aparente   | Texto corto          | El equipo muestra un buen estado aparente de conservación. | Trimestral          |

| <b>Nombre de la tabla: Revisiones_Detección_Y_Alarmas</b> |                      |  |                     |
|---|----------------------|--|---------------------|
| <b>Nombre del campo</b>                                   | <b>Tipo de datos</b> | <b>Descripción</b>   | <b>Periodicidad</b> |
| Funcionamiento  | Texto corto          | El funcionamiento del equipo es el correcto  | Trimestral          |
| Sustitución de elementos defectuosos                      | Texto corto          | Realizar la sustitución de los elementos que forman el equipo en caso de que sea necesario | Trimestral          |
| Verificación de uniones                                   | Texto corto          | Verificar que las uniones estén en buenas condiciones                                      | Anual               |
| Limpieza de relés   | Texto corto          | Realizar la limpieza de los relés  | Anual               |
| Reglaje de relés  | Texto corto          | Realizar el reglaje de los relés   | Anual               |
| Regulación de tensiones                                   | Texto corto          | Comprobar las tensiones y regularlas en caso de que fuera necesario                        | Anual               |
| Regulación de intensidades                                | Texto corto          | Comprobar las intensidades y regularlas en caso de que fuera necesario                     | Anual               |
| Equipos de transmisión de alarma                          | Texto corto          | Verificación del estado de los equipos de transmisión de alarma                            | Anual               |
| Prueba final  | Texto corto          | Prueba final de la instalación con su fuente de suministro eléctrico.                      | Anual               |

Tabla 16: Campos propios de la tabla de Access "Revisiones\_Extintores"

| <b>Nombre de la tabla: Revisiones_Extintores</b> |                      |   |                     |
|--|----------------------|---|---------------------|
| <b>Nombre del campo</b>                          | <b>Tipo de datos</b> | <b>Descripción</b>  | <b>Periodicidad</b> |
| Señalización                                     | Texto corto          | La señalización del equipo es la correcta, está en buen estado y visible. | Trimestral          |

| <b>Nombre de la tabla: Revisiones_Extintores</b> |                      |  |                     |
|--|----------------------|--|---------------------|
| <b>Nombre del campo</b>                          | <b>Tipo de datos</b> | <b>Descripción</b>   | <b>Periodicidad</b> |
| Accesibilidad                                    | Texto corto          | La accesibilidad del equipo es la correcta. No hay impedimentos para su utilización en caso de emergencia.               | Trimestral          |
| Etiqueta   | Texto corto          | La etiqueta donde se muestra la información de las revisiones está en buen estado y muestra correctamente la información | Trimestral          |
| Estado aparente                                  | Texto corto          | El equipo muestra un buen estado aparente de conservación.   | Trimestral          |
| Estado componentes                               | Texto corto          | Los componentes del extintor no presentan deterioro.   | Trimestral          |
| Seguros  | Texto corto          | El estado de conservación de los seguros es el correcto  | Trimestral          |
| Precintos  | Texto corto          | El estado de conservación de los precintos es el correcto  | Trimestral          |
| Manguera   | Texto corto          | El estado de conservación de la manguera es el correcto  | Trimestral          |
| Válvula  | Texto corto          | El estado de conservación de la válvula es el correcto   | Trimestral          |
| Boquilla   | Texto corto          | El estado de conservación de la boquilla es el correcto  | Trimestral          |
| Partes mecánicas                                 | Texto corto          | El estado de conservación de las partes mecánicas es el correcto   | Trimestral          |
| Peso   | Número               | El peso del extintor es el correcto  | Trimestral          |
| Presión  | Número               | La presión del extintor es la correcta   | Trimestral          |
| Botellín de gas impulsor                         | Texto corto          | El estado de conservación del botellín de gas impulsor es el correcto  | Trimestral          |
| Agente extintor                                  | Texto corto          | El estado del agente extintor es el correcto   | Anual               |
| Presión de impulsión                             | Texto corto          | La presión de impulsión del agente extintor es la correcta   | Anual               |
| Retimbrado                                       | Texto corto          | ¿Se ha procedido al retimbrado del extintor?   | Quinquenal          |
| Número de retimbrados                            | Número               | Cantidad de veces que se ha retimbrado el extintor. Máximo de tres veces   | Quinquenal          |
| ¿Descarga del extintor?                          | Sí/No                | ¿Se ha procedido a la descarga del extintor?   | Quinquenal          |

Tabla 17: Campos propios de la tabla de Access "Revisiones\_Luminarias"

| Nombre de la tabla: Revisiones_Luminarias |               |   |              |
|---|---------------|---|--------------|
| Nombre del campo                          | Tipo de datos | Descripción   | Periodicidad |
| Estado aparente                           | Texto corto   | El equipo muestra un buen estado aparente de conservación.  | Mensual      |
| Simulación de fallo                       | Texto corto   | Alimentar en modo de emergencia cada lumniaria y cada señal de salida iluminada desde sus propias baterías mediante lasimulación de un fallo en la alimentación al alumbrado normal durante el tiempo suficiente para asegurar que cada lámpara se ilumina. | Mensual      |
| Restablecimiento de la alimentación       | Texto corto   | La alimentación del alumbrado normal debe restablecerse y se comprobará que todos los indicadores o dispositivos indican que la alimentación normal ha sido reestablecida.  | Anual        |

Estas tablas guardarán relación con la tabla "Inventario\_PCI". Las **relaciones entre tablas** son reglas que determinan como se interconectan los datos entre sí dentro de la base de datos. En este caso, dadas las limitaciones que ofrece las tablas vinculadas, las relaciones son meramente informativas. Esta restricción se refiere a la imposibilidad de establecer un campo clave dentro de las tablas vinculadas a ficheros *.txt*.

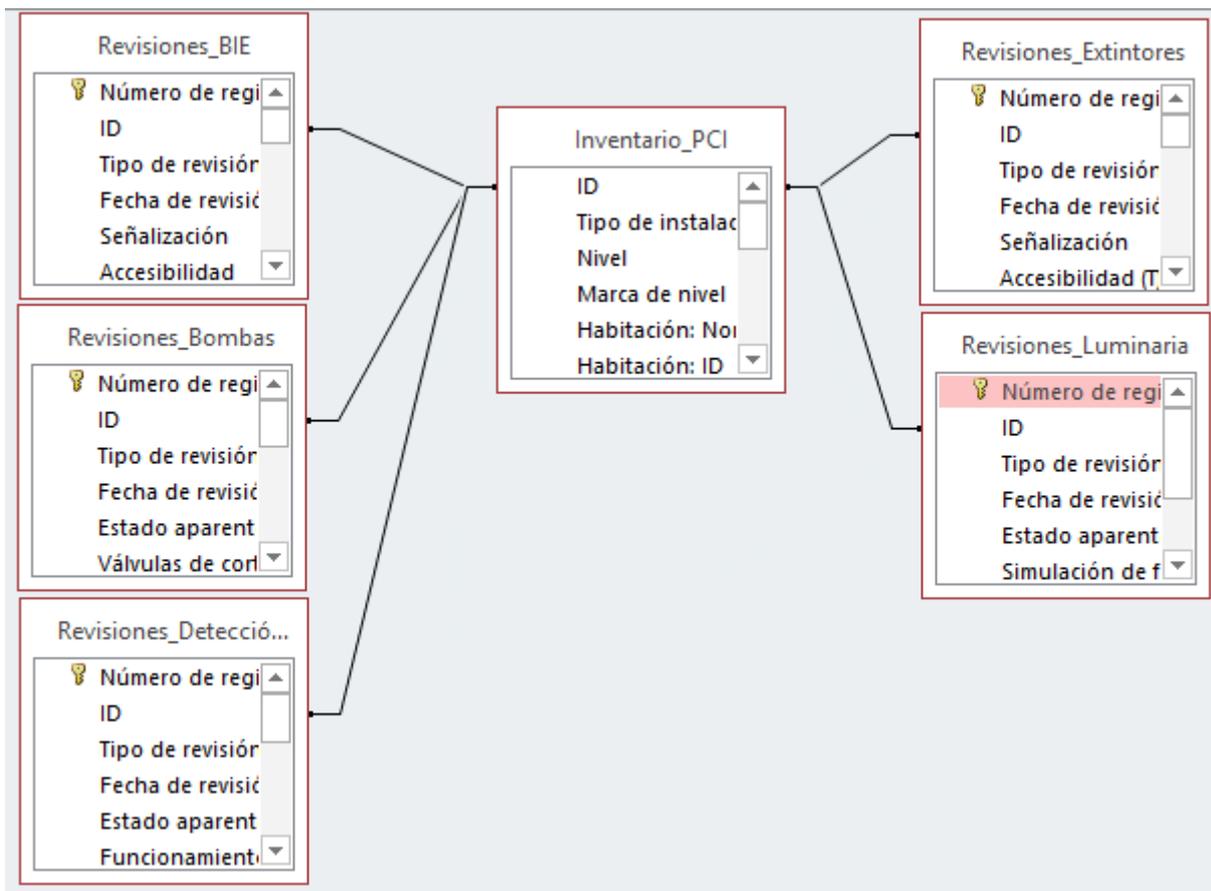


Ilustración 26: Relaciones entre las tablas de revisiones y la tabla "Inventario\_PCI". Fuente: Elaboración propia. 2016.

Tras crear las tablas donde irá ubicada la información relativa a las revisiones es el momento de crear la **interfaz para introducir los datos** cada vez que se realicen las revisiones. Para esto se emplearán **formularios**, uno por cada tipo de revisión. En ellos se mostrarán únicamente los campos a revisar para acotar las revisiones.

Las principales diferencias entre estos tipos de revisiones son la periodicidad de realización y los campos que se deben revisar. En las tablas 14, 15, 16, 17 y 18 se muestran que campos se deben comprobar en cada verificación. Hay que mencionar que en las revisiones de mayor periodicidad también ha de realizarse todas las anteriores. Por ejemplo, en el caso de un examen anual de los extintores, se deberán revisar todos los campos de periodicidad trimestral y todos los de periodicidad anual. En el caso de un examen quinquenal, se deberán comprobar los campos de periodicidad quinquenal y, además, los trimestrales y anuales.

Dado la gran cantidad de formularios se deberá crear un **método para organizarlos** todos. El esquema siguiente muestra la forma elegida teniendo en cuenta el tipo del equipo y las diferentes variantes de las revisiones.

|                    |                             |            |
|--------------------|-----------------------------|------------|
| Revisiones         | Bocas de incendio equipadas | Trimestral |
|                    |                             | Anual      |
|                    |                             | Quinquenal |
| Bombas             | Trimestral                  |            |
|                    | Semestral                   |            |
|                    | Anual                       |            |
|                    | Quinquenal                  |            |
| Detección y alarma | Trimestral                  |            |
|                    | Anual                       |            |
| Extintores         | Trimestral                  |            |
|                    | Anual                       |            |
|                    | Quinquenal                  |            |
| Luminarias         | Mensual                     |            |
|                    | Anual                       |            |

*Esquema 4: Organización de los tipos de revisiones. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

En cuanto a los formularios, estos se crearán a partir de las tablas. La creación se puede realizar de tres maneras: manual, automática o por medio de un asistente. Por razones subjetivas se ha optado por la generación automática (Crear/Formularios/Formulario). Por este método los campos por los que está compuesta la tabla se añadirán de manera instantánea al formulario. La única acción que hay que realizar es la de eliminar los campos que no procedan para configurar el formulario según el tipo de revisión a revisar.

Revisiones\_BIE

|                    |                                   |                                |                          |
|--------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Número de registro | (Nuevo)                           | Presión de servicio MPa        | 0                        |
| ID                 | PB11FBI12<br>PIOFBI15<br>PIOFBI14 | Manómetro                      |                          |
| Tipo de revisión   | Trimestral<br>Anual<br>Quinquenal | Manguera                       |                          |
| Fecha de revisión  |                                   | Desmontaje de manguera         |                          |
| Señalización       |                                   | Prueba de manguera             |                          |
| Accesibilidad      |                                   | Prueba de manguera (15 kg/cm2) |                          |
| Etiqueta           |                                   | Estanqueidad manguera          |                          |
| Estado aparente    |                                   | Estanqueidad racores           |                          |
| Estado componentes |                                   | Estado juntas                  |                          |
| Engrase            |                                   | ¿Supera la revisión?           | <input type="checkbox"/> |
| Boquilla           |                                   | Observaciones                  |                          |

Ilustración 27: Ejemplo de la creación de un formulario antes de la configuración. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Como se observa en la ilustración 27, los campos “ID” y “Tipo de revisión” cuentan con un cuadro de lista con la información sobre los equipos y revisiones relacionados con la tabla. Esto ha sido gracias a la configuración previa establecida en la tabla de origen del formulario. En cuanto al valor dentro del cuadro perteneciente a “Número de registro”, este se actualizará automáticamente una vez que se comience con un registro.

En este punto el **formulario** está **completamente funcional**, aunque es bastante **mejorable** ya que su diseño es muy básico. A partir de las “Herramientas de diseño de formulario” existentes en la vista diseño se pueden incluir controles muy útiles como botones, controles de navegación y muchos elementos más. Además, se puede mejorar la interfaz modificando la distribución de los elementos.

Los elementos a modificar o incluir dentro de los formularios de revisiones son:

- **Campo de “ID”:** Se cambiará el cuadro de lista existente por un cuadro combinado donde aparecerá la misma información.
- **Campo “Tipo de revisión”:** Se cambiará el cuadro de lista por un cuadro de texto donde muestre únicamente el tipo de revisión para la que está destinado el formulario. Con esto se consigue reducir aún más las posibilidades de cometer errores.

- **Inclusión de botones:** Se introducirán tres botones para simplificar el funcionamiento y hacerlo más intuitivo. Estos botones servirán para crear un nuevo registro, para guardar el registro una vez esté completo y para deshacer el registro en curso.
- **Modificación del diseño:** Se cambiará el diseño de los formularios y se incluirá un apartado donde muestra la fecha y la hora.

El **resultado** para el caso del formulario destinado a cubrir las **revisiones trimestrales de las BIES** será el siguiente:

*Ilustración 28: Diseño del formulario para las revisiones trimestrales de las bocas de incendio equipadas. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

Este proceso se realizará con todas y cada una de las revisiones de los equipos. Por lo que quedará un total de 14 formularios. Esto podría generar un efecto contrario al deseado de simplificar la introducción de los registros. Para tratar de evitarlo se deberá crear un **sistema eficiente de navegación** para poder elegir el formulario correcto con el mínimo esfuerzo posible.

La opción predeterminada de Access para administrar es mediante el “Panel de control”. Esta crearía un formulario con una estructura predeterminada para administrar los diferentes formularios e informes existentes en la base de datos. La estructura estaría compuesta por una serie de páginas con un máximo de ocho botones para seleccionar las diferentes posibilidades. El principal inconveniente, además de las limitaciones en cuanto a su diseño, es la restricción de esos ocho botones.

En este punto del proyecto aún no está definida la interfaz del navegador, por lo que emplear un método que pueda limitar las diferentes posibilidades sería negativo para los objetivos. Para evitar que esto suceda, y partiendo de la idea del “Panel de control”, se creará un **formulario en blanco** (Crear/Formularios/Formulario en blanco) que se editará libremente y sin restricciones de ningún tipo. Con esto se conseguirá una **interfaz personalizada** que se adaptará a las necesidades de la base de datos.

El formulario en blanco que actuará de navegador está completamente vacío. Por lo tanto habrá que realizar un esquema previo muy conceptual para tener una **idea inicial de su estructura**. Esta organización podrá variar a medida que avance el proyecto. Es por ello que no se dedicarán demasiados esfuerzos en este punto para su diseño, sino que se realizará premiando únicamente la funcionalidad. Partiendo de esto se creará la aplicación que servirá de interfaz.

La distribución del formulario tendrá un apartado que abarque las revisiones. Esta tendrá la estructura descrita previamente en el esquema 3, donde se mostraban los diferentes tipos de revisiones de los equipos. Para ello se crearán cinco botones dentro del formulario, uno para cada grupo de equipos, que llevarán a otros formularios que permitirán seleccionar el tipo de revisión.

El primer paso para realizar todo esto es crear los **formularios de selección** para los tipos de revisiones. Mediante un formulario en blanco se crearán tantos botones como tipos de revisiones haya. Luego, a través del “Asistente para botones de comando” se configuran para que abran los formularios de revisión correspondientes. El resultado será similar al de la siguiente imagen, variando según el equipo:

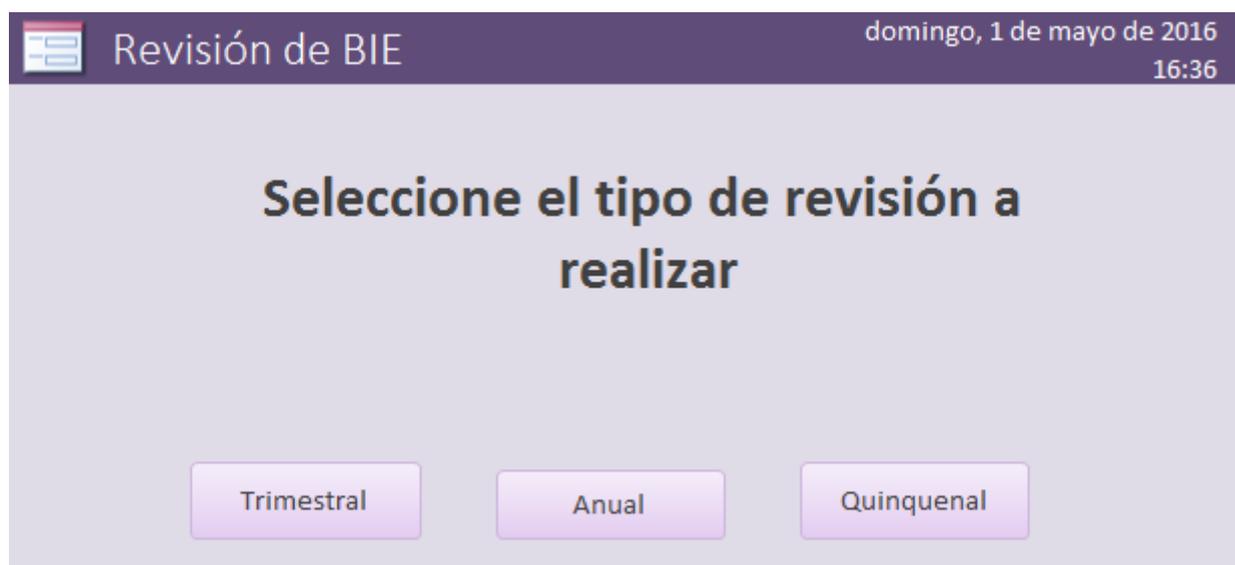
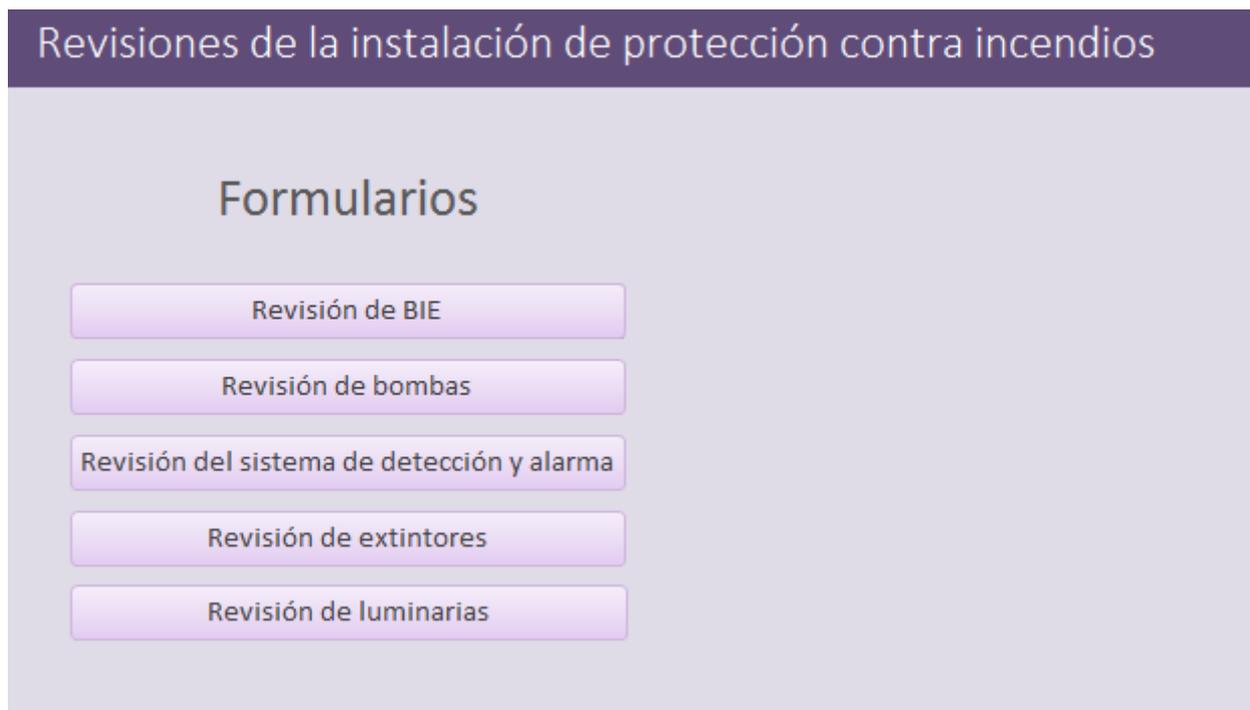


Ilustración 29: Formulario de selección de tipo de revisión para los BIES. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Tras haber creado los cinco formularios de selección, uno por cada grupo de equipos, se procede a la creación del **formulario de navegación principal**. Este, como ya se ha comentado, constará de cinco botones destinados para seleccionar los diferentes formularios de selección recientemente creados. La manera de proceder es exactamente la misma que la que se acaba de realizar, salvo por la vinculación de los botones con los formularios recién creados. El panel de navegación creado tendrá el siguiente aspecto:



*Ilustración 30: Interfaz del panel de navegación tras incluir los botones para los formularios de revisiones. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

Con todo esto ya se ha conseguido una forma simple e intuitiva para almacenar los registros de las revisiones en la base de datos. Ahora el reto es **encontrar un método que permita mostrar la información importante** relativa a dichas revisiones. Para esto, se decide emplear una serie de **consultas** que recoja información de las tablas y las organice de dos maneras diferentes: según el conjunto del grupo de equipos y según los equipos individuales dentro de cada conjunto.

La información existente en las **dos consultas** será exactamente la misma, la única diferencia reside en que en el **primer caso** se muestra **para todos los equipos** de un grupo, mientras que en el **segundo** lo hace solo para **equipos individuales**. Dado que las consultas del primer tipo son más sencillas, se comenzarán con la creación de estas (Crear/Consultas/Diseño de consulta) y luego se actualizarán para que cumplan con los criterios de las segundas.

La **consulta** necesaria para conseguir los objetivos deseados será a través de una de **selección**. En esta encontramos una tabla donde introducir los campos que se desean mostrar, además de una serie de opciones para trabajar con cierta información.

En este caso, para cumplir con lo propuesto no es necesario mostrar toda la información de las tablas de revisiones. Por lo tanto, la consulta solo deberá devolver la información realmente relevante para poder realizar un seguimiento de los estados de las revisiones de manera rápida y eficaz.

Los **campos seleccionados** para que se muestren en la consulta son: ID, Tipo de revisión, Fecha de revisión, ¿Supera la revisión? Y Observaciones. Además se creará un campo dependiente denominado “Próxima revisión” del que se hablará más adelante. Con todos estos campos habrá suficiente información para que, al consultar estos objetos, sea posible obtener una idea fiel del estado de las revisiones de la instalación de protección contra incendios.

A la hora de configurar las consultas se debe tener clara una cosa: estas serán propias para cada grupo de equipos. Por lo tanto, como se realizó con los formularios de revisión de los equipos, se deberán crear cinco consultas.

En cuanto a los campos por los que estarán compuestas, el único criterio que se impondrá será el orden de aparición en la tabla que genera la consulta. Para ello se establecerá que los campos “ID” y “Próxima revisión” se muestren de manera ascendente.

Este último campo, “**Próxima revisión**”, no se encuentra en ninguna de las tablas antes creadas. El motivo es porque está destinado a almacenar un **valor calculado** dependiente de varios factores. Si esto se realizara dentro de la misma tabla podría ocasionar problemas a la hora de actualizarse. Por esto, dentro de la misma consulta, se crea un campo para que la operación se realice mediante fórmulas.

El objetivo del campo es determinar cuándo será la fecha de la siguiente revisión teniendo en cuenta la fecha y el tipo de la última realizada. Para ello se introduce el nombre que se le quiera dar al campo finalizando con el carácter “dos puntos” (:). Seguidamente se continúa con la fórmula que calculará el valor. En este caso se realiza a través del generador destinado para tal (Diseño/Configuración de consultas/Generador) y se combinan funciones condicionales con funciones para agregar periodos de tiempo.

La **estructura de la fórmula** es simple: si se cumple que el tipo de revisión coincide con cierta periodicidad, se le añade ese intervalo de tiempo a la fecha de revisión;

en caso contrario se prueba con la siguiente periodicidad hasta coincidir con la existente en el registro.

Entre todos los grupos de equipos se encontrarán **cuatro fórmulas diferentes**. Estas dependerán de los tipos de revisiones existentes y habrá que realizar una ecuación para las BIES y los extintores, otra para las bombas, otra para el sistema de detección y alarma y otra para las luminarias. La tabla siguiente muestra los tipos de revisiones según su periodicidad, los grupos de equipos a los que afecta y la fórmula empleada.

Tabla 18: Fórmulas para el campo "Próxima revisión".

| Periodicidades                            | Grupos de equipos  | Fórmula  |
|---|--------------------|--|
| Mensual y anual                           | Luminarias         | Silnm([Tipo de revisión]="Mensual";AgregFecha("m";1;[Fecha de revisión]);AgregFecha("m";12;[Fecha de revisión]))   |
| Trimestral y anual                        | Detección y alarma | Silnm([Tipo de revisión]="Trimestral";AgregFecha("m";3;[Fecha de revisión]);AgregFecha("m";12;[Fecha de revisión]))  |
| Trimestral, anual y quinquenal            | BIES y extintores  | Silnm([Tipo de revisión]="Trimestral";AgregFecha("m";3;[Fecha de revisión]);Silnm([Tipo de revisión]="Anual";AgregFecha("m";12;[Fecha de revisión]);AgregFecha("m";60;[Fecha de revisión])))   |
| Trimestral, semestral, anual y quinquenal | Bombas             | Silnm([Tipo de revisión]="Trimestral";AgregFecha("m";3;[Fecha de revisión]);Silnm([Tipo de revisión]="Anual";AgregFecha("m";12;[Fecha de revisión]);Silnm([Tipo de revisión]="Quinquenal";AgregFecha("m";60;[Fecha de revisión]);AgregFecha("m";6;[Fecha de revisión]))) |

En las fórmulas se puede apreciar que si se cumple que el campo "Tipo de revisión" es igual a cierta periodicidad, se le añaden los meses correspondientes al campo "Fecha de revisión" y se almacenaría en el nuevo campo "Próxima revisión".

Tras definir las fórmulas, la configuración de la **interfaz de las tablas que definen las consultas** serían iguales al de la ilustración 31 salvo en el caso de los extintores. En esta consulta se incluye también "Número de retimbrados" debido a que es una información que se considera relevante.

A continuación se muestran la tabla que define la consulta de las BIES a modo de ejemplo.

| Campo:     | ID                                  | Tipo de revisión                    | Fecha de revisión                   | Próxima revisión: Silnm([Tipo de    | ¿Supera la revisión?                | Observaciones                       |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Tabla:     | Revisiones_BIE                      | Revisiones_BIE                      | Revisiones_BIE                      |                                     | Revisiones_BIE                      | Revisiones_BIE                      |
| Orden:     | Ascendente                          |                                     |                                     | Ascendente                          |                                     |                                     |
| Mostrar:   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Criterios: |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
| o:         |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |

Ilustración 31: Tabla de definición de la consulta “Estado\_Revisiones\_BIE”. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Una vez establecidos las condiciones de las consultas se procede a su ejecución y a su guardado. El nombre para estas consultas será “Estado\_Revisiones\_” seguido del grupo de equipos que corresponda. Ejemplos: Estado\_Revisiones\_BIE, Estado\_Revisiones\_Luminaria, etc. Con esto estarían creadas las consultas para comprobar los estados de los grupos de equipos.

Por otra parte, también es necesario crear otras **consultas para verificar la situación de los equipos de manera individual**. Como ya se comentó, estas serán prácticamente iguales a las recién creadas, por lo que se duplicarán y se adaptarán para que cumplan con los objetivos marcados para estas.

La **adaptación** tendrá que ver con la inclusión de una **consulta paramétrica** en el criterio del campo. Esta no es más que el establecimiento de un criterio previo a la ejecución de la consulta. Suele emplearse cuando se va a realizar una consulta con frecuencia pero variando el valor de uno de los criterios. Con la inclusión de este parámetro se evita la necesidad de crear una consulta para cada posible búsqueda.

El formato a la hora de imponer una búsqueda paramétrica es escribir entre corchetes dentro de la fila “criterios” el mensaje que mostrará Access al abrir la consulta. Este texto se mostrará en una ventana emergente junto con un cuadro de texto donde se habrá que introducir el valor buscado. En este caso, al querer parametrizar la búsqueda a partir del “ID”, se escribirá “[Introduzca el identificador del...]” dentro del criterio del campo.

El resultado para las diferentes interfaces de las tablas obtenidas será parecido al mostrado en la ilustración 32 donde se muestra la consulta relacionada con los BIES. Como se observa, la tabla es igual que en el caso de la consulta anterior pero con la inclusión de este criterio.

| Campo:     | ID                                    | Tipo de revisión                    | Fecha de revisión                   | Próxima revisión: Sí/No             | ¿Supera la revisión?                | Observaciones                       |
|------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Tabla:     | Revisiones_BIE                        | Revisiones_BIE                      | Revisiones_BIE                      |                                     | Revisiones_BIE                      | Revisiones_BIE                      |
| Orden:     |                                       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
| Mostrar:   | <input checked="" type="checkbox"/>   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Criterios: | [Introduzca el identificador del BIE] |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
| os:        |                                       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                       |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |

Ilustración 32: Tabla de identificación de la consulta Registro\_Revisiones\_BIE. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Tras esto, se ejecuta para comprobar su funcionamiento y se guarda siguiendo la siguiente regla: Se introduce “Registro\_Revisiones\_” y se sigue con el nombre del grupo de equipos. Ejemplos. “Registro\_Revisiones\_BIE”, “Registro\_Revisiones\_Detección\_Y\_Alarma”, etc.

Concluida la creación de ambas consultas hay que analizar el objetivo final por la que se han creado estas y ver si estas lo cumplen de la mejor manera posible.

Como se observa, el resultado final es una tabla donde se refleja la información solicitada por las consultas. Dado que la idea es **incluir esta información dentro de la aplicación** se deberá crear un objeto asociado a los mismos que permita su integración completa en el navegador. A pesar de que se podría incluir las tablas dentro del formulario de navegación, el formato de estas contrastaría con el resto. Por lo que al descartar esta opción restan otras dos: crear un **formulario** o un **informe**.

Usar un formulario en esta ocasión sería mucho más complejo que hacer lo propio con un **informe**. Simplemente con crear el informe automáticamente (Crear/Informes/Informe) relacionado con la consulta en cuestión se generará con todos los campos de este. El único paso que habría que hacer sería adaptar su diseño. Además, ofrece la posibilidad de exportar la información por la que está compuesto en **formato PDF** o directamente en **papel**.

Tras decidir cuál de las dos opciones usar, se prosigue por la generación de cada uno de los informes. Como ya se comentó, esta es automática, pero habrá que organizar la información dentro del mismo. Para esto se tratará de emplear diferentes opciones de diseño para que los datos se muestren de la forma más simple y visual posible.

La primera acción a realizar en cuanto a la **disposición de los datos** es **agruparlo** de manera que la información sea lo más **accesible** y **ordenada** posible. Para ello

se decide agrupar los registros según su “ID” y, dentro de estos, ordenarlos según su “Próxima revisión” partiendo desde la fecha más antigua hacia las más futuras.

La segunda acción buscará **visualizar** más fácilmente **registros importantes** por diversos motivos. Dentro de estas razones se encontrarán que la fecha de próxima revisión sea menor a la fecha actual, lo que podría significar que el equipo no cumple con la normativa de revisiones y que la fecha de próxima revisión esté cercana, que ayudaría a la futura planificación. Para resaltar esto se emplearán formatos condicionales que mostrarán alertas visuales a través de campos marcados en diferentes colores. Estas se aplican mediante el uso de reglas que rigen los campos dentro del informe.

Las reglas aplicadas serán dos, una para cada advertencia, y estas serán sus ecuaciones dentro de Access:

|   |            |
|---|------------|
| El valor está entre Fecha() y AgregFecha("m";1;Fecha()) | AaBbCcYyZz |
| Valor < Fecha()   | AaBbCcYyZz |

Ilustración 33: Reglas de formato para los informes de estado de revisiones. Fuente: Elaboración propia. 2016.

La ilustración 33 muestra para el campo en cuestión, en este caso “Próxima revisión” de los informes que muestran el estado de las revisiones de los equipos, que si el valor del campo se encuentra entre la fecha actual y el próximo mes a la fecha actual el cuadro de texto tendrá un color de fondo naranja y letras negras y con formato de negrita. Además, si el valor del campo es menor que la fecha actual, el cuadro de texto se mostrará con un color de fondo rojos y con el mismo formato de letras que en el caso anterior.

La tercera acción será para aprovechar una de las principales utilidades del informe: la **exportación a un formato que permita la impresión**. Uno de los tipos de vista que Access permite mostrar un informe es la “vista preliminar”. A través de esta se representa la información de los informes en un formato de papel virtual que permite realizar las acciones descritas anteriormente. Para que este formato se muestre en nuestra aplicación bastará con incluir un botón dentro de la interfaz del informe que nos traslade hasta esta vista.

La cuarta y última acción será **modificar el diseño** de la interfaz del informe para que la gama de colores se integre con el resto de la aplicación.

A continuación, a modo de ejemplo, se muestra el resultado del informe de revisiones para los grupos de BIES con una serie de registros aleatorios para que se observen las diferentes operaciones realizadas:

| Estado de las revisiones de los BIEs |                  |                   |                  |                                     |               | martes, 3 de mayo de 2016<br>10:44 |
|--------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------------------------|---------------|------------------------------------|
| ID                                   | Tipo de revisión | Fecha de revisión | Próxima revisión | ¿Supera la revisión?                | Observaciones |                                    |
| PB0FBI11                             | Trimestral       | 03/09/2015        | 03/12/2015       | <input checked="" type="checkbox"/> |               |                                    |
|                                      | Trimestral       | 03/06/2016        | 03/09/2016       | <input checked="" type="checkbox"/> |               |                                    |
|                                      | Anual            | 06/05/2016        | 06/05/2017       | <input checked="" type="checkbox"/> |               |                                    |
|                                      | Anual            | 02/09/2016        | 02/09/2017       | <input checked="" type="checkbox"/> |               |                                    |
| PB11FBI13                            | Anual            | 12/05/2015        | 12/05/2016       | <input checked="" type="checkbox"/> |               |                                    |
|                                      | Quinquenal       | 07/02/2016        | 07/02/2021       | <input checked="" type="checkbox"/> |               |                                    |
| PI0FBI15                             | Trimestral       | 15/04/2016        | 15/07/2016       | <input checked="" type="checkbox"/> |               |                                    |
|                                      | Anual            | 19/12/2015        | 19/12/2016       | <input type="checkbox"/>            |               |                                    |
|                                      |                  |                   |                  |                                     |               | Página 1 de 1                      |

Ilustración 34: Ejemplo de un informe de revisiones para los BIEs. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Tras completar la elaboración de estos informes habrá que **integrarlos dentro de la aplicación**. Para ello se crearán una serie de botones que permitan acceder desde el formulario de navegación a cada uno de los informes creados. El proceso será similar al realizado para los formularios de revisiones, con la única diferencia que esta vez el destino de los botones será diferente. La aplicación tendría actualmente este aspecto:

| Revisiones de la instalación de protección contra incendios |  |   |
|---|--|---|
| Formularios   | Consulta de estado                                       | Registros individuales                      |
| <a href="#">Revisión de BIE</a>                             | <a href="#">Estado de BIE's</a>                          | <a href="#">Bocas de Incendio Equipadas</a> |
| <a href="#">Revisión de bombas</a>                          | <a href="#">Estado de bombas</a>                         | <a href="#">Bombas</a>                      |
| <a href="#">Revisión del sistema de detección y alarma</a>  | <a href="#">Estado del sistema de detección y alarma</a> | <a href="#">Detección y alarma</a>          |
| <a href="#">Revisión de extintores</a>                      | <a href="#">Estado de extintores</a>                     | <a href="#">Extintores</a>                  |
| <a href="#">Revisión de luminarias</a>                      | <a href="#">Estado de luminarias</a>                     | <a href="#">Luminarias</a>                  |

Ilustración 35: Interfaz de la aplicación tras incluirle los botones de acceso a los informes. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Otro tipo de información que podría ser útil a la hora de realizar el mantenimiento de la instalación sería la relativa a la **ubicación de los equipos**. Esto podría plantearse de dos maneras diferentes. Una abarcaría la pregunta de **dónde está situado un cierto equipo dentro de la instalación**. La otra englobaría la cuestión de **qué equipos se encuentran dentro de una parte de la instalación en particular**.

La forma de resolver cada una de estas cuestiones varía. Debido a la diferente cantidad que se manejará en uno y otro, la integración de ambos se abordará de forma distinta aunque partiendo de la misma base.

Por una parte, para averiguar la **ubicación completa de un equipo individual** se creará una consulta para extraer la información necesaria de la tabla "Inventario\_PCI". Además, de la consulta se generará un **formulario** para mostrar los valores resultantes a través de una interfaz acorde con la aplicación.

Por otra parte, para realizar el **recuento de los equipos existentes en una cierta ubicación** se creará una consulta con el mismo principio. La diferencia residirá en la forma de integrar la consulta en el entorno de la aplicación. En este caso, dado que puede haber un gran número de equipos en los resultados, se utilizará un **informe** de la misma manera que para las consultas de estados de revisiones. Con esto se conseguirá almacenar la información de manera más ordenada.

Tras la realización de estos se integrarán de la misma manera que en los anteriores casos dentro de la aplicación. Esto se hará a través de botones que enlazarán con cada uno de los objetos.

Para el caso de identificar la **ubicación de un equipo individual** se creará una **consulta de selección** partiendo de la tabla "Inventario\_PCI". De esta se extraerá información relevante para conocer el emplazamiento. Además, se incluirá una consulta paramétrica dentro del campo "ID" para seleccionar el elemento a buscar. Los campos seleccionados y el criterio empleado se mostrarán en la siguiente imagen, que muestra la **tabla de definición de la consulta**.

| Campo:     | ID                                  | Nivel                               | [Habitación: Nombre]                | Disciplina                          | Descripción                         | Tipo                                | Marca                               | URL                                 | Imagen                              |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Tabla:     | Inventario_PCI                      |
| Orden:     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
| Mostrar:   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Criterios: | [Introduzca ID]                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
| o:         |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |

Ilustración 36: Tabla de definición de la consulta de ubicación de equipos individuales. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Mediante los campos que aparecen en la tabla se consigue informar, no solo de la ubicación del equipo, sino del propio equipo. Con esto se logra que no haya dudas a la hora de identificarlo en caso de que haya similitudes dentro de la propia instalación.

Luego, tras crear la consulta, se genera el **formulario** correspondiente. Este únicamente necesitará modificar su interfaz para adaptarse al de navegación, ya que tras crearlo automáticamente se encuentra perfectamente funcional.

El resultado para el formulario sería el siguiente:



The image shows a web form titled "Ubicación del equipo" (Equipment Location) with a dark purple header. The header also displays the date and time: "martes, 3 de mayo de 2016 12:15". The form consists of several input fields, each with a label to its left:

- ID
- Nivel
- Habitación
- Disciplina
- Descripción
- Tipo
- Marca
- URL
- Imagen

Ilustración 37: Formulario de identificación de la ubicación de un equipo individual. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Para la **identificación de los equipos situados dentro de una instalación**, la consulta será similar. Las únicas diferencias residen en los campos a emplear, que variarán para adaptarse mejor a la finalidad, y la **consulta paramétrica**, que se ubicará en otro campo. Además, para mejorar la precisión y abarcar todas las posibilidades, se crearán **tres consultas**: una para buscar los equipos según su ubicación en cuanto al nivel y a la habitación donde se encuentra, otra para buscarlo según su nivel únicamente y otra para hacer lo mismo pero según la habitación.

Las tablas que definen estas tres consultas serán idénticas en cuanto a los campos que las conforman. Lo único que las diferenciará será donde se realiza la consulta paramétrica. Según el carácter de cada consulta, esta establecerá el criterio en un campo u otro, fijándolo en ambos para la destinada a buscar según el nivel y la habitación.

Los criterios y campos seleccionados se aprecian en las siguientes imágenes, que muestran las **tablas de definición** de las tres consultas.

| Campo:     | ID                                  | Nivel                               | [Habitación: Nombre]                    | Disciplina                          | Descripción                         | Tipo                                | Marca                               | Marca de nivel                          |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Tabla:     | Inventario_PCI                      | Inventario_PCI                      | Inventario_PCI                          | Inventario_PCI                      | Inventario_PCI                      | Inventario_PCI                      | Inventario_PCI                      | Inventario_PCI                          |
| Orden:     |                                     |                                     |   |                                     |                                     |                                     |                                     |   |
| Mostrar:   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>                |
| Criterios: |                                     |                                     | [Introduzca el nombre de la habitación] |                                     |                                     |                                     |                                     | [Introduzca el identificador del nivel] |
| o:         |                                     |                                     |   |                                     |                                     |                                     |                                     |   |
|            |                                     |                                     |   |                                     |                                     |                                     |                                     |   |
|            |                                     |                                     |   |                                     |                                     |                                     |                                     |   |
|            |                                     |                                     |   |                                     |                                     |                                     |                                     |   |
|            |                                     |                                     |   |                                     |                                     |                                     |                                     |   |

Ilustración 38: Tabla de definición de la consulta de identificación según el nivel y la habitación. Fuente: Elaboración propia. 2016.

| Campo:     | ID                                  | Nivel                               | [Habitación: Nombre]                | Disciplina                          | Descripción                         | Tipo                                | Marca                               | Marca de nivel                          |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Tabla:     | Inventario_PCI                          |
| Orden:     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |   |
| Mostrar:   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>                |
| Criterios: |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     | [Introduzca el identificador del nivel] |
| o:         |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |   |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |   |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |   |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |   |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |   |

Ilustración 39: Tabla de definición de la consulta de identificación según el nivel. Fuente: Elaboración propia. 2016.

| Campo:     | ID                                  | Nivel                               | [Habitación: Nombre]                                    | Disciplina                          | Descripción                         | Tipo                                | Marca                               |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Tabla:     | Inventario_PCI                      | Inventario_PCI                      | Inventario_PCI  | Inventario_PCI                      | Inventario_PCI                      | Inventario_PCI                      | Inventario_PCI                      |
| Orden:     |                                     |                                     |   |                                     |                                     |                                     |                                     |
| Mostrar:   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Criterios: |                                     |                                     | [Introduzca la habitación donde se encuentra el equipo] |                                     |                                     |                                     |                                     |
| o:         |                                     |                                     |   |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |   |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |   |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |   |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |   |                                     |                                     |                                     |                                     |

Ilustración 40: Tabla de definición de la consulta de identificación según la habitación. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Uno de los campos incluidos en las tablas de las ilustraciones 38 y 39 es “Marca de nivel”. Este campo se ha empleado para realizar la búsqueda interna en vez de “Nivel”. El motivo es que se consideró que es más simple introducir el identificador de la planta del edificio en lugar del nombre completo. Además, las posibilidades de no recordar la codificación son muy baja, ya que son tres plantas y los identificadores son las siglas de cada una de ellas.

Por el contrario, en el caso de las habitaciones no se aplicó este método. Al haber mayor número de estas y no guardar relación entre el identificador y el nombre podría aumentar la dificultad a la hora de usar estas herramientas de ayuda.

Con esto se finaliza la creación de las consultas y se procede a **generar los informes** relacionados con cada una de estas. Las modificaciones que habrá que realizarles serán mínimas. Únicamente habrá que organizar la información existente en los mismos y editar su diseño para que se vea acorde con la aplicación.

La agrupación del informe será según los campos y dependerá la búsqueda realizada. Se diferenciarán **dos** casos de **estructuras**: una para la consulta según la habitación y otra para las dos restantes. En la primera se agruparán con el siguiente orden: primero a partir del nivel, luego según la habitación y finalmente partiendo la descripción. En el otro caso variará el orden, priorizando la habitación, después el nivel y luego la descripción.

Dentro de las **modificaciones visuales** habrá que incluir, además del diseño, la inclusión de un botón que permita acceder a la vista preliminar. Esto se realizará de la misma manera que en el caso de los informes de consulta de las revisiones.

El **resultado** de todas estas modificaciones quedará según las siguientes imágenes. La estructura del informe para identificar los equipos según su nivel y su habitación no se muestra debido a que es idéntica a la de la ilustración 60.

| Nivel | Habitación: Nombre | Descripción | ID | Disciplina | Tipo | Marca |
|-------|--------------------|-------------|----|------------|------|-------|
|       |                    |             |    |            |      |       |

Ilustración 41: Informe para la identificación de los equipos según el nivel. Fuente: Elaboración propia. 2016.

| Habitación: Nombre | Nivel | Descripción | ID | Disciplina | Tipo | Marca |
|--------------------|-------|-------------|----|------------|------|-------|
|                    |       |             |    |            |      |       |

Ilustración 42: Informe para la identificación de los equipos según la habitación. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Tras finalizar la creación del formulario y de los tres informes destinados a aportar información sobre los equipos y su ubicación se procede a la modificación de la

**interfaz de la aplicación** para incluirlos en esta. Esto se realiza mediante la inclusión de botones para acceder a través del formulario de navegación a los objetos recién creados. El resultado será el siguiente:



Ilustración 43: Interfaz de la aplicación tras insertar los botones de control de los informes de identificación. Fuente: Elaboración propia. 2016.

La interfaz de la aplicación ya cuenta prácticamente con casi todas las funcionalidades que tendrá cuando esté finalizada. Lo único que restaría sería la creación de un método eficaz para **gestionar y programar las actividades** relacionadas con los trabajos a realizar, además de ultimar todos los detalles en cuanto al diseño de la interfaz.

A la hora de establecer una manera de manejar la programación de las tareas se empleará una plantilla predeterminada de Access. Esta será modificada para adaptarla al entorno de este proyecto.

La importación de dicha plantilla (Crear/Plantillas/Elementos de aplicación/Inicio rápido/Tareas) creará en la base de datos una tabla llamada “**Tareas**” y dos formularios denominados “DetallesDeLaTarea” y “HojaDeDatosDeLaTarea”. De todos estos objetos el único que se usará en el proyecto es la tabla, el resto será eliminado. La tabla que queda será modificada para adaptarla a este proyecto y tendrá los siguientes campos:

Tabla 19: Campos propios de la tabla “Tareas”.

| Campo                  | Tipo de datos | Descripción  |
|------------------------|---------------|--|
| Identificador de tarea | Texto corto   | El identificador único de cada tarea será una combinación única formada por números y compuesta por: |

| Campo                 | Tipo de datos  | Descripción   |
|-----------------------|----------------|---|
|                       |                | año(0000)/mes(00)/día(00)/numeración incremental iniciada cada día y a partir de cero(00) |
| Asunto                | Texto corto    | Motivo de la tarea  |
| Prioridad             | Texto corto    | Importancia de la tarea en una escala de baja, normal o alta                              |
| Estado                | Texto corto    | Grado de ejecución de la tarea en una escala de no iniciada, en curso o completada        |
| Descripción           | Texto largo    | Explicación de la tarea a realizar  |
| Fecha de inicio       | Fecha/Hora     | Fecha en la que se inicia el periodo para realizar la tarea                               |
| Fecha de vencimiento  | Fecha/Hora     | Fecha en la que finaliza el periodo para realizar la tarea                                |
| Datos adjuntos        | Datos adjuntos | Información adicional   |
| Porcentaje completado | Número         | Porcentaje completado de la tarea   |
| Activa                | Calculado      | Información de si la tarea se encuentra activa o no                                       |

Uno de los cambios que se realiza será dentro del campo “**Estado**”. Este campo está destinado a mostrar situación de la tarea en cuanto a su realización. El formato que viene por defecto se encuentra dentro del control de búsqueda. Aquí se establecen una serie de valores que serán el origen. Algunos de ellos no son útiles, por lo que se eliminarán dejando únicamente tres estados: “No iniciada”, “En curso”, y “Completada”.

El otro cambio tiene que ver con el formato de entrada de datos del **identificador**. Este campo debe tener un carácter único y ordenado para que trabajar con él sea más simple. Para ello se establece un código a emplear con el formato `aaaa/mm/dd/nn`, donde: `aaaa`, año actual representado por cuatro números; `mm`, mes actual representado de forma numérica usando un cero a la izquierda si es necesario; `dd`, día actual representado de forma numérica usando un cero a la izquierda si es necesario; `nn`, número de dos dígitos identificador con orden ascendente que parte del “01” y que reinicia la cuenta diariamente.

Además, para simplificar la introducción de este código se incluye una **máscara de entrada** dentro del campo. Esta tendrá la siguiente configuración dentro de Access: `0000/00/00/00;0;_`. La estructura significa que los caracteres existentes hasta el primer punto y coma estarán formados por números y separados por la barra inclinada como muestra la disposición, el cero situado a continuación indica que los caracteres se almacenarán con los datos y el guión bajo es el marcador de posición de la máscara.

Tras estas modificaciones se concluye la adaptación de la tabla. Ahora hay que crear unas **consultas** para **gestionar la información** que se incluye en las tablas. Para esto habrá un total de dos: una destinada a mostrar las tareas activas y otra destinada a las tareas que no se han realizado a tiempo. Los campos que contendrán las consultas son iguales y serán todos los que aparecen en las tablas. La única diferencia entre estas son los criterios empleados. Dado que cada consulta tiene una finalidad diferente, estos variarán para adaptarse a los objetivos.

Una de las reglas empleadas será en el campo "Estado". Las consultas creadas son para ver las tareas activas y las que no se han realizado. Por esto será necesario que las que se hayan completado no se muestren en las consultas. La manera de hacer esto posible es incluir un criterio que devuelva solo las consultas "No iniciadas" o las "En curso". De esta manera se mostrarán las que no se han concluido.

Para realizarlo hay que tener en cuenta el lenguaje de la tabla. Por defecto Access asigna un código a cada uno de los posibles valores de la tabla. Para el caso de "No iniciada" le asigna el "0", para las "En curso" le asigna el "10" y para las "Completadas" el "100". Por esto, a la hora de establecer los criterios habrá que introducir el número y no la palabra.

La otra regla empleada en ambas consultas será en el campo "Fecha de vencimiento", aunque en este caso la fórmula será diferente en cada una. Este criterio se usa para distinguir entre las tareas que han finalizado y las que están en curso. Por lo tanto, para la consulta de las activas se empleará la fórmula ">=Fecha()" para que devuelva las actuales, mientras que para la consulta de las no realizadas se usará "<Fecha()" para mostrar las que han pasado de fecha.

Finalmente se incluirá otro criterio más, aunque en este caso será solamente en la consulta de las tareas activas. El objetivo es acotar cada una de estas para que se muestren una vez haya llegado a la fecha de inicio. Para esto se aplica la fórmula "<=Fecha()" en el criterio del campo "Fecha de inicio".

Los resultados de las **tablas de definición de las consultas** son los siguientes:

| Campo:    | Identificador de tarea              | Asunto                              | Prioridad                           | Estado                              | Descripción                         | Fecha de inicio                     | Fecha de vencimiento                | Datos adjuntos                      | Porcentaje completado               | Activa                              |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Tabla:    | Tareas                              |
| Orden:    |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     | Ascendente                          |                                     |                                     |                                     |
| Mostrar:  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Criterio: |                                     |                                     |                                     | "10" O "0"                          |                                     | <=Fecha()                           | >=Fecha()                           |                                     |                                     |                                     |
| o:        |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|           |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|           |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|           |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|           |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|           |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|           |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|           |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |

Ilustración 44: Tabla de definición de la consulta "Tareas\_Activas": Fuente: Elaboración propia. 2016.

| Campo:     | Identificador de tarea              | Asunto                              | Prioridad                           | Estado                              | Descripción                         | Fecha de inicio                     | Fecha de vencimiento                | Datos adjuntos                      | Porcentaje completado               | Activa                              |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Tabla:     | Tareas                              |
| Orden:     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
| Mostrar:   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Criterios: |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
| o:         |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     | '0' < '10'                          |                                     |                                     | < Fecha}                            |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |
|            |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |

Ilustración 45: Tabla de definición de la consulta "Tareas\_No\_Realizadas". Fuente: Elaboración propia. 2016.

Con la creación de las consultas hay que evaluar cuál es la mejor manera de **integrarlas en la aplicación**. Esto **solo** se hará con la consulta de “**Tareas activas**”, que servirá para aportar información dentro de la aplicación sobre los trabajos a realizar. La otra consulta servirá para seguir internamente las tareas que no se han realizado dentro de los márgenes previstos.

Las formas de **incorporar la consulta** mencionada a la aplicación son tres: por medio de la consulta directamente, a partir de un formulario y mediante un informe. A continuación se evaluarán todas las opciones para determinar cuál emplear.

Por un lado, incluir la consulta como tal en el formulario de navegación aportaría la información con un formato adecuado. Esta, con una determinada configuración, permitiría modificar ciertos valores de las tablas para que el operario pudiera actualizar directamente los datos de cada tarea. Con esto se mejoraría la coordinación al evitar tener la información obsoleta. El único inconveniente de su uso sería la parte gráfica, ya que no se podría modificar su interfaz para adaptarla ni optimizarla según la aplicación.

Por otro lado, generar un formulario a través de la consulta permitiría aprovechar las ventajas de esta última y además solventaría los inconvenientes. Empleando un formulario de varios elementos y modificando su formato y diseño se conseguiría los objetivos propuestos.

Finalmente, usar un informe para mostrar la información de la consulta tendría los efectos contrarios al primer caso. El formato sería completamente personalizable para su integración en la aplicación, pero no se permitiría modificar los valores deseados en la tabla para conseguir la actualización.

En resumen, la **mejor opción** entre las propuestas es la del **formulario** de varios elementos (Crear/Formularios/Más formularios/Formulario de varios elementos). Este proporciona un listado de los registros existentes en la consulta de forma que se pueden ajustar sus propiedades y diseño para cumplir con los requisitos.

Las **modificaciones** a realizar en el formulario son dos: la de la **interfaz** como se ha ido realizando en el resto de objetos y las de las **propiedades** para restringir la

modificación de ciertos campos. Esta última estará basada en aportar permisos que admitan la edición de algunos campos.

Los campos a bloquear para evitar su modificación son todos excepto “Estado” y “Porcentaje completado”. Para ello bastará con ajustar la propiedad “Bloqueado” de todos los campos dentro de la hoja de propiedades del formulario.

Tras la adaptación de la interfaz y la modificación el resultado será igual al mostrado en el siguiente ejemplo. En este caso se han empleado tareas de prueba genéricas para que se observe con mayor facilidad.

| Identificador | Título de la tarea | Prioridad  | Estado      | Descripción  | Fecha de inicio | vencimiento | DatosAdjuntos | Porcentaje completado | Activa                              |
|---------------|--------------------|------------|-------------|--------------|-----------------|-------------|---------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 2016/03/29/01 | PruebaTarea6       | (2) Normal | No iniciada | Descripción6 | 03/05/2016      | 07/05/2016  |               | 50%                   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2016/05/03/01 | PruebaTarea7       | (2) Normal | No iniciada | Descripción7 | 02/05/2016      | 08/05/2016  |               | 0%                    | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2016/03/30/04 | Prueba Tarea5      | (2) Normal | No iniciada | Descripción5 | 29/04/2016      | 20/05/2016  |               | 0%                    | <input checked="" type="checkbox"/> |
| *             |                    | (2) Normal | No iniciada |              |                 |             |               | 0%                    | <input type="checkbox"/>            |

Ilustración 46: Formulario de tareas activas con valores de prueba. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Finalizado el formulario, habrá que **integrarlo en la aplicación**. Esto se realizará de la misma manera que el resto de los objetos, por medio de un botón de control en el formulario de navegación. Dado que no forma parte de ningún grupo en particular y que es importante a la hora de la organización de los trabajos se situará dicho mando en una zona visible de la interfaz. El emplazamiento elegido es la zona superior derecha.

Con esto se da por concluidos los objetivos que se han propuesto en la planificación de la base de datos. Lo único que restaría, además del retorno de la información a Revit que se tratará en el punto 6.3.4, es el **perfeccionamiento de la interfaz** de la aplicación. Estos trabajos se dividirán en dos, en una parte gráfica que mejorará la apariencia y en una parte interna que mejorará la funcionalidad.

La **parte gráfica** consistirá en la inclusión en cada uno de los objetos que forman la interfaz de un botón de control. La funcionalidad de este es cerrar las ventanas abiertas para retroceder a la previa con mayor facilidad. Este elemento se colocará en todos la parte superior derecha de todos los objetos. Además, en todos los formularios se colocará una imagen de fondo de la Universidad de La Laguna.

Todas estas modificaciones visuales se mostrarán con mayor detenimiento en el apartado 7.2.

En cuanto a la **parte interna**, esta se ha modificado para mejorar la visualización en el sistema operativo (*Windows* en este caso). Estos cambios se han realizado ajustando las propiedades de los formularios e informes y añadiendo una macro al formulario principal.

Las modificaciones realizadas a las propiedades de los objetos tienen varios objetivos. A continuación se muestra una tabla donde se nombra el componente ajustado, a qué valor se ha cambiado y la función de dicha variación.

Tabla 20: Ajustes realizados a las propiedades de los formularios e informes.

| Propiedad                 | Valor             | Función  |
|---------------------------|-------------------|--|
| Emergente                 | Sí                | El objeto se ve en una ventana emergente   |
| Modal                     | Sí                | El objeto se abre como una ventana modal y el resto de ventanas de Access quedan deshabilitadas  |
| Botones de navegación     | No                | Los botones de navegación propios de Access no se muestran   |
| Botón de cerrar           | No                | El botón cerrar de la barra de la ventana de <i>Windows</i> se anula   |
| Botón minimizar maximizar | Ninguno           | Los botones de minimizar y maximizar de la ventana de <i>Windows</i> se anulan   |
| Al abrir                  | Maximizar (macro) | Al abrir se ejecuta el macro "Maximizar" y la ventana se expande en pantalla completa. Esta opción se aplica a todos los formularios e informes excepto a los de selección de tipo de revisión |
| Menú contextual           | No                | El menú contextual de Access se deshabilita  |

En la propiedad "Al abrir" se ha empleado el macro mencionado anteriormente. Este, al ser creado (Crear/Macros y códigos/Macro) genera una respuesta automática al usarse. En este caso se ha introducido en la propiedad y objetos mencionados en la tabla 23. El resultado es que, al abrir cualquier objeto a los que afecte, la ventana se maximice directamente sin necesidad de hacerlo manualmente.

Al finalizar estas últimas acciones se da por concluida la creación de la base de datos para la gestión del seguimiento del mantenimiento. Ahora habría que enviar esta información a Revit de vuelta para que el modelo esté lo más actualizado como sea posible.

#### 6.3.4 Retorno de la información

La interconexión entre los diferentes softwares que abarcan un proyecto es fundamental dentro de la metodología BIM. Por esto es necesario que la información relevante de la base de datos se integre con el modelo. Para realizarlo se emplearán técnicas ya utilizadas para compensar la inexistente comunicación entre *Access* y *Revit 2015*.

Antes de realizar cualquier tipo de trabajo se debe hacer una pequeña **planificación**. Aquí se ha de examinar qué información se ha de enviar desde Access y cómo será el proceso de envío.

La **información** considerada **importante** sobre las acciones que se realizan en la base de datos es la relacionada con las **fechas de últimas revisiones**. A partir de estas se podrá saber si un equipo está inspeccionado y permitirá programar las próximas.

En cuanto a los **métodos de comunicación** entre ambos softwares, como ya se comentó en el apartado 6.3.2, el vínculo entre ambos softwares es nulo. Por esto se empleará **Excel y RushForth Tools 2015** para comunicarlos. Para que esto encaje a la perfección habrá que tener en cuenta el formato de la información en el origen y la manera de recogerlo por el receptor. Probablemente, organizar y establecer estos pasos de manera correcta es lo más complejo del proceso.

Una vez creada una idea preliminar de los trabajos se comienza con la búsqueda de la información a exportar. Tras esto se creará un sistema de exportación que sea lo más simple posible.

Como ya se comentó, la información a tratar será la relacionada con las fechas de las últimas revisiones. Esta se encuentra en la base de datos situada en las tablas correspondientes a cada equipo denominadas "Revisiones\_...". Por lo tanto, el punto de **origen de los valores** en cuestión estará aquí. Es cierto que dicha información también se encuentra ubicada en algunas consultas, pero estas toman sus valores de las tablas y para evitar futuros errores en caso de alguna modificación en la base de datos se cogerán de las tablas.

Dentro de la información que contiene las tablas se identifican varios tipos de revisiones, por lo que habrá una fecha que marcará el límite de cada tipo. Este tope dependerá de la fecha de realización y del tipo de revisión. Además, para cada ejemplar de equipo habrá una serie de fechas y tipos de inspecciones. Por lo tanto, se observan **tres variables** a tener en cuenta a la hora de organizar la información.

El objeto de Access capaz de organizar en una tabla la información de tres campos es a partir de una **consulta de referencias cruzadas** (Crear/Consultas/Diseño de consulta; y Herramientas de consultas/Diseño/Tipo de consulta/General). Por medio de estas consultas se creará una tabla que mostrará cada identificador distribuido en filas y la última fecha de revisión de cada uno de los tipos ordenada en tantas columnas como tipos haya.

Dado que hay cinco tablas donde se recogen los datos básicos habrá que crear **cinco consultas** donde se organicen estos. Además, este proceso ha de realizarse

con cada uno de los medios para la comunicación. Es decir, también habrá que crear **cinco hojas de Excel** y **cinco tablas de planificación de Revit** para completar el proceso.

Una posible alternativa a crear tantos objetos hubiese sido unir todas estas consultas en una. Este método presentaba dos inconvenientes: la imposibilidad de unir consultas de referencias cruzadas y la existencia de diferentes tipos de revisiones en cada equipo. Para el primer problema había solución creando consultas de selección simples de la de referencias cruzadas y uniendo estas. En cambio, para el segundo inconveniente no hay posible solución, ya que no se puede unir consultas con diferentes campos entre ellas.

Tras decidir la organización de la información se continúa creando las consultas mencionadas. Estas consultas, además de permitir agrupar y resumir los datos de unos ciertos totales, muestran también unos subtotales de esos valores con unos criterios a elegir. En este caso la consulta mostraría los totales de los tipos de revisiones de cada uno de los ejemplares de sus equipos y, además, los subtotales en forma de la fecha de última revisión. A continuación se muestra una imagen de una **tabla de definición** dónde se muestra cada uno de los elementos comentados en este párrafo.

|               |                    |                       |                   |                     |
|---------------|--------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| Campo:        | ID                 | Tipo de revisión      | Fecha de revisión | ID                  |
| Tabla:        | Revisiones_BIE     | Revisiones_BIE        | Revisiones_BIE    | Revisiones_BIE      |
| Total:        | Agrupar por        | Agrupar por           | Último            | Dónde               |
| Tab ref cruz: | Encabezado de fila | Encabezado de columna | Valor             |                     |
| Orden:        | Ascendente         |                       |                   |                     |
| Criterios:    |                    |                       |                   | Como <b>**FBI**</b> |
| o:            |                    |                       |                   |                     |

*Ilustración 47: Tabla de definición de la consulta de referencias cruzadas para los BIES llamada "Revisiones\_Vigentes\_BIE". Fuente: Elaboración propia. 2016.*

En la ilustración 47 se muestra el campo "ID", que define los valores de las siguientes columnas. Aquí se mostrarán todos los identificadores. El segundo campo, "Tipo de revisión", muestra los valores denominados como totales relacionados con los "ID". Estos valores nombrarán a las columnas donde se encontrarán los subtotales, "Fecha de revisión", que mostrará únicamente el último valor de cada uno de los diferentes "Tipos de revisión". En cuanto a la última columna que se muestra en la imagen, esta es un criterio que establece que solo se expongan los identificadores que contengan "FBI" dentro de su valor. Con esto se consigue que solo se incluyan los de las bocas de incendio equipadas.

El **resultado de la consulta** para la tabla de definición anterior empleando registros ficticios en las revisiones de los BIES será el siguiente. En ella se muestran las

últimas fechas de las revisiones realizadas según su tipo para cada uno de los identificadores de los BIES.

| ID        | Trimestral | Anual      | Quinquenal |
|-----------|------------|------------|------------|
| PB0FBI11  | 03/04/2016 | 03/07/2015 | 03/07/2014 |
| PB11FBI12 | 03/04/2016 | 03/07/2015 | 03/07/2014 |
| PB11FBI13 | 03/05/2016 | 03/08/2015 | 03/08/2014 |

Ilustración 48: Ejemplo de consulta de referencias cruzadas para los BIES. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Las tablas de definición resultantes para cada grupo de equipos son muy similares. La única diferencia entre ellas, además de la tabla desde la que extraen la información, son los criterios en el campo de los identificadores. A continuación se muestran las empleadas para cada grupo de equipos, excepto la de las bocas de incendios, que aparecen en la ilustración 47:

|               |                    |                       |                   |                   |
|---------------|--------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| Campo:        | ID                 | Tipo de revisión      | Fecha de revisión | ID                |
| Tabla:        | Revisiones_Bombas  | Revisiones_Bombas     | Revisiones_Bombas | Revisiones_Bombas |
| Total:        | Agrupar por        | Agrupar por           | Último            | Dónde             |
| Tab ref cruz: | Encabezado de fila | Encabezado de columna | Valor             |                   |
| Orden:        | Ascendente         |                       |                   |                   |
| Criterios:    |                    |                       |                   | Como **MBO**      |

Ilustración 49: Tabla de definición de la consulta de referencias cruzadas para las bombas llamada "Revisiones\_Vigentes\_Bombas". Fuente: Elaboración propia. 2016.

|               |                                |                                |                                |                                |
|---------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Campo:        | ID                             | Tipo de revisión               | Fecha de revisión              | ID                             |
| Tabla:        | Revisiones_Detección_Y_Alarmas | Revisiones_Detección_Y_Alarmas | Revisiones_Detección_Y_Alarmas | Revisiones_Detección_Y_Alarmas |
| Total:        | Agrupar por                    | Agrupar por                    | Último                         | Dónde                          |
| Tab ref cruz: | Encabezado de fila             | Encabezado de columna          | Valor                          |                                |
| Orden:        | Ascendente                     |                                |                                |                                |
| Criterios:    |                                |                                |                                | Como **CA**                    |
| o:            |                                |                                |                                | Como **PE**                    |
|               |                                |                                |                                | Como **DT**                    |
|               |                                |                                |                                | Como **PA**                    |
|               |                                |                                |                                | Como **DO**                    |
|               |                                |                                |                                | Como **SA**                    |
|               |                                |                                |                                | Como **OA**                    |
|               |                                |                                |                                | Como **MS**                    |

Ilustración 50: Tabla de definición de la consulta de referencias cruzadas para el sistema de detección y alarma llamada "Revisiones\_Vigentes\_Detección\_Y\_Alarma". Fuente: Elaboración propia. 2016.

|               |                       |                       |                       |                       |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Campo:        | ID                    | Tipo de revisión      | Fecha de revisión     | ID                    |
| Tabla:        | Revisiones_Extintores | Revisiones_Extintores | Revisiones_Extintores | Revisiones_Extintores |
| Total:        | Agrupar por           | Agrupar por           | Último                | Dónde                 |
| Tab ref cruz: | Encabezado de fila    | Encabezado de columna | Valor                 |                       |
| Orden:        | Ascendente            |                       |                       |                       |
| Criterios:    |                       |                       |                       | Como **MEX**          |

Ilustración 51: Tabla de definición de la consulta de referencias cruzadas para los extintores llamada "Revisiones\_Vigentes\_Extintores". Fuente: Elaboración propia. 2016.

|               |                      |                       |                      |                             |
|---------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|
| Campo:        | ID                   | Tipo de revisión      | Fecha de revisión    | ID                          |
| Tabla:        | Revisiones_Luminaria | Revisiones_Luminaria  | Revisiones_Luminaria | Revisiones_Luminaria        |
| Total:        | Agrupar por          | Agrupar por           | Último               | Dónde                       |
| Tab ref cruz: | Encabezado de fila   | Encabezado de columna | Valor                |                             |
| Orden:        | Ascendente           |                       |                      |                             |
| Criterios:    |                      |                       |                      | Como **ELE** O Como **ELS** |

Ilustración 52: Tabla de definición de la consulta de referencias cruzadas para las luminarias llamada "Revisiones\_Vigentes\_Luminaria". Fuente: Elaboración propia. 2016.

Una vez organizada la información a exportar habrá que crear los medios y el destino para realizar la acción. Los **pasos de la comunicación** serán de **Access a Excel** y de **Excel a Revit**. Este último será el más crítico ya que intercambiar datos dentro de la *suite Office* no presenta ningún problema.

El **primer proceso**, de *Access a Excel*, se realizará desde el primer software. Partiendo desde las opciones de exportación se creará una hoja de cálculo por cada consulta (Datos externos/Exportar/Excel). Con esto se conseguirán cinco archivos con toda la información correspondiente a cada consulta con el mismo formato de origen.

El **segundo procedimiento** es más complejo y se divide en dos. Uno de ellos se basa en preparar los datos dentro de *Excel* para su posterior exportación. El segundo es el de la exportación en sí, y el método a seguir será igual al realizado con los identificadores en el apartado 6.3.1.3. Dado que es necesario tener el fichero de *Excel* que genera *Revit* a través de *RushForth Tools* para la organización de los datos, primero habrá que preparar el segundo paso. Para ello se crearán cinco hojas de planificación, una por cada grupo de equipos, y se añadirán los parámetros necesarios para almacenar la información de las fechas de las últimas revisiones.

La creación de los parámetros y de las tablas de planificación se realizará de las maneras previamente descritas. Por un lado, los parámetros serán cinco: "Última revisión mensual", "última revisión trimestral", "última revisión semestral", "última revisión anual" y "última revisión quinquenal". Estos serán de disciplina común, su tipo de parámetro será texto y se agrupará en datos. Además, serán propios de cada ejemplar y los valores pueden variar entre ejemplares de grupo. En cuanto a las categorías que abarcará cada uno, se observará en la tabla siguiente a este párrafo. Por otro lado, las tablas de planificación serán cinco también, una por cada grupo de equipos. Estas contendrán como campos el identificador del equipo, las fechas de las revisiones según el tipo y la que requiera el equipo (Tabla 24). Además se incluirá el campo "Descripción" para los BIES, las bombas y los extintores y "Categoría" para luminarias y detección y alarma para filtrar dichas tablas de planificación.

Tabla 21: Revisiones que realiza cada grupo de equipos.

| Grupo de equipos   | Revisión |            |           |       |            |
|--------------------|----------|------------|-----------|-------|------------|
|                    | Mensual  | Trimestral | Semestral | Anual | Quinquenal |
| BIES               | No       | Sí         | No        | Sí    | Sí         |
| Bombas             | Sí       | Sí         | Sí        | Sí    | Sí         |
| Detección y alarma | No       | Sí         | No        | Sí    | No         |
| Extintores         | No       | Sí         | No        | Sí    | Sí         |
| Luminarias         | Sí       | No         | No        | Sí    | No         |

Tras la creación de las **cinco tablas de planificación** se **exportan** a un archivo **Excel** a través del *plugin*. En estas hojas de cálculo es donde se introducirá la información a *Revit*. Estos datos vendrán de las tablas exportadas de *Access* y se ordenarán automáticamente a través de fórmulas.

La **fórmula** empleada en este caso será “BUSCARV”. Esta se emplea para encontrar elementos en una tabla a partir de un determinado valor. La estructura genérica de la función es la siguiente: BUSCARV(valor buscado; matriz donde se realizará la búsqueda; columna donde se encuentra el valor a devolver; valor lógico para buscar una coincidencia exacta o aproximada). En este caso el valor buscado es el identificador, la matriz donde se realizará la búsqueda es la tabla extraída de *Access*, la columna donde se encuentra el valor a devolver dependerá del valor de fecha buscado y el valor lógico será falso, ya que se busca un valor exacto.

A continuación se muestra un **ejemplo** de una tabla donde se ha probado la función. Esta tabla es meramente formativa, siendo la que se ha exportado a través de *RushForth Tools 2015* donde se ha de incluir la fórmula para que se importe el valor correcto en *Revit*.

The screenshot shows an Excel interface. At the top, the formula bar for cell C3 contains: `=BUSCARV($A3;Revisiones_Vigentes_BIE.xlsx!$A$2:$D$7;3;FALSO)`. Below the formula bar is a table with 7 rows and 6 columns (A-F). The first row contains headers: A: Identificador, B: Última revisión trimestral, C: Última revisión anual, D: Última revisión quinquenal, E: (empty), F: (empty). The following rows contain data with dates in DD/MM/YYYY format.

|   | A             | B                          | C                     | D                          | E | F |
|---|---------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|---|---|
| 1 | Identificador | Última revisión trimestral | Última revisión anual | Última revisión quinquenal |   |   |
| 2 | PB0FBI11      | 03/04/2016                 | 03/07/2015            | 03/07/2014                 |   |   |
| 3 | PB11FBI13     | 03/05/2016                 | 03/08/2015            | 03/08/2014                 |   |   |
| 4 | PB11FBI12     | 03/04/2016                 | 03/07/2015            | 03/07/2014                 |   |   |
| 5 | PI0FBI15      | 03/05/2016                 | 03/08/2015            | 03/08/2014                 |   |   |
| 6 | PI0FBI14      | 03/05/2016                 | 03/08/2015            | 03/08/2014                 |   |   |
| 7 | PS0FBI16      | 05/02/2016                 | 05/08/2015            | 05/08/2014                 |   |   |

Ilustración 53: Tabla de ejemplo para el uso de la función BUSCARV en el proyecto. Fuente: Elaboración propia. 2016.

En la tabla de la imagen se observa que, para la celda C3, se busca el valor del identificador situado en A3. Este se rastrea en la tabla exportada de *Access*, “Revisiones\_Vigentes\_BIE”, y devuelve el valor existente en la columna 3 de dicha

tabla. Además, el valor “FALSO” en la fórmula indica que la coincidencia debe ser exacta. Esta función se ha usado para la matriz B2:D7 modificando la fórmula para adaptarla a la celda.

Una vez se haya ejecutado la fórmula en las tablas de *Excel* extraídas de *Revit* a través del *plugin* se realiza el proceso de **importación**. Con esto se actualiza los datos existentes en el modelo sobre las fechas de última revisión de los equipos y se completa el intercambio de información en el modelo. Para que las tablas de planificación estén constantemente actualizadas se deberá simplemente ejecutar la exportación de las tablas de *Access* a *Excel*, actualizar los valores de las hojas de cálculo asociadas a las tablas de planificación e importar los datos usando *RushForth Tools* desde estas a *Revit*.

## 7 RESULTADOS

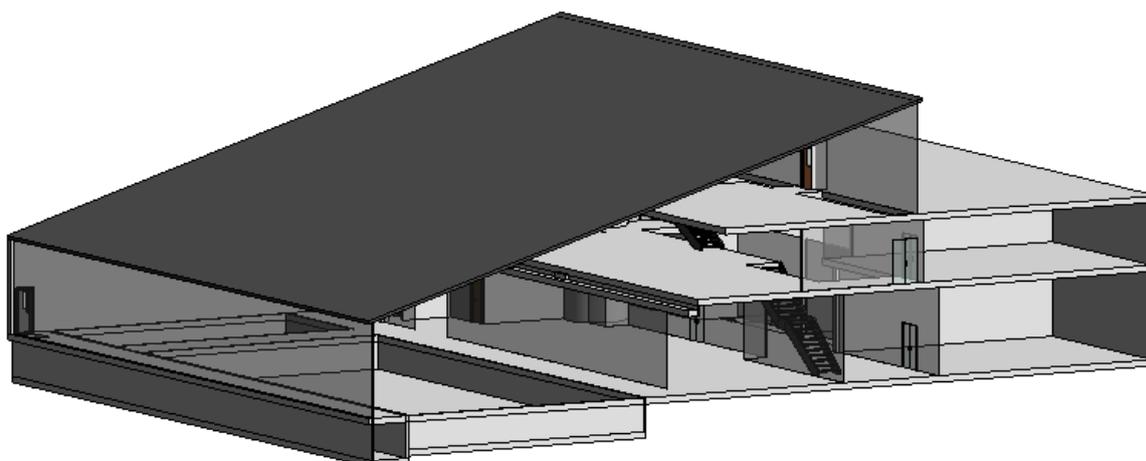
La conclusión de los trabajos de modelado y de gestión de información ha producido, principalmente, cuatro elementos claves relacionados con la instalación de protección contra incendios. Estos son el modelo tridimensional, las tablas de planificación, la documentación gráfica y la base de datos. Con todos ellos se ha cubierto el principal objetivo propuesto desde el inicio: la administración del mantenimiento de los equipos empleando la metodología BIM.

A continuación se mostrará los resultados de los trabajos a través de imágenes extraídas de los mismos softwares.

### 7.1.1 Modelado

Los trabajos de modelado aportaron información muy relevante no solamente gráfica, sino también alfanumérica. Toda esta se puede agrupar en una parte destinada a la vistas del modelo, otra dedicada a recopilar la información no gráfica del modelo y finalmente otra para generar la documentación de construcción. Cada una aporta ciertos datos, por lo que el conjunto contiene todo lo necesario.

Por una parte, la sección destinada a diseccionar el **modelo** mediante varios tipos de perspectivas generó todas las vistas necesarias para que la instalación quedase definida. Entre estas vistas encontramos vistas tridimensionales, de planta, de alzado, de techo y de sección. A continuación se muestran algunas de estas vistas que no aparecen en el anexo 7.2, ya que dada las infinitas posibilidades es imposible mostrar todas.



*Ilustración 54: Vista 3D seccionada del edificio. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

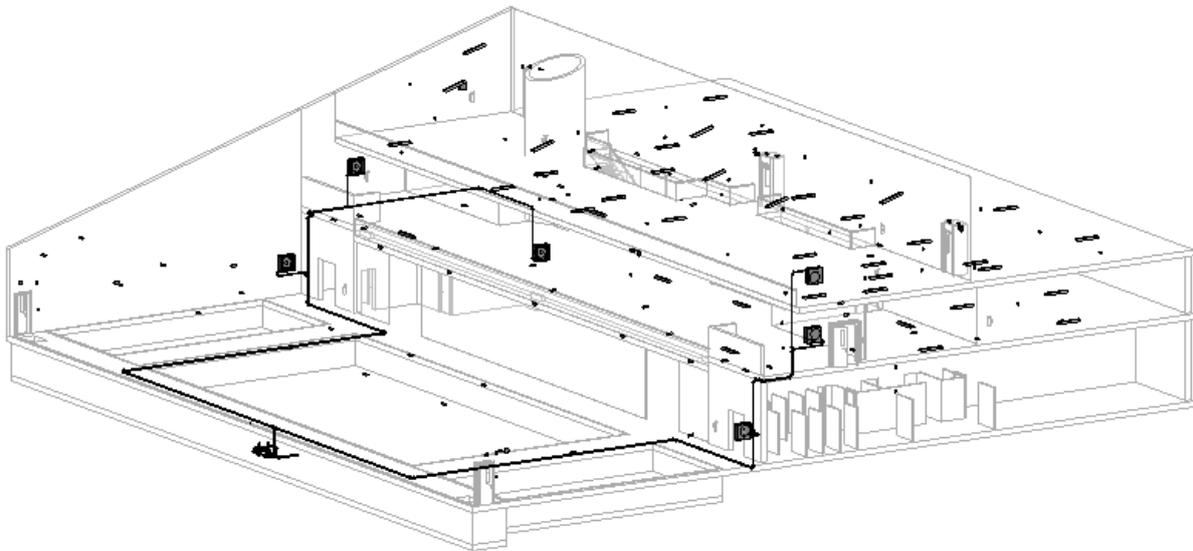


Ilustración 55: Vista tridimensional del edificio que muestra la instalación de protección contra incendios ocultando varios elementos. Fuente: Elaboración propia. 2016.

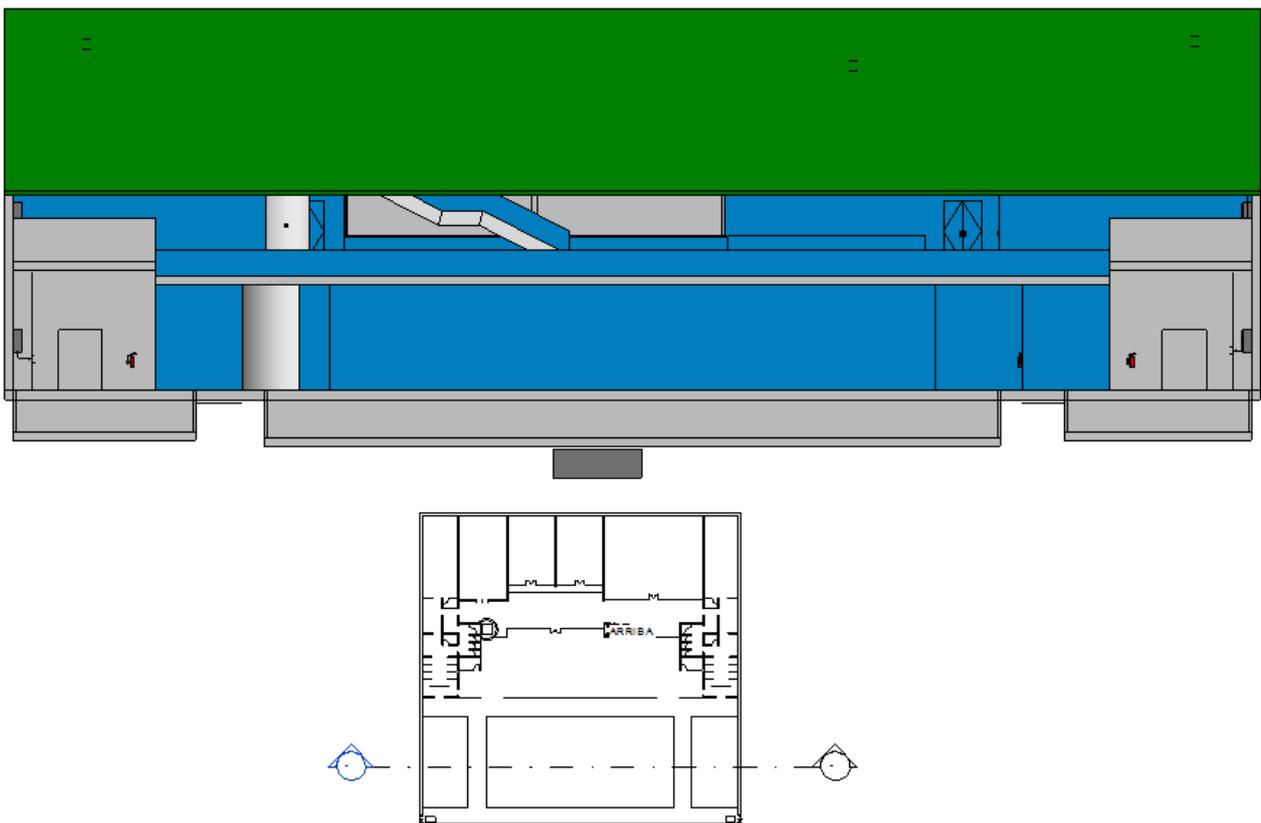


Ilustración 56: Vista seccionada del alzado sur del edificio. Fuente: Elaboración propia. 2016.

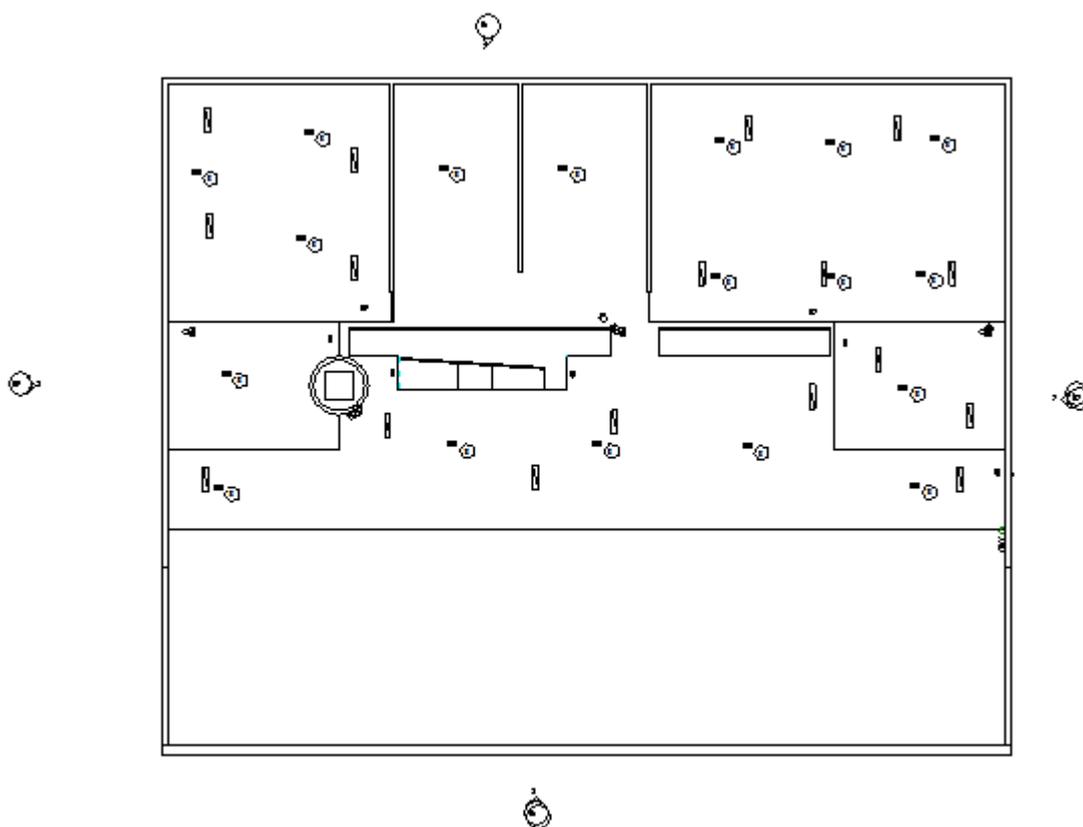


Ilustración 57: Vista de techo de la planta intermedia: ARQ\_1.0\_Planta\_Intermedia. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Por otra parte, en cuanto a la **información no gráfica** se han empleado varias tablas de planificación para administrar de manera centralizada lo relativo a los trabajos y a la instalación de protección contra incendios. Dentro de esas tablas encontramos:

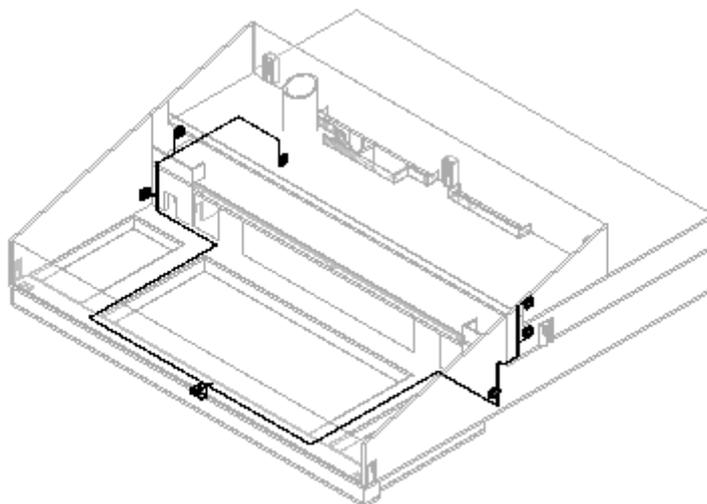
- **“Elementos de la instalación contra incendios”**: Muestra información sobre los equipos.
- **“Lista de planos”**: Organiza los planos utilizados en la documentación.
- **“Lista de vistas”**: Administra los diferentes planos de vistas utilizados en el proyecto organizándolos según proceda.
- **“Revisiones de los equipos PCI”**: Muestra información acerca de las revisiones de los equipos de la instalación de protección contra incendios.
- **“Tabla de planificación de niveles”**: Ofrece información sobre los diferentes niveles existentes.

- **“Tabla de planificación de habitaciones”**: Expone información sobre las habitaciones del edificio.

Todas estas tablas se muestran en el anexo 3. Este apartado está destinado a mostrar las diferentes tablas empleadas en el proyecto, entre las que se incluyen las de planificación.

Finalmente, en lo relativo a la **documentación de construcción**, se crean un total de diez planos: seis para representar la arquitectura y la distribución del edificio, dos para la red BIE y dos para el resto de la instalación de protección contra incendios. Todas están compuestas por vistas de planta y una vista axonométrica, que sirve de apoyo, donde se refleja desde otra perspectiva el motivo del plano. Además se incluye información adicional compuesta por leyendas y/o tablas de planificación.

Por un lado, se han duplicado ciertas vistas axonométricas para usarlas en diversos planos. Además, la información de las disciplinas de electricidad y mecánica se han integrado en una única sección de planos. Las vistas generadas para estos se han integrado en el apartado de “Coordinación”.



*Ilustración 58: Vista 3D: ARQ\_3D\_12. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

Por otro lado, se han creado leyendas para los colores asociados a las habitaciones, para las diferentes redes BIES y para el sistema de protección contra incendios que se muestra en cada plano. También se han generado tablas de planificación donde se exponen los equipos existentes en los planos, en caso de que los haya, y la cantidad de estos.

| <Elementos PCI en Planta Intermedia> |                      |          |
|--------------------------------------|----------------------|----------|
| A                                    | B                    | C        |
| Descripción                          | Tipo                 | Recuento |
| Detector óptico algorítmico          | AE/SA-OP             | 18       |
| Extintor                             | 6Kg Ef. 21A-113B     | 4        |
| Luminaria empotrada de emergencia    | 141x320 - 160 Lum    | 7        |
| Luminaria empotrada de emergencia    | 141x320 - 215 Lum    | 1        |
| Luminaria empotrada de emergencia    | 1240x297 - T26 2x36W | 17       |
| Luminaria estanca de superficie      | Emergencia exterior  | 1        |
| Módulo de dos salidas vigiladas      | AE/SA-2SV            | 1        |
| Piloto automático de emergencia      | Estándar             | 2        |
| Pulsador de alarma algorítmico       | AE/SA-P              | 2        |
| Sirena de alarma                     | AE/V-AS              | 1        |
| 54                                   |                      |          |

|   |  |
|---|--|
|  | Luminaria empotrada de emergencia 141x320 (95 Lum).  |
|  | Luminaria empotrada de emergencia 141x320 (160 Lum). |
|  | Luminaria empotrada de emergencia 141x320 (215 Lum). |
|  | Luminaria empotrada de emergencia 1274x160 - 2x36W   |
|  | Luminaria de superficie lisa - Emergencia exterior   |
|  | Luminaria de superficie lisa 1274x160 - 2x36W        |

Ilustración 59: A la izquierda: Tabla de referencia "Elementos PCI en Planta Intermedia", a la derecha: Leyenda "Luminarias". Fuente: Elaboración propia. 2016.

La relación de las vistas, leyendas y tablas que se han empleado en los diferentes planos se muestran en el siguiente esquema.

00 - Emplazamiento

- Planimetría general

01 - Planta baja. Usos y superficies

- Plano de planta: ARQ\_0.0\_Planta\_Baja
- Vista 3D: ARQ\_3D\_03
- Tabla de planificación: Habitaciones de la planta baja

02 - Planta intermedia. Usos y superficies

- Plano de planta: ARQ\_1.0\_Planta\_Intermedia
- Vista 3D: ARQ\_3D\_04
- Tabla de planificación: Habitaciones de la planta intermedia

03 - Planta superior. Usos y superficies

- Plano de planta: ARQ\_2.0\_Planta\_Superior
- Vista 3D: ARQ\_3D\_05
- Tabla de planificación: Habitaciones de la planta superior

04 - Alzados. Norte y sur

- Alzado: Norte
- Alzado: Sur
- Vista 3D: ARQ\_3D\_01

05 - Alzados. Este y Oeste

- Alzado: Este
- Alzado: Oeste
- Vista 3D: ARQ\_3D\_02

06 - Sección 1-1

- Plano de planta: ARQ\_0.0\_Planta\_Baja\_062
- Sección: ARQ\_Sección\_062
- Vista 3D: ARQ\_3D\_062

07 - Sección 2-2

- Plano de planta: ARQ\_0.0\_Planta\_Baja\_064
- Sección: ARQ\_Sección\_064
- Vista 3D: ARQ\_3D\_064

08 - Esquema de la red BIE

- Vista 3D: FON\_3D\_112
- Vista 3D: FON\_3D\_113

09 - Foso. Red BIE y sistema PCI

- Leyenda: BIE y Bombas
- Leyenda: Detección de incendios Foso
- Plano de planta: FON\_-0.4\_Foso Detalle
- Sección: FON\_Sección\_Foso
- Tabla de planificación: Elementos PCI en Foso
- Tabla de planificación: Elementos red BIE con bombas
- Vista 3D: FON\_3D\_12

10 - Planta baja. Red BIE

- Leyenda: BIE
- Plano de planta: FON\_0.0\_Planta\_Baja
- Tabla de planificación: Elementos red BIE planta baja
- Vista 3D: FON\_3D\_13

11 - Planta intermedia. Red BIE

- Leyenda: BIE
- Plano de planta: FON\_1.0\_Planta\_Intermedia
- Tabla de planificación: Elementos red BIE planta intermedia
- Vista 3D: FON\_3D\_14

12 - Planta superior. Red BIE

- Leyenda: BIE
- Plano de planta: FON\_2.0\_Planta\_Superior
- Tabla de planificación: Elementos red BIE planta superior
- Vista 3D: FON\_3D\_15

13 - Secciones. Red BIE

- Leyenda: BIE
- Plano de planta: FON\_0.0\_Planta\_Baja\_16
- Sección: FON\_Sección\_Planta\_Baja\_121
- Sección: FON\_Sección\_Planta\_Baja\_122
- Tabla de planificación: Elementos red BIE
- Vista 3D: FON\_3D\_16

14 - Planta Baja. Sistema PCI

- Leyenda: Detección de incendios
- Leyenda: Luminarias
- Plano de planta: COR\_0.0\_Planta\_Baja
- Tabla de planificación: Elementos PCI en Planta Baja
- Vista 3D: COR\_3D\_21

15 - Planta Intermedia. Sistema PCI

- Leyenda: Detección de incendios
- Leyenda: Luminarias
- Plano de planta: COR\_1.0\_Planta\_Intermedia
- Tabla de planificación: Elementos PCI en Planta Intermedia
- Vista 3D: COR\_3D\_22

16 - Planta Superior. Sistema PCI

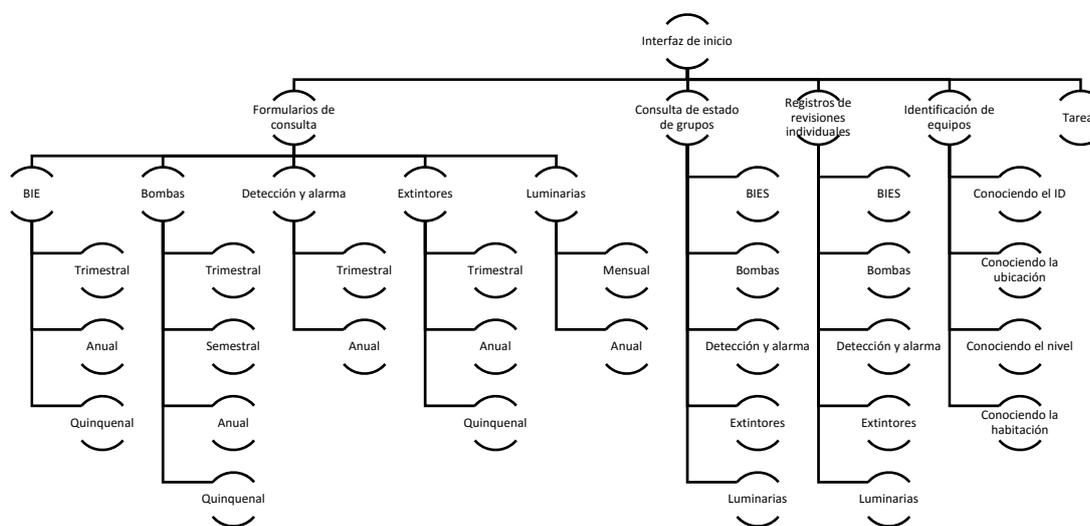
- Leyenda: Detección de incendios
- Leyenda: Luminarias
- Plano de planta: COR\_2.0\_Planta\_Superior
- Tabla de planificación: Elementos PCI en Planta Superior
- Vista 3D: COR\_3D\_23

*Esquema 5: Relación de vistas, leyendas y tablas usadas en los planos. Fuente: Elaboración propia. 2016.*

### 7.1.2 Base de datos

Los logros obtenidos dentro de Access tienen que ver principalmente con la interfaz de la base de datos. A pesar de llevar el trabajo interno que se ha mencionado en el punto 5.3.3, la cara que mostrará será la que muestra la aplicación creada.

Por esto, a continuación se va a esquematizar la **estructura de la base de datos** para, posteriormente, mostrar imágenes de la interfaz por la que está compuesta. La organización es la siguiente:



Esquema 6: Estructura de la aplicación que gestiona la base de datos. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Para presentar cada una de las secciones de la aplicación se dividirá esta en cinco, una para cada grupo. A modo de muestra se han introducido unos registros de mantenimiento ficticio para que la base de datos se observe en funcionamiento.

En primer lugar, y antes de comenzar la presentación, se muestra la **interfaz de inicio** de la aplicación a través de su formulario de navegación.



Ilustración 60: Interfaz de inicio de la aplicación de la base de datos. Fuente: Elaboración propia. 2016.

A partir de esta vista se puede acceder a cualquiera de las diferentes secciones dentro de la aplicación. Una de ellas es el apartado destinado a los **formularios para introducir los datos para las revisiones**. Según el esquema se encuentra primero un formulario donde se consulta el tipo de revisión y luego otro para llevar a cabo el registro de los datos. Según el grupo de equipos el resultado ha sido:

- **BIES**

Formulario para decidir el tipo de revisión:



Ilustración 61: Formulario para decidir el tipo de revisión a realizar de los BIES. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Formularios para introducir los datos:

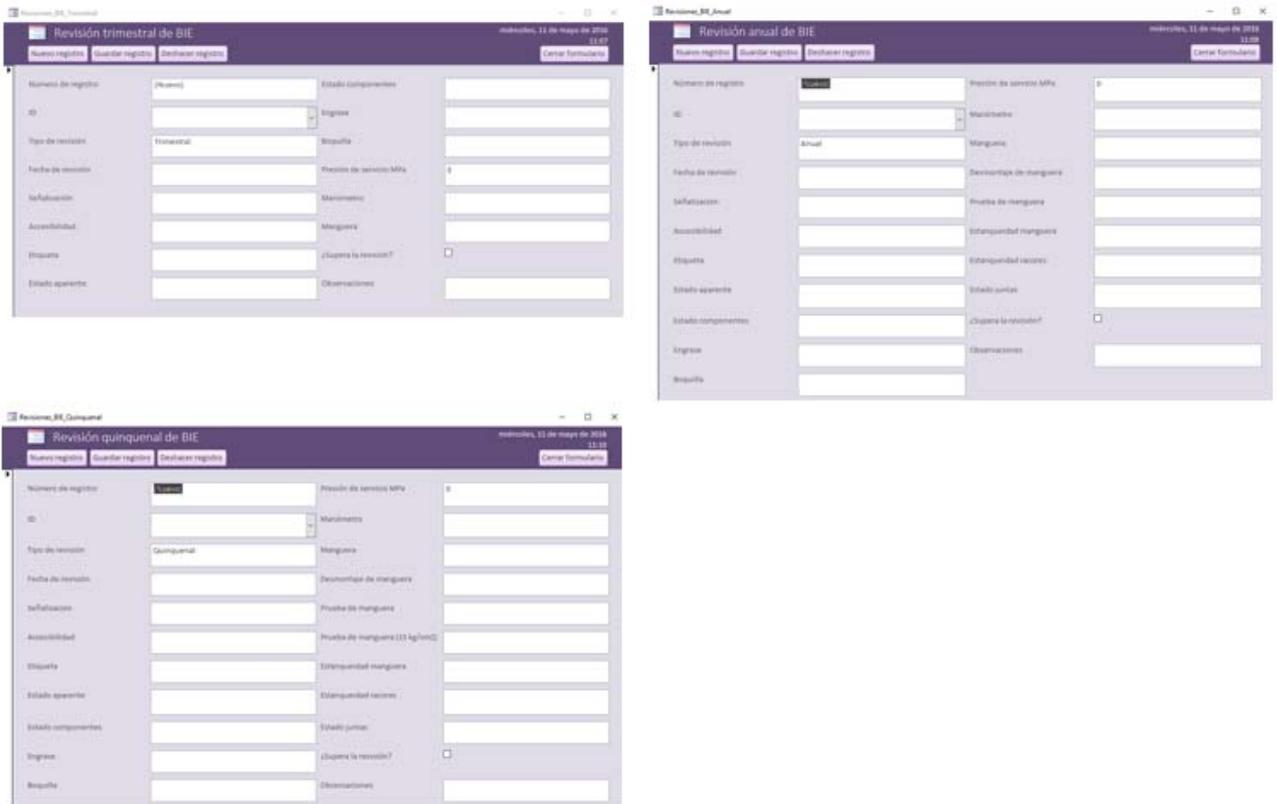


Ilustración 62: Formularios para la introducción de las revisiones de los BIES: arriba izquierda, trimestral; arriba derecha, anual; abajo, quinquenal. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Bombas**

Formulario para decidir el tipo de revisión:



Ilustración 63: Formulario para decidir el tipo de revisión a realizar de las bombas. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Formularios para introducir los datos:

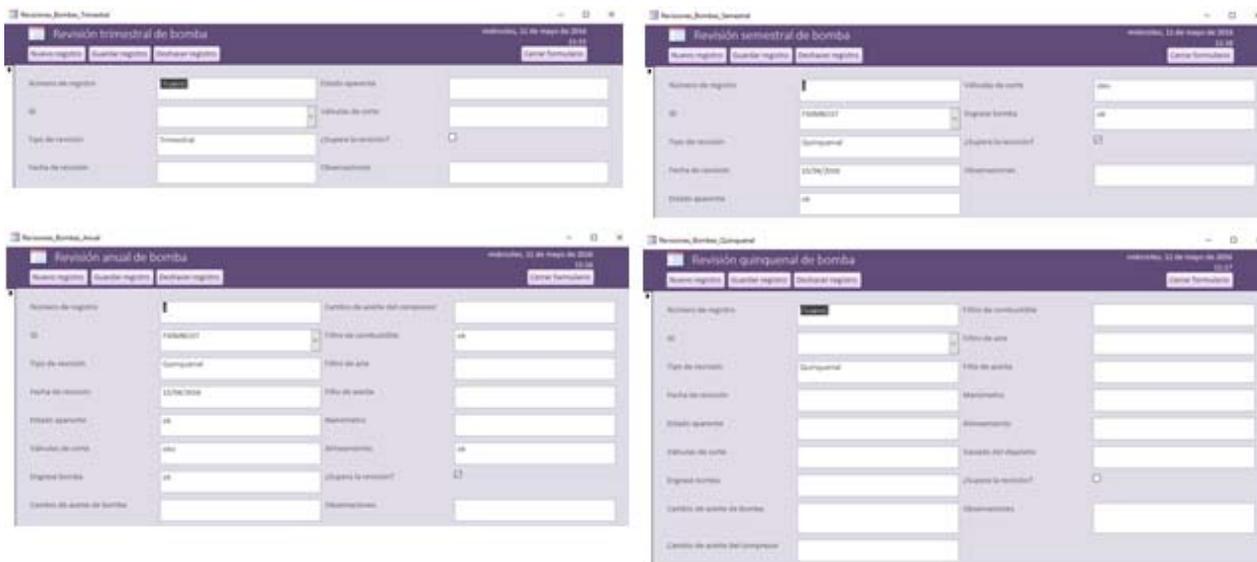


Ilustración 64: Formulario para la introducción de las revisiones de las bombas: arriba izquierda, trimestral; arriba derecha, semestral; abajo izquierda, anual; abajo derecha, quinquenal. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Detección y alarma**

Formulario para decidir el tipo de revisión:

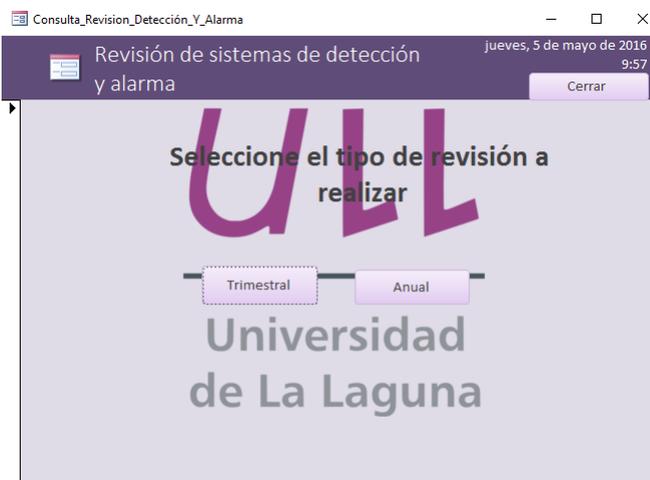


Ilustración 65: Formulario para decidir el tipo de revisión a realizar del sistema de detección y alarma. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Formulario para introducir los datos:

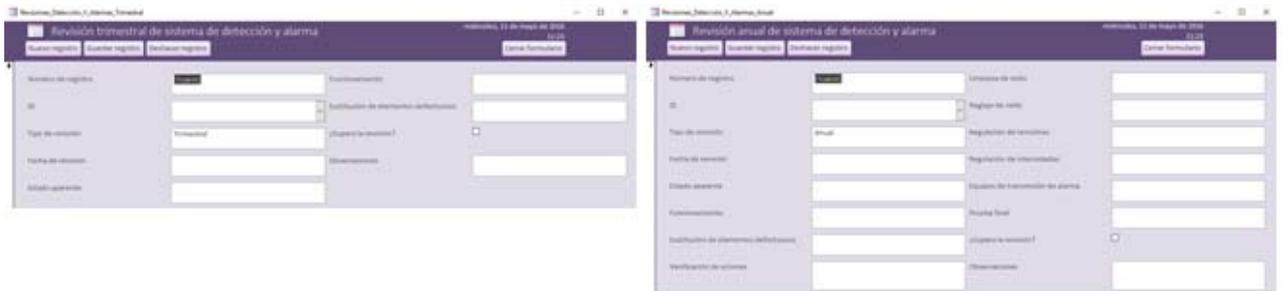


Ilustración 66: Formulario para la introducción de las revisiones del sistema de detección y alarma: Izquierda, trimestral; derecha, anual. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Extintores**

Formulario para decidir el tipo de revisión:

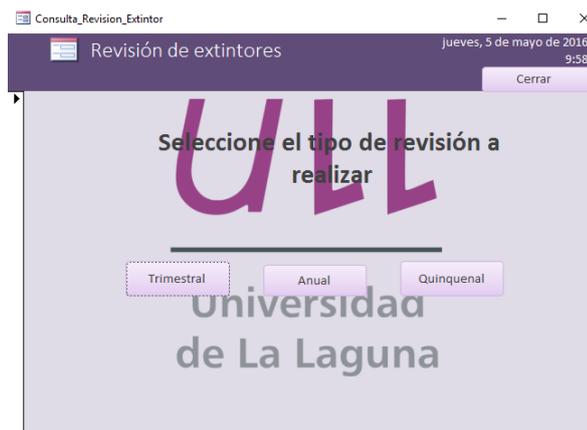


Ilustración 67: Formulario para decidir el tipo de revisión a realizar de los extintores. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Formulario para introducir los datos:

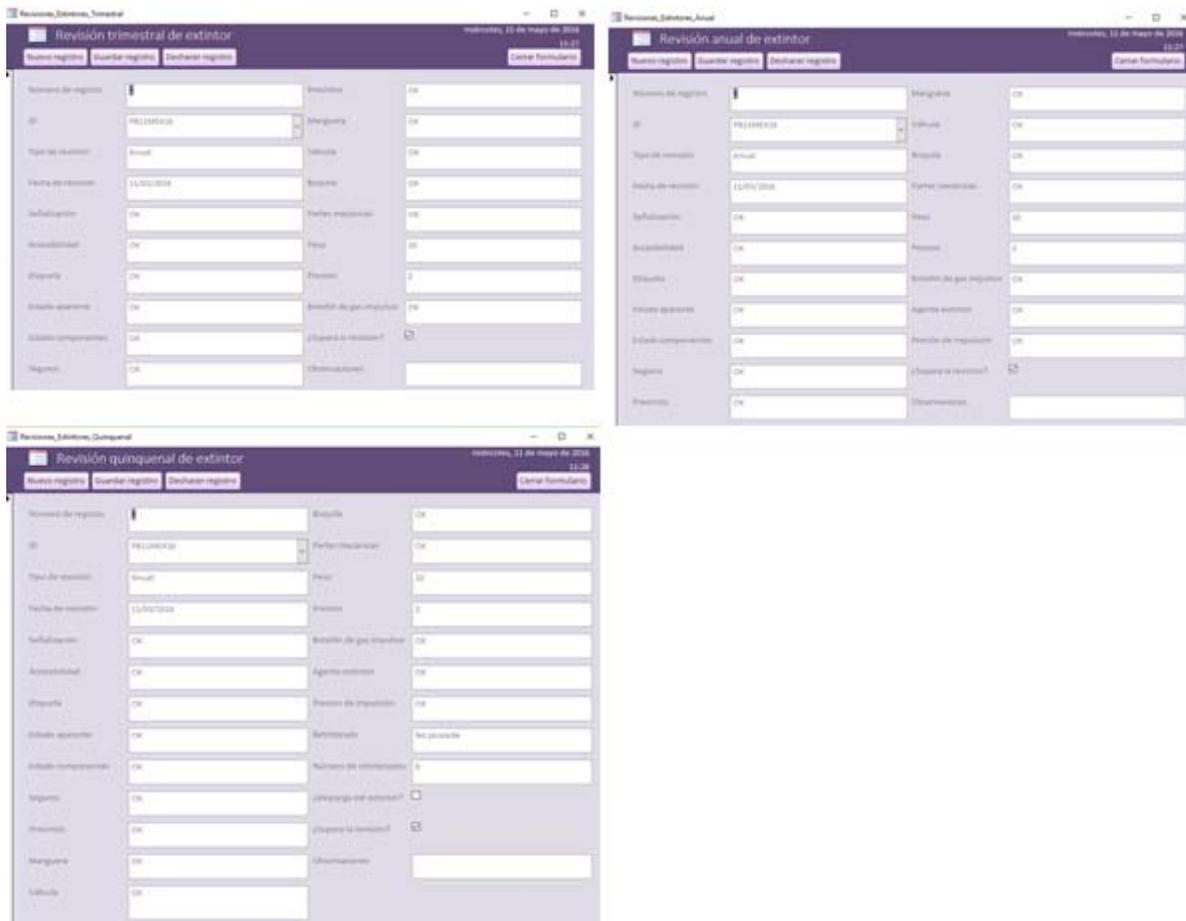


Ilustración 68: Formulario para la introducción de las revisiones de los extintores: arriba izquierda, trimestral; arriba derecha, anual; abajo quinquenal. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Luminarias**

Formulario para decidir el tipo de revisión:

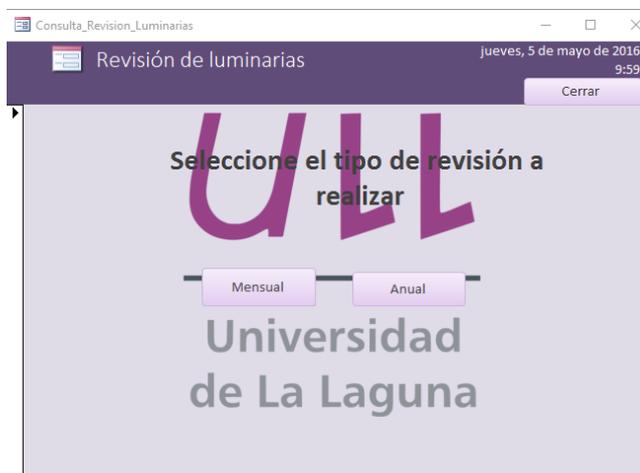


Ilustración 69: Formulario para decidir el tipo de revisión a realizar de las luminarias. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Formulario para introducir los datos:

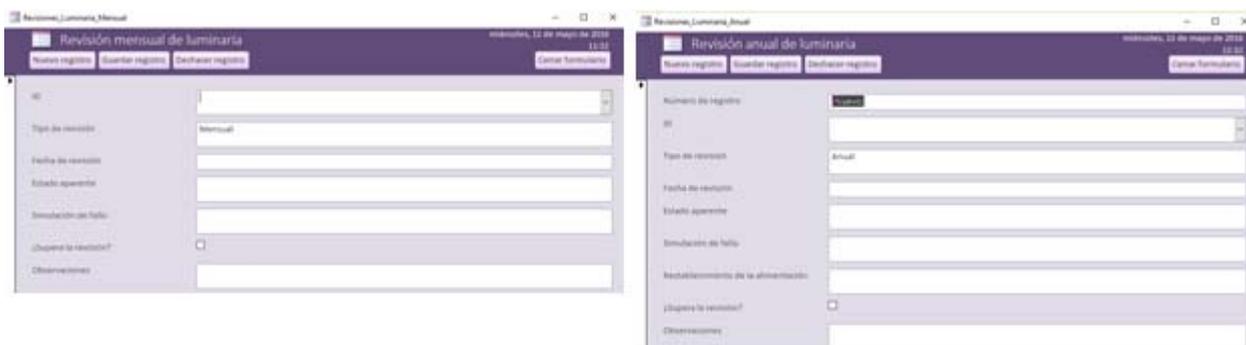


Ilustración 70: Formulario para la introducción de las revisiones de los extintores: izquierda, mensual; derecha, anual. Fuente: Elaboración propia. 2016.

La siguiente rama de la aplicación a mostrar se trata de las **consultas de estado para los grupos de equipos**. Estos se realizaron a través de informes:

- **Estado de BIES:**

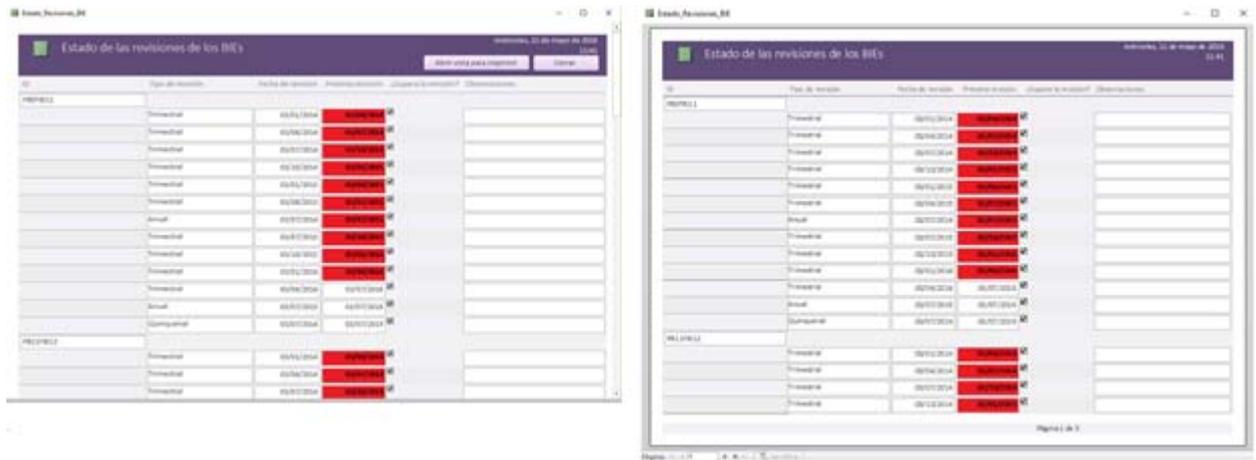


Ilustración 71: Informe de consulta de estado para los BIES: a la izquierda, vista informe; a la derecha, vista preliminar.  
Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Estado de bombas:**

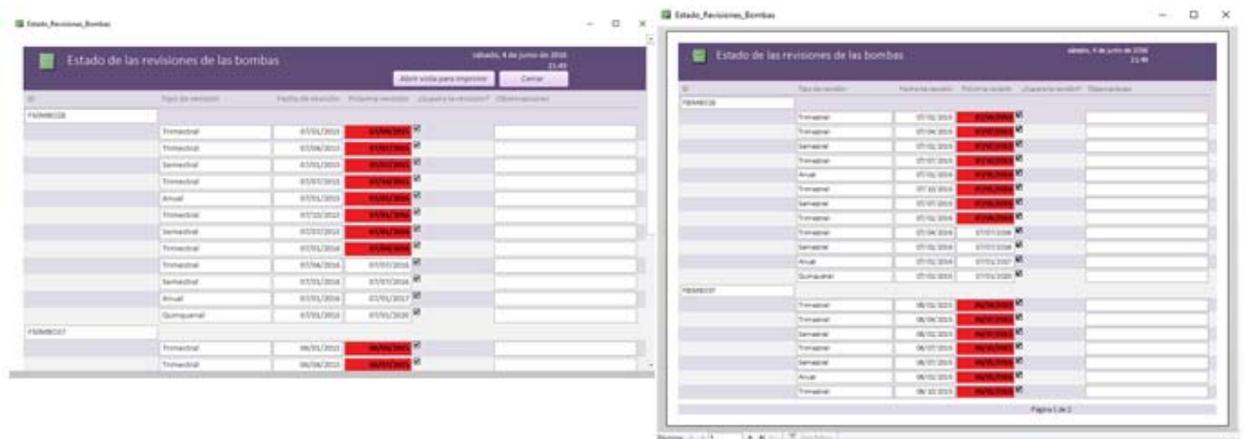


Ilustración 72: Informe de consulta de estado para las bombas: a la izquierda, vista informe; a la derecha, vista preliminar.  
Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Estado del sistema de detección y alarma:**

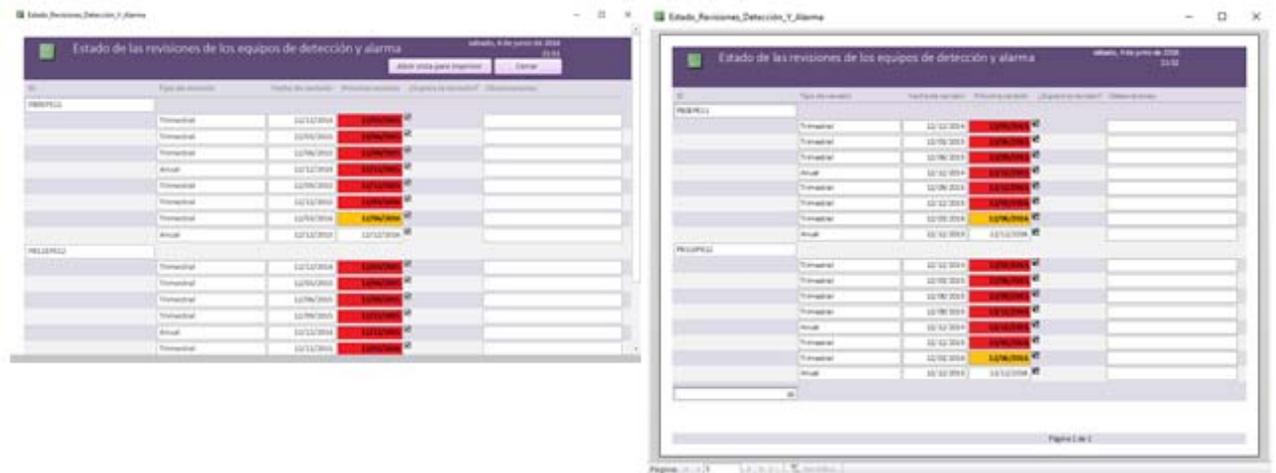


Ilustración 73: Informe de consulta de estado para los equipos de detección y alarma: a la izquierda, vista informe; a la derecha, vista preliminar. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Estado de extintores:**

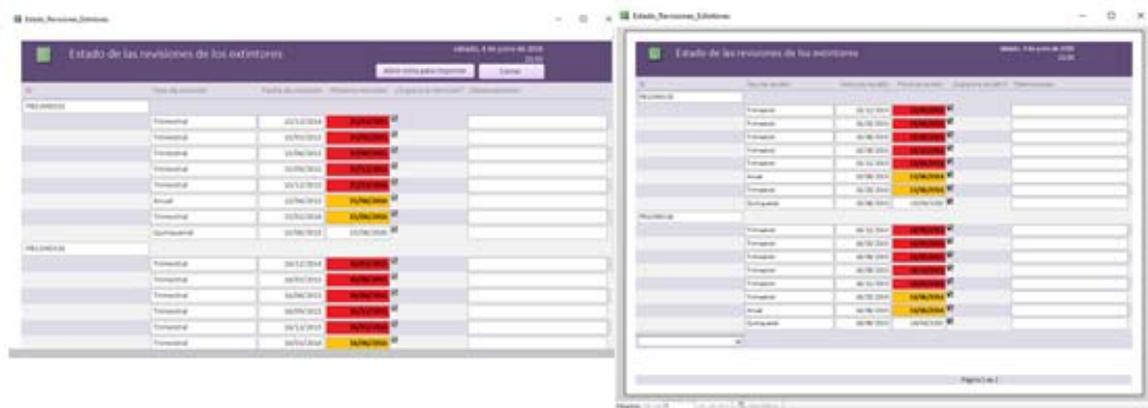


Ilustración 74: Informe de consulta de estado para los extintores: a la izquierda, vista informe; a la derecha, vista preliminar. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Estado de luminarias:**

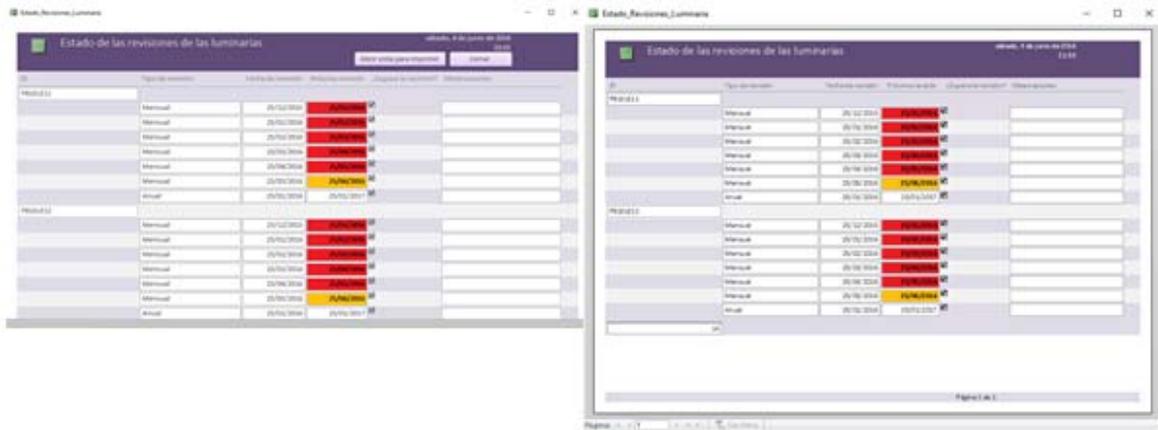


Ilustración 75: Informe de consulta de estado para las luminarias: a la izquierda, vista informe; a la derecha, vista preliminar. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Otro de los grupos que abarca la aplicación es la destinada a los **registros de los equipos individuales**. Esta se visualiza a través de unos informes:

- **Estado de BIES:**

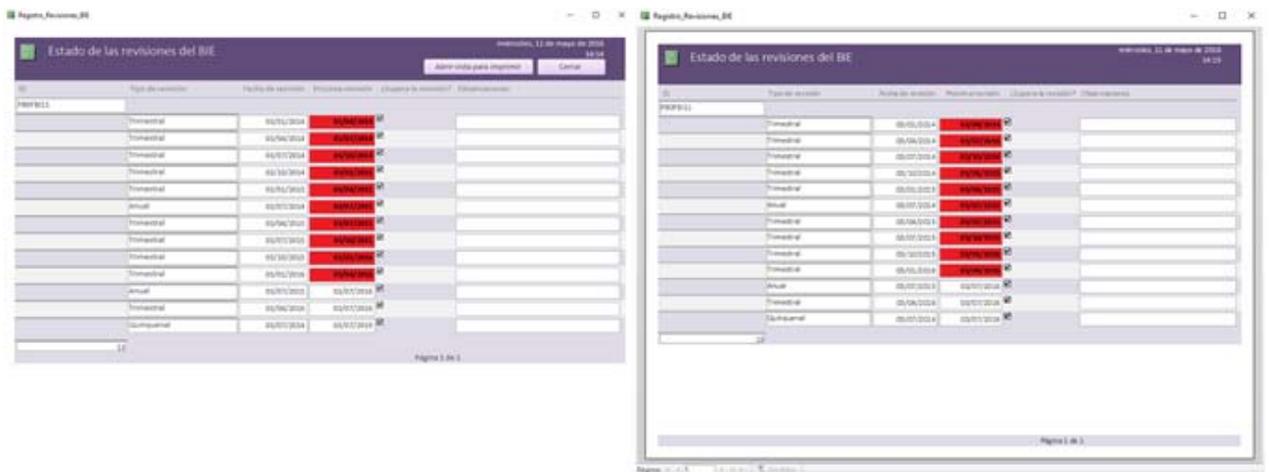


Ilustración 76: Informe de consulta de estado para un BIE individual: a la izquierda, vista informe; a la derecha, vista preliminar. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Estado de bombas:**

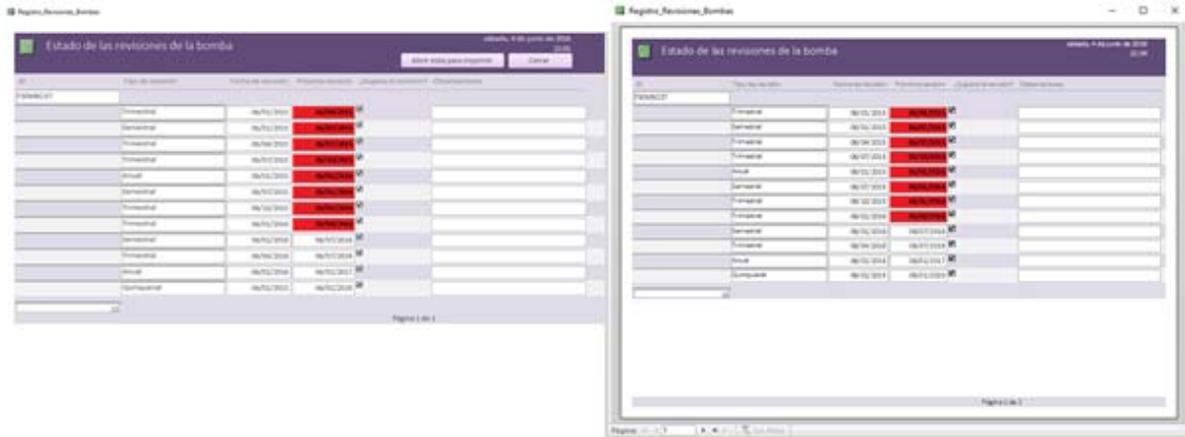


Ilustración 77: Informe de consulta de estado para una bomba individual: a la izquierda, vista informe; a la derecha, vista preliminar. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Estado del sistema de detección y alarma:**

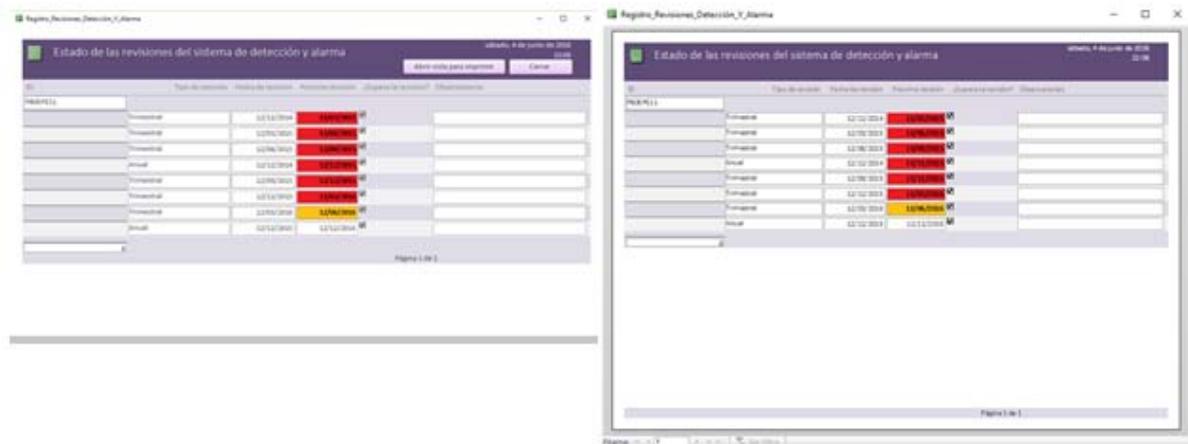


Ilustración 78: Informe de consulta de estado para un equipo de detección y alarma individual: a la izquierda, vista informe; a la derecha, vista preliminar. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Estado de extintores:**

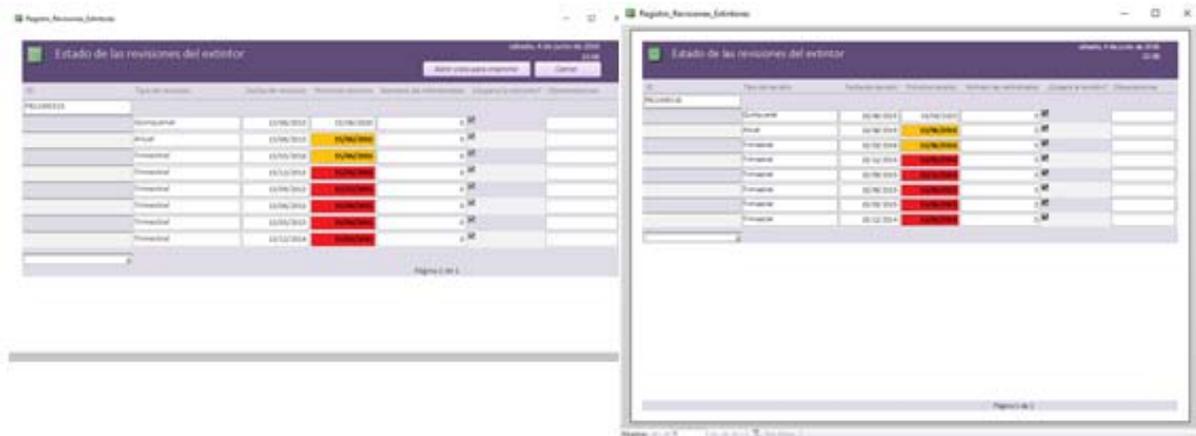


Ilustración 79: Informe de consulta de estado para un extintor individual: a la izquierda, vista informe; a la derecha, vista preliminar. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Estado de luminarias:**

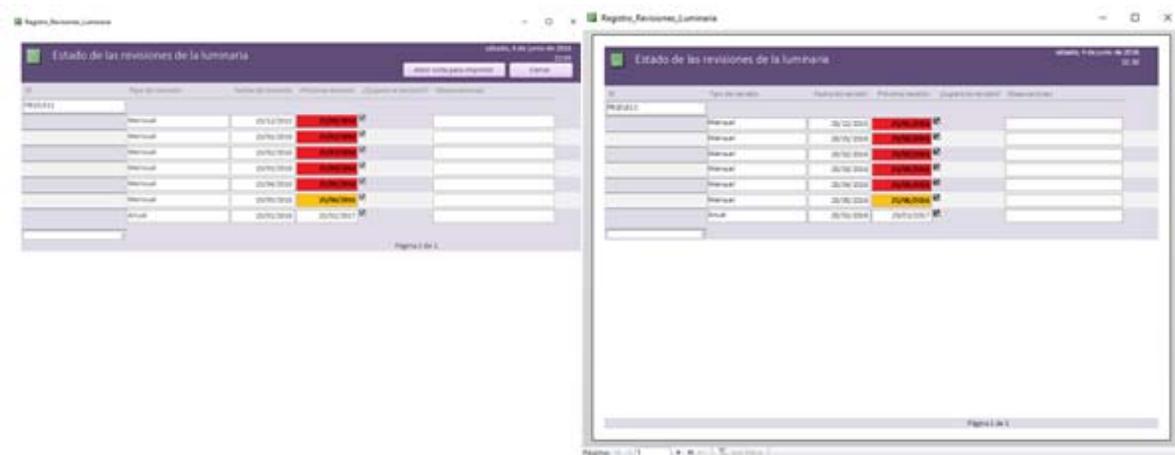


Ilustración 80: Informe de consulta de estado para una luminaria individual: a la izquierda, vista informe; a la derecha, vista preliminar. Fuente: Elaboración propia. 2016.

La penúltima de las partes de la aplicación es la relativa a la **identificación de los equipos**. Dependiendo de la información previa que se tenga de estos el método para consultarlos será a través de unos informes (conocida la ubicación) o de un formulario (conocido el ID):

- **Identificación según el ID:**

Identificación\_Equipos

Ubicación del equipo

jueves, 5 de mayo de 2016 10:16

Cerrar

ID: PBOFB11

Nivel: ARQ\_0\_0\_Planta\_Baja

Habitación: Patio 1

Disciplina: Fontanería

Descripción: Boca de incendio equipada

Tipo: 25 mm

Marca: 1

URL:

Imagen: <Ninguno>

Ilustración 81: Formulario para identificar un equipo a partir de su ID. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Identificación según su ubicación en un nivel y en una habitación:**

Identificación\_Equipos\_Ubicación\_Nivel\_Habitación

Equipos existentes según el nivel y la habitación

jueves, 5 de mayo de 2016 10:18

Abrir vista para imprimir Cerrar

| Nivel               | Habitación: Nombre | Descripción                       | ID         | Disciplina   | Tipo                 | Marca |
|---------------------|--------------------|-----------------------------------|------------|--------------|----------------------|-------|
| ARQ_0_0_Planta_Baja | Patio 1            | Boca de incendio equipada         | PBOFB11    | Fontanería   | 25 mm                | 1     |
|                     |                    | Extintor                          | PBOMEX11   | Mecánica     | 6Kg Ef. 21A-1138     | 1     |
|                     |                    |                                   | PBOMEX13   | Mecánica     | 6Kg Ef. 21A-1138     | 3     |
|                     |                    | Luminaria empotrada de emergencia | PBOELS70   | Electricidad | 1240x297 - T26 2x36W | 70    |
|                     |                    |                                   | PBOELS69   | Electricidad | 1240x297 - T26 2x36W | 69    |
|                     |                    | Módulo de dos salidas vigiladas   | PBOEMS7103 | Electricidad | AE/SA-25V            | 103   |
|                     |                    | Piloto automático de emergencia   | PBOEPE19   | Electricidad | Estándar             | 9     |
|                     |                    |                                   | PBOEPE11   | Electricidad | Estándar             | 1     |
|                     |                    | Pulsador de alarma algorítmico    | PBOEPA417  | Electricidad | AE/SA-P              | 17    |
|                     |                    |                                   | PBOEPA416  | Electricidad | AE/SA-P              | 16    |
|                     |                    | Sirena de alarma                  | PBOESA653  | Electricidad | AE/V-AS              | 53    |

11

Página 1 de 1

Ilustración 82: Formulario para identificar los equipos existentes en un nivel y una habitación específica. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Identificación según su ubicación en un nivel:**

Identificación\_Equipos\_Ubicación\_Nivel

Equipos existentes según el nivel jueves, 5 de mayo de 2016  
10:19

Abrir vista para imprimir    Cerrar

| Nivel                     | Habitación: Nombre | Descripción                       | ID                          | Disciplina       | Tipo                 | Marca    |
|---------------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------|----------|
| ARQ_1.0_Planta_Intermedia | Concejalia         | Detector óptico algorítmico       | PI3EDOS39                   | Electricidad     | AE/SA-OP             | 39       |
|                           |                    | Luminaria empotrada de emergencia | PI3ELE245                   | Electricidad     | 141x320 - 160 Lum    | 45       |
|                           | Exterior           | Luminaria estanca de superficie   | PI12EL568                   | Electricidad     | Emergencia exterior  | 98       |
|                           |                    | Ludoteca                          | Detector óptico algorítmico | PI4EDOS27        | Electricidad         | AE/SA-OP |
|                           | Oficinas           | Luminaria empotrada de emergencia | PI4ELE247                   | Electricidad     | 141x320 - 160 Lum    | 47       |
|                           |                    |                                   | PI4ELE579                   | Electricidad     | 1240x297 - T26 2x36W | 79       |
|                           |                    | Extintor                          | PI4ELE580                   | Electricidad     | 1240x297 - T26 2x36W | 80       |
|                           |                    |                                   | Detector óptico algorítmico | PI1EDOS36        | Electricidad         | AE/SA-OP |
|                           |                    |                                   | PI1EDOS37                   | Electricidad     | AE/SA-OP             | 37       |
|                           |                    |                                   | PI1EDOS38                   | Electricidad     | AE/SA-OP             | 38       |
|                           |                    | PI1MEX17                          | Mecánica                    | 6Kg Ef. 21A-113B | 7                    |          |

Ilustración 83: Formulario para identificar los equipos existentes en un nivel determinado. Fuente: Elaboración propia. 2016.

- **Identificación según su ubicación en una habitación:**

| Habitación: Nombre | Nivel                   | Descripción                       | ID        | Disciplina   | Tipo                 | Marca |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------|--------------|----------------------|-------|
| Vestibulo general  | ARQ_2.0_Planta_Superior | Boca de incendio equipada         | PSOFBI16  | Fontanería   | 25 mm                | 6     |
|                    |                         | Central algorítmica               | PSOECA223 | Electricidad | AE/SA- C2            | 23    |
|                    |                         | Detector óptico algorítmico       | PSOEDOS45 | Electricidad | AE/SA-OP             | 45    |
|                    |                         |                                   | PSOEDOS46 | Electricidad | AE/SA-OP             | 46    |
|                    |                         |                                   | PSOEDOS47 | Electricidad | AE/SA-OP             | 47    |
|                    |                         |                                   | PSOEDOS48 | Electricidad | AE/SA-OP             | 48    |
|                    |                         |                                   | PSOEDOS49 | Electricidad | AE/SA-OP             | 49    |
|                    |                         |                                   | PSOEDOS51 | Electricidad | AE/SA-OP             | 51    |
|                    |                         |                                   | PSOEDOS50 | Electricidad | AE/SA-OP             | 50    |
|                    |                         | Extintor                          | PSOMEX112 | Mecánica     | 6Kg Ef. 21A- 113B    | 12    |
|                    |                         |                                   | PSOMEX214 | Mecánica     | 5Kg CO2              | 14    |
|                    |                         |                                   | PSOMEX111 | Mecánica     | 6Kg Ef. 21A-113B     | 11    |
|                    |                         |                                   | PSOMEX215 | Mecánica     | 5Kg CO2              | 15    |
|                    |                         | Luminaria empotrada de emergencia | PSOELE590 | Electricidad | 1240x297 - T26 2x36W | 90    |
|                    |                         |                                   | PSOELE590 | Electricidad | 1240x297 - T26 2x36W | 90    |
|                    |                         |                                   | PSOELE591 | Electricidad | 1240x297 - T26 2x36W | 91    |
|                    |                         |                                   | PSOELE592 | Electricidad | 1240x297 - T26 2x36W | 92    |

Ilustración 84: Formulario para identificar los equipos existentes en una habitación determinada. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Finalmente, la última parte que resta para ocupar toda la aplicación es la destinada a las **tareas**. Esta se muestra a partir de un formulario:

| Identificador | Título de la tarea | Prioridad  | Estado      | Descripción  | Fecha de inicio | vencimiento | DatosAdjuntos | Porcentaje completado | Activa                              |
|---------------|--------------------|------------|-------------|--------------|-----------------|-------------|---------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 2016/03/29/01 | PruebaTarea6       | (2) Normal | No iniciada | Descripción6 | 03/05/2016      | 07/05/2016  |               | 50%                   | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2016/05/03/01 | PruebaTarea7       | (2) Normal | En curso    | Descripción7 | 02/05/2016      | 08/05/2016  |               | 0%                    | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2016/03/30/04 | Prueba Tarea5      | (2) Normal | No iniciada | Descripción5 | 29/04/2016      | 20/05/2016  |               | 0%                    | <input checked="" type="checkbox"/> |
| *             |                    | (2) Normal | No iniciada |              |                 |             |               | 0%                    | <input type="checkbox"/>            |

Ilustración 85: Formulario para visualizar las tareas activas. Fuente: Elaboración propia. 2016.

Con esta vista quedaría completa la representación de las diferentes interfaces de la aplicación.

### 7.1.3 Aplicaciones en casos reales

Los métodos utilizados, enmarcados dentro de las técnicas BIM, tienen multitud de utilidades dentro del ámbito de la edificación. No solo se pueden adaptar a situaciones similares, sino que también se pueden adecuar para diversos casos. También es cierto que en ciertas ocasiones no es la opción más óptima, sobre todo por motivos económicos.

La **inversión** para realizar un trabajo con los softwares empleados puede variar según su duración. Este es uno de los campos en los que la optimización de la planificación que tanto se ha mencionado en este proyecto tiene importancia. A medida que aumente el tiempo, los costes de las **licencias** harán lo propio. Por lo tanto, para presupuestar un proyecto habrá que considerar qué softwares y durante cuánto tiempo se emplearán. En este caso se identifican tres tipos de licencias que dispondrán de varias opciones para su adquisición. Una de estas licencias englobará a *Excel* y *Access*, ya que forman parte de una misma *suite* ofimática *Office*, mientras que *Revit 2015* y *RushForth Tools 2015* dispondrá de una propia.

El caso de **Office** ofrece diversas opciones para la adquisición de su licencia. La más económica y que permite realizar por completo los trabajos descritos es la "*Office 365 ProPlus*". Esta se puede conseguir por 12,90€ (sin IGIC) por usuario y mes hasta un máximo de 5 equipos si se adquiere un compromiso anual. Además de esta existen otras que ofrecen más servicios aunque con un precio más elevado.

El software de *Autodesk*, **Revit 2015**, ya no se oferta como tal sino como su versión de 2017. Los precios de la licencia de esta herramienta varían dependiendo de su duración. La más económica tiene un valor de 315,00€ (sin IGIC) y una duración de un mes. A esta le siguen las de duración anual de uno, dos y tres años y la de adquisición permanente, que alcanza el precio de 7.545,00€ (sin IGIC).

El *plugin* **RushForth Tools 2015** se oferta en la página de aplicaciones de *AutoDesk* por un precio único de USD 99,99 (87.66€). La licencia para este software es ilimitada, aunque solo sirve para la versión de *Revit 2015*. La edición para *Revit 2017* ya se encuentra disponible al mismo precio.

Evidentemente se pueden emplear otros softwares para realizar las mismas funciones y con diferentes precios, pero se ha mencionado estos debido a que son con los que se ha desarrollado este proyecto.

Además de lo invertido en las licencias también habrá que contar con lo destinado a la **elaboración de los trabajos**. Esto dependerá mucho de la cantidad de empleados destinados y de su formación. En este caso se ha desarrollado por una única persona y se ha destinado la gran mayoría del tiempo al aprendizaje y estudio

de las posibilidades del software. Por esto no es posible cuantificar con una exactitud lo suficientemente precisa el tiempo de duración de los trabajos de desarrollo.

Por otra parte, es obvio que el coste del proyecto también dependerá de la **envergadura** del mismo. En este caso se ha empleado a modo de estudio un edificio de uso público donde la información y documentos utilizados han estado limitados a los proporcionados y a las circunstancias de la propia construcción. Este tipo de trabajos puede abarcar un gran abanico de oportunidades, ya no solo en cuanto a dimensiones, sino también a objetivos.

En cuanto a dimensiones, se puede adaptar el mantenimiento de edificios de cualquier tipo y tamaño a métodos BIM. El principal inconveniente en estos casos suele aparecer en los edificios pequeños y que se hayan construido con técnicas CAD, ya que puede no ser rentable su aplicación. En el resto, prácticamente no hay limitaciones a la hora de adecuar estas gestiones.

En los **objetivos** en los que se centran los trabajos se pueden concentrar en cualquier tipo de instalación, no solo en la de protección contra incendios. Además se podría adaptar la base de datos para otros componentes de un edificio que hayan sido modelados y que necesiten llevar un seguimiento igual o similar al realizado en este proyecto. Por ejemplo, se podría emplear este sistema tanto para recabar información del funcionamiento de la maquinaria existente en una planta industrial como para realizar el seguimiento completo de todas las instalaciones y servicios de un centro comercial.

Tomando como referencia la elaboración de este proyecto se puede realizar una **estimación del tiempo y coste económico** para la realización de un trabajo de similares condiciones. Para ello se partirá de dos supuestos empleados que desarrollarán el proyecto sin ningún tipo de medios y formación inicial.

Por un lado, en cuanto a **medios**, necesitarán equipos capaces de trabajar con los diferentes softwares con fluidez. Además necesitarán adquirir las licencias de los programas. Partiendo de los requerimientos de *Revit 2017*, que es el software que más capacidades requiere, para obtener un rendimiento medio se requerirá una inversión de unos 600,00€ en cada equipo.

Por otro lado, se requerirá una **formación** previa para obtener los conocimientos necesarios para realizar el proyecto. Actualmente existen cursos de *Revit* de dos semanas de duración que permiten adquirir nivel suficiente para la realización de los trabajos necesarios por unos 240€. Sobre la suite ofimática de *Office* no se tiene constancia de unos plazos, aunque se estima que dedicando una formación de seis horas diarias durante dos semanas es posible alcanzar el nivel suficiente. En cuanto a su coste, el curso puede ser gratuito realizándolo por medio del soporte oficial de *Microsoft Office*.

Finalmente, para la **realización de los trabajos** en equipo y coordinados se requerirá aproximadamente una semana. Esto considera que un empleado dedica su tiempo a la realización del modelo de la arquitectura y la instalación y que otro lo emplea en la generación de la base de datos. Para los sueldos de estos empleados se supondrá que cada uno cobrará 500€ por esa semana de trabajo.

En resumen, el coste de tiempo y económico se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 22: Propuesta de presupuesto inicial.

| Medio   | Tiempo           | Coste                     |
|---|------------------|---------------------------|
| Equipo (2 ordenadores de sobre mesa)          | -                | 1.200€                    |
| Licencia de <i>Revit</i> (1 mes de duración)  | -                | 337,05€ (Incluyendo IGIC) |
| Licencia de <i>Office</i> (1 mes de duración) | -                | 13,80€ (Incluyendo IGIC)  |
| Licencia de <i>RushForth Tools 2017</i>       | -                | 87,66€                    |
| Formación en <i>Revit</i>                     | 2 semanas        | 240€                      |
| Formación en <i>Office</i>                    | 2 semanas        | 0€                        |
| Elaboración de trabajos de <i>Revit</i>       | 1 semana         | 500€                      |
| Elaboración de trabajos de <i>Office</i>      |                  | 500€                      |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>3 semanas</b> | <b>2878.51€</b>           |

Hay que recordar que este presupuesto se establece para la realización de un trabajo sin medios ni conocimientos, por lo que muchos de estos costes se reducirían progresivamente. Es decir, descontando los tiempos de formación, el precio de los equipos y la licencia de *RushForth Tools*, que solo habrá que pagar la primera vez, el coste de cualquier otro trabajo de características similares sería:

Tabla 23: Presupuesto de proyectos posteriores.

| Medio   | Tiempo           | Coste                     |
|---|------------------|---------------------------|
| Licencia de <i>Revit</i> (1 mes de duración)  | -                | 337,05€ (Incluyendo IGIC) |
| Licencia de <i>Office</i> (1 mes de duración) | -                | 13,80€ (Incluyendo IGIC)  |
| Elaboración de trabajos de <i>Revit</i>       | 1 semana         | 500€                      |
| Elaboración de trabajos de <i>Office</i>      |                  | 500€                      |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>1 semanas</b> | <b>1350.85€</b>           |

En estos casos, y abarcando proyectos de envergaduras similares, se podría realizar un total de cuatro proyectos hasta que haya que renovar de nuevo las licencias de *Revit* y *Office*. El montante total en esta situación, considerando el sueldo mensual de los empleados será de 4350,85€.

#### 7.1.4 Conclusiones

La aplicación de la metodología BIM en los diferentes entornos de trabajo resulta muy beneficiosa en comparación con las técnicas CAD. Con su uso se puede reducir

el coste económico ya no solo de la ejecución de un edificio, sino de toda su vida útil. Es por esto que implantar BIM en cualquier construcción supone una ventaja.

A diferencia de CAD, BIM se integra en cualquier etapa del ciclo de vida de un edificio. Esto amplía notablemente el abanico de posibilidades que esta técnica puede aportar. Por ello, adaptar cualquier edificio en cualquier circunstancia genera una ventaja no solo en el presente, sino ante cualquier posibilidad en el futuro.

En primer lugar permite centralizar la información en un único origen. A partir de ahí se extiende mediante otras herramientas para completarla. Esto posibilita que, ante cualquier modificación en la instalación real, sea más sencillo la actualización de los datos. Con ello se logra un ahorro de tiempo y una reducción de errores durante este proceso, lo que se traduce en un ahorro económico.

En segundo lugar, ya centrándose en la instalación de protección contra incendios, posibilita la creación de sistemas de gestión más avanzados y adaptados a las nuevas tecnologías. En este caso, por medio de una interfaz asociada a una base de datos se recoge y visualiza toda la información considerada de relevancia. Además se mejora la portabilidad de la misma al integrarse en dispositivos móviles, por lo que se dispone de toda la información actualizada en cualquier lugar y momento. Con esto se consigue una gran ventaja logística al facilitar los trabajos y la comunicación entre los diferentes partícipes.

Finalmente, con las vistas puestas en el futuro, a medida que se vaya mejorando las diferentes herramientas que integren BIM se permitirá avanzar en el control de las instalaciones. Esto ya lo contempla el *British Standard Institution* que, a través de su LOD 7, tiene en cuenta el seguimiento y manejo de las operaciones en vivo. Una vez se haya mejorado en este aspecto se podrá tener absoluto control sobre los procesos que ocurren en cualquier edificio, ya sea residencial, de oficinas, industriales, etc., con las diferentes ventajas que esto supone.

En resumen, la metodología BIM no es el futuro, es una realidad del presente que aporta grandes beneficios comparado con su predecesora, las técnicas CAD. Esas ventajas incluyen mejoras en el control y manejo de la información, que a su vez generan menores costes en todas las fases de la vida de una construcción. Por lo tanto, cuanto más se tarde en adaptar los métodos de trabajo a BIM menor será el aprovechamiento de sus posibilidades.

## 8 NORMAS Y REFERENCIAS

- [1] NTP 680: Extinción de incendios: plan de revisión de equipos
- [2] Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios. ORDEN de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre.
- [3] AutoScheme. Consultada el día 2 de enero de 2016  
<[www.autoscheme.com](http://www.autoscheme.com)>
- [4] buidingSmart. Consultada el día 27 de diciembre de 2015  
<[www.buildingsmart.es](http://www.buildingsmart.es)>
- [5] El Ministerio de Fomento constituye la Comisión BIM. Consultada el día 8 de enero de 2016.  
<<http://www.buildingsmart.es/2015/07/15/el-ministerio-de-fomento-constituye-la-comisi%C3%B3n-bim/>>
- [6] II Congreso Edificios Inteligentes: Modelos BIM. Consultado el día 13 de enero de 2016.  
<<https://www.casadomo.com/comunicaciones/ii-congreso-edificios-inteligentes-modelos-bim>>
- [7] Las dimensiones del BIM. Consultado el día 17 de enero de 2016.  
<<https://antoniofloresarquitectura.wordpress.com/2015/07/15/las-dimensiones-del-bim/>>
- [8] AEC (UK) BIM Technology Protocol. Version 2.1.1, Junio 2015.
- [9] LOD = LOD + LOI. Consultada el día 18 de enero de 2016.  
<<http://www.evolve-consultancy.com/resource/bim-brief/lod-lod-loi>>
- [10] LOD. Level of Development: Niveles de desarrollo. Consultada el día 18 de enero de 2016.  
<<http://www.eadic.com/lod-level-development-nivel-de-desarrollo/>>
- [11] Qué es IFC. Consultado el día 18 de enero de 2016.  
<[http://www.ifcworkshop.es/secciones/ifc/que\\_es.html](http://www.ifcworkshop.es/secciones/ifc/que_es.html)>
- [12] Ayuda Autodesk Revit 2015. Consultada por última vez el día 8 de mayo de 2016.  
<<http://help.autodesk.com/view/RVT/2015/ESP/>>

- [13] Ayuda de Access – Soporte técnico de Office. Consultada por última vez el día 8 de mayo de 2016.  
<<https://support.office.com/es-es/article/Ayuda-de-Access-29d7b83c-3b06-41ca-b38b-483b6d5efb1b?ui=es-ES&rs=es-ES&ad=ES>>
- [14] Comparar todos los planes de Office 365 para empresas. Consultada el día 8 de mayo de 2016.  
<<https://products.office.com/es-es/business/compare-more-office-365-for-business-plans>>
- [15] Comprar suscripción de Revit. Consultada el 8 de mayo de 2016.  
<<http://www.autodesk.es/store/products/revit?term=1year&support=basic>>
- [16] RushForth Tools 2015. Consultada el día 8 de mayo de 2016.  
<[https://apps.autodesk.com/RVT/es/Detail/Index?id=3854474087097452220&appLang=en&os=Win32\\_6](https://apps.autodesk.com/RVT/es/Detail/Index?id=3854474087097452220&appLang=en&os=Win32_6)>





Universidad  
de La Laguna

Escuela Superior de  
Ingeniería y Tecnología  
Sección de Ingeniería Industrial

**Grado en Ingeniería Mecánica**

Trabajo de fin de grado

# **Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM**

## **ANEXOS**

**Autor: EDUARDO GONZÁLEZ GARCÍA**

**Tutoras: NORENA M. MARTÍN DORTA**

**ROSA E. NAVARRO TRUJILLO**

**La Laguna, JUNIO DE 2016**



---

## ANEXOS

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>1</b> | <b>CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....</b>  | <b>137</b> |
| <b>2</b> | <b>PLANOS PROPORCIONADOS DE LA INSTALACIÓN .....</b>   | <b>141</b> |
| 2.1      | Nivel inferior .....   | 142        |
| 2.2      | Nivel intermedio .....   | 143        |
| 2.3      | Nivel superior .....   | 144        |
| <b>3</b> | <b>DATOS DE INFORMACIÓN DEL MODELO BIM DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....</b>                        | <b>145</b> |
| 3.1      | Tabla de planificación de <i>Revit 2015</i> : Elementos de la instalación contra incendios .....                         | 146        |
| 3.2      | Tabla de planificación de <i>Revit 2015</i> : Recuento de equipos de la instalación de protección contra incendios ..... | 149        |
| 3.3      | Tabla de exportación/importación mediante <i>RushForth Tools 2015</i> .....  | 150        |



# **1 CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

En el resto del edificio no se van a generar humos o malos olores por lo que tampoco se producirá molestia alguna a los vecinos colindantes.

Los equipos de renovación y aire acondicionado estarán dotados de un sistema antiruidos y antivibraciones estando por debajo del nivel sonoro máximo permitido por la legislación vigente, no produciendo por tanto posibles molestias acústicas al vecindario.

### **CONDICIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.**

En este apartado se describirá todas las particularidades de la edificación y las soluciones a adoptadas para cumplir con la norma **NBE-CPI/96**.

Clasificación de la actividad.

Debido al uso que se va a realizar de la edificación, se respetarán todas las normas particularizadas del NBE-CPI/96 para **publica concurrencia**.

Sectores de incendio

Se considera un solo sector de incendio ya que se cumple con lo estipulado en el art.4.1 de la NBE-CPI/96.

Nivel máximo de ocupación.

Se ha calculado según el artículo 6 de la NBE-CPI/96.

|                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| Planta 0. Zona piscinas: | 266 personas        |
| Planta 0. Zona squash:   | 97 personas         |
| Planta 1:                | 354 personas        |
| Planta 2:                | 134 personas        |
| <b>Total:</b>            | <b>851 personas</b> |

### **Evacuación y señalización.**

En caso de emergencia la evacuación de cada planta se efectuará de la siguiente manera:

#### **Planta 2.**

A través de la puerta de acceso principal y de dos puertas dispuestas, según plano, que dan directamente al exterior.

#### **Planta 1.**

A través de puerta que da directamente al exterior, dispuesta según plano, y de escalera que sube a planta 2.

#### **Planta 0. Zona de Piscinas** (Comprende las piscinas y los dos vestuarios)

A través de 2 puertas que dan directamente al exterior, dispuestas según plano.

#### **Planta 0. Zona de Squash.**

A través de escalera que sube a planta 1.

### **Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación**

El origen de la evacuación es todo punto ocupable y como recorridos de la evacuación se considerarán todos aquellos que parten de cada punto hasta la correspondiente salida al espacio exterior seguro. La disposición de nº de salidas será como sigue:

**Planta 2.-** 3 puertas que dan directamente al exterior.

**Planta 1.-** 1 puerta que da directamente al exterior y 1 escalera que sube a planta 2.

**Planta 0. Zona de Piscinas.-** 2 puertas que dan directamente al exterior

**Planta 0. Zona de Squash.-** 1 escalera que sube a planta 1

Todos los recorridos de evacuación cumplen con lo especificado en la NBE-CPI/96

Comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos y materiales

La edificación corresponde a obra construida en una sola planta con estructura soportada con conjunción de pilares de hormigón armado. Sus forjados son formalizados con losas de hormigón armado. Sus cerramientos están realizados mediante bloques huecos prefabricados de hormigón vibrado, de 20 cm de anchura, enlucidos con mortero de cemento y arena de silicio en el exterior, y en yeso o escayola en el interior, en capa de 1.5 cm de espesor, rematadas posteriormente mediante pinturas oleosas ignífugas. Dadas estas características la edificación posee una EF (estabilidad al fuego) mejor que los que se establecen en la NBE-CPI/96.

Los elementos de división interior estarán realizados a base de muros de 9 cm de espesor características de resistencia al fuego Clase M1, cumpliendo con la NBE-CPI/96

Los materiales situados en el interior de falsos techos, utilizados para el revestimiento de los conductos de aire acondicionado y ventilación, deberán pertenecer a la clase M1

En lo que se refiere a los elementos decorativos del local, tales como armarios, estanterías, etc., poseerán unas características de resistencia al fuego superiores a los mínimos exigidos por la NBE-CPI/96, los cuales son M1.

Instalaciones generales.

En este punto se establecen las condiciones dirigidas a evitar que las instalaciones generales propaguen un incendio, así como a confinar su desarrollo cuando se haya iniciado en alguno de sus equipos.

Tuberías y conductos

Para no reducir la resistencia al fuego de los elementos constructivos se deben respetar las siguientes condiciones a la hora de instalar tuberías y conductos en los mismos

Las tuberías de agua a presión deben estar ajustadas al hueco de paso

Las tuberías o conductos, sus recubrimientos o protecciones, deben poseer una resistencia al fuego mayor de RF-60, en caso de los conductos de instalaciones electricas deberán ser RF-120.

## **INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.**

### Generalidades

Las características de la totalidad de la edificación donde se instalará la actividad cumple con lo establecido en la NBE-CPI/96 debiendo acondicionar el local a lo contemplado por esta norma.

### Extintores.

Se tendrá dispuesto en diversas zonas del local extintores portátiles de polvo químico seco de Eficacia 21A-113B o de CO<sub>2</sub>, según se refleja en los planos adjuntos en el proyecto, cumpliéndose que desde ningún punto de evacuación, a uno de los extintores exista una distancia superior a 15 m.

En el bar-cafeteria en la zona de cocina se instalará un extintor portátil de 5 Kg (CO<sub>2</sub>)

La ubicación del extintor se ha dispuesto de forma tal que en caso de incendio, cualquiera de los trabajadores tenga en su cercanía un extintor de este tipo, aumentando de esta forma, la capacidad de respuesta ante el inicio de un posible incendio.

Los extintores se colocarán a una altura no superior a 1,70 m, contados desde la parte superior de estos al suelo.

Se instruirá al personal en el manejo de los extintores que habrán de estar homologados por la Consejería de Industria y Comercio de Canarias y tener pasadas las revisiones anuales correspondientes.

### Red de Bocas de Incendio Equipadas (BIE)

Para cumplir con la NBE CPI96 se dispondrá de una red de BIE's, que estará compuesta por manguera de 20 mts, red de conductos, deposito de agua y grupo de presión dispuestos según plano

### Señalización de emergencia

Se dispondrán pegatinas normalizadas de señalización del recorrido y ubicación de la salida de emergencia.

Se dispondrán, señales que indiquen la ubicación de los extintores y recorrido hacia los mismos cuando estos no sean visibles, desde algún punto del local.

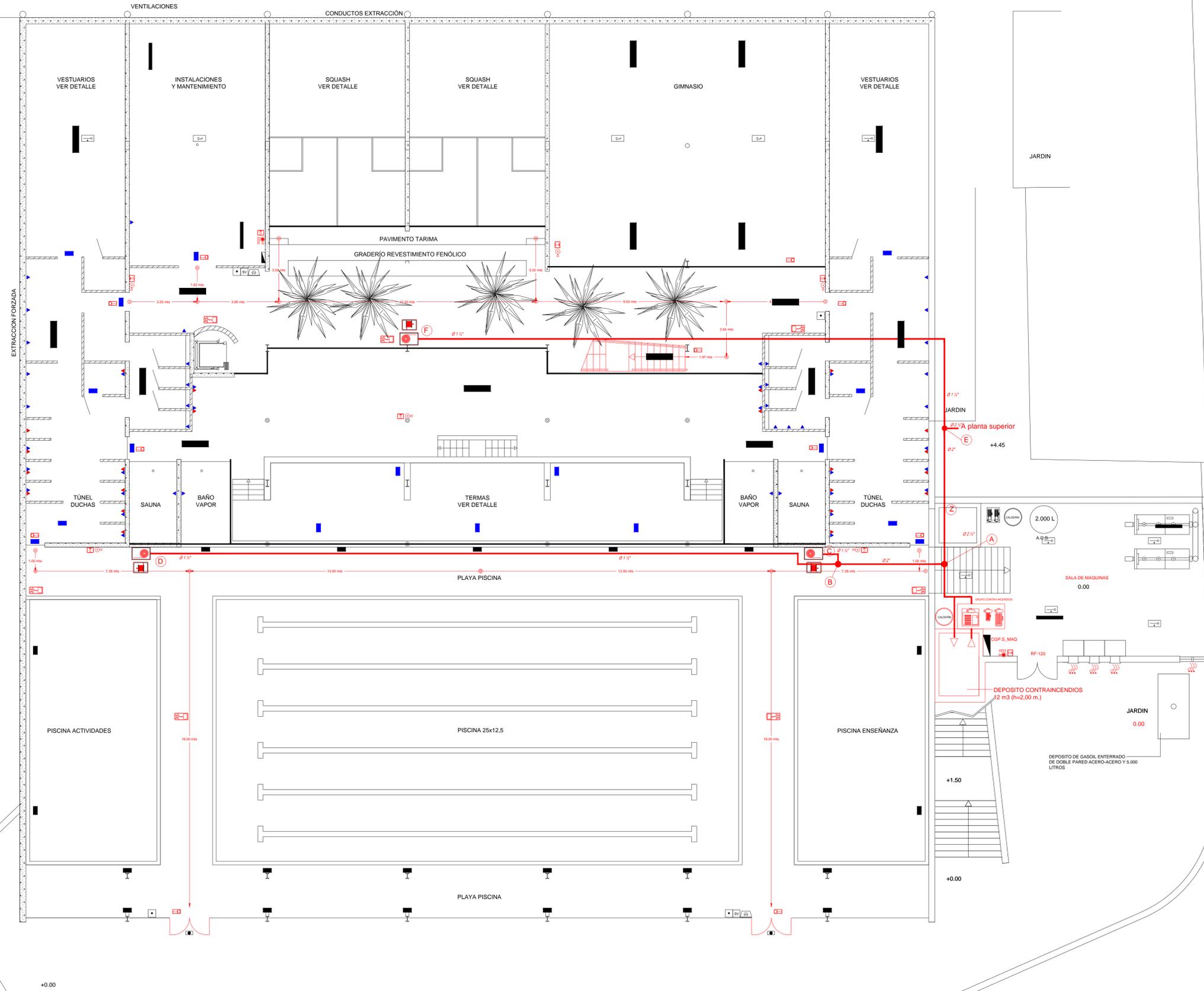
### Instalación de detección y alarma.

Para cumplir con el NBE-CPI/96, es necesaria la instalacion de un sistema de detección de incendios apto para emitir mensajes por megafonía

La instalación cumplirá con lo especificado en el Reglamento de instalaciones de protección Contra incendios. Se dispondrán pulsadores y detectores de humo dispuestos según plano.

## **2 PLANOS PROPORCIONADOS DE LA INSTALACIÓN**

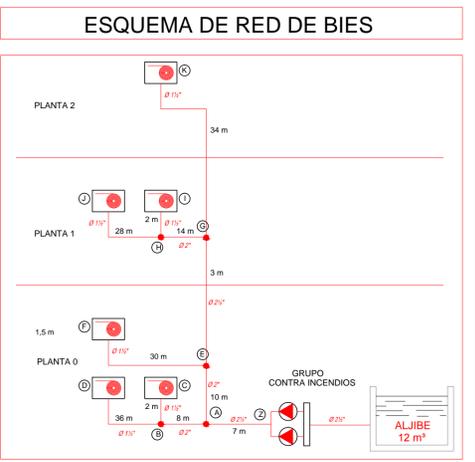
+7.45



| LEYENDA LUMINARIAS EMERGENCIA |   |
|-------------------------------|---|
|                               | LUMINARIA EMPOTRADA DE EMERGENCIA MOD. HYBRA, 9x12x11 FL. 9W REF. HYBRA-N2                |
|                               | LUMINARIA EMPOTRADA DE EMERGENCIA MOD. HYBRA, 21x12x11 FL. 9W REF. HYBRA-N2               |
|                               | LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE MOD. 5700, T26 2X36W/G13 IH EMERGENCIA REF. INTERTWIS/304 |
|                               | LUMINARIA EMPOTRADA EN TECHO MOD. 156, T26 2X36W/G13 IH EMERGENCIA REF. INTERTWIS/304     |
|                               | LUMINARIA DE EXTERIOR, IH EMERGENCIA  |

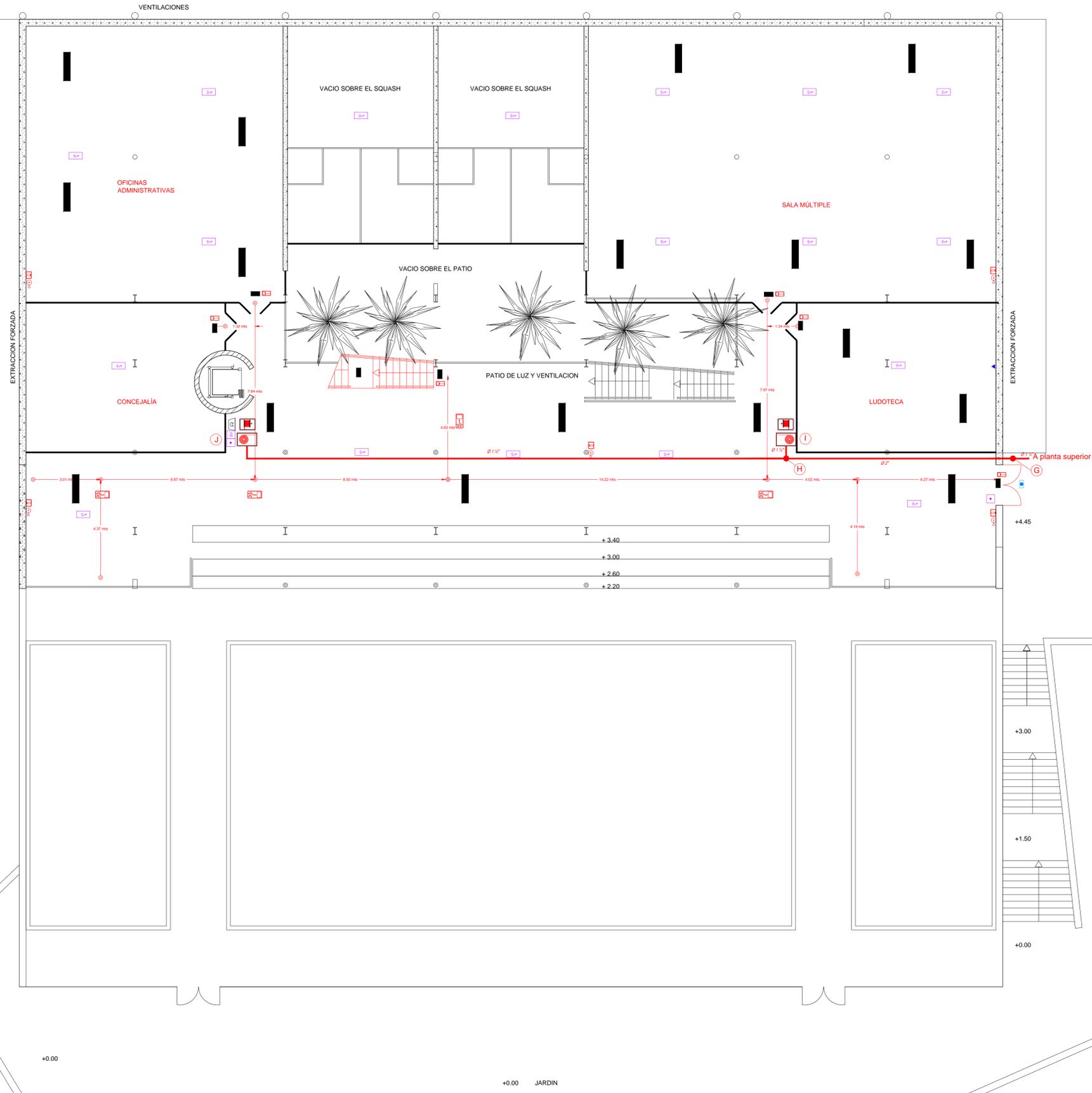
| LEYENDA P.C.I. |                                    |
|----------------|------------------------------------|
|                | ORIGEN DE EVACUACIÓN               |
|                | RECORRIDO DE EVACUACIÓN            |
|                | PILOTO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA      |
|                | SEÑAL FOTOLUMINISCENTE DE SALIDA   |
|                | EXTINTOR PORTÁTIL DE 5 Kg (CO2)    |
|                | EXTINTOR DE 6 Kg EFICACIA 21A-113B |
|                | BIE (Diam: 25 mm, Long: 20 mm)     |
|                | SEÑAL INDICADORA DE EXTINTOR       |
|                | SEÑAL INDICADORA DE BIE            |

| LEYENDA DETECCIÓN DE INCENDIOS |  |
|--------------------------------|--|
|                                | Central Algoritmica compacta Mod. AE/SA-C2           |
|                                | Detector Optico Algoritmico Mod. AE/SA-OP            |
|                                | Detector Termovelocimetrico Algoritmico Mod. AE/SA-T |
|                                | Pulsador de Alarma Algoritmico Mod. AE/SA-P          |
|                                | Módulo de 2 salidas vigiladas Mod. AE/SA-2SV         |
|                                | Sirena de Alarma Mod. AE/V-AS                        |
|                                | Sirena optico-acustica exterior Mod. AEV-ASF         |



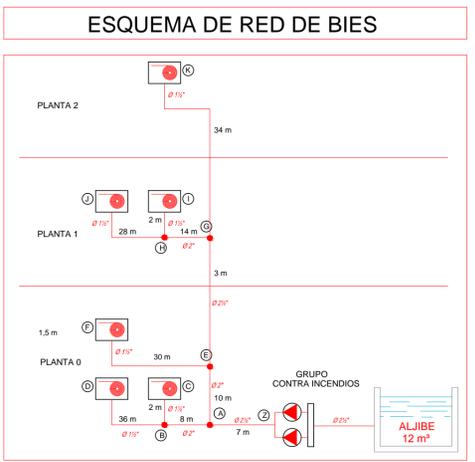
+7.45

+7.45 PASO



| LEYENDA LUMINARIAS EMERGENCIA |   | LEYENDA P.C.I. |                                    |
|-------------------------------|---|----------------|------------------------------------|
|                               | LUMINARIA EMPOTRADA DE EMERGENCIA<br>MOD. HYTRA, IULCEN EL-3W REF. HYTRA X3<br>(XXX m2), 7 UDS.           |                | ORIGEN DE EVACUACIÓN               |
|                               | LUMINARIA EMPOTRADA EN TECTO<br>MOD. I96, I20-230W/GU10 EMERGENCIA<br>REF. INT15072621, (XXX m2), 17 UDS. |                | PILOTO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA      |
|                               | LUMINARIA DE EXTERIOR, I11 EMERGENCIA   |                | SEÑAL FOTOLUMINISCENTE DE SALIDA   |
|                               |   |                | EXTINTOR PORTÁTIL DE 5 Kg (CO2)    |
|                               |   |                | EXTINTOR DE 6 Kg EFICACIA 21A-115B |
|                               |   |                | BE (Diam: 25 mm, Long: 20 mm)      |
|                               |   |                | SEÑAL INDICADORA DE EXTINTOR       |
|                               |   |                | SEÑAL INDICADORA DE BE             |

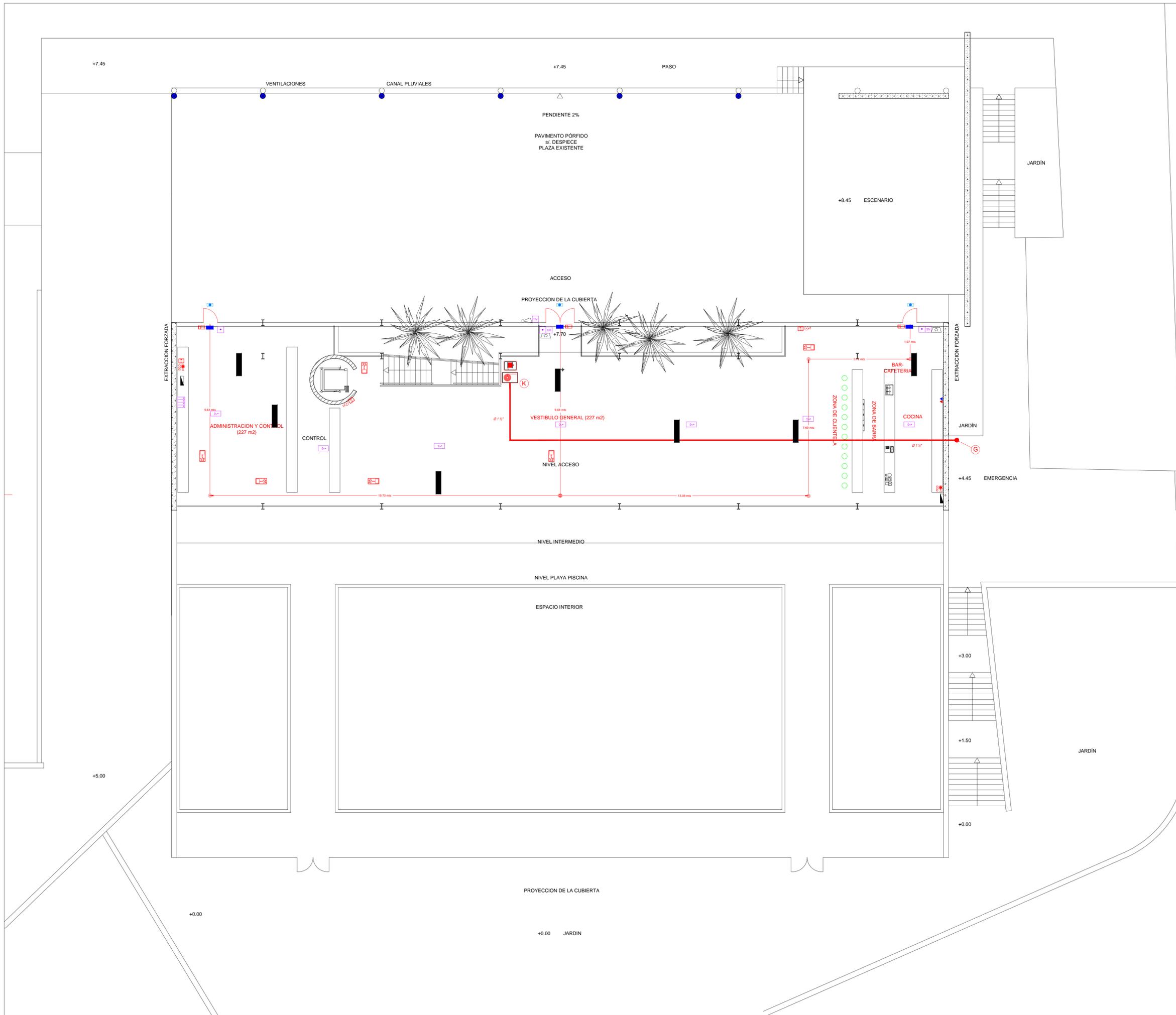
| LEYENDA DETECCIÓN DE INCENDIOS |  |
|--------------------------------|--|
|                                | Central Algoritmica compacta Mod. AE/SA-C2           |
|                                | Detector Óptico Algoritmico Mod. AE/SA-OP            |
|                                | Detector Termocouplométrico Algoritmico Mod. AE/SA-T |
|                                | Pulsador de Alarma Algoritmico Mod. AE/SA-P          |
|                                | Módulo de 2 salidas vigiladas Mod. AE/SA-2SV         |
|                                | Sirena de Alarma Mod. AE/V-AS                        |
|                                | Sirena óptico-acústica exterior Mod. AE/V-ASF        |



+5.00

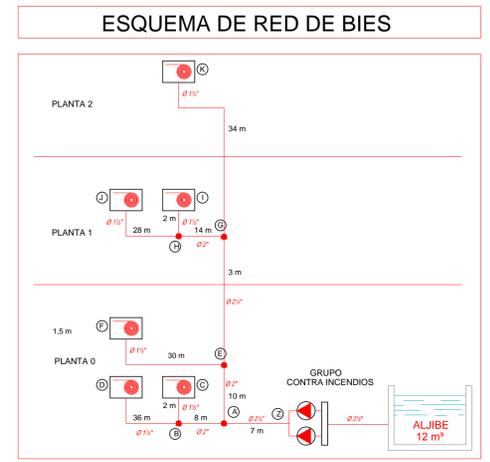
+0.00

+0.00 JARDIN



| LEYENDA LUMINARIAS EMERGENCIA |  | LEYENDA P.C.I. |                                    |
|-------------------------------|--|----------------|------------------------------------|
|                               | LUMINARIA EMPOTRADA DE EMERGENCIA, MOD. FIDRA, ISLEM EL. 9W REE HYDRANZ            |                | ORIGEN DE EVACUACION               |
|                               | LUMINARIA EMPOTRADA EN TECHO MOD. FIDRA, ISLEM EL. 9W REE HYDRANZ REF. INTEROTAGEL |                | RECORRIDO DE EVACUACION            |
|                               | LUMINARIA DE EXTERIOR, 1H EMERGENCIA   |                | PILOTO AUTONOMO DE EMERGENCIA      |
|                               |  |                | SEÑAL FOTOLUMINISCENTE DE SALIDA   |
|                               |  |                | EXTINTOR PORTATIL DE 5 Kg (CO2)    |
|                               |  |                | EXTINTOR DE 6 Kg EFICACIA 21A-1138 |
|                               |  |                | BIE (Diam. 25 mm, Long. 20 mts)    |
|                               |  |                | SEÑAL INDICADORA DE EXTINTOR       |
|                               |  |                | SEÑAL INDICADORA DE BIE            |

| LEYENDA DETECCION DE INCENDIOS |  |
|--------------------------------|--|
|                                | Central Algoritmica compacta Mod. AE/SA-C2         |
|                                | Detector Optico Algoritmico Mod. AE/SA-OP          |
|                                | Detector Termovolumetrico Algoritmico Mod. AE/SA-T |
|                                | Pulsador de Alarma Algoritmico Mod. AE/SA-P        |
|                                | Modulo de 2 salidas vigiladas Mod. AE/SA-2SV       |
|                                | Sirena de Alarma Mod. AE/V-AS                      |
|                                | Sirena optico-acustica exterior Mod. AE/V-ASF      |



### **3 DATOS DE INFORMACIÓN DEL MODELO BIM DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Tabla de planificación de Revit 2015: "Elementos de la instalación contra incendios"

| Identificador | Tipo de instalación         | Nivel                     | Marca de nivel | Habitación: Nombre            | Habitación: Id | Disciplina      | Marca de disciplina | Categoría                           | Descripción                           | Marca de descripción | Tipo             | Marca de tipo | Marca |
|---------------|-----------------------------|---------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-----------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------|---------------|-------|
| PS0ECA223     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Central algorítmica                   | CA                   | AE/SA-C2         | 2             | 23    |
| FS0EDT310     | Protección contra incendios | ARQ_-0.4_Foso             | FS             | Foso                          |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector termovelocímetro algorítmico | DT                   | AE/SA-T          | 3             | 10    |
| PB2EDT311     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Instalaciones y Mantenimiento |                | 2 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector termovelocímetro algorítmico | DT                   | AE/SA-T          | 3             | 11    |
| PB1EDT312     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Vestuario Masculino           |                | 1 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector termovelocímetro algorítmico | DT                   | AE/SA-T          | 3             | 12    |
| PB6EDT313     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Vestuario Femenino            |                | 6 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector termovelocímetro algorítmico | DT                   | AE/SA-T          | 3             | 13    |
| PB5EDO524     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Gimnasio                      |                | 5 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 24    |
| PB5EDO525     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Gimnasio                      |                | 5 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 25    |
| PB2EDO526     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Instalaciones y Mantenimiento |                | 2 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 26    |
| PI4EDO527     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Ludoteca                      |                | 4 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 27    |
| PI2EDO528     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Sala Múltiple                 |                | 2 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 28    |
| PI2EDO529     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Sala Múltiple                 |                | 2 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 29    |
| PI2EDO530     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Sala Múltiple                 |                | 2 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 30    |
| PI2EDO531     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Sala Múltiple                 |                | 2 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 31    |
| PI2EDO532     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Sala Múltiple                 |                | 2 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 32    |
| PI2EDO533     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Sala Múltiple                 |                | 2 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 33    |
| PI4EDO534     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Pista Squash 2                |                | 4 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 34    |
| PI3EDO535     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Pista Squash 1                |                | 3 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 35    |
| PI1EDO536     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Oficinas                      |                | 1 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 36    |
| PI1EDO537     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Oficinas                      |                | 1 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 37    |
| PI1EDO538     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Oficinas                      |                | 1 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 38    |
| PI3EDO539     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Concejalía                    |                | 3 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 39    |
| PI0EDO540     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 40    |
| PI0EDO541     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 41    |
| PI0EDO542     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 42    |
| PI0EDO543     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 43    |
| PI0EDO544     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 44    |
| PS0EDO545     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 45    |
| PS0EDO546     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 46    |
| PS0EDO547     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 47    |
| PS0EDO548     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 48    |
| PS0EDO549     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 49    |
| PS0EDO550     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 50    |
| PS0EDO551     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Detector óptico algorítmico           | DO                   | AE/SA-OP         | 5             | 51    |
| PB0EMS7103    | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Patio 1                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Módulo de dos salidas vigiladas       | MS                   | AE/SA-2SV        | 7             | 103   |
| PB11EMS7104   | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Piscinas                      |                | 11 Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Módulo de dos salidas vigiladas       | MS                   | AE/SA-2SV        | 7             | 104   |
| PI0EMS7105    | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Módulo de dos salidas vigiladas       | MS                   | AE/SA-2SV        | 7             | 105   |
| PB0EPE11      | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Patio 1                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Piloto automático de emergencia       | PE                   | Estándar         | 1             | 1     |
| PB11EPE12     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Piscinas                      |                | 11 Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Piloto automático de emergencia       | PE                   | Estándar         | 1             | 2     |
| PB11EPE13     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Piscinas                      |                | 11 Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Piloto automático de emergencia       | PE                   | Estándar         | 1             | 3     |
| PI0EPE14      | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Piloto automático de emergencia       | PE                   | Estándar         | 1             | 4     |
| PI0EPE15      | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Piloto automático de emergencia       | PE                   | Estándar         | 1             | 5     |
| PS0EPE16      | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Piloto automático de emergencia       | PE                   | Estándar         | 1             | 6     |
| PS0EPE17      | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Piloto automático de emergencia       | PE                   | Estándar         | 1             | 7     |
| PS0EPE18      | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Piloto automático de emergencia       | PE                   | Estándar         | 1             | 8     |
| PB0EPA19      | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Patio 1                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Piloto automático de emergencia       | PE                   | Estándar         | 1             | 9     |
| PQ11EPA414    | Protección contra incendios | ARQ_-0.1_Pistas_Squash    | PQ             | Piscinas                      |                | 11 Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Pulsador de alarma algorítmico        | PA                   | AE/SA-P          | 4             | 14    |
| PB11EPA415    | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Piscinas                      |                | 11 Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Pulsador de alarma algorítmico        | PA                   | AE/SA-P          | 4             | 15    |
| PB0EPA416     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Patio 1                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Pulsador de alarma algorítmico        | PA                   | AE/SA-P          | 4             | 16    |
| PB0EPA417     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Patio 1                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Pulsador de alarma algorítmico        | PA                   | AE/SA-P          | 4             | 17    |
| PI0EPA418     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Pulsador de alarma algorítmico        | PA                   | AE/SA-P          | 4             | 18    |
| PI0EPA419     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Pulsador de alarma algorítmico        | PA                   | AE/SA-P          | 4             | 19    |
| PB0ESA653     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Patio 1                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Sirena de alarma                      | SA                   | AE/V-AS          | 6             | 53    |
| PB11ESA654    | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Piscinas                      |                | 11 Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Sirena de alarma                      | SA                   | AE/V-AS          | 6             | 54    |
| PI0ESA655     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Sirena de alarma                      | SA                   | AE/V-AS          | 6             | 55    |
| PS0ESA656     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Sirena de alarma                      | SA                   | AE/V-AS          | 6             | 56    |
| PS0ESA657     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | Electricidad    | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Sirena de alarma                      | SA                   | AE/V-AS          | 6             | 57    |
| PS12EOA858    | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Exterior                      |                | 12 Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de incendios | Sistema óptico-acústico exterior      | OA                   | AE/V-ASF         | 8             | 58    |
| PB11MEX15     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Piscinas                      |                | 11 Mecánica     | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B | 1             | 5     |
| PB11MEX16     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Piscinas                      |                | 11 Mecánica     | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B | 1             | 6     |
| PB8MEX14      | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Termas                        |                | 8 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B | 1             | 4     |
| PB0MEX13      | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Patio 1                       |                | 0 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B | 1             | 3     |
| PB0MEX11      | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Patio 1                       |                | 0 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B | 1             | 1     |
| PB2MEX213     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Instalaciones y Mantenimiento |                | 2 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 5Kg CO2          | 2             | 13    |
| PB5MEX12      | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Gimnasio                      |                | 5 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B | 1             | 2     |
| PI1MEX17      | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Oficinas                      |                | 1 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B | 1             | 7     |
| PI0MEX110     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B | 1             | 10    |
| PI2MEX18      | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Sala Múltiple                 |                | 2 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B | 1             | 8     |
| PS0MEX112     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B | 1             | 12    |
| PS0MEX111     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B | 1             | 11    |
| PS0MEX215     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 5Kg CO2          | 2             | 15    |
| PS0MEX214     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 5Kg CO2          | 2             | 14    |
| PI0MEX19      | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Patio 2                       |                | 0 Mecánica      | M                   | Equipos especializados              | Extintor                              | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B | 1             | 9     |
| PB0FBI11      | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Patio 1                       |                | 0 Fontanería    | F                   | Equipos mecánicos                   | Boca de incendio equipada             | BI                   | 25 mm            | 1             | 1     |
| PB11FBI13     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Piscinas                      |                | 11 Fontanería   | F                   | Equipos mecánicos                   | Boca de incendio equipada             | BI                   | 25 mm            | 1             | 3     |



Tabla de planificación de Revit 2015: "Elementos de la instalación contra incendios"

| Identificador | Tipo de instalación         | Nivel                     | Marca de nivel | Habitación: Nombre            | Habitación: Id | Disciplina      | Marca de disciplina | Categoría  | Descripción                       | Marca de descripción | Tipo                 | Marca de tipo | Marca |
|---------------|-----------------------------|---------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-----------------|---------------------|------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|---------------|-------|
| PI2ELE582     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Sala Múltiple                 |                | 2 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 82    |
| PI2ELE583     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Sala Múltiple                 |                | 2 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 83    |
| PI2ELE584     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Sala Múltiple                 |                | 2 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 84    |
| PI2ELE585     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Sala Múltiple                 |                | 2 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 85    |
| PI1ELE586     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Oficinas                      |                | 1 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 86    |
| PI1ELE587     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Oficinas                      |                | 1 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 87    |
| PI1ELE588     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Oficinas                      |                | 1 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 88    |
| PI1ELE589     | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Oficinas                      |                | 1 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 89    |
| PS0ELE590     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 90    |
| PS0ELE591     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 91    |
| PS0ELE592     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 92    |
| PS0ELE593     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 93    |
| PS0ELE594     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 94    |
| PS0ELE595     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 95    |
| PS0ELE5104    | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria empotrada de emergencia | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 104   |
| PS0ELE652     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria estanca de superficie   | LS                   | Emergencia exterior  | 6             | 52    |
| PS0ELE653     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria estanca de superficie   | LS                   | Emergencia exterior  | 6             | 53    |
| PS0ELE654     | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Vestíbulo general             |                | 0 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria estanca de superficie   | LS                   | Emergencia exterior  | 6             | 54    |
| PB2ELS455     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Instalaciones y Mantenimiento |                | 2 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria estanca de superficie   | LS                   | 1274x160 - 2x36W     | 4             | 55    |
| PB2ELS456     | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Instalaciones y Mantenimiento |                | 2 Electricidad  | E                   | Luminarias | Luminaria estanca de superficie   | LS                   | 1274x160 - 2x36W     | 4             | 56    |
| PB12ELS697    | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Exterior                      |                | 12 Electricidad | E                   | Luminarias | Luminaria estanca de superficie   | LS                   | Emergencia exterior  | 6             | 97    |
| PI12ELS698    | Protección contra incendios | ARQ_1.0_Planta_Intermedia | PI             | Exterior                      |                | 12 Electricidad | E                   | Luminarias | Luminaria estanca de superficie   | LS                   | Emergencia exterior  | 6             | 98    |
| PB12ELS699    | Protección contra incendios | ARQ_0.0_Planta_Baja       | PB             | Exterior                      |                | 12 Electricidad | E                   | Luminarias | Luminaria estanca de superficie   | LS                   | Emergencia exterior  | 6             | 99    |
| PS12ELS6100   | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Exterior                      |                | 12 Electricidad | E                   | Luminarias | Luminaria estanca de superficie   | LS                   | Emergencia exterior  | 6             | 100   |
| PS12ELS6102   | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Exterior                      |                | 12 Electricidad | E                   | Luminarias | Luminaria estanca de superficie   | LS                   | Emergencia exterior  | 6             | 102   |
| PS12ELS6103   | Protección contra incendios | ARQ_2.0_Planta_Superior   | PS             | Exterior                      |                | 12 Electricidad | E                   | Luminarias | Luminaria estanca de superficie   | LS                   | Emergencia exterior  | 6             | 103   |

Tabla de planificación de *Revit 2015*: "Recuento de equipos de la instalación de protección contra incendios"

| Descripción                           | Tipo                 | Recuento |
|---------------------------------------|----------------------|----------|
| Boca de incendio equipada             | 25 mm                | 6        |
| Bomba                                 | Jockey               | 1        |
| Bomba                                 | Principal            | 1        |
| Central algorítmica                   | AE/SA-C2             | 1        |
| Detector termovelocímetro algorítmico | AE/SA-T              | 4        |
| Detector óptico algorítmico           | AE/SA-OP             | 28       |
| Extintor                              | 5Kg CO2              | 3        |
| Extintor                              | 6Kg Ef. 21A-113B     | 12       |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 141x320 - 95 Lum     | 17       |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 141x320 - 160 Lum    | 7        |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 141x320 - 215 Lum    | 21       |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 1240x297 - T26 2x36W | 38       |
| Luminaria estanca de superficie       | 1274x160 - 2x36W     | 2        |
| Luminaria estanca de superficie       | Emergencia exterior  | 9        |
| Módulo de dos salidas vigiladas       | AE/SA-2SV            | 3        |
| Piloto automático de emergencia       | Estándar             | 9        |
| Pulsador de alarma algorítmico        | AE/SA-P              | 6        |
| Sirena de alarma                      | AE/V-AS              | 5        |
| Sistema óptico-acústico exterior      | AE/V-ASF             | 1        |

Tabla de exportación mediante RushForth Tools 2015

| XL PARAMETER WRITER DATA                       |  |   |                             |                          |                |                            |          |              |                     |                   |                            |                      |                      |               |       |
|--|--|---|-----------------------------|--------------------------|----------------|----------------------------|----------|--------------|---------------------|-------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|---------------|-------|
| FILTERING PARAMETERS                           |  | EXPORTING/IMPORTING PARAMETERS  |                             |                          |                |                            |          |              |                     |                   |                            |                      |                      |               |       |
| Do not edit the headings of these two columns. |  | Parameter Names (not case sensitive) to Export/Import (Create additional columns/parameter names as needed). Writing stops on first column that does not contain a parameter name in row 5. |                             |                          |                |                            |          |              |                     |                   |                            |                      |                      |               |       |
| Filtering Parameter 1 Name:                    | Filtering Parameter 2 Name (optional): | Identificador   | Tipo de instalación         | Nivel                    | Marca de nivel | Room: Nombre               | Room: Id | Disciplina   | Marca de disciplina | Categoría         | Descripción                | Marca de descripción | Tipo                 | Marca de tipo | Marca |
| ElementID                                      | Columna1                               | Identificador   | Tipo de instalación         | Nivel                    | Marca de nivel | Room: Nombre               | Room: Id | Disciplina   | Marca de disciplina | Categoría         | Descripción                | Marca de descripción | Tipo                 | Marca de tipo | Marca |
| 237927   |  | PB0FB11   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Patio 1                    | 0        | Fontanería   | F                   | Equipos mecánicos | Boca de incendio equipada  | BI                   | 25 mm                | 1             | 1     |
| 238176   |  | PB11FB13  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Fontanería   | F                   | Equipos mecánicos | Boca de incendio equipada  | BI                   | 25 mm                | 1             | 3     |
| 238641   |  | PB11FB12  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Fontanería   | F                   | Equipos mecánicos | Boca de incendio equipada  | BI                   | 25 mm                | 1             | 2     |
| 238925   |  | PI0FB15   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Fontanería   | F                   | Equipos mecánicos | Boca de incendio equipada  | BI                   | 25 mm                | 1             | 5     |
| 238970   |  | PI0FB14   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Fontanería   | F                   | Equipos mecánicos | Boca de incendio equipada  | BI                   | 25 mm                | 1             | 4     |
| 239200   |  | PS0FB16   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestíbulo general          | 0        | Fontanería   | F                   | Equipos mecánicos | Boca de incendio equipada  | BI                   | 25 mm                | 1             | 6     |
| 273243   |  | PB1ELE11  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Masculino        | 1        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 1     |
| 273619   |  | PB1ELE12  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Masculino        | 1        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 2     |
| 273719   |  | PB1ELE13  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Masculino        | 1        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 3     |
| 273909   |  | PB1ELE14  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Masculino        | 1        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 4     |
| 273993   |  | PB1ELE15  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Masculino        | 1        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 5     |
| 274326   |  | PB1ELE16  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Masculino        | 1        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 6     |
| 274503   |  | PB6ELE17  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Femenino         | 6        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 7     |
| 274651   |  | PB6ELE18  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Femenino         | 6        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 8     |
| 274727   |  | PB6ELE19  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Femenino         | 6        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 9     |
| 274971   |  | PB6ELE110   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Femenino         | 6        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 10    |
| 275133   |  | PB6ELE111   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Femenino         | 6        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 11    |
| 275248   |  | PB6ELE112   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Femenino         | 6        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 12    |
| 275839   |  | PB8ELE113   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Termas                     | 8        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 13    |
| 276015   |  | PB8ELE114   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Termas                     | 8        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 14    |
| 276085   |  | PB8ELE115   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Termas                     | 8        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 15    |
| 276577   |  | PB8ELE116   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Termas                     | 8        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 16    |
| 276639   |  | PB8ELE117   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Termas                     | 8        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 17    |
| 277238   |  | PB11ELE322  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 22    |
| 277364   |  | PB11ELE323  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 23    |
| 277526   |  | PB11ELE324  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 24    |
| 277636   |  | PB11ELE325  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 25    |
| 277828   |  | PB11ELE326  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 26    |
| 277977   |  | PB11ELE327  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 27    |
| 278099   |  | PB11ELE328  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 28    |
| 278246   |  | PB11ELE329  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 29    |
| 278365   |  | PB11ELE330  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 30    |
| 278604   |  | PB11ELE331  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 31    |
| 278654   |  | PB11ELE332  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 32    |
| 278774   |  | PB11ELE333  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 33    |
| 278808   |  | PB11ELE334  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 34    |
| 278851   |  | PB11ELE335  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 35    |
| 278895   |  | PB11ELE336  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 36    |
| 279031   |  | PB11ELE337  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 37    |
| 279076   |  | PB11ELE338  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 38    |
| 279129   |  | PB11ELE339  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 39    |
| 279192   |  | PB11ELE340  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 40    |
| 279269   |  | PB11ELE341  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 41    |
| 279363   |  | PI11ELE342  | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 215 Lum    | 3             | 42    |
| 280299   |  | PI1ELE244   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Oficinas                   | 1        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 160 Lum    | 2             | 44    |
| 280393   |  | PI3ELE245   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Concejalia                 | 3        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 160 Lum    | 2             | 45    |
| 280643   |  | PI2ELE246   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Sala Múltiple              | 2        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 160 Lum    | 2             | 46    |
| 280763   |  | PI4ELE247   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Ludoteca                   | 4        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 160 Lum    | 2             | 47    |
| 280837   |  | PI0ELE248   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 160 Lum    | 2             | 48    |
| 280953   |  | PI0ELE249   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 160 Lum    | 2             | 49    |
| 281505   |  | PI0ELE251   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 160 Lum    | 2             | 51    |
| 281915   |  | PS0ELE152   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestíbulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 52    |
| 281977   |  | PS0ELE153   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestíbulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 53    |
| 282020   |  | PS0ELE154   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestíbulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 141x320 - 95 Lum     | 1             | 54    |
| 284582   |  | PB2ELS455   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Instalaciones y Mantenimie | 2        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria estanca de super | LS                   | 1274x160 - 2x36W     | 4             | 55    |
| 284670   |  | PB2ELS456   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Instalaciones y Mantenimie | 2        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria estanca de super | LS                   | 1274x160 - 2x36W     | 4             | 56    |
| 285264   |  | PB8ELS57  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Termas                     | 8        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 57    |
| 285390   |  | PB8ELS58  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Termas                     | 8        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 58    |
| 285618   |  | PB8ELS59  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Termas                     | 8        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 59    |
| 285686   |  | PB6ELS60  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Femenino         | 6        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 60    |
| 285810   |  | PB6ELS61  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Femenino         | 6        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 61    |
| 286077   |  | PB1ELE562   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Masculino        | 1        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 62    |
| 286380   |  | PB1ELE563   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Masculino        | 1        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 63    |
| 286922   |  | PB5ELS65  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Gimnasio                   | 5        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 65    |
| 287054   |  | PB5ELS66  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Gimnasio                   | 5        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 66    |
| 287160   |  | PB5ELS67  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Gimnasio                   | 5        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 67    |
| 287290   |  | PB5ELS68  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Gimnasio                   | 5        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 68    |
| 287595   |  | PB0ELS69  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Patio 1                    | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 69    |
| 288128   |  | PB0ELS70  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Patio 1                    | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 70    |
| 288389   |  | PB8ELS71  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Termas                     | 8        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 71    |
| 288697   |  | PI0ELE572   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 72    |
| 288859   |  | PI0ELE573   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 73    |
| 289039   |  | PI0ELE574   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 74    |
| 289535   |  | PI0ELE576   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 76    |
| 289617   |  | PI0ELE577   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 77    |
| 289886   |  | PI0ELE578   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 78    |
| 289971   |  | PI4ELE579   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Ludoteca                   | 4        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 79    |
| 290107   |  | PI4ELE580   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Ludoteca                   | 4        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 80    |
| 290371   |  | PI2ELE581   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Sala Múltiple              | 2        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 81    |
| 290551   |  | PI2ELE582   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Sala Múltiple              | 2        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 82    |
| 290629   |  | PI2ELE583   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Sala Múltiple              | 2        | Electricidad | E                   | Luminarias        | Luminaria empotrada de er  | LE                   | 1240x297 - T26 2x36W | 5             | 83    |
| 290775   |  | PI2ELE584   | Protección contra incend    |                          |                |                            |          |              |                     |                   |                            |                      |                      |               |       |

**XL PARAMETER WRITER DATA**

NOTE: YOU MUST SAVE CHANGES TO THIS FILE BEFORE VALUES CAN BE READ BY THE TOOL (Save-As a new file name if you wish to re-use this template).

| FILTERING PARAMETERS                           |  | EXPORTING/IMPORTING PARAMETERS  |                             |                          |                |                            |          |              |                     |                              |                              |                      |                     |               |       |
|--|--|---|-----------------------------|--------------------------|----------------|----------------------------|----------|--------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|-------|
| Do not edit the headings of these two columns. |  | Parameter Names (not case sensitive) to Export/Import (Create additional columns/parameter names as needed). Writing stops on first column that does not contain a parameter name in row 5. |                             |                          |                |                            |          |              |                     |                              |                              |                      |                     |               |       |
| Filtering Parameter 1 Name:                    | Filtering Parameter 2 Name (optional): | Identificador   | Tipo de instalación         | Nivel                    | Marca de nivel | Room: Nombre               | Room: Id | Disciplina   | Marca de disciplina | Categoría                    | Descripción                  | Marca de descripción | Tipo                | Marca de tipo | Marca |
| ElementID                                      | Columna1                               | Identificador   | Tipo de instalación         | Nivel                    | Marca de nivel | Room: Nombre               | Room: Id | Disciplina   | Marca de disciplina | Categoría                    | Descripción                  | Marca de descripción | Tipo                | Marca de tipo | Marca |
| 293749   |  | PB12ELS699  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Exterior                   | 12       | Electricidad | E                   | Luminarias                   | Luminaria estanca de super   | LS                   | Emergencia exterior | 6             | 99    |
| 293963   |  | PS12ELS6100   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Exterior                   | 12       | Electricidad | E                   | Luminarias                   | Luminaria estanca de super   | LS                   | Emergencia exterior | 6             | 100   |
| 294503   |  | PS12ELS6102   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Exterior                   | 12       | Electricidad | E                   | Luminarias                   | Luminaria estanca de super   | LS                   | Emergencia exterior | 6             | 102   |
| 294650   |  | PS12ELS6103   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Exterior                   | 12       | Electricidad | E                   | Luminarias                   | Luminaria estanca de super   | LS                   | Emergencia exterior | 6             | 103   |
| 296188   |  | PB0EPE11  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Patio 1                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Piloto automático de emerg   | PE                   | Estándar            | 1             | 1     |
| 296272   |  | PB11EPE12   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Piloto automático de emerg   | PE                   | Estándar            | 1             | 2     |
| 296627   |  | PB11EPE13   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Piloto automático de emerg   | PE                   | Estándar            | 1             | 3     |
| 297034   |  | PI0EPE14  | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Piloto automático de emerg   | PE                   | Estándar            | 1             | 4     |
| 297200   |  | PI0EPE15  | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Piloto automático de emerg   | PE                   | Estándar            | 1             | 5     |
| 297283   |  | PS0EPE16  | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Piloto automático de emerg   | PE                   | Estándar            | 1             | 6     |
| 297317   |  | PS0EPE17  | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Piloto automático de emerg   | PE                   | Estándar            | 1             | 7     |
| 297472   |  | PS0EPE18  | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Piloto automático de emerg   | PE                   | Estándar            | 1             | 8     |
| 299912   |  | PS0ECA223   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Central algorítmica          | CA                   | AE/SA-C2            | 2             | 23    |
| 301151   |  | FS0EDT310   | Protección contra incendios | ARQ_-0_4_Foso            | FS             | Foso                       | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector termovelocím        | DT                   | AE/SA-T             | 3             | 10    |
| 301541   |  | PB2EDT311   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Instalaciones y Mantenimie | 2        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector termovelocím        | DT                   | AE/SA-T             | 3             | 11    |
| 301676   |  | PB1EDT312   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Masculino        | 1        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector termovelocím        | DT                   | AE/SA-T             | 3             | 12    |
| 301815   |  | PB6EDT313   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Vestuario Femenino         | 6        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector termovelocím        | DT                   | AE/SA-T             | 3             | 13    |
| 304687   |  | PQ11EPA414  | Protección contra incendios | ARQ_-0_1_Pistas_Squash   | PQ             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Pulsador de alarma algoritm  | PA                   | AE/SA-P             | 4             | 14    |
| 305059   |  | PB11EPA415  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Pulsador de alarma algoritm  | PA                   | AE/SA-P             | 4             | 15    |
| 305104   |  | PB0EPA416   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Patio 1                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Pulsador de alarma algoritm  | PA                   | AE/SA-P             | 4             | 16    |
| 305205   |  | PB0EPA417   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Patio 1                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Pulsador de alarma algoritm  | PA                   | AE/SA-P             | 4             | 17    |
| 305394   |  | PI0EPA418   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Pulsador de alarma algoritm  | PA                   | AE/SA-P             | 4             | 18    |
| 305474   |  | PI0EPA419   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Pulsador de alarma algoritm  | PA                   | AE/SA-P             | 4             | 19    |
| 305608   |  | PS0EPA420   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Pulsador de alarma algoritm  | PA                   | AE/SA-P             | 4             | 20    |
| 305666   |  | PS0EPA421   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Pulsador de alarma algoritm  | PA                   | AE/SA-P             | 4             | 21    |
| 305749   |  | PS0EPA422   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Pulsador de alarma algoritm  | PA                   | AE/SA-P             | 4             | 22    |
| 305975   |  | PB0EPE19  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Patio 1                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Piloto automático de emerg   | PE                   | Estándar            | 1             | 9     |
| 317383   |  | PB5EDOS24   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Gimnasio                   | 5        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 24    |
| 317500   |  | PB5EDOS25   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Gimnasio                   | 5        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 25    |
| 317655   |  | PB2EDOS26   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Instalaciones y Mantenimie | 2        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 26    |
| 318017   |  | PI4EDOS27   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Ludoteca                   | 4        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 27    |
| 318175   |  | PI2EDOS28   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Sala Múltiple              | 2        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 28    |
| 318392   |  | PI2EDOS29   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Sala Múltiple              | 2        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 29    |
| 318460   |  | PI2EDOS30   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Sala Múltiple              | 2        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 30    |
| 318534   |  | PI2EDOS31   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Sala Múltiple              | 2        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 31    |
| 318688   |  | PI2EDOS32   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Sala Múltiple              | 2        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 32    |
| 318774   |  | PI2EDOS33   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Sala Múltiple              | 2        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 33    |
| 318862   |  | PI4EDOS34   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Pista Squash 2             | 4        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 34    |
| 319030   |  | PI3EDOS35   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Pista Squash 1             | 3        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 35    |
| 319118   |  | PI1EDOS36   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Oficinas                   | 1        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 36    |
| 319210   |  | PI1EDOS37   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Oficinas                   | 1        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 37    |
| 319269   |  | PI1EDOS38   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Oficinas                   | 1        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 38    |
| 319373   |  | PI3EDOS39   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Concejalia                 | 3        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 39    |
| 319489   |  | PI0EDOS40   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 40    |
| 319614   |  | PI0EDOS41   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 41    |
| 319751   |  | PI0EDOS42   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 42    |
| 319900   |  | PI0EDOS43   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 43    |
| 320073   |  | PI0EDOS44   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 44    |
| 320254   |  | PS0EDOS45   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 45    |
| 320369   |  | PS0EDOS46   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 46    |
| 320399   |  | PS0EDOS47   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 47    |
| 320489   |  | PS0EDOS48   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 48    |
| 320601   |  | PS0EDOS49   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 49    |
| 320704   |  | PS0EDOS50   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 50    |
| 320797   |  | PS0EDOS51   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Detector óptico algorítmico  | DO                   | AE/SA-OP            | 5             | 51    |
| 322168   |  | PB0ESA653   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Patio 1                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Sirena de alarma             | SA                   | AE/V-AS             | 6             | 53    |
| 322284   |  | PB11ESA654  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Sirena de alarma             | SA                   | AE/V-AS             | 6             | 54    |
| 322360   |  | PI0ESA655   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Sirena de alarma             | SA                   | AE/V-AS             | 6             | 55    |
| 322395   |  | PS0ESA656   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Sirena de alarma             | SA                   | AE/V-AS             | 6             | 56    |
| 322415   |  | PS0ESA657   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Sirena de alarma             | SA                   | AE/V-AS             | 6             | 57    |
| 322550   |  | PS12EOA858  | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Exterior                   | 12       | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Sistema óptico-acústico ext  | OA                   | Exterior            | 8             | 58    |
| 323421   |  | PB0EMS7103  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Patio 1                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Módulo de dos salidas vigila | MS                   | AE/SA-25V           | 7             | 103   |
| 323456   |  | PB11EMS7104   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Módulo de dos salidas vigila | MS                   | AE/SA-25V           | 7             | 104   |
| 323669   |  | PI0EMS7105  | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Módulo de dos salidas vigila | MS                   | AE/SA-25V           | 7             | 105   |
| 323673   |  | PS0EMS7106  | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Módulo de dos salidas vigila | MS                   | AE/SA-25V           | 7             | 106   |
| 323720   |  | PS0EMS7107  | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Módulo de dos salidas vigila | MS                   | AE/SA-25V           | 7             | 107   |
| 323793   |  | PS12EMS7108   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Exterior                   | 12       | Electricidad | E                   | Dispositivos de alarma de in | Módulo de dos salidas vigila | MS                   | AE/SA-25V           | 7             | 108   |
| 328071   |  | PB11MEX15   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B    | 1             | 5     |
| 328502   |  | PB11MEX16   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Piscinas                   | 11       | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B    | 1             | 6     |
| 328733   |  | PB8MEX14  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Termas                     | 8        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B    | 1             | 4     |
| 329124   |  | PB0MEX13  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Patio 1                    | 0        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B    | 1             | 3     |
| 329389   |  | PB0MEX11  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Patio 1                    | 0        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B    | 1             | 1     |
| 329480   |  | PB2MEX213   | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Instalaciones y Mantenimie | 2        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 5Kg CO2             | 2             | 13    |
| 329809   |  | PB5MEX12  | Protección contra incendios | ARQ_0_0_Planta_Baja      | PB             | Gimnasio                   | 5        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B    | 1             | 2     |
| 330085   |  | PI1MEX17  | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Oficinas                   | 1        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B    | 1             | 7     |
| 330560   |  | PI0MEX110   | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B    | 1             | 10    |
| 330737   |  | PI2MEX18  | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Sala Múltiple              | 2        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B    | 1             | 8     |
| 330911   |  | PS0MEX112   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B    | 1             | 12    |
| 331140   |  | PS0MEX111   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B    | 1             | 11    |
| 331466   |  | PS0MEX215   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 5Kg CO2             | 2             | 15    |
| 331703   |  | PS0MEX214   | Protección contra incendios | ARQ_2_0_Planta_Superior  | PS             | Vestibulo general          | 0        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 5Kg CO2             | 2             | 14    |
| 331995   |  | PI0MEX19  | Protección contra incendios | ARQ_1_0_Planta_Intermedi | PI             | Patio 2                    | 0        | Mecánica     | M                   | Equipos especializados       | Extintor                     | EX                   | 6Kg Ef. 21A-113B    | 1             | 9     |





Universidad  
de La Laguna

Escuela Superior de  
Ingeniería y Tecnología  
Sección de Ingeniería Industrial

**Grado en Ingeniería Mecánica**

Trabajo de fin de grado

# **Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM**

## **PLANOS**

**Autor: EDUARDO GONZÁLEZ GARCÍA**

**Tutoras: NORENA M. MARTÍN DORTA**

**ROSA E. NAVARRO TRUJILLO**

**La Laguna, JUNIO DE 2016**

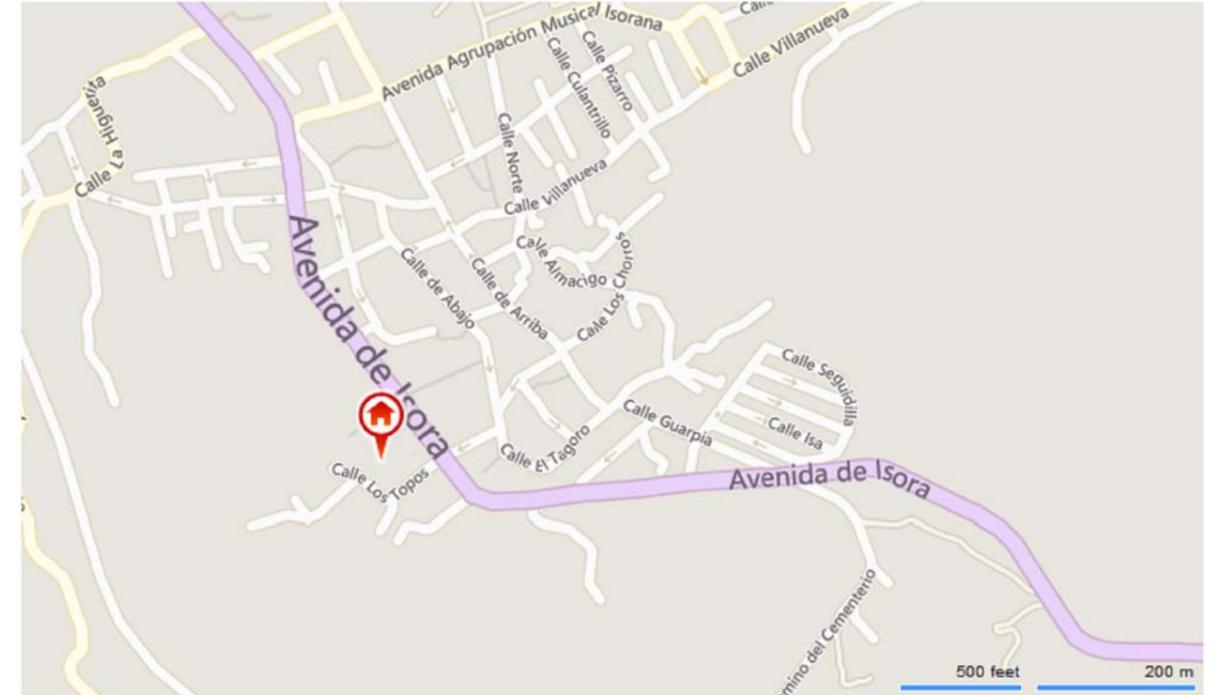


---

## PLANOS

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>1</b> | <b>PLANOS GENERADOS A PARTIR DEL MODELO BIM .....</b> | <b>157</b> |
| 1.0      | Emplazamiento .....                                   | 157        |
| 1.1      | Planta baja. Usos y superficies .....                 | 158        |
| 1.2      | Planta intermedia. Usos y superficies .....           | 159        |
| 1.3      | Planta superior. Usos y superficies .....             | 160        |
| 1.4      | Alzados. Norte y sur .....                            | 161        |
| 1.5      | Alzados. Este y oeste .....                           | 162        |
| 1.6      | Sección 1-1 .....                                     | 163        |
| 1.7      | Sección 2-2 .....                                     | 164        |
| 1.8      | Esquema de la red BIE .....                           | 165        |
| 1.9      | Foso. Red BIE y sistema PCI .....                     | 166        |
| 1.10     | Planta Baja. Red BIE .....                            | 167        |
| 1.11     | Planta Intermedia. Red BIE .....                      | 168        |
| 1.12     | Planta Superior. Red BIE .....                        | 169        |
| 1.13     | Secciones. Red BIE .....                              | 170        |
| 1.14     | Planta Baja. Sistema PCI .....                        | 171        |
| 1.15     | Planta Intermedia. Sistema PCI .....                  | 172        |
| 1.16     | Planta Superior. Sistema PCI .....                    | 173        |





Guía de Isora, Santa Cruz de Tenerife

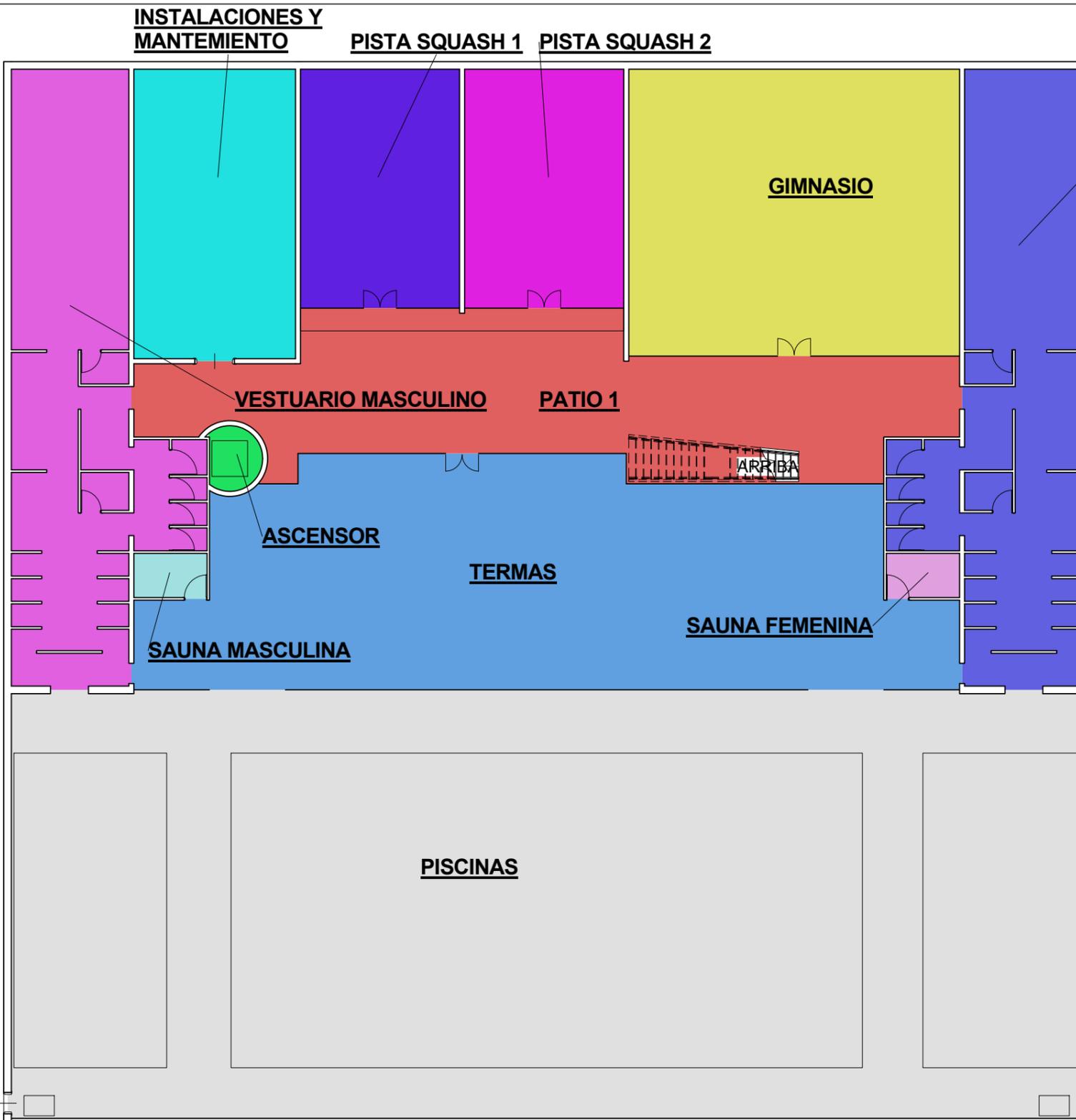


Tenerife, Islas Canarias, España

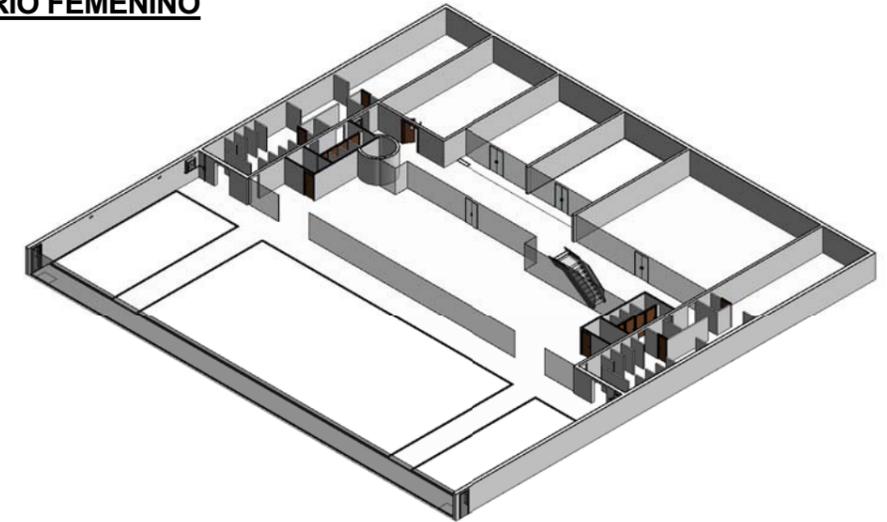
Dirección: Calle Los Topos n20, CP:38680, Guía de Isora, Santa Cruz de Tenerife, España.

UTM: 28 R 325251 3121549

|   |                      |                         |   |  |
|---|----------------------|-------------------------|---|--|
| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                      |                         |   |  |
|   | Fecha                | Autor                   |  | <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Dibujado  | Mayo 2016            | Eduardo González García |   |  |
| Comprobado  | Junio 2016           |                         |   |  |
| Id. s. Normas   | UNE-EN-DIN           |                         |   |  |
| Escala:<br>1 : 2000   | <b>EMPLAZAMIENTO</b> |                         |   | NºP.: 00   |



**VESTUARIO FEMENINO**



**ESPACIOS**

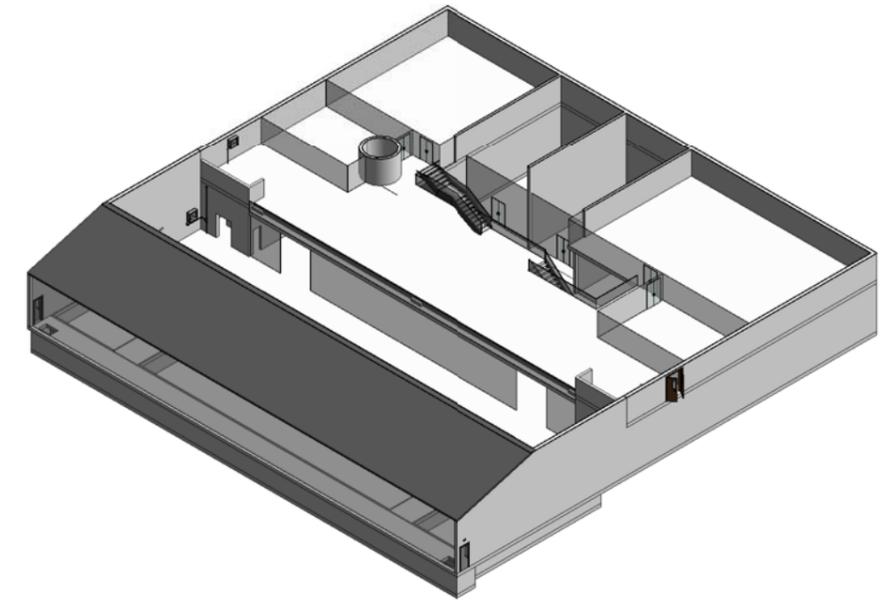
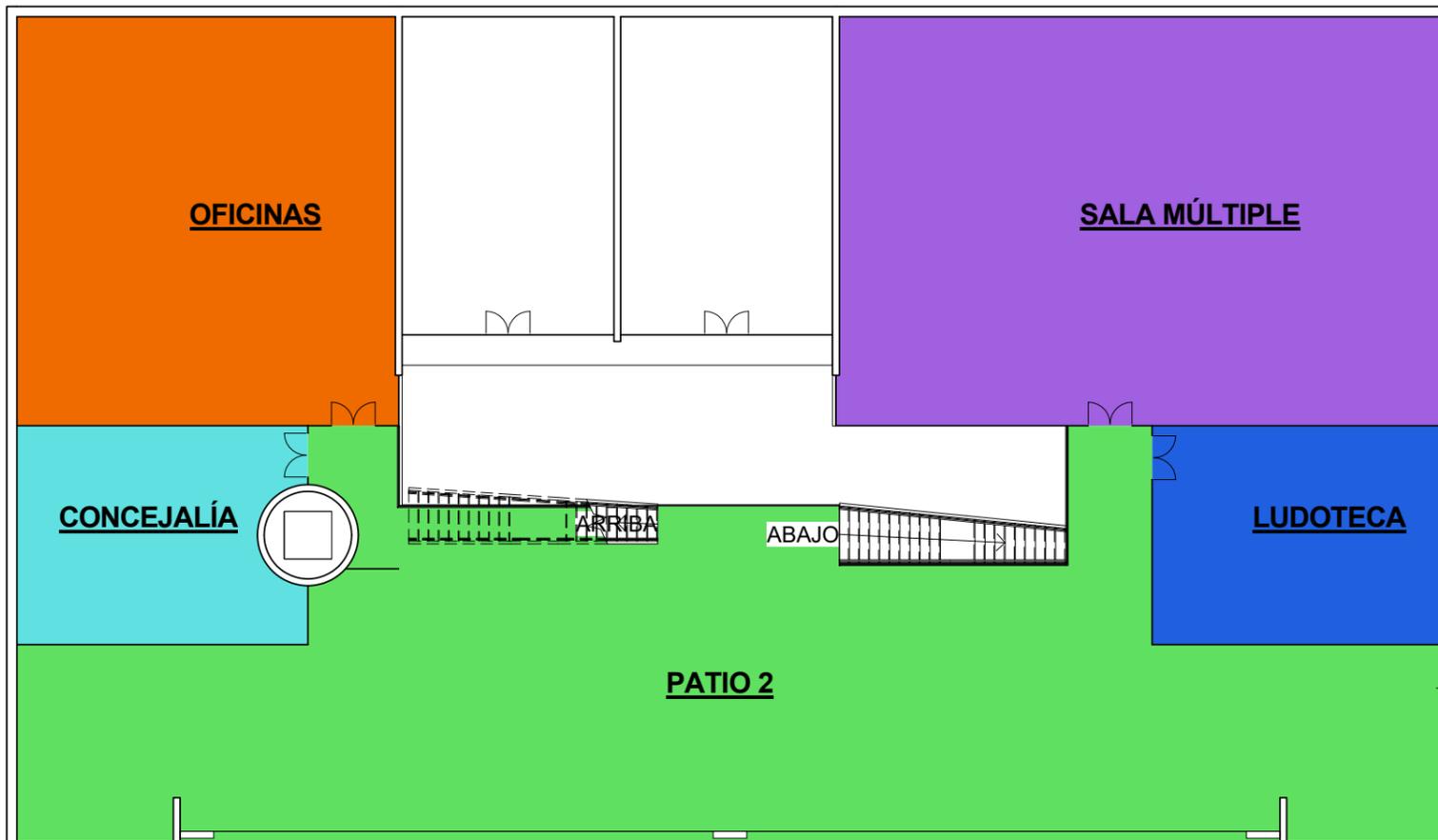
- ASCENSOR
- GIMNASIO
- INSTALACIONES Y MANTEIMIENTO
- PATIO 1
- PISCINAS
- PISTA SQUASH 1
- PISTA SQUASH 2
- SAUNA FEMENINA
- SAUNA MASCULINA
- TERMAS
- VESTUARIO FEMENINO
- VESTUARIO MASCULINO

**Habitaciones de la planta baja**

| Nombre                       | Id | Área                  | Código |
|------------------------------|----|-----------------------|--------|
| INSTALACIONES Y MANTEIMIENTO | 2  | 73.28 m <sup>2</sup>  | PB2    |
| PISTA SQUASH 1               | 3  | 59.54 m <sup>2</sup>  | PB3    |
| PISTA SQUASH 2               | 4  | 59.54 m <sup>2</sup>  | PB4    |
| GIMNASIO                     | 5  | 148.69 m <sup>2</sup> | PB5    |
| TERMAS                       | 8  | 253.94 m <sup>2</sup> | PB8    |
| PISCINAS                     | 11 | 717.71 m <sup>2</sup> | PB11   |
| PATIO 1                      | 0  | 155.69 m <sup>2</sup> | PB0    |
| SAUNA MASCULINA              | 9  | 5.08 m <sup>2</sup>   | PB9    |
| SAUNA FEMENINA               | 10 | 5.08 m <sup>2</sup>   | PB10   |
| VESTUARIO MASCULINO          | 1  | 124.11 m <sup>2</sup> | PB1    |
| VESTUARIO FEMENINO           | 6  | 124.11 m <sup>2</sup> | PB6    |
| ASCENSOR                     | 7  | 4.59 m <sup>2</sup>   | PB7    |
| EXTERIOR                     | 12 | 317.48 m <sup>2</sup> | PB12   |

Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM

|                    |                                 |                                  |   |
|--------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|
| Dibujado           | Fecha<br>Mayo 2016              | Autor<br>Eduardo González García | <br><b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Comprobado         | Junio 2016                      |                                  |   |
| Id. s. Normas      | UNE-EN-DIN                      |                                  |   |
| Escala:<br>1 : 200 | PLANTA BAJA. USOS Y SUPERFICIES |                                  | NºP.: 01  |



**ESPACIOS**

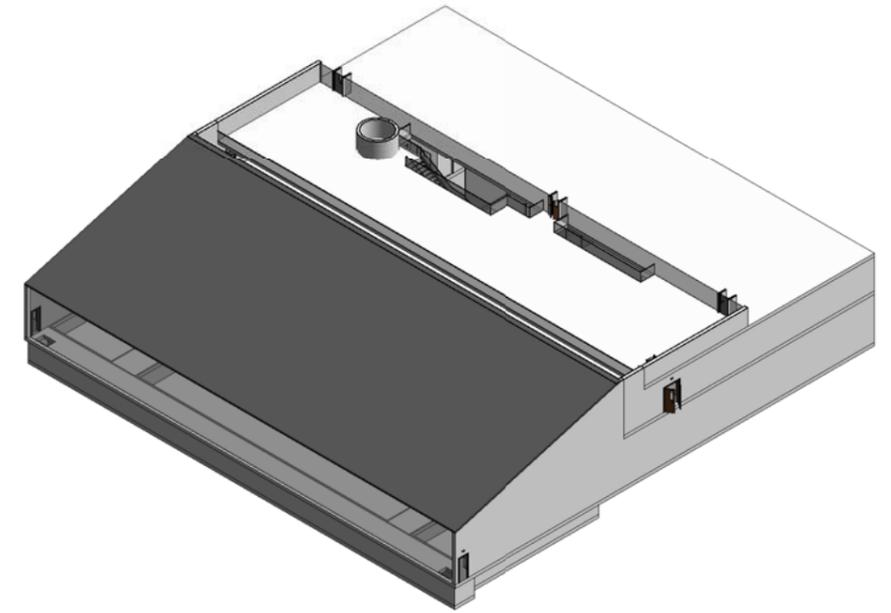
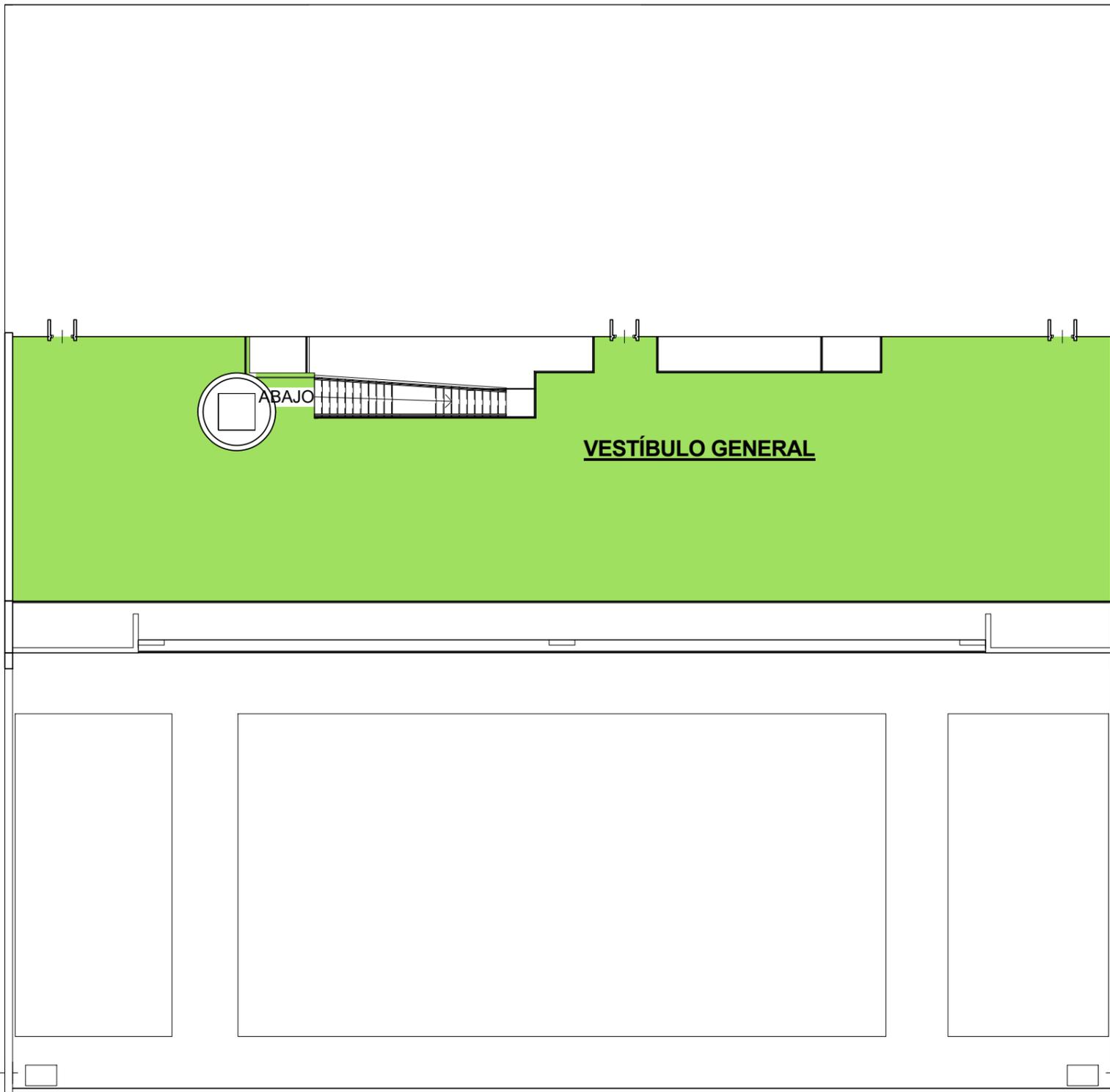
- CONCEJALÍA
- LUDOTECA
- OFICINAS
- PATIO 2
- SALA MÚLTIPLE

Habitaciones de la planta intermedia

| Nombre        | Id | Área                  | Código |
|---------------|----|-----------------------|--------|
| OFICINAS      | 1  | 136.84 m <sup>2</sup> | PI1    |
| CONCEJALÍA    | 3  | 52.69 m <sup>2</sup>  | PI3    |
| SALA MÚLTIPLE | 2  | 218.24 m <sup>2</sup> | PI2    |
| LUDOTECA      | 4  | 56.23 m <sup>2</sup>  | PI4    |
| PATIO 2       | 0  | 351.62 m <sup>2</sup> | PI0    |

Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM

|                    |  |                                  |   |  |
|--------------------|--|----------------------------------|---|--|
| Dibujado           | Fecha<br>Mayo 2016                           | Autor<br>Eduardo González García |  | <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Comprobado         | Junio 2016                                   |                                  |   |  |
| Id. s. Normas      | UNE-EN-DIN                                   |                                  |   |  |
| Escala:<br>1 : 200 | <b>PLANTA INTERMEDIA. USOS Y SUPERFICIES</b> |                                  |   | N.ºP.: 02  |



**ESPACIOS**

 VESTÍBULO GENERAL

Habitaciones de la planta superior

| Nombre            | Id | Área                  | Código |
|-------------------|----|-----------------------|--------|
| VESTÍBULO GENERAL | 0  | 380.62 m <sup>2</sup> | PS0    |
| EXTERIOR          | 12 | 533.02 m <sup>2</sup> | PS12   |

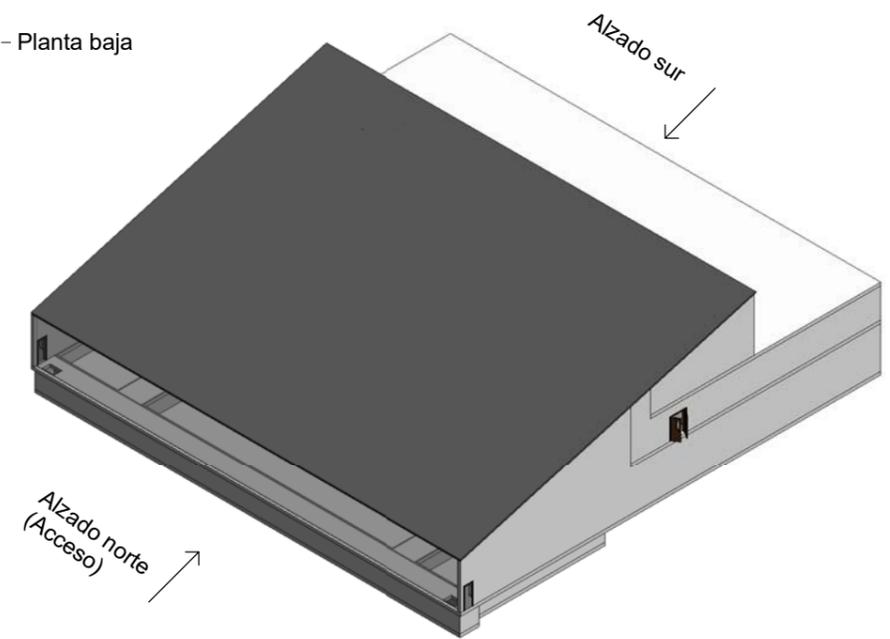
Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM

|                    |                                     |                                  |   |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---|
| Dibujado           | Fecha<br>Mayo 2016                  | Autor<br>Eduardo González García | <br><b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Comprobado         | Junio 2016                          |                                  |   |
| Id. s. Normas      | UNE-EN-DIN                          |                                  |   |
| Escala:<br>1 : 200 | PLANTA SUPERIOR. USOS Y SUPERFICIES |                                  | NºP.: 03  |

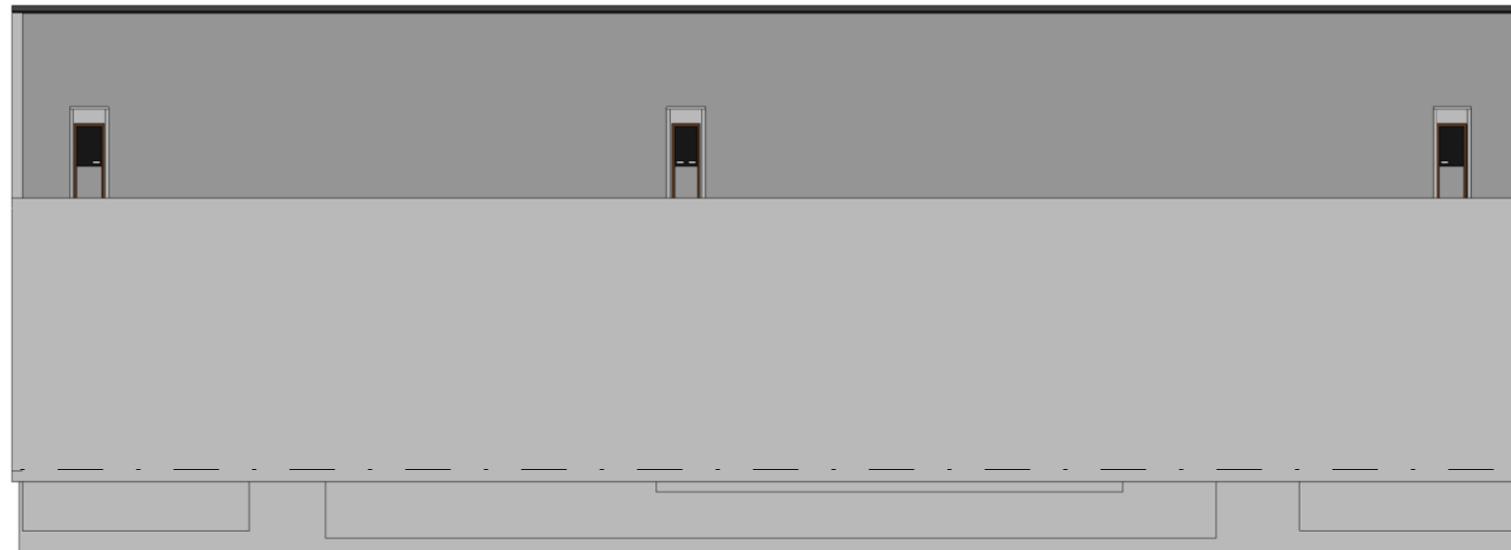


Alzado sur

0.00 - Planta baja



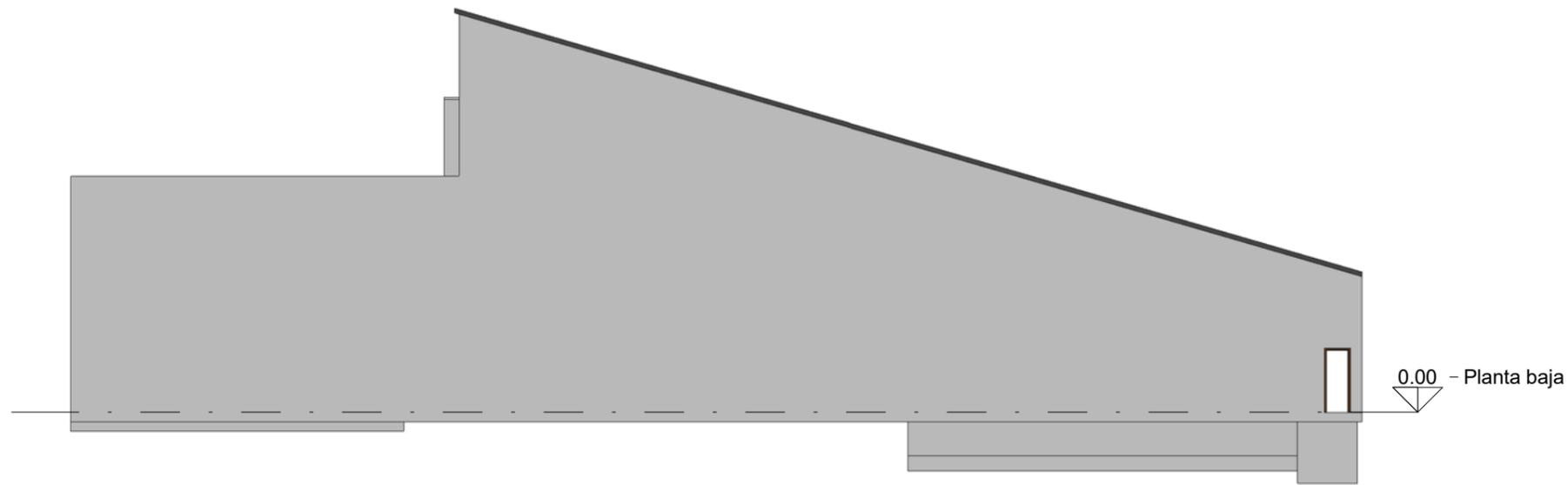
Alzado norte  
(Acceso)



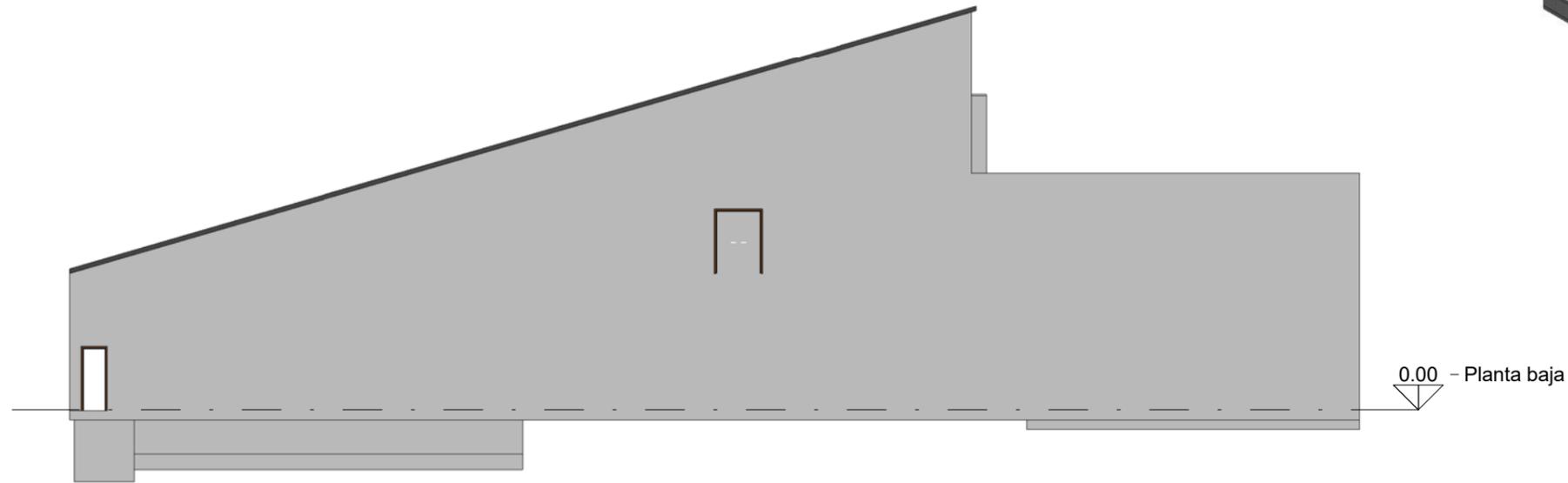
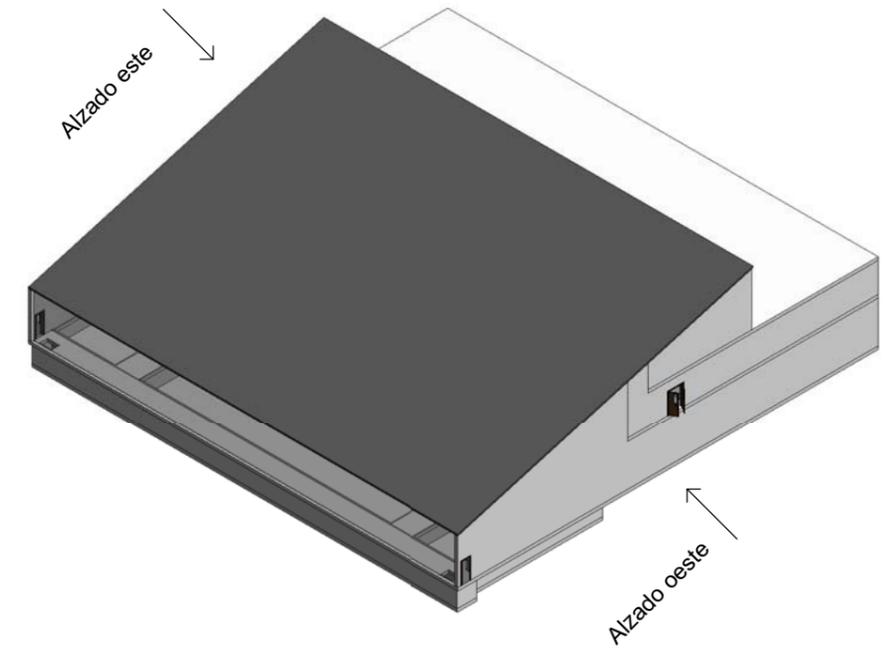
Alzado norte

0.00 - Planta baja

|   |                      |                         |   |  |
|---|----------------------|-------------------------|---|--|
| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                      |                         |   |  |
|   | Fecha                | Autor                   |  | <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Dibujado  | Mayo 2016            | Eduardo González García |   |  |
| Comprobado  | Junio 2016           |                         |   |  |
| Id. s. Normas   | UNE-EN-DIN           |                         |   |  |
| Escala:<br>1 : 200  | ALZADOS. NORTE Y SUR |                         |   | NºP.: 04   |

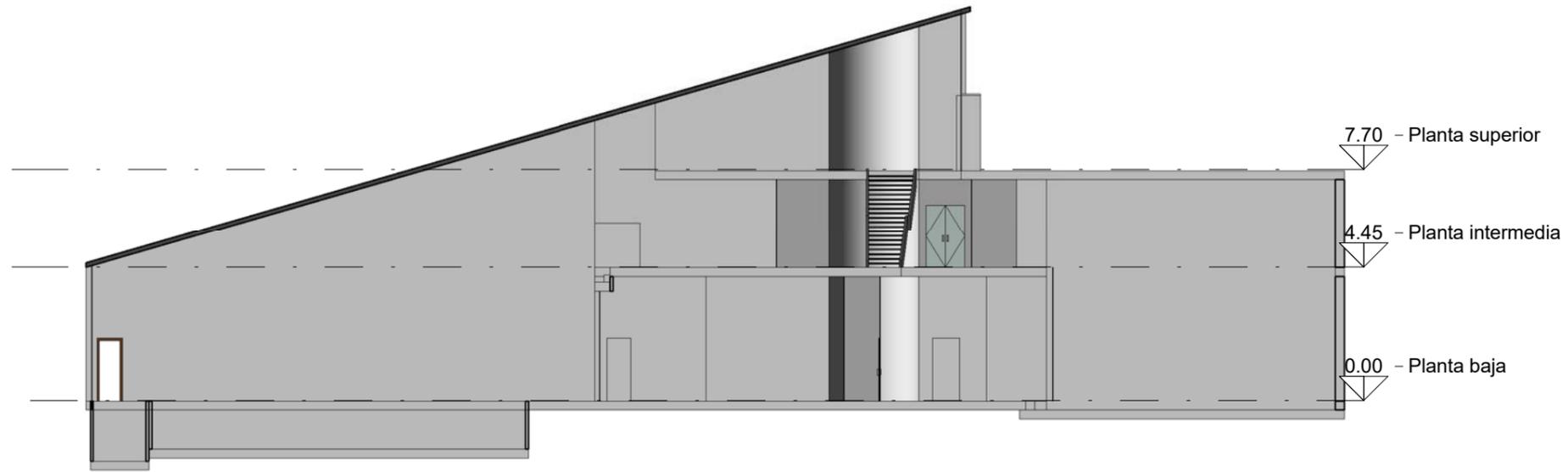


Alzado este

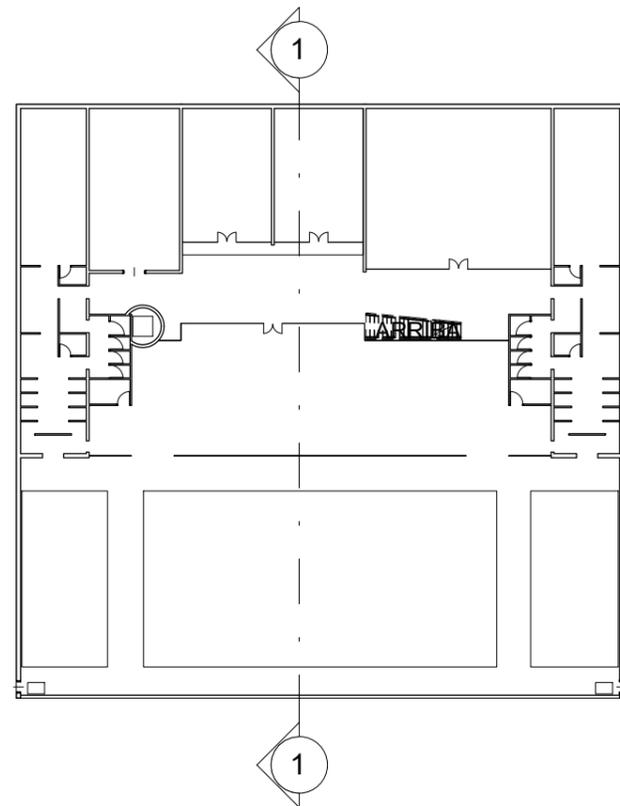


Alzado oeste

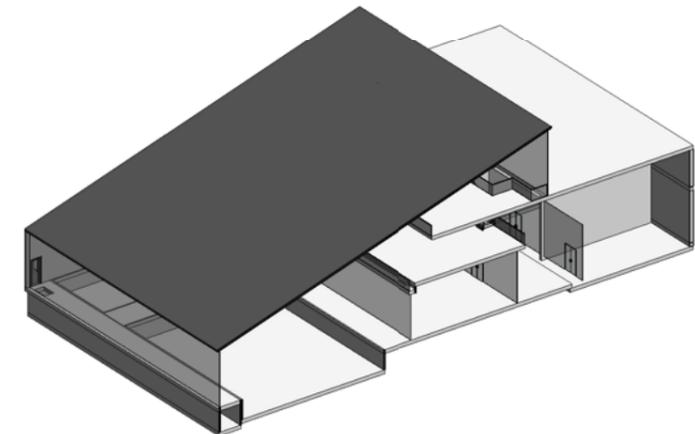
|   |                       |                         |   |  |
|---|-----------------------|-------------------------|---|--|
| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                       |                         |   |  |
|   | Fecha                 | Autor                   |  | <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Dibujado  | Mayo 2016             | Eduardo González García |   |  |
| Comprobado  | Junio 2016            |                         |   |  |
| Id. s. Normas   | UNE-EN-DIN            |                         |   |  |
| Escala:<br>1 : 200  | ALZADOS. ESTE Y OESTE |                         |   | NºP.: 05   |



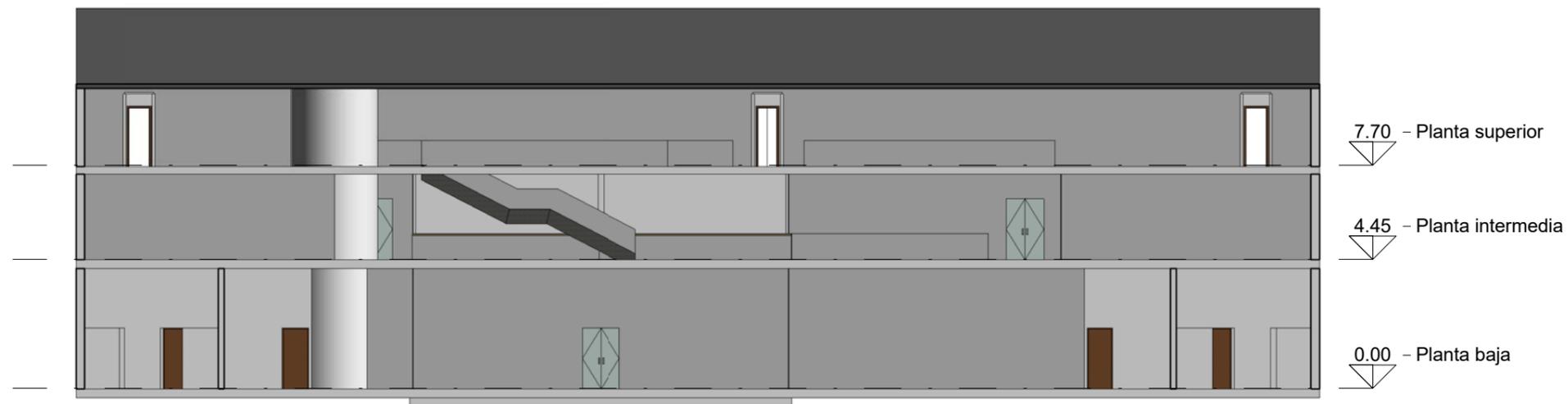
Sección 1-1  
E:1:200



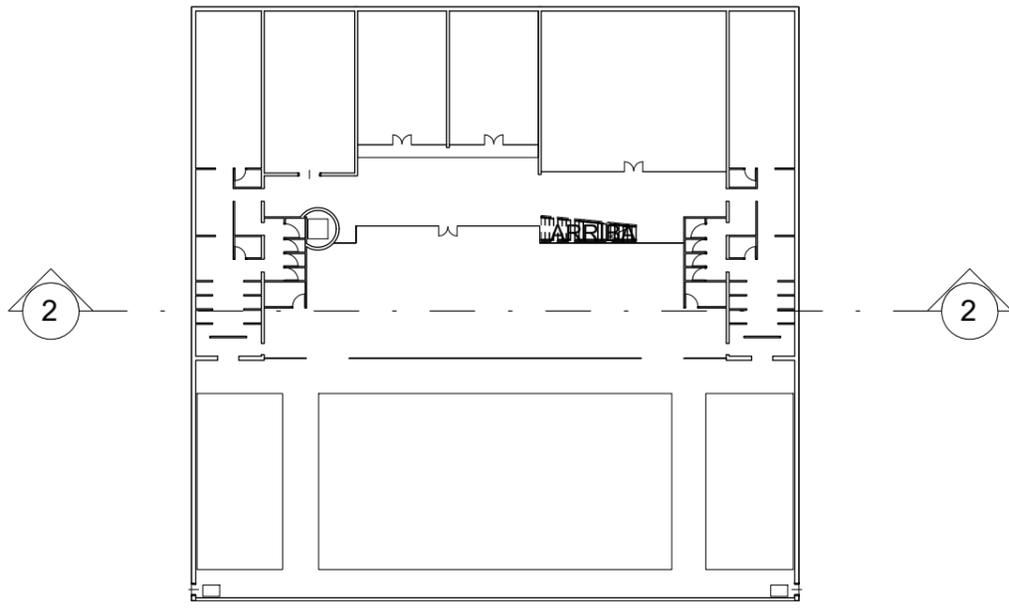
E:1:500



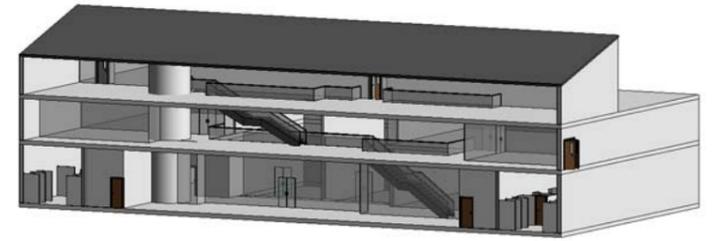
| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |             |                         |   |  |
|---|-------------|-------------------------|---|--|
| Dibujado  | Fecha       | Autor                   |  | <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Comprobado  | Mayo 2016   | Eduardo González García |   |  |
| Id. s. Normas   | Junio 2016  | UNE-EN-DIN              |   |  |
| Escala:<br>Como se indica   | SECCIÓN 1-1 |                         |   | NºP.: 06   |



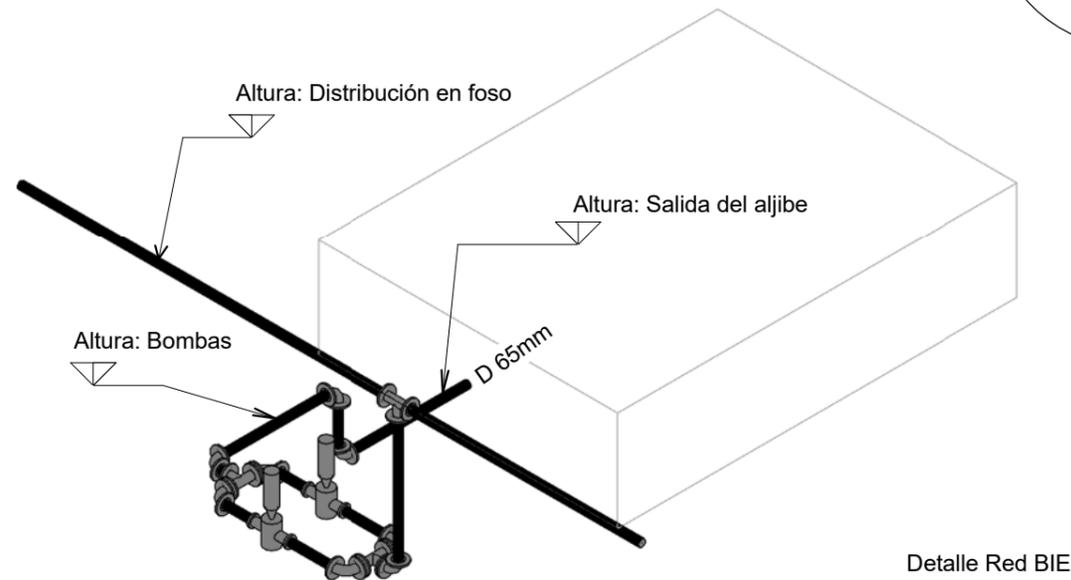
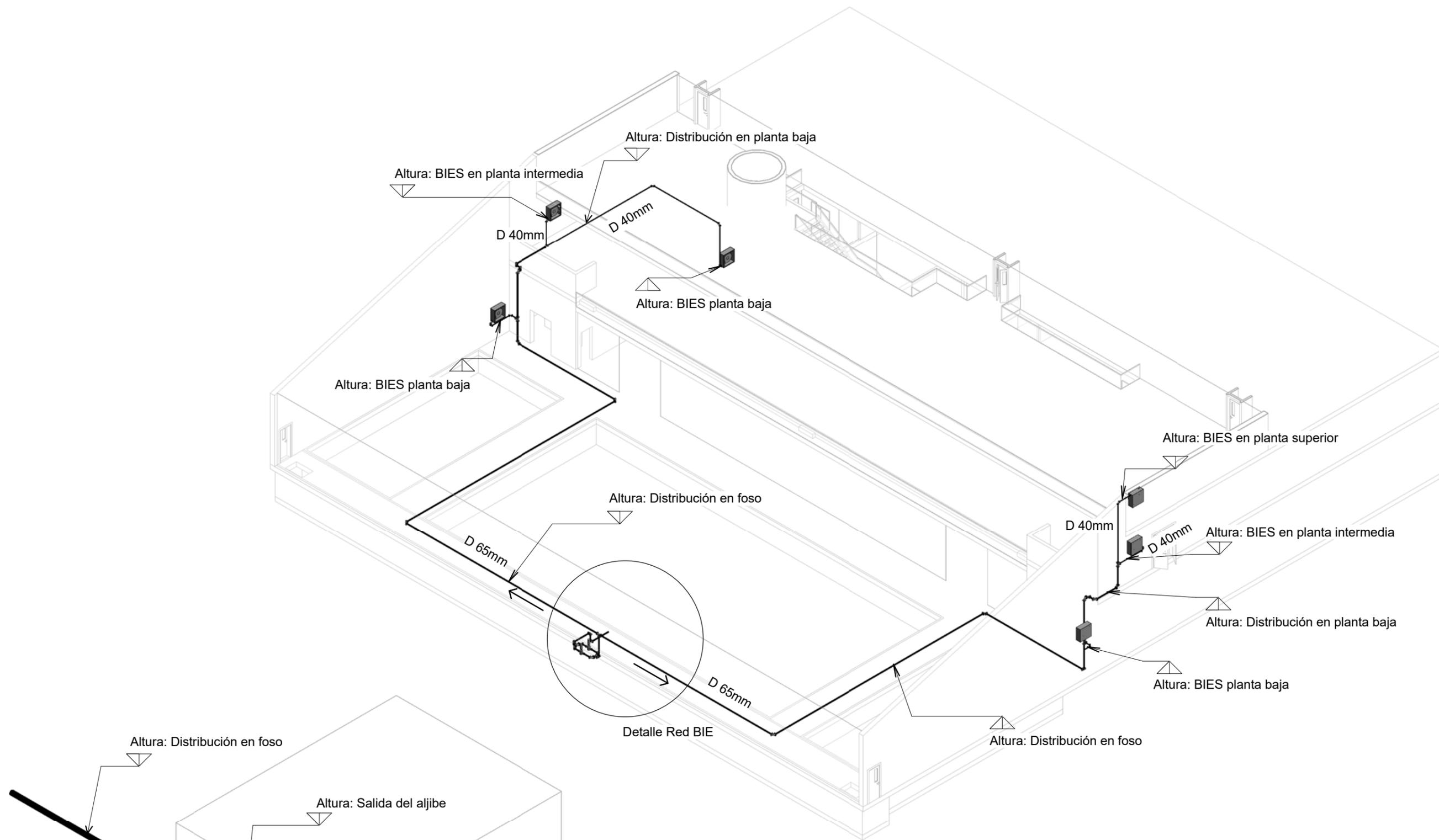
Sección 2-2  
E:1:200



E:1:500

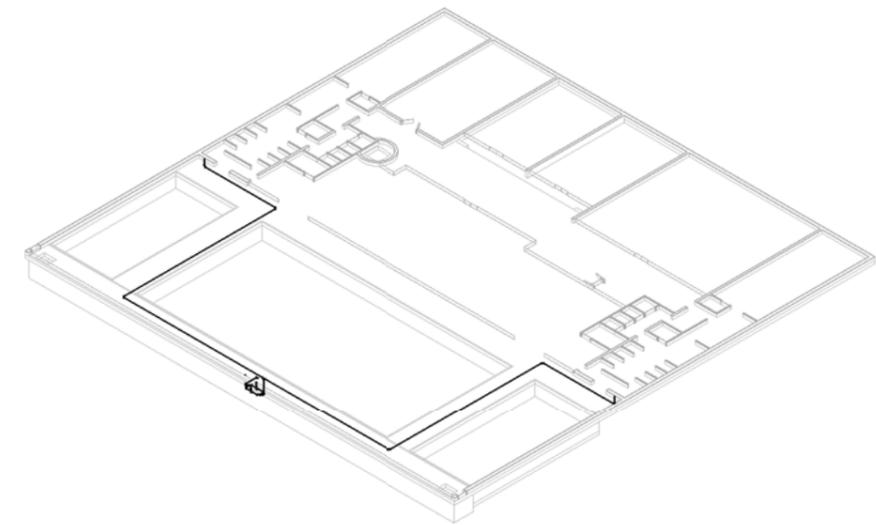
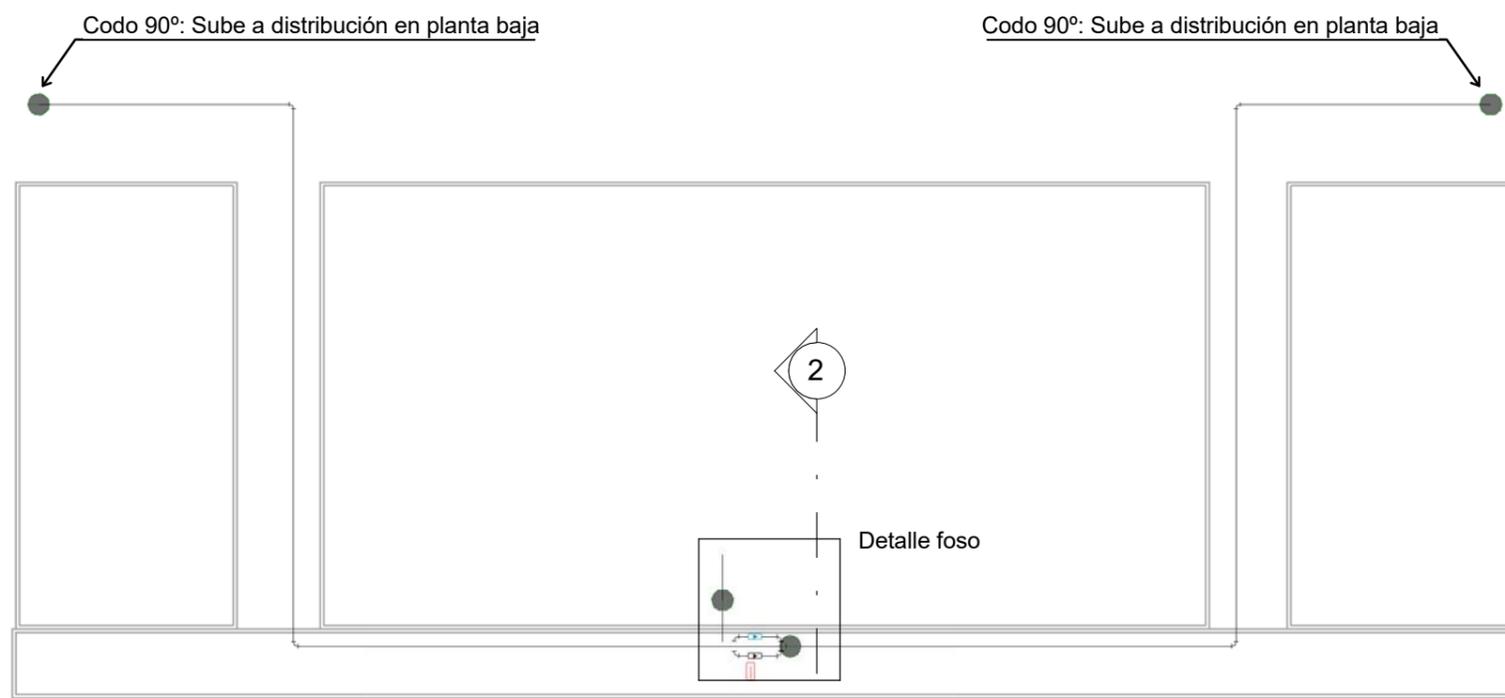


| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                    |                         |   |  |
|---|--------------------|-------------------------|---|--|
|   | Fecha              | Autor                   |  | <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Dibujado  | Mayo 2016          | Eduardo González García |   |  |
| Comprobado  | Junio 2016         |                         |   |  |
| Id. s. Normas   | UNE-EN-DIN         |                         |   |  |
| Escala:<br><b>Como se indica</b>  | <b>SECCIÓN 2-2</b> |                         |   | NºP.: <b>07</b>  |



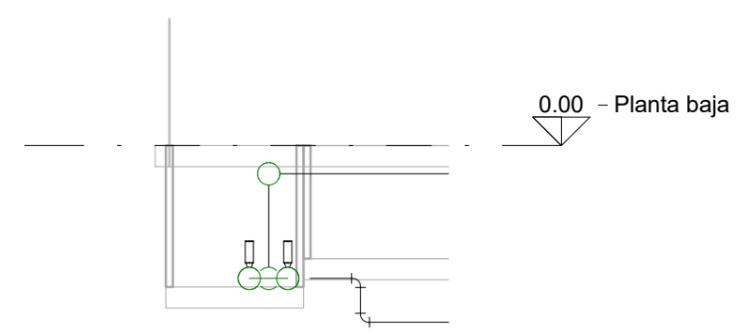
Detalle Red BIE  
E: 1:50

| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                       |                         |   |  |
|---|-----------------------|-------------------------|---|--|
| Dibujado  | Fecha                 | Autor                   |  | <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Comprobado  | Mayo 2016             | Eduardo González García |   |  |
| Id. s. Normas   | Junio 2016            | UNE-EN-DIN              |   |  |
| Escala:   | ESQUEMA DE LA RED BIE |                         |   | NºP.: 08   |
| 1:200   |                       |                         |   |  |



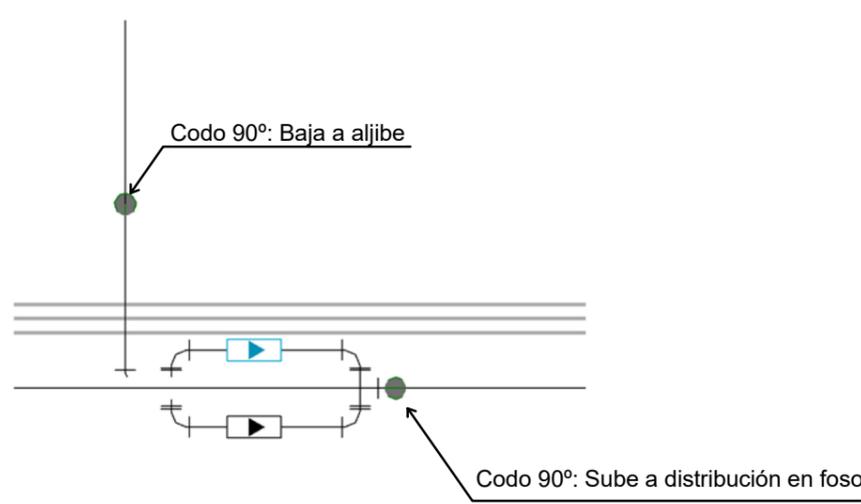
Nivel de referencia para la red BIES: Bombas  
E 1:200

|  |   |
|--|---|
|  | Detector termovelocímetro algorítmico AE/SA-T |
|  | Boca de incendio equipada de 25mm (Alzado)    |
|  | Boca de incendio equipada de 25mm (Planta)    |
|  | Bomba principal                               |
|  | Bomba Jockey                                  |



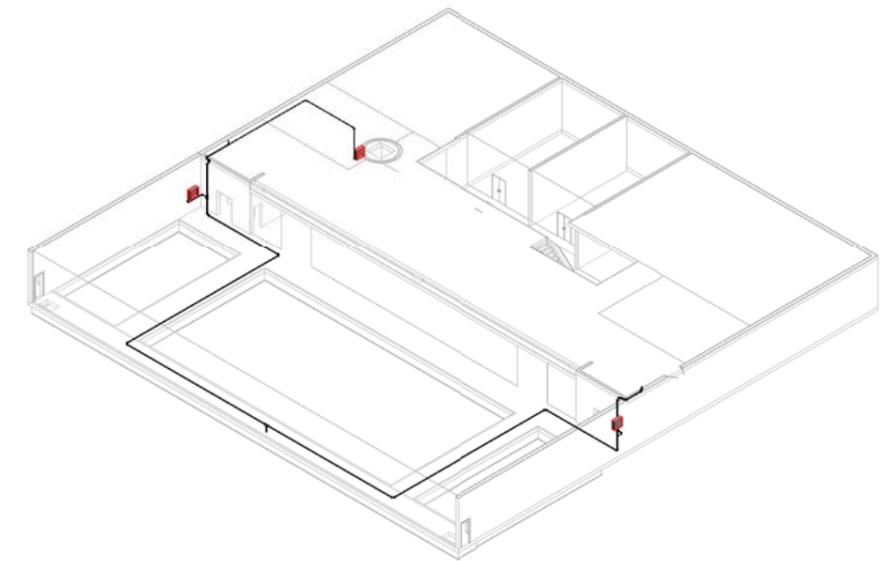
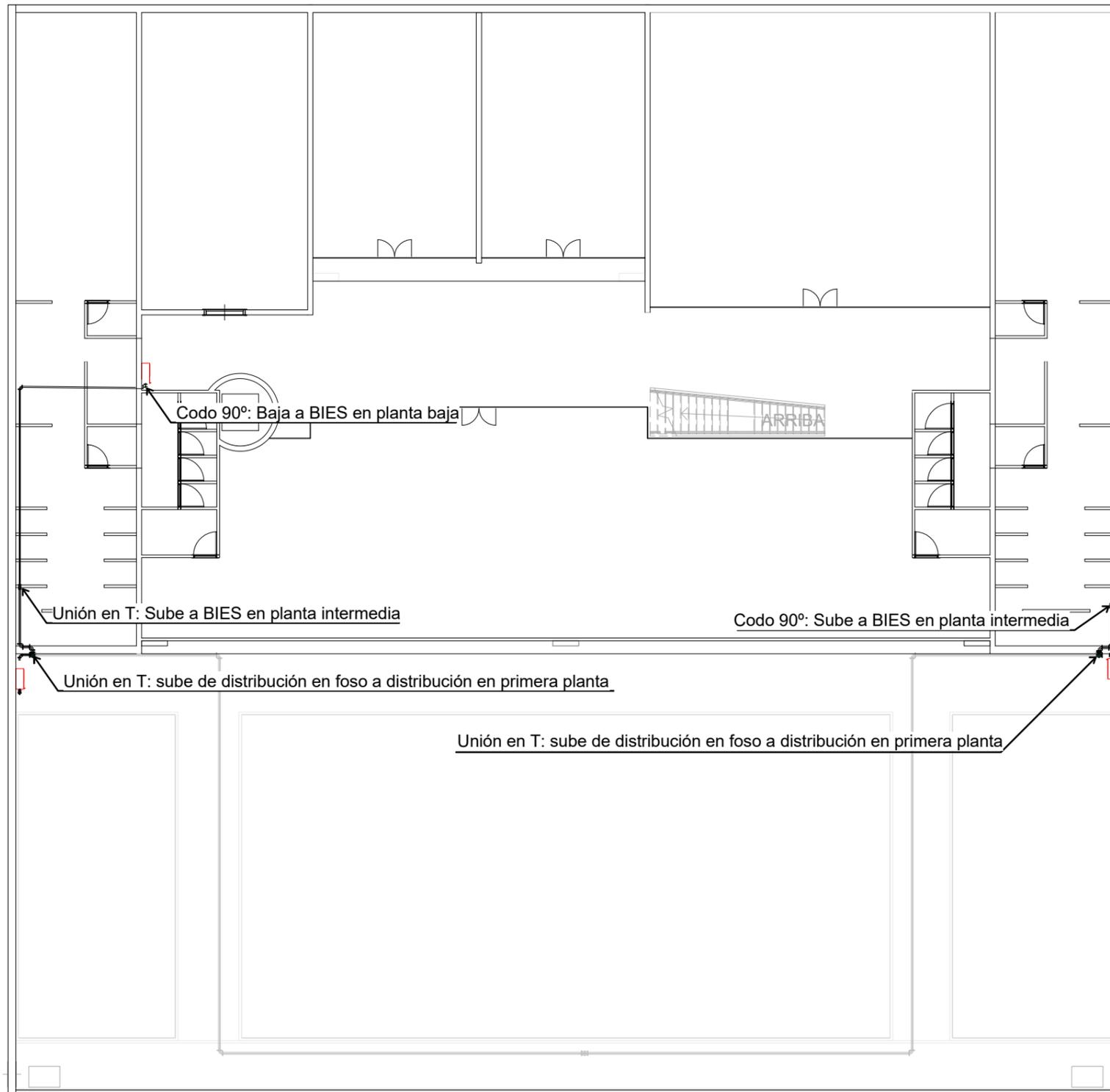
Sección 2-2  
E 1:100

| Elementos PCI en Foso                 |         |          |             | Elementos red BIE con bombas |           |          |      |
|---------------------------------------|---------|----------|-------------|------------------------------|-----------|----------|------|
| Descripción                           | Tipo    | Recuento | ID completo | Descripción                  | Tipo      | Recuento | ID   |
| Detector termovelocímetro algorítmico | AE/SA-T | 1        | EDT3        | Boca de incendio equipada    | 25 mm     | 6        | FBI1 |
|                                       |         |          |             | Bomba                        | Jockey    | 1        | FBO3 |
|                                       |         |          |             | Bomba                        | Principal | 1        | FBO2 |



Detalle foso  
Nivel de referencia para la red BIES: Bombas  
E 1:50

|   |                             |                         |  |  |  |  |  |
|---|-----------------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|
| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                             |                         |  |  |  |  |  |
| Dibujado  | Fecha                       | Autor                   |  | <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |  |  |  |
| Comprobado  | Mayo 2016                   | Eduardo González García |  |  |  |  |  |
| Id. s. Normas   | Junio 2016                  | UNE-EN-DIN              |  |  |  |  |  |
| Escala:<br>Como se indica   | FOSO. RED BIE Y SISTEMA PCI |                         |  | NºP.: 09   |  |  |  |

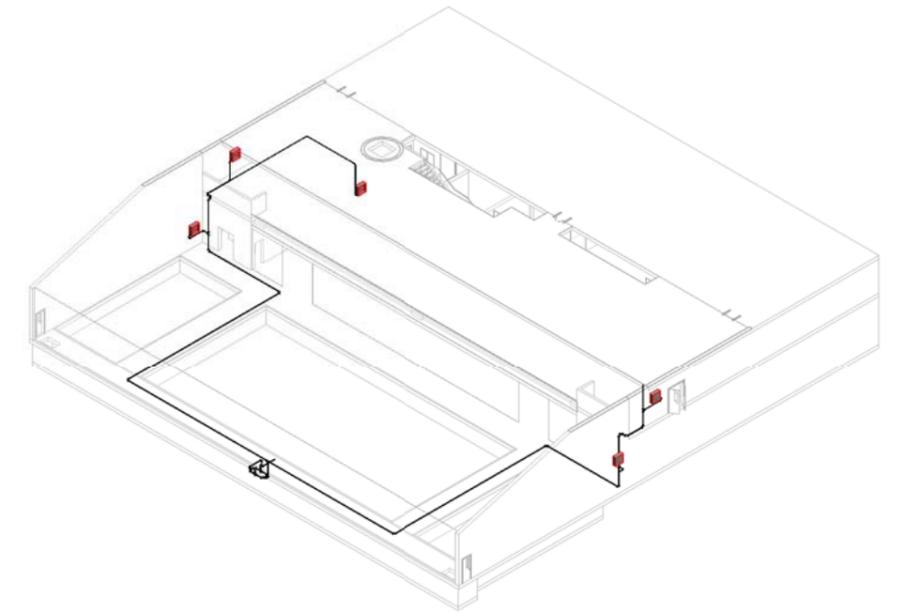
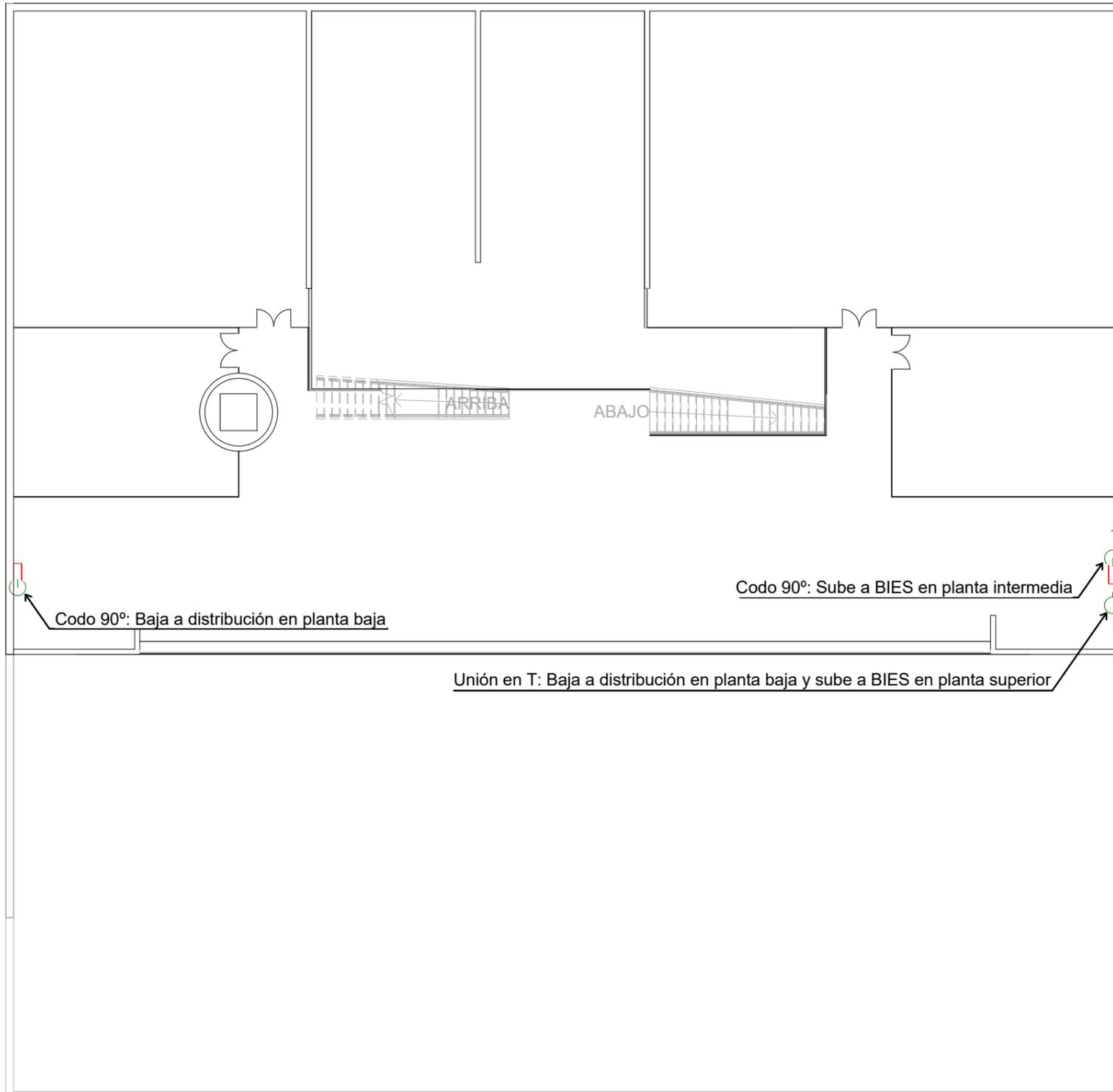


|  |   |
|--|---|
|  | Boca de incendio equipada de 25mm (Alzado)          |
|  | Boca de incendio equipada de 25mm (Vista de planta) |

| Elementos red BIE planta baja |       |          |             |
|-------------------------------|-------|----------|-------------|
| Descripción                   | Tipo  | Recuento | Comentarios |
| Boca de incendio equipada     | 25 mm | 3        | FBI1        |

Nivel de referencia para la red BIES: BIES en planta baja  
E 1:200

|   |                      |                                  |  |
|---|----------------------|----------------------------------|--|
| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                      |                                  |  |
| Dibujado  | Fecha<br>Mayo 2016   | Autor<br>Eduardo González García | <br><b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Comprobado  | Junio 2016           |                                  |  |
| Id. s. Normas   | UNE-EN-DIN           |                                  |  |
| Escala:<br>Como se indica   | PLANTA BAJA. RED BIE |                                  | NºP.: 10   |

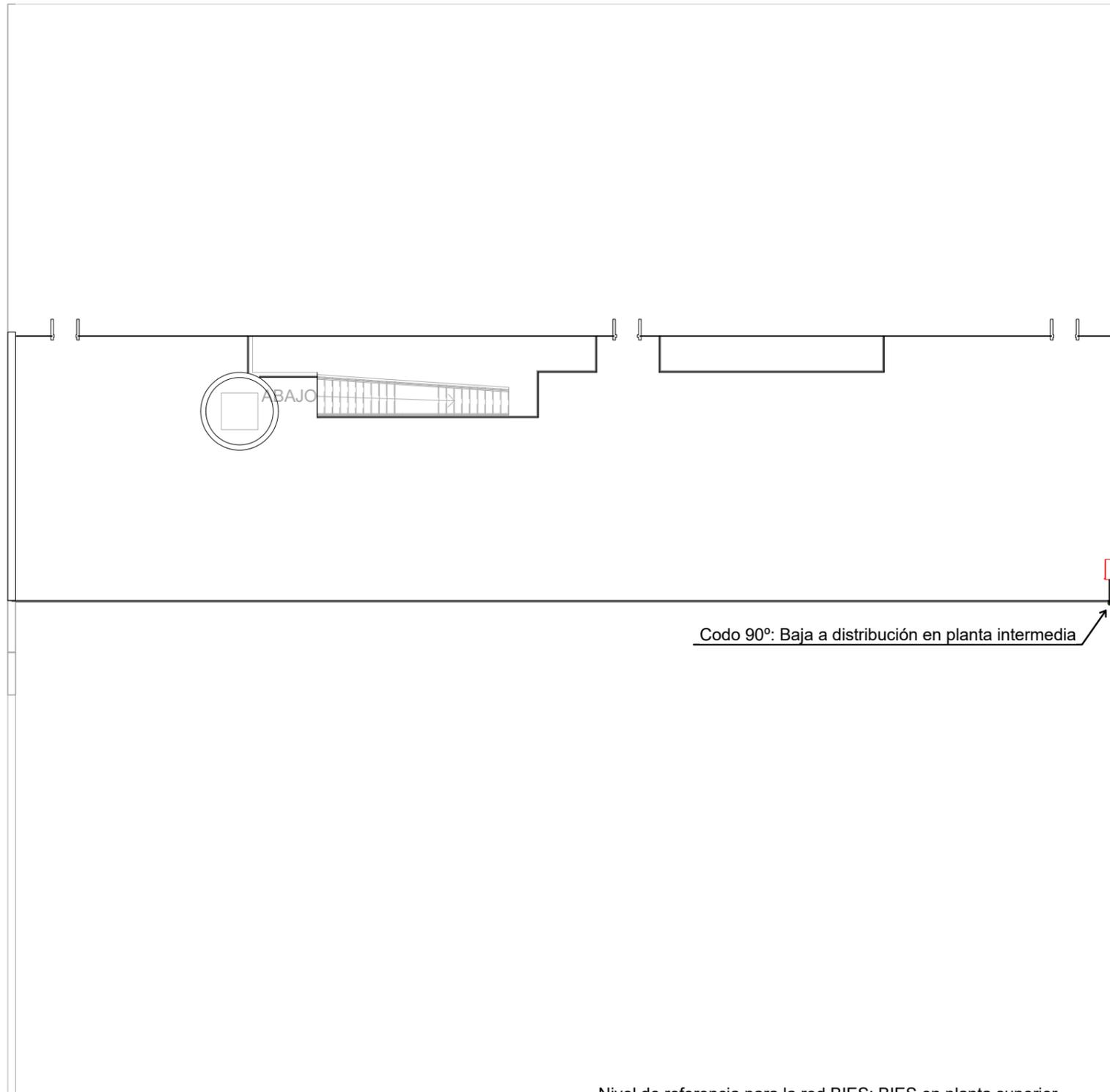


|  |   |
|--|---|
|  | Boca de incendio equipada de 25mm (Alzado)          |
|  | Boca de incendio equipada de 25mm (Vista de planta) |

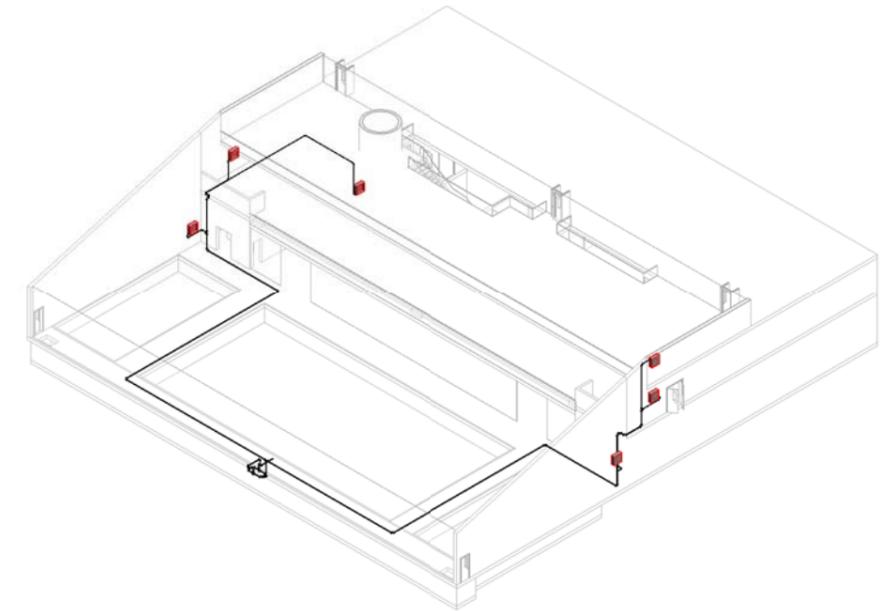
| Elementos red BIE planta intermedia |       |          |             |
|-------------------------------------|-------|----------|-------------|
| Descripción                         | Tipo  | Recuento | Comentarios |
| Boca de incendio equipada           | 25 mm | 2        | FBI1        |

Nivel de referencia para la red BIES: distribución en planta intermedia  
E 1:200

|   |                            |                         |          |  |
|---|----------------------------|-------------------------|----------|--|
| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                            |                         |          |  |
| Dibujado  | Fecha                      | Autor                   |          | <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Comprobado  | Mayo 2016                  | Eduardo González García |          |  |
| Id. s. Normas   | Junio 2016                 | UNE-EN-DIN              |          |  |
| Escala:<br>Como se indica   | PLANTA INTERMEDIA. RED BIE |                         | NºP.: 11 |  |



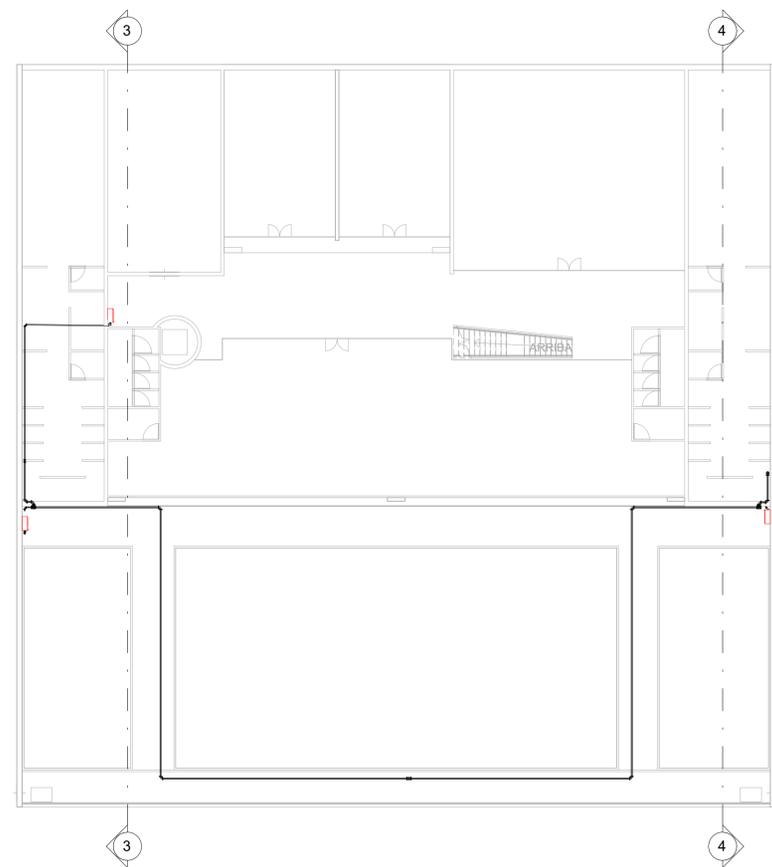
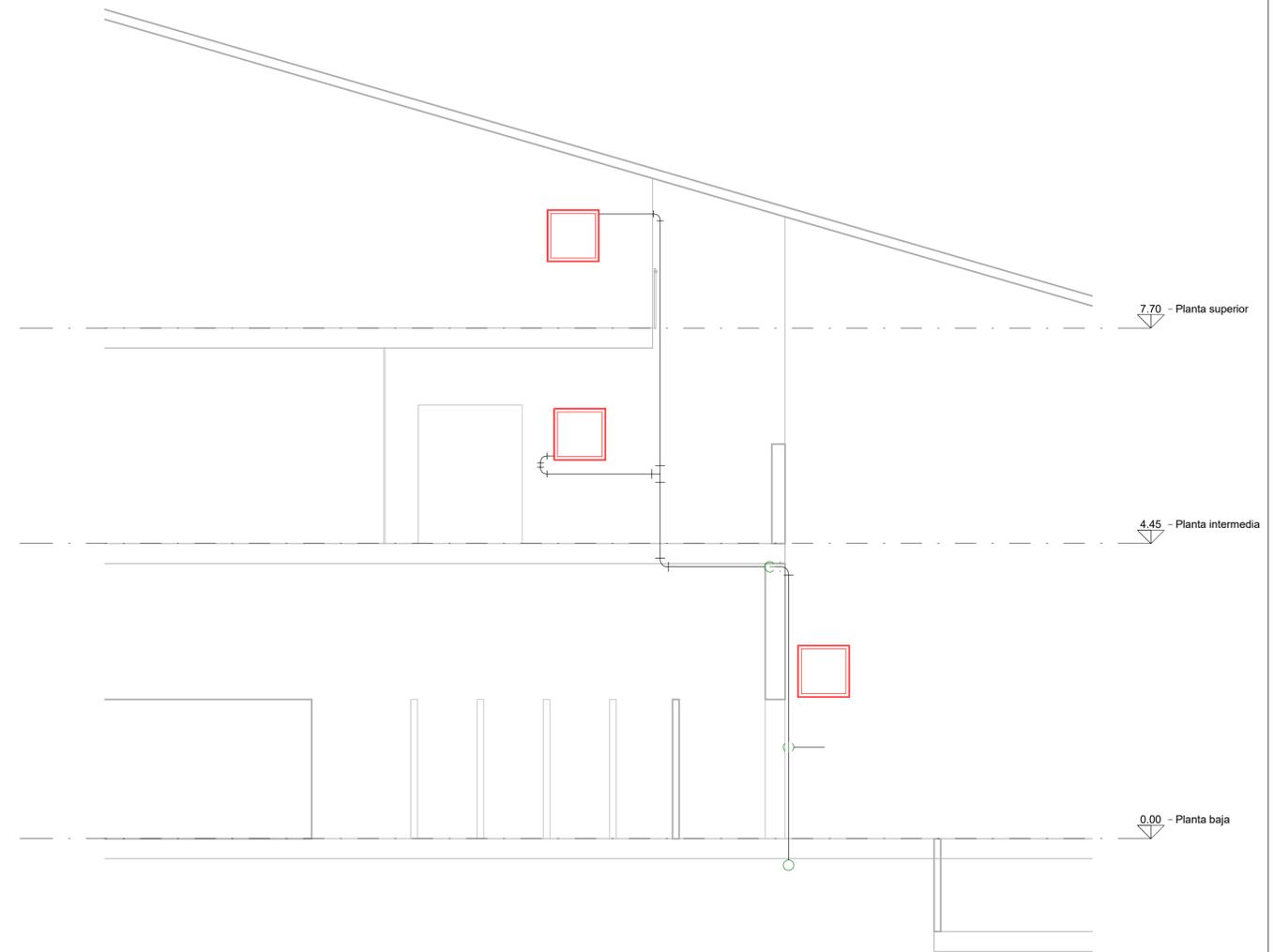
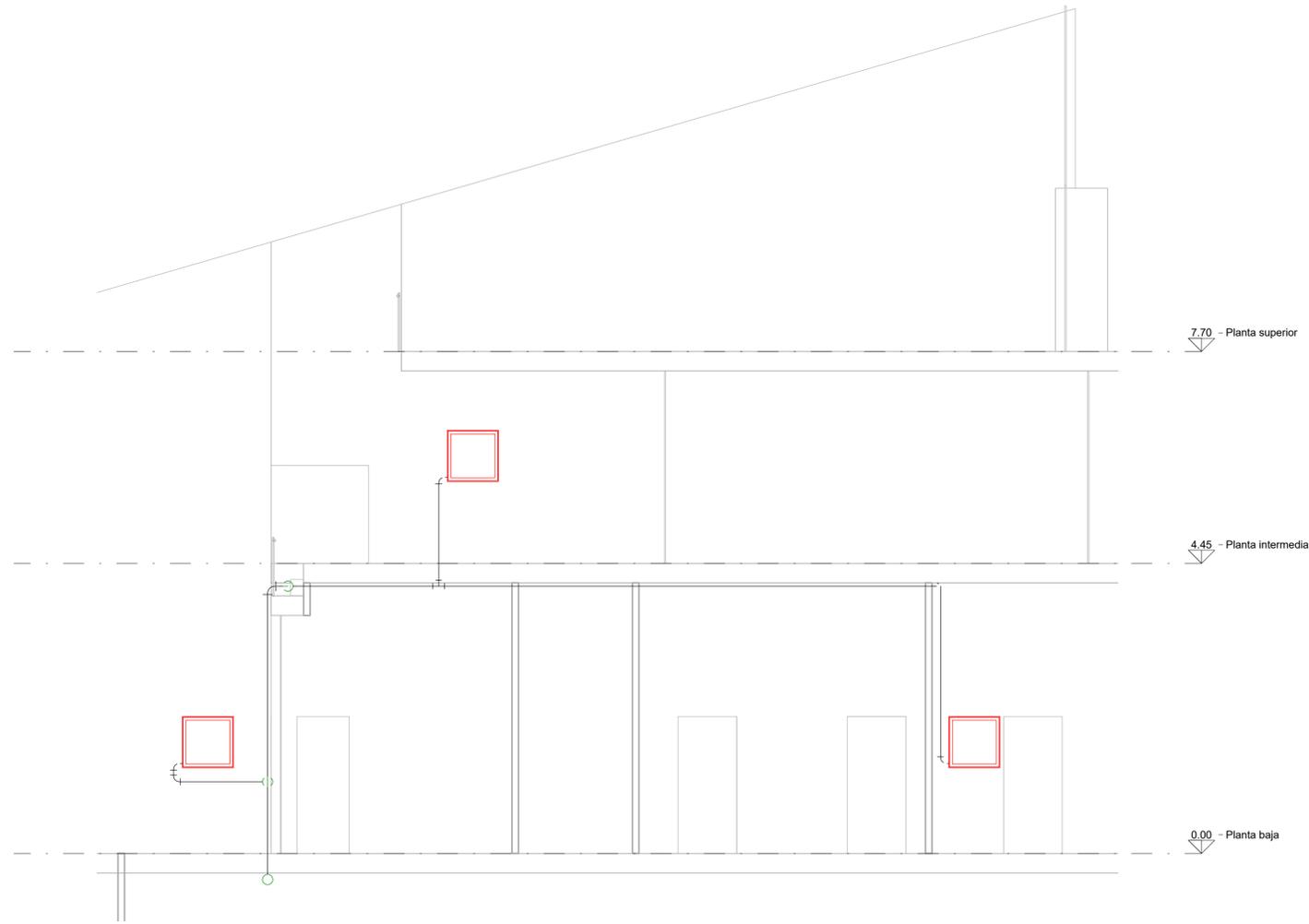
Nivel de referencia para la red BIES: BIES en planta superior  
E 1:200



|  |   |
|--|---|
|  | Boca de incendio equipada de 25mm (Alzado)          |
|  | Boca de incendio equipada de 25mm (Vista de planta) |

| Elementos red BIE planta superior |       |          |             |
|-----------------------------------|-------|----------|-------------|
| Descripción                       | Tipo  | Recuento | Comentarios |
| Boca de incendio equipada         | 25 mm | 1        | FBI1        |

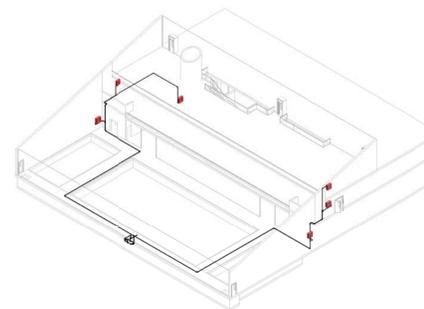
| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                          |                         |  |  |
|---|--------------------------|-------------------------|--|--|
|   | Fecha                    | Autor                   |  | <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Dibujado  | Mayo 2016                | Eduardo González García |  |  |
| Comprobado  | Junio 2016               |                         |  |  |
| Id. s. Normas   | UNE-EN-DIN               |                         |  |  |
| Escala:<br>Como se indica   | PLANTA SUPERIOR. RED BIE |                         |  | NºP.: 12   |



Sección 3-3  
E 1:50

Sección 4-4  
E 1:50

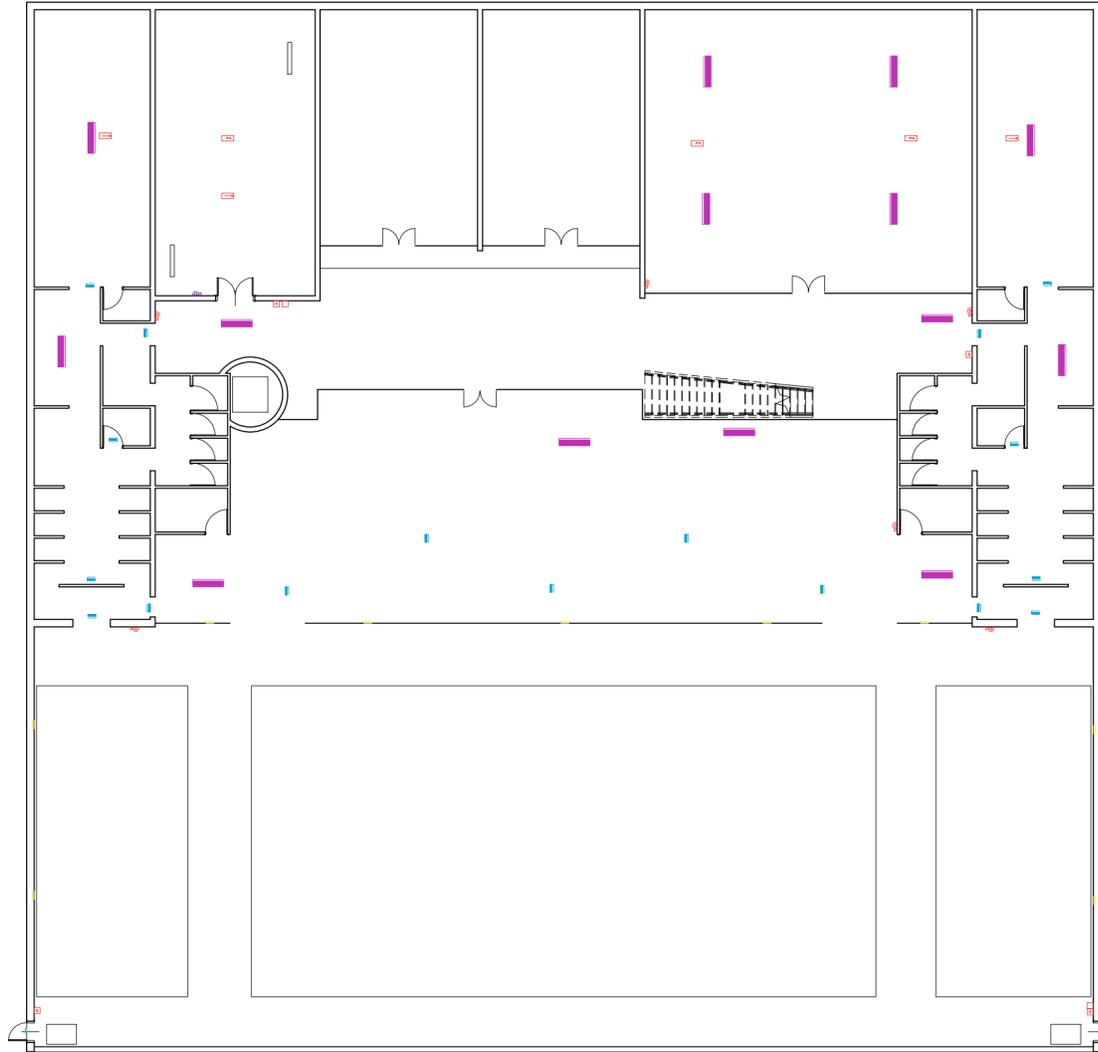
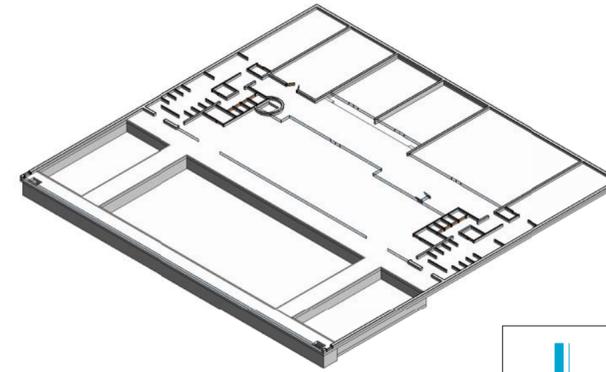
|  |   |
|--|---|
|  | Boca de incendio equipada de 25mm (Alzado)          |
|  | Boca de incendio equipada de 25mm (Vista de planta) |



| Elementos red BIE         |       |          |      |
|---------------------------|-------|----------|------|
| Descripción               | Tipo  | Recuento | ID   |
| Boca de incendio equipada | 25 mm | 6        | FBI1 |

| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                    |                         |  |
|---|--------------------|-------------------------|--|
|   | Fecha              | Autor                   |  |
| Dibujado  | Mayo 2016          | Eduardo González García | <b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Comprobado  | Junio 2016         |                         |  |
| Id. s. Normas   | UNE-EN-DIN         |                         |  |
| Escala:<br>Como se indica   | SECCIONES. RED BIE |                         | Nº: 13   |

E 1:200

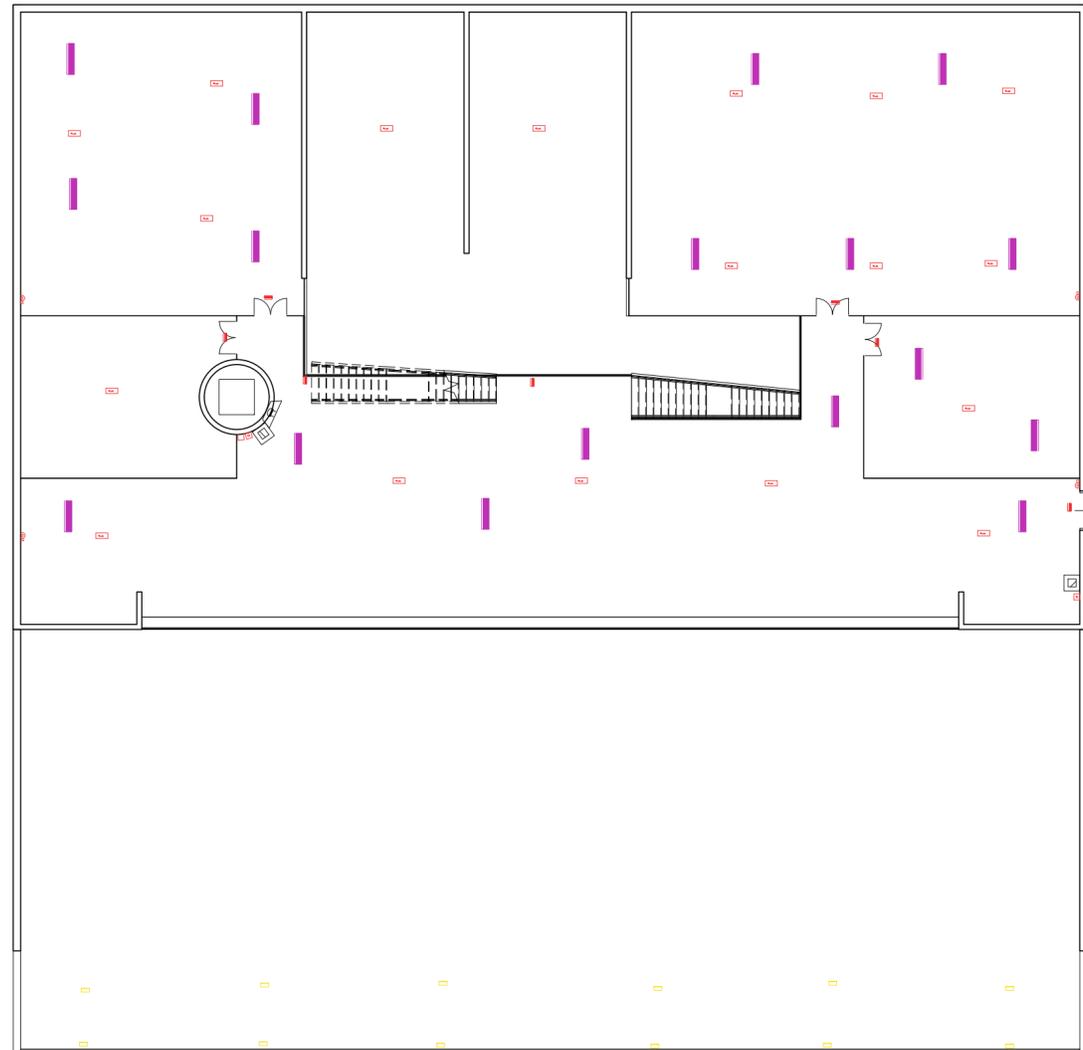
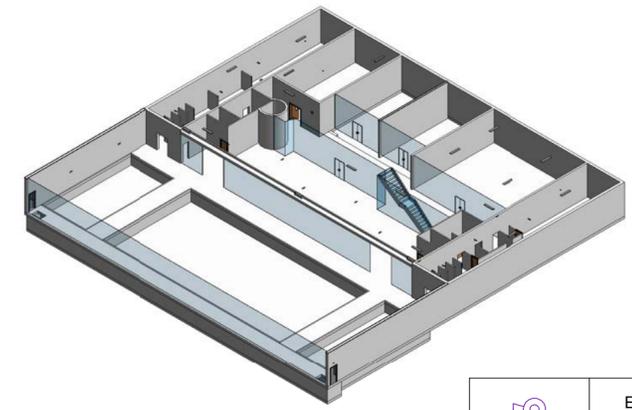


E 1:100

|  |   |
|--|---|
|  | Extintor portátil de 5Kg (CO2)                |
|  | Extintor de 6kg Ef. 21A-113B                  |
|  | Central algorítmica compactada AE/SA-C2       |
|  | Detector termovelocímetro algorítmico AE/SA-T |
|  | Detector óptico algorítmico AE/SA-OP          |
|  | Módulo de dos salidas vigiladas AE/SA-2SV     |
|  | Piloto autónomo de emergencia                 |
|  | Pulsado de alarma AE/SA-P                     |
|  | Sirena de alarma AE/V-AS                      |
|  | Sirena óptico-acústica exterior AE/V-ASF      |

| Elementos PCI en Planta Baja          |                      |          |             |
|---------------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| Descripción                           | Tipo                 | Recuento | ID completo |
| Detector termovelocímetro algorítmico | AE/SA-T              | 3        | EDT3        |
| Detector óptico algorítmico           | AE/SA-OP             | 3        | EDO5        |
| Extintor                              | 5Kg CO2              | 1        | MEX2        |
| Extintor                              | 6Kg Ef. 21A-113B     | 6        | MEX1        |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 141x320 - 95 Lum     | 17       | ELE1        |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 141x320 - 215 Lum    | 20       | ELE3        |
| Luminaria empotrada de emergencia     | 1240x297 - T26 2x36W | 14       | ELE4        |
| Luminaria estanca de superficie       | 1274x160 - 2x36W     | 2        | ELS5        |
| Luminaria estanca de superficie       | Emergencia exterior  | 2        | ELS6        |
| Módulo de dos salidas vigiladas       | AE/SA-2SV            | 2        | EMS7        |
| Piloto automático de emergencia       | Estándar             | 4        | EPE1        |
| Pulsador de alarma algorítmico        | AE/SA-P              | 3        | EPA4        |
| Sirena de alarma                      | AE/V-AS              | 2        | EsA6        |

| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                          |                         |  |
|---|--------------------------|-------------------------|--|
|   | Fecha                    | Autor                   |  |
| Dibujado  | Mayo 2016                | Eduardo González García | <br><b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Comprobado  | Junio 2016               |                         |  |
| Id. s. Normas   | UNE-EN-DIN               |                         |  |
| Escala:<br>Como se indica   | PLANTA BAJA. SISTEMA PCI |                         | NºP.: 14   |



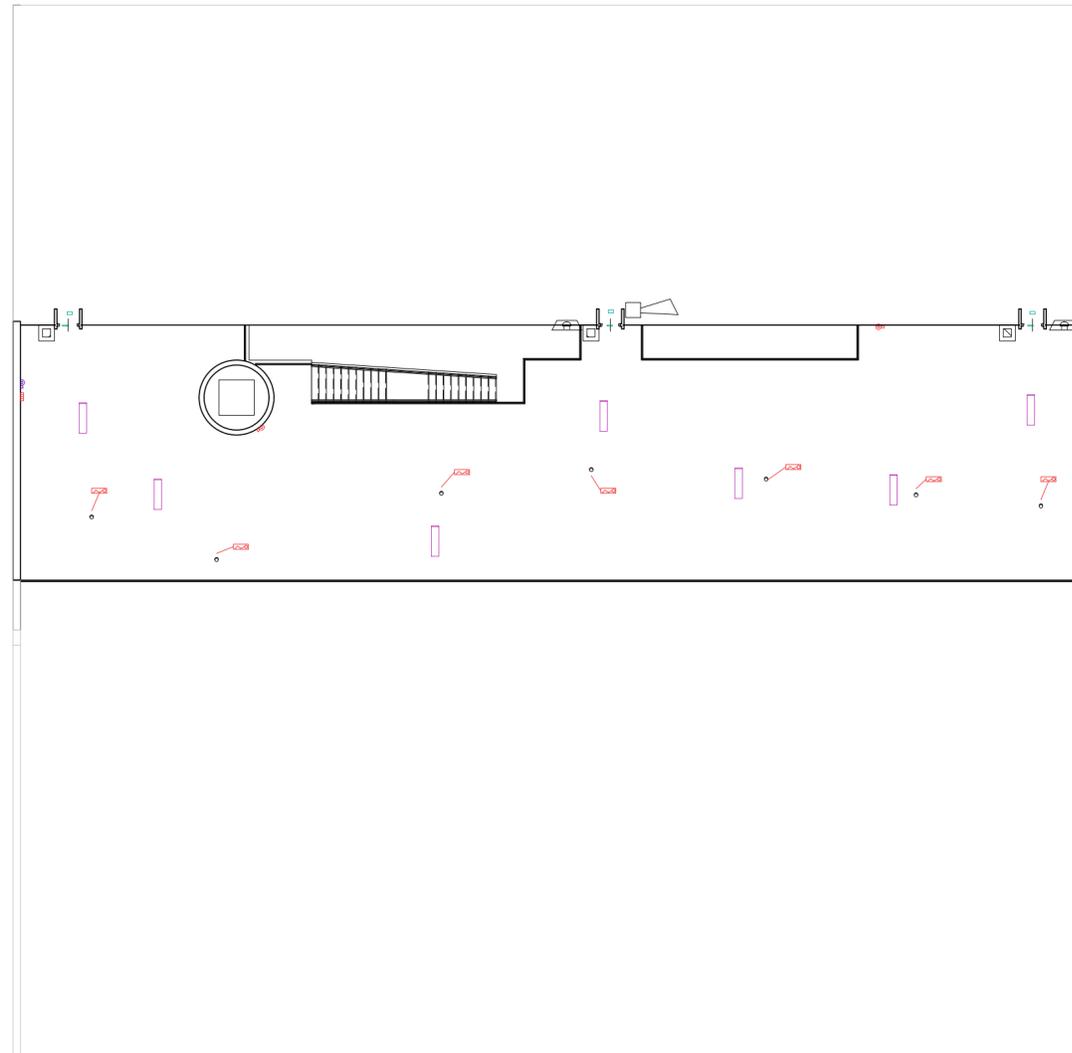
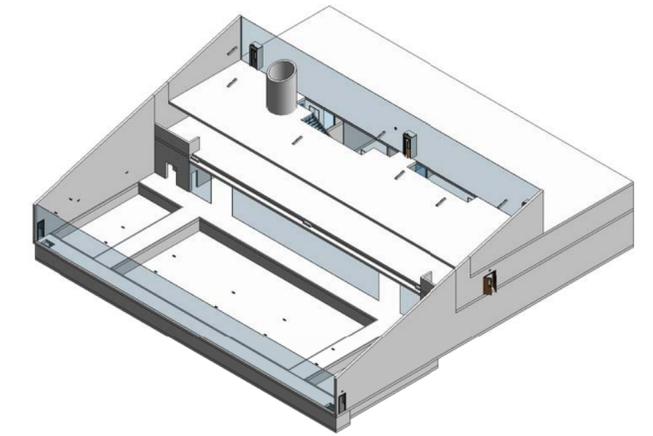
E 1:100

|  |  |
|--|--|
|  | Luminaria empotrada de emergencia 141x320 (95 Lum).  |
|  | Luminaria empotrada de emergencia 141x320 (160 Lum). |
|  | Luminaria empotrada de emergencia 141x320 (215 Lum). |
|  | Luminaria empotrada de emergencia 1274x160 - 2x36W   |
|  | Luminaria de superficie lisa - Emergencia exterior   |
|  | Luminaria de superficie lisa 1274x160 - 2x36W        |

|  |   |
|--|---|
|  | Extintor portátil de 5Kg (CO2)                |
|  | Extintor de 6kg Ef. 21A-113B                  |
|  | Central algorítmica compactada AE/SA-C2       |
|  | Detector termovelocímetro algorítmico AE/SA-T |
|  | Detector óptico algorítmico AE/SA-OP          |
|  | Módulo de dos salidas vigiladas AE/SA-2SV     |
|  | Piloto autónomo de emergencia                 |
|  | Pulsador de alarma AE/SA-P                    |
|  | Sirena de alarma AE/V-AS                      |
|  | Sirena óptico-acústica exterior AE/V-ASF      |

| Elementos PCI en Planta Intermedia |                      |          |             |
|------------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| Descripción                        | Tipo                 | Recuento | ID completo |
| Detector óptico algorítmico        | AE/SA-OP             | 18       | EDT3        |
| Extintor                           | 6Kg Ef. 21A-113B     | 4        | MEX1        |
| Luminaria empotrada de emergencia  | 141x320 - 160 Lum    | 7        | ELE2        |
| Luminaria empotrada de emergencia  | 141x320 - 215 Lum    | 1        | ELE3        |
| Luminaria empotrada de emergencia  | 1240x297 - T26 2x36W | 17       | ELE4        |
| Luminaria estanca de superficie    | Emergencia exterior  | 1        | ELS6        |
| Módulo de dos salidas vigiladas    | AE/SA-2SV            | 1        | EMS7        |
| Piloto automático de emergencia    | Estándar             | 2        | EPA1        |
| Pulsador de alarma algorítmico     | AE/SA-P              | 2        | EPA4        |
| Sirena de alarma                   | AE/V-AS              | 1        | ESA6        |

| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                                |                         |  |
|---|--------------------------------|-------------------------|--|
|   | Fecha                          | Autor                   |  |
| Dibujado  | Mayo 2016                      | Eduardo González García | <br><b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Comprobado  | Junio 2016                     |                         |  |
| Id. s. Normas   | UNE-EN-DIN                     |                         |  |
| Escala:<br>Como se indica   | PLANTA INTERMEDIA. SISTEMA PCI |                         | NºP.: 15   |



E 1:100

|  |  |
|--|--|
|  | Luminaria empotrada de emergencia 141x320 (95 Lum).  |
|  | Luminaria empotrada de emergencia 141x320 (160 Lum). |
|  | Luminaria empotrada de emergencia 141x320 (215 Lum). |
|  | Luminaria empotrada de emergencia 1274x160 - 2x36W   |
|  | Luminaria de superficie lisa - Emergencia exterior   |
|  | Luminaria de superficie lisa 1274x160 - 2x36W        |

|  |   |
|--|---|
|  | Extintor portátil de 5Kg (CO2)                |
|  | Extintor de 6kg Ef. 21A-113B                  |
|  | Central algorítmica compactada AE/SA-C2       |
|  | Detector termovelocímetro algorítmico AE/SA-T |
|  | Detector óptico algorítmico AE/SA-OP          |
|  | Módulo de dos salidas vigiladas AE/SA-2SV     |
|  | Piloto autónomo de emergencia                 |
|  | Pulsado de alarma AE/SA-P                     |
|  | Sirena de alarma AE/V-AS                      |
|  | Sirena óptico-acústica exterior AE/V-ASF      |

| Elementos PCI en Planta Superior  |                      |          |             |
|-----------------------------------|----------------------|----------|-------------|
| Descripción                       | Tipo                 | Recuento | ID completo |
| Central algorítmica               | AE/SA-C2             | 1        | ECA2        |
| Detector óptico algorítmico       | AE/SA-OP             | 7        | EDO5        |
| Extintor                          | 5Kg CO2              | 2        | MEX2        |
| Extintor                          | 6Kg Ef. 21A-113B     | 2        | MEX1        |
| Luminaria empotrada de emergencia | 1240x297 - T26 2x36W | 7        | ELE4        |
| Luminaria estanca de superficie   | Emergencia exterior  | 6        | ELS6        |
| Piloto automático de emergencia   | Estándar             | 3        | EPA4        |
| Sirena de alarma                  | AE/V-AS              | 2        | ESA6        |
| Sistema óptico-acústico exterior  | AE/V-ASF             | 1        | EOA8        |

| Gestión de una instalación de protección contra incendios mediante técnicas BIM |                              |                         |  |
|---|------------------------------|-------------------------|--|
|   | Fecha                        | Autor                   |  |
| Dibujado  | Mayo 2016                    | Eduardo González García | <br><b>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b><br>Grado en Ingeniería Mecánica<br>Universidad de La Laguna |
| Comprobado  | Junio 2016                   |                         |  |
| Id. s. Normas   | UNE-EN-DIN                   |                         |  |
| Escala:<br>Como se indica   | PLANTA SUPERIOR. SISTEMA PCI |                         | NºP.: 16   |