



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Mecánica

**Estudio de remodelación y mejora de una
edificación con metodología BIM**

Autor:

San José Calvo, Fernando

Tutor:

**Zulueta Pérez, Patricia Beatriz
CMeIM/EGI/ICGF/IM/IPF**

Valladolid, 18 de julio de 2016.

Resumen / Abstract

En los últimos tiempos, se está realizando un profundo desarrollo de nuevas herramientas capaces de facilitar, simplificar y en gran medida cambiar la metodología de desarrollo de nuevos proyectos desde el sistema tradicional a una nueva metodología denominada BIM.

En este Trabajo Fin de Grado (TFG) se realizará una remodelación y mejora, en un entorno BIM, de un edificio singular existente en la localidad palentina de Venta de Baños, así como el cálculo de las instalaciones de climatización y eléctricas, para su transformación en un Centro Público de Usos Múltiples.

Basándonos en la creación de dicho modelo desde cero, se tratará de dar la mejor solución posible a todos los problemas planteados desde la metodología de trabajo BIM.

In recent times, is making a profound development of new tools that can facilitate, simplify and largely change the methodology for developing new projects from the traditional system to a new methodology called BIM.

In this work order degree (GFR) there will be a refurbishment and improvement, in an environment BIM, a unique building in the existing town of Venta de Baños, as well as the calculation of the facilities of air conditioning and electric for its transformation into a Public Centre for Multiple Uses.

On the basis of the creation of such a model from zero, will seek to give the best possible solution to all the problems from the working methodology BIM.

Palabras clave / Keywords

BIM, Revit, Rehabilitación de edificio, Instalaciones, Cype

BIM, Revit, Building rehabilitation, Facilities, Cype

INDICE

1. Introducción y objetivos	5
2. Metodología de trabajo	7
3. Modelado arquitectónico y estructural del edificio	9
3.1. Ubicación del edificio objeto de rehabilitación	9
3.2. Breve descripción de la Casa del Director	10
3.3. Recogida de datos in situ	13
3.4. Modelado 3D del Edificio	14
4. Modelado y cálculo de las instalaciones térmicas	39
4.1. Descripción del software utilizado	39
4.2. Vinculación de proyectos	40
4.3. Instalación de fontanería y ACS	42
4.4. Instalación de ventilación y climatización	62
5. Modelado y cálculo de las instalaciones eléctricas	97
5.1. Proceso de creación de archivos de intercambio IFC y exportación	97
5.2. Software de diseño de las instalaciones eléctricas: CypeCad MEP	102
5.3. Diseño de la instalación eléctrica	104
5.4. Dimensionamiento de la instalación y resultados	113
6. Planos	
6.1. Índice de planos	115
7. Conclusiones	147
8. Bibliografía de referencia y normativa aplicable	151

ANEXO I: Memoria eléctrica y resultados obtenidos

5B9LC'≡'7z`W`c`XY`Wlf[Ug`hf`fa]Wlg`XY`YX]Z]W]c

1. Introducción y objetivos

Los objetivos propuestos para este Trabajo de Fin de Grado (TFG) son modelar en tres dimensiones (3D) un edificio singular para proceder a su rehabilitación, remodelación y mejora del mismo, tanto desde el punto de vista arquitectónico como desde el punto de vista de las instalaciones Térmicas y Eléctricas.

Para ello, se ha tomado como punto de partida un edificio existente en la localidad palentina de Venta de Baños (Casa del Director), el cual cuenta con cierto interés desde el punto de vista arquitectónico e histórico. Dicho edificio está ubicado dentro del complejo industrial de la antigua azucarera venteña, desempeñando las funciones de vivienda del director de la misma.

Para la elaboración de este TFG se ha partido en primer lugar de una exhaustiva toma de datos en campo, para proceder al levantamiento del edificio ya que no existían planos del mismo, y se ha procedido a elaborar un primer modelo 3D de la situación actual del citado edificio para, a lo largo del desarrollo del TFG, realizar una serie de derribos y reformas, obtener un nuevo modelo rehabilitado y proceder a la actualización de las instalaciones Térmicas y Eléctricas, aplicando la metodología BIM, desde las plataformas Autodesk Revit y Cype.

2. Metodología de trabajo

Como ya se ha introducido anteriormente, a la hora de llevar a cabo y desarrollar el modelado del edificio se ha propuesto para este TFG el realizarlo mediante metodología BIM.

BIM significa textualmente “Building Modelling Information” (lo que traducido al castellano quiere decir “modelado de la información del edificio”). Hasta ahora, todo el modelado se ha realizado geoméricamente para, una vez hecho esto y mediante diversas metodologías y programas aislados, proceder a los análisis y cálculos de estructura e instalaciones, generación de mediciones y contabilización y generación de presupuestos...Mediante la metodología BIM lo que se pretende es integrar cada una de estas diferentes disciplinas bajo un mismo modelo “vivo”, el cual además de contener información geométrica contiene todos los demás datos de cada uno de sus componentes, así como la gestión a lo largo del tiempo de los mismos, gestión de costes y mantenimientos. Dependiendo del grado de desarrollo o nivel de implantación que estemos manejando, se definen los siguientes niveles BIM:

- **3D:** geométrico
- **4D:** 3D + gestión temporal
- **5D:** 4D + gestión de costes
- **6D:** 5D + sostenibilidad del edificio
- **7D:** 6D + gestión del mantenimiento

Todos estos niveles definidos hacen de esta metodología la más completa y potente durante todo el ciclo de vida de una edificación (bien sea civil o industrial). Del manejo adecuado de todas ellas se puede obtener el éxito total en la aplicación de este método, desde la fase de conceptualización hasta el fin de la vida útil y derribo del edificio.

Tenemos que diferenciar muy bien entre metodología y herramientas para llevarla a cabo. BIM es la metodología definida como una filosofía y base de trabajo, y herramientas son todas las aplicaciones o programas destinados y diseñados para tal fin. Dentro del amplio abanico de herramientas disponibles, nos encontramos en el mercado con las dos que se van a utilizar para elaborar este TFG, como son:

- Revit 2015
- Cype 2016

Para la elaboración de este TFG, se han elegido estas herramientas por ser unas de las más importantes y de referencia en el mercado, debido a su potencia y versatilidad. En este caso, Revit (en su versión 2015) se ha seleccionado para el modelado 3D arquitectónico y estructural del edificio, así como para realizar las instalaciones térmicas en su módulo MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing), mientras que para el desarrollo de las instalaciones de electricidad se ha seleccionado Cype (en el módulo CypeCad MEP), aprovechando las funcionalidades de los archivos de intercambio IFC para seguir utilizando esta metodología desde diferentes plataformas/herramientas.

Por tanto, en rasgos generales se ha procedido a realizar un levantamiento general del edificio de estudio (previamente habiendo realizado la medición completa y croquizado del mismo), para pasar mediante el trabajo por fases del modelo (integrando la 4ª D, el tiempo) a generar un modelo del edificio modificado y proceder a realizar el dimensionamiento y representación de las instalaciones térmicas y eléctricas del mismo.

3. Modelado arquitectónico y estructural del edificio

En este apartado se describirá el flujo de trabajo realizado para el modelado arquitectónico y estructural del edificio objeto de este TFG, el cual se realizará mediante el programa Autodesk Revit, previa una recolección de datos en campo para poder modelarlo en el citado software.

3.1. Ubicación del Edificio: La Casa del Director

El edificio objeto de estudio de este TFG está situado en la localidad palentina de Venta de Baños. Se trata de un edificio con cerca de 80 años de historia, el cual se construyó dentro del recinto delimitado por la Azucarera de Castilla, la cual desarrolló su actividad en la citada localidad entre los años 1940 y 1996.

La ubicación del mismo es la que se muestra a continuación:



Figura 3.1.1: Situación de la Casa del Director



Figura 3.1.2: Situación de la Casa del Director

3.2. Breve descripción de la Casa del Director

La Casa del Director se trata de un edificio de planta cuadrada, el cual consta de tres plantas de 3.20 m de altura más un sótano.

En origen, el edificio estaba distribuido de la siguiente forma (la cual es tal y como se encuentra en su estado actual, que podemos ver en el modelado Revit):

- **Planta Sótano:** en esta planta se encuentra una gran zona común, en la cual hay un lavadero, así como dos

estancias más pequeñas, una de ellas previsiblemente se utilizaba de almacén y la otra era un cuarto de calderas.

- **Planta Baja:** en esta planta se encuentra un amplio recibidor, el cual lleva a un distribuidor desde el que se puede acceder al amplio salón principal, a una habitación, a la cocina y a un aseo.

En esta planta se encuentra tanto la puerta de acceso principal como la puerta de acceso secundaria (la cual da a la cocina), y en el distribuidor central se encuentra la escalera de acceso a las diferentes plantas.

- **Planta Primera:** en ella se encuentra un amplio distribuidor, desde el cual se da acceso a cada una de las cinco habitaciones existentes y a dos baños completos.
- **Planta Segunda:** en ella se encuentra también un amplio distribuidor, cinco habitaciones abuhardilladas, un baño completo y un amplio salón con ventanal tipo mirador que da a la avenida principal de la localidad.

Toda esta distribución de estancias se podrá ver más adelante cuando se detalle el proceso por fases seguido en Revit, además de que se ha procedido al levantamiento de planos del edificio y se han generado por tanto todos los planos de estado actual del mismo. Se ha llevado a cabo este trabajo porque, como ya se ha comentado, ha sido imposible localizar la documentación y proyecto arquitectónico de la construcción del mismo.

El cometido de este edificio era el de ser el domicilio del Director de la azucarera y su familia durante su periodo como directivo de la misma, cambiando de moradores cada vez que se producía un relevo en el cargo.

La Casa del Director, construida en torno a 1940, tiene una clara influencia arquitectónica de los edificios de los Alpes Suizos, debido a la nacionalidad del

arquitecto que la diseñó. Asimismo, a unos escasos 200 m de esta vivienda se ubican unas antiguas escuelas en desuso pertenecientes a la corriente de la Bauhaus, Escuela de arquitectura, arte y diseño fundada en 1919 en Weimar (Alemania) por el arquitecto Walter Gropius. Este es el principal motivo por el cual se ha declarado a La Casa del Director junto con las citadas escuelas como edificio de interés cultural y arquitectónico.



Figura 3.1.3: Imagen de La Casa del Director



Figura 3.1.4: Imagen de las escuelas de la antigua azucarera

Lamentablemente, por una parte, debido al desinterés de las autoridades locales y por otro lado al estado legal en el que se encuentran los terrenos en el que se encuentra sito el edificio, la Casa del Director se encuentra en un estado de abandono y, de no revertirse esta situación de aquí a unos años se perderá, debido al vandalismo del que está siendo objeto y a las inclemencias meteorológicas y no tener ningún mantenimiento.

Es por ello que, desde el punto de vista de la ingeniería, y puesto que se trata de un edificio perteneciente a un conjunto industrial, se realiza este TFG como punto de partida para intentar proponer en un futuro ante la administración una rehabilitación total del mismo, para que sirva como centro de usos múltiples en la localidad y se mantenga vivo este emblema arquitectónico al que, hoy en día, se está dando muy poco valor.

3.3. Recogida de datos del Edificio

Como ya se había comentado anteriormente, a la hora de encontrar la documentación del edificio para poder generar el modelo 3D mediante Revit fue una tarea imposible el localizar ningún rastro de la misma, tanto solicitándolo al anterior propietario del edificio (Azucarera de Castilla, actualmente absorbido por ACOR), como buscando en los archivos catastrales y en el Ayuntamiento de Venta de Baños.

Es por ello que para comenzar con este TFG se tuvo que realizar una recopilación de datos en campo, lo cual llevó varios días de recogida de medidas, cotas, datos de los cerramientos existentes y todo lo necesario para poder generar unos planos de estado actual para, posteriormente, generar en Revit el modelo 3D de la Casa del Director. Este proceso se realizó de la forma clásica, mediante instrumentación varia de medida (flexómetro, medidor de interferometría laser...) y se generaron croquis manuales de todas las plantas, alzados y detalles necesarios para el levantamiento del estado actual del edificio.

Este es el punto de partida del TFG y a partir del cual se va a desarrollar los diferentes apartados que conforman parte del mismo.

3.4. Modelado 3D del edificio

En este apartado se detallará cómo se ha procedido y llevado a cabo el modelado del edificio objeto de este TFG, para posteriormente realizar la remodelación y mejora en cuanto a la redistribución de espacios y las instalaciones que se realizarán en el mismo (se desarrollarán las instalaciones térmicas y eléctricas de la rehabilitación del edificio).

El modelado de la Casa del Director se ha llevado a cabo mediante la utilización del software Revit del proveedor de software Autodesk, el cual concede una licencia educativa a los estudiantes de universidades y ciclos formativos.

3.4.1. Interfaz de Usuario

En este apartado se va a describir el cómo comenzar a modelar con Autodesk Revit el edificio objeto en 3D, así como el cómo configurar inicialmente la plantilla para que los resultados obtenidos sean satisfactorios.

Nada más abrir el programa, se encuentra la siguiente pantalla:

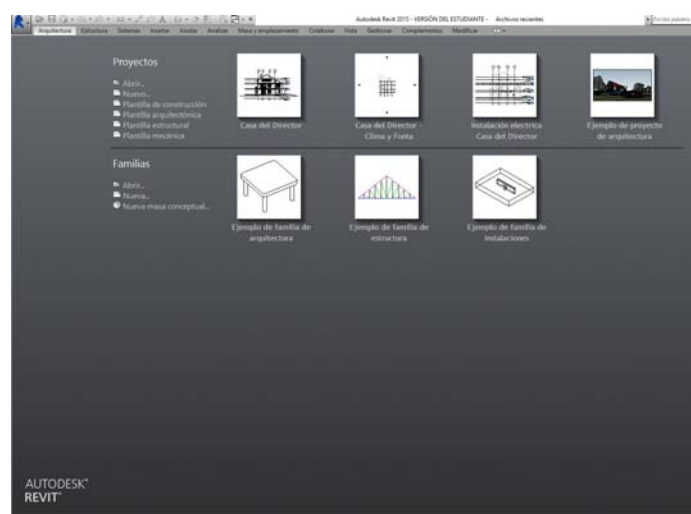


Figura 3.4.1.1: Imagen de pantalla de inicio

Procedemos a abrir una “Plantilla de Construcción” nueva, con lo que aparecerá la siguiente ventana:

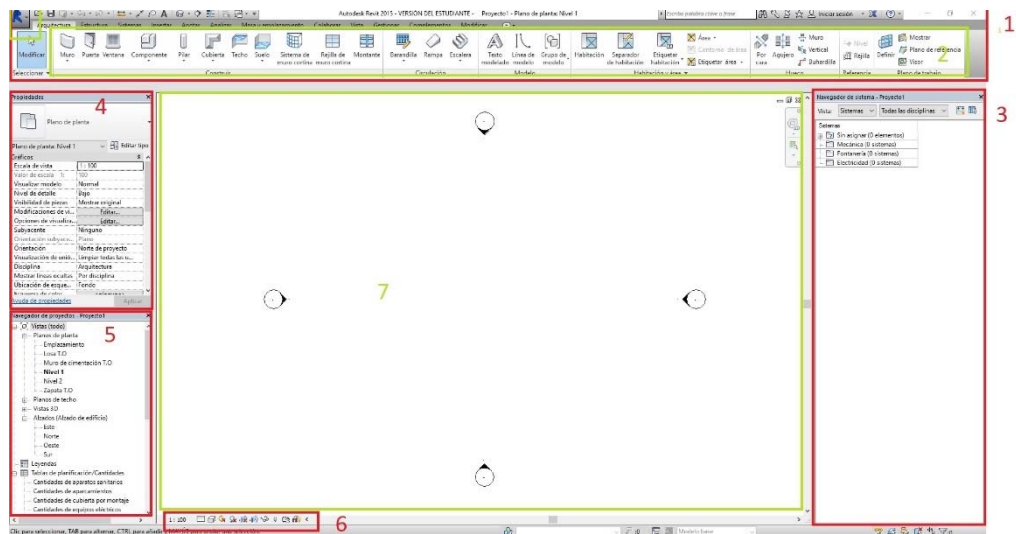


Figura 3.4.1.2: Imagen de entorno de trabajo Revit

Las partes principales de las cuales se compone la interfaz principal son las siguientes:

- 1 Menú de la aplicación
- 2 Barra de opciones y herramientas de acceso rápido
- 3 Navegador de sistemas del proyecto
- 4 Propiedades de elementos
- 5 Navegador de proyectos
- 6 Barra de controles de vista
- 7 Área de modelado

Dentro de la barra de opciones y de herramientas de acceso rápido, nos encontramos las siguientes pestañas:

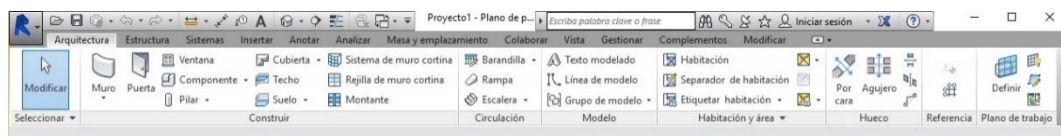


Figura 3.4.1.3: Imagen de barra de herramientas Revit

- 1 Arquitectura: en esta pestaña encontramos todos los elementos necesarios para el modelado estructural y arquitectónico del modelo 3D

2 Estructura: en esta pestaña encontramos aún más variedad de elementos estructurales para el modelado.

3 Sistemas: en esta pestaña encontramos infinidad de elementos y objetos para el modelado e inserción de sistemas dentro del modelo, para poder desarrollar con ellos todas las instalaciones que pueden formar parte de él, como son las instalaciones térmicas, saneamientos, fontanería, instalaciones eléctricas...Esto se detallará más adelante cuando nos ocupemos de estos aspectos en nuestro edificio.

4 Insertar: desde esta pestaña se encuentran todas las herramientas de gestión y vinculación de archivos, ya sean imágenes, archivos IFC (archivos de intercambio), vínculos Revit (para generación de diferentes archivos de sistemas.) y una larga lista de más opciones disponibles.

5 Anotar: en esta pestaña de herramientas encontramos todos los recursos necesarios a la hora de acotar y detallar la documentación del modelo.

6 Analizar: desde esta pestaña accedemos a todas las herramientas de cálculo y comprobaciones de sistemas (ya sea estructura, sistemas mecánicos, térmicos, de fontanería, eléctricos...)

7 Masa y emplazamiento: aquí encontramos una serie de herramientas necesarias para modelar el entorno de nuestro modelo.

8 Colaborar: en esta pestaña encontramos herramientas para coordinar y trabajar en interconexión con los vínculos creados a otros modelos.

9 Vista: se encuentran en esta pestaña las herramientas disponibles para la visualización del modelo, renderizado y generación de documentación del modelo.

10 Gestionar: encontramos en esta pestaña las herramientas necesarias para las configuraciones iniciales de nuestro modelo, fijar las condiciones de cálculo y comprobaciones y gestionar las fases de desarrollo del mismo.

11 Modificar: encontramos herramientas comunes de edición del modelo, tales como por ejemplo copiar, desplazar, simetrías, aplicación de materiales y texturas...

3.4.2. Configuración inicial del Proyecto

Una vez descrito el interfaz del software que se utilizará para el modelado de nuestro edificio, comenzaremos indicando la forma de proceder para crear un nuevo proyecto y para realizar la configuración inicial del mismo.

Este paso es bastante importante, ya que de ello van a depender posteriormente los estudios que el programa realiza acerca de nuestro modelo, a la vez que nos servirá para que los resultados obtenidos sean fácilmente interpretables por cualquier usuario de la documentación generada.

Dicho esto, comenzaremos con el proceso de generación de un nuevo proyecto, el cual se realiza de la forma que se expone a continuación:

1. Una vez ejecutado el programa, creamos una nueva “Plantilla de Construcción”.
2. Nada más crear la nueva plantilla de proyecto, vamos a la pestaña “Gestionar”. En ella nos encontraremos la cinta de opciones que se muestra en la ilustración siguiente:



Figura 3.4.1.4: Imagen de pestaña de herramientas “Gestionar” del entorno de trabajo Revit.

Entre todas las opciones disponibles, inicialmente nos centraremos en configurar los “Parámetros del Proyecto”, las “Unidades de proyecto”, la “Configuración estructural” y la “Ubicación” y “Coordenadas”. El resto de parámetros configurables los dejaremos para más adelante cuando tengamos que realizar los análisis de Cargas Térmicas y Eléctricas.

En nuestra configuración hemos tenido en cuenta el utilizar en toda la realización del modelado el uso de unidades métricas del Sistema Internacional (S.I.), así como el posicionar el edificio en su lugar real de situación y con la orientación en la cual se encuentra.

Los cuadros de diálogo utilizados para ello han sido los siguientes:

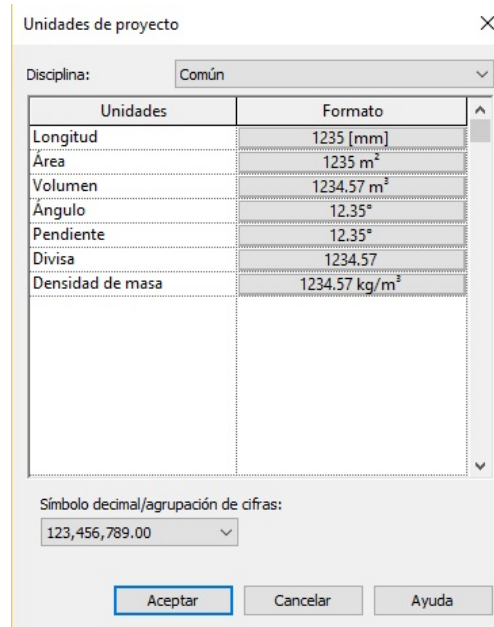


Figura 3.4.2.1: Cuadro de diálogo de configuración inicial de unidades del sistema métrico utilizado.

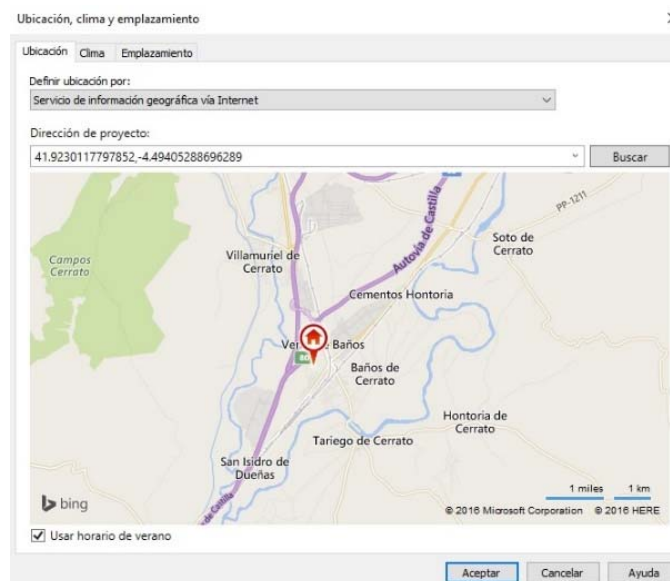


Figura 3.4.2.2: Cuadro de diálogo de ubicación del proyecto.

3. En la misma pestaña “Gestionar”, se crearán las fases de las cuales va a constar nuestro modelado, para así tenerlas creadas de inicio y poder pasar de unas a otras según vayamos modelando la situación actual y realizando las modificaciones oportunas en las fases posteriores.

Este es un paso fundamental, teniendo en cuenta que se trata de un estudio cuya finalidad es la remodelación de un edificio antiguo. De la gestión correcta de estas fases y en su correcta utilización a la hora de la creación y modificación del modelo dependerá en la mayor parte el éxito de este sistema de trabajo.

En el caso que nos ocupa, las fases creadas (como se puede ver más abajo en el cuadro de diálogo del programa) son las siguientes:

Existente: esta es la fase en la que crearemos el modelo 3D del estado actual de la Casa del Director. En esta fase se ha incluido la geometría del edificio y se ha tratado de dar una representación fiel del estado actual del mismo.

En lo que respecta a las instalaciones (que se estudiarán más adelante en este TFG) no se ha modelado nada, debido principalmente a que no existe ninguna instalación actualmente. Esto ha sido originado por el estado de abandono y el vandalismo al que se ha visto sometida esta edificación.

Demostración: esta fase se ha utilizado para simular ciertas variaciones del mismo, tratándose así de una fase auxiliar del modelado, la cual a efectos de generación de documentación y posibles mediciones no se ha tenido en cuenta.

Fase 1 – Derribos y Demoliciones: en esta fase se han incluido todos los derribos, demoliciones y actuaciones de este tipo que tienen lugar durante el proceso de reforma de la edificación, con el fin de que de cara a la rehabilitación desaparezcan del modelo virtual las partes objeto de derribo y se contabilicen como tal, así como que a la hora de realizar unas mediciones del proyecto el software lo

tenga en cuenta y sea capaz de reconocerlo y generar las mediciones o tablas de planificación que precisemos acerca de dichas modificaciones en esta fase.

Fase 2 – Construcción Nueva, Fase Final: en esta fase se modelará el estado final del edificio reformado, se implementarán todas las nuevas divisiones y/o reformas ejecutadas posteriormente a la fase de derribos, se aplicarán todas las propiedades finales de los materiales de construcción, acabados, etc, de cara a que con este modelo final se puedan realizar los cálculos estructurales, cálculos de cargas térmicas, generación de tablas de planificación y de mediciones de esta fase y que nos sirva de modelo arquitectónico tridimensional para la realización de las instalaciones térmicas y eléctricas que se incluirán en el mismo.

Fase 3: el software por defecto tiene generadas para cada plantilla arquitectónica las fases comentadas anteriormente más una tercera que se puede utilizar o no. En nuestro caso de estudio no ha sido precisa su utilización, puesto que con las fases anteriormente descritas son suficientes para generar perfectamente nuestro modelo de estudio. No obstante, en otros proyectos puede ser necesario el utilizar esta y más fases, las cuales se crean fácilmente desde el icono “Insertar (antes o después)”, como se puede observar en la figura 3.4.1.7.

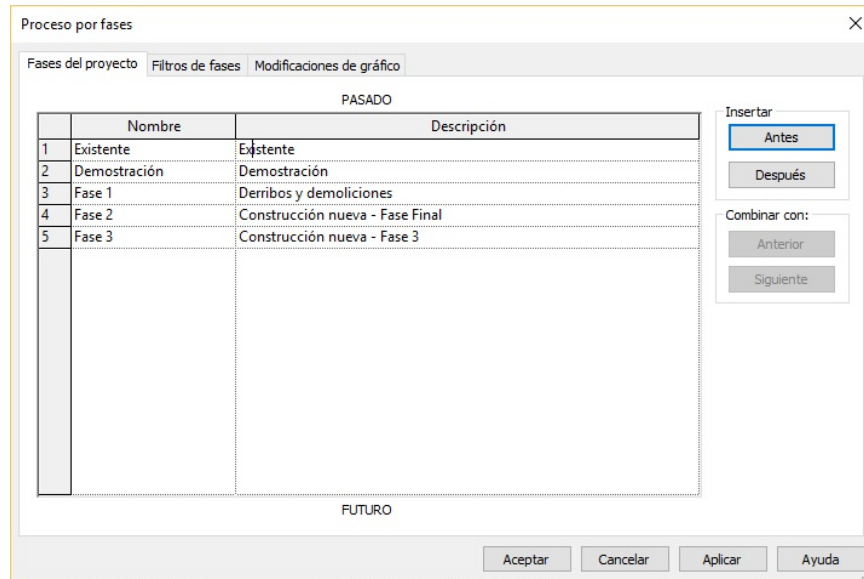


Figura 3.4.2.3: Imagen de cuadro de configuración de fases del proyecto

A la hora de trabajar con las fases, es muy sencillo el trabajar con ellas. Para ello, debemos fijar la “Fase de trabajo” en la pestaña “Propiedades” del plano de planta sobre el que estemos trabajando, para así fijar cuál es la fase a la que pertenecen los elementos que se estén creando.

Para los derribos la forma de operar es prácticamente la misma, tan sólo hay que definir la fase de derribo y/o creación (lo que corresponda en cada caso) en el menú de propiedades del elemento que se esté creando o modificando.

A modo de ejemplo, se muestra la siguiente figura (Figura 3.4.1.8), en la que posteriormente a ella se detallará el significado de lo que se observa en la misma:

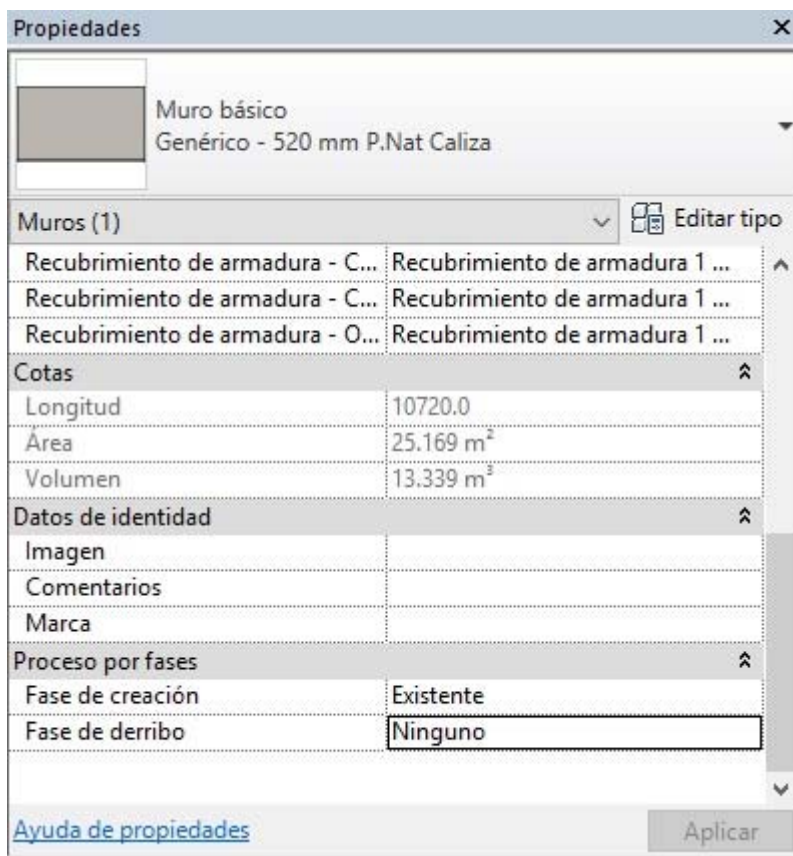


Figura 3.4.2.4: Propiedades de elemento - Definición de fases

Como podemos ver en la figura anterior, el programa nos da las opciones de configurar la “fase de creación” y la “fase de derribo” de cualquier elemento. Jugando con estas propiedades se llega a generar todo el modelo 3D del edificio y a establecer todas y cada una de las variaciones existentes entre las fases diferenciadas, con lo que establecemos la 4ª dimensión del sistema BIM, las variaciones del modelo a lo largo del tiempo.

Para terminar la descripción de operación con diferentes fases de proyecto, una vez generado el modelo si lo que se desea es variar la fase visualizada e ir rotando entre ellas (por los motivos que sean), se procederá de la siguiente forma:

- Se selecciona la vista deseada.

- Se ejecuta el menú de propiedades.
- En las propiedades mostradas, se va a las últimas opciones y se selecciona la fase que se desea visualizar.

Este procedimiento es válido para las vistas de planta, alzados, secciones y visualización del modelo en 3D.

3.4.3. Modelo arquitectónico y estructural – Estado Actual

En este apartado se va a describir el proceso completo de modelado de la Casa del Director.

Para comenzar, en el modelo previamente configurado en el apartado anterior es conveniente introducir una serie de líneas y planos de referencia, denominados en Revit “Rejillas” y “Niveles”.

En el modelado hemos creado tantos niveles como plantas, y las rejillas dispuestas son las necesarias para servirnos de referencia a la hora de ubicar en las plantas los ejes de muro y los ejes de las zapatas aisladas y corridas bajo muro de la cimentación.

El icono para crear las rejillas se encuentra en “*Barra de herramientas → Arquitectura → Rejilla*”. Para la creación de Niveles debemos de situarnos en un alzado e ir a “*Barra de herramientas → Arquitectura → Niveles*”.

De esta forma, se han elaborado las siguientes referencias en el modelado de la Casa del Director:

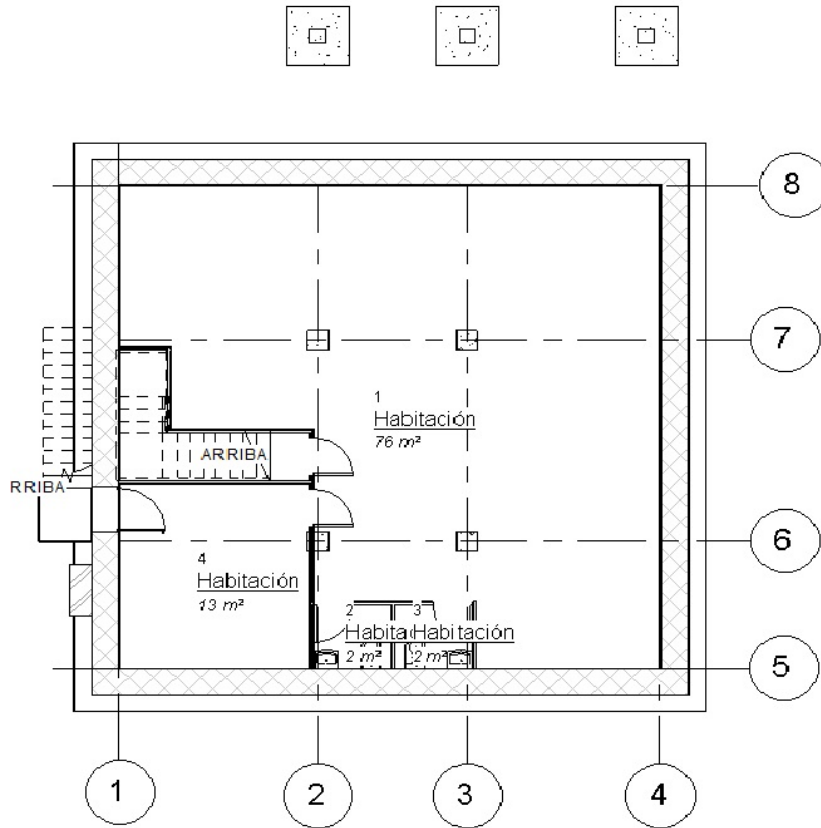


Figura 3.4.3.1: Imagen de rejillas utilizadas para el diseño



Figura 3.4.3.2: Imagen de niveles utilizados para el diseño

Iniciaremos el modelado del edificio comenzando por el Nivel “Cota de Cimentación”. Al tratarse de un edificio ya existente y del que no tenemos ninguna documentación, todo el desarrollo de la parte estructural está supeditado a lo visible, siendo imposible poder establecer las cotas de la cimentación. Por ello en la cimentación se ha recurrido a suponer una serie de elementos que a la vista de la configuración estructural del edificio parecen lógicos, como son el desarrollo de una zapata perimetral corrida bajo muro (ya que el edificio posee muros de carga) y la inclusión de 4 zapatas aisladas en el centro de la planta desde el cual arrancan los cuatro pilares centrales existentes. Además, se ha tenido en cuenta el modelado de tres zapatas para la generación del porche de entrada y que sirven de apoyo a los tres pilares del voladizo que conforman en la primera y segunda planta. Una vez hecho esto, se ha colocado una solera de hormigón en masa HA-20 de 150 mm de espesor para formar el suelo del sótano.

Con todo esto, la planta de cimentación resultante es la que se muestra en la siguiente imagen:

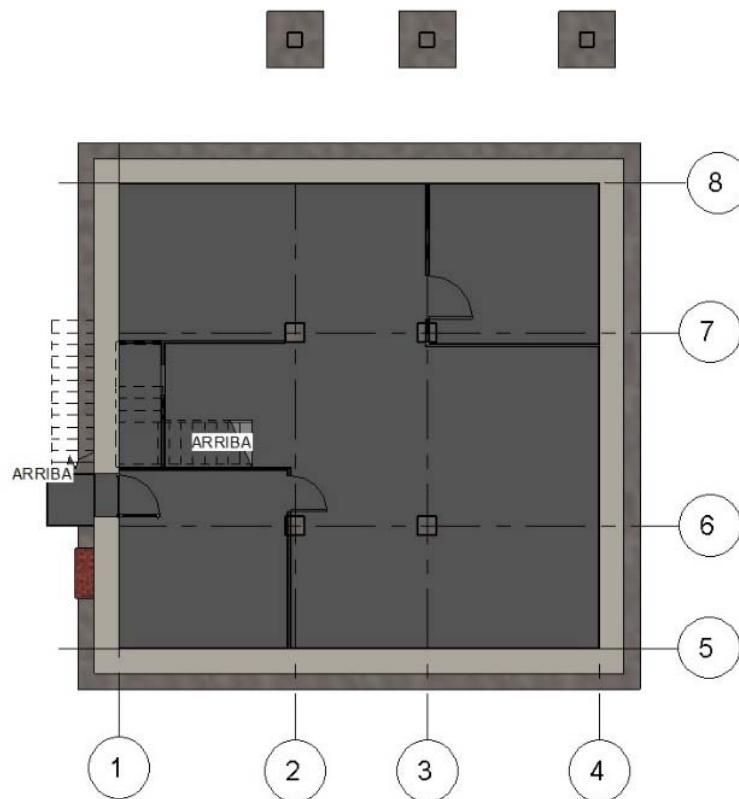


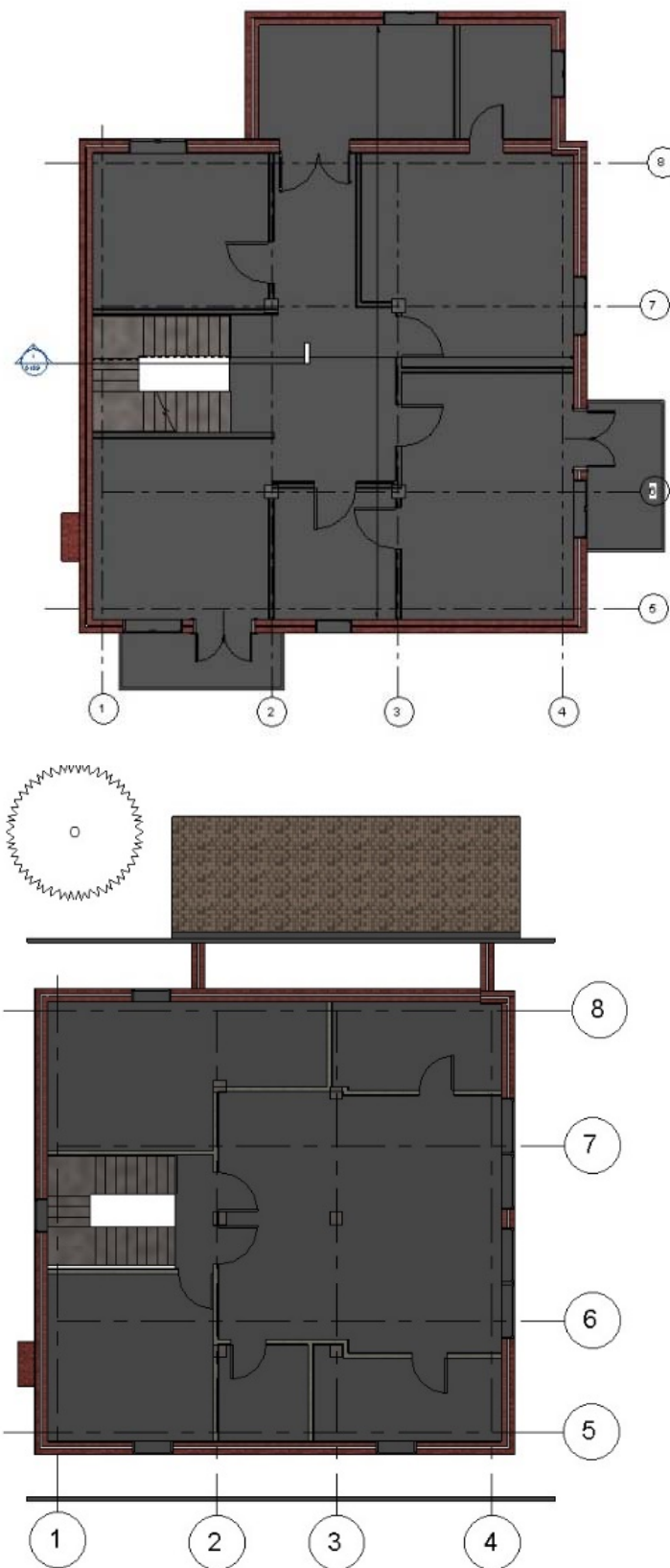
Figura 3.4.3.3: Planta sótano y cimentación

A la hora de generar todas las plantas en cada nivel correspondiente, se han ido teniendo en cuenta todas las configuraciones estructurales, soluciones existentes en el edificio existente y se han aplicado todas las cotas recogidas durante la toma de datos previa a la generación del modelo.

Con todo ello, se obtuvieron las plantas del estado actual (existente) que se muestran a continuación:



Figura 3.4.3.4: Planta sótano reformada (fase 2)



Figuras 3.4.3.5-6: Plantas baja, primera y segunda del modelo

Una vez introducidas todas las plantas recogidas en la toma de datos, junto con todas las particiones interiores, cerramientos y demás anexos al edificio, obtenemos el modelo tridimensional de nuestro edificio de estudio, el cual podemos someter a un renderizado para ver los resultados obtenidos.



Figura 3.4.3.7: Imagen del modelo 3D renderizado

Llegados a este punto, el siguiente paso llevado a cabo es el aplicar a todos los elementos las propiedades de los materiales constructivos y todas las características físicas, de mecánicas y de aspecto que poseen. Este punto es de vital importancia si deseamos que nuestro modelo generado sea algo más que un simple modelado geométrico, ya que nuestro objetivo es ir más allá y analizar térmicamente el modelo obtenido, para poder posteriormente en sucesivos apartados desarrollar las instalaciones que tendrán cabida en la rehabilitación del mismo.

Para realizar tal cometido debemos ir a la ventana de “*Propiedades*” y configurar todos y cada uno de los elementos constructivos, tales como son:

Zapatas, pilares, vigas y muros de carga.

Cerramientos exteriores y fábricas de ladrillo.

Cerramientos interiores y compartimentación.

Cubiertas

Puertas, ventanas y carpinterías exteriores e interiores.

A continuación, se detallará la aplicación de propiedades para uno de los elementos, para poder conocer así el proceso de aplicación de las mismas:

1. Seleccionamos el elemento a aplicar las propiedades (sirva de ejemplo un muro de carga):
2. Vamos a la ventana de “Propiedades” y clicamos en “*Editar tipo*”. Nos aparecerá la siguiente ventana:

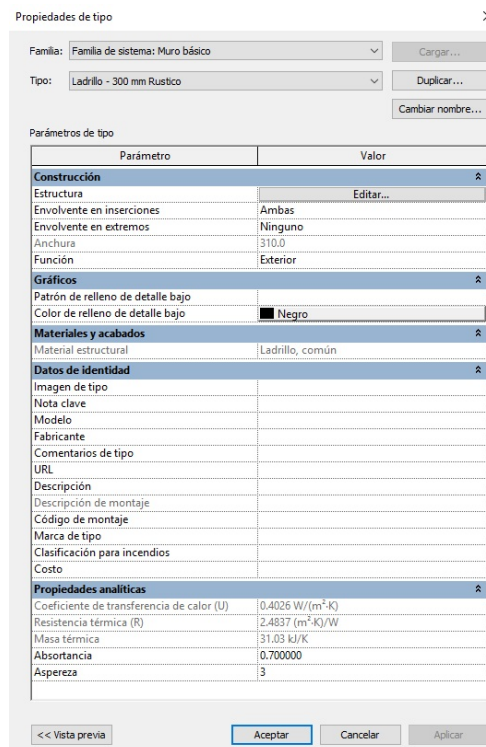


Figura 3.4.3.8: Menú de propiedades de tipo

Como se puede observar en la Figura 3.4.1.15, se pueden aplicar infinidad de propiedades, correspondientes a la construcción, los gráficos mostrados, los materiales y acabados, los datos de identidad (donde podemos fijar incluso fabricantes, modelos, clasificación contraincendios, coste...) y a la composición analítica del elemento que nos encontremos editando. Si entramos más a fondo en estas propiedades, podemos ver como se configuran, por ejemplo, las diferentes capas de un cerramiento (se muestra a continuación):

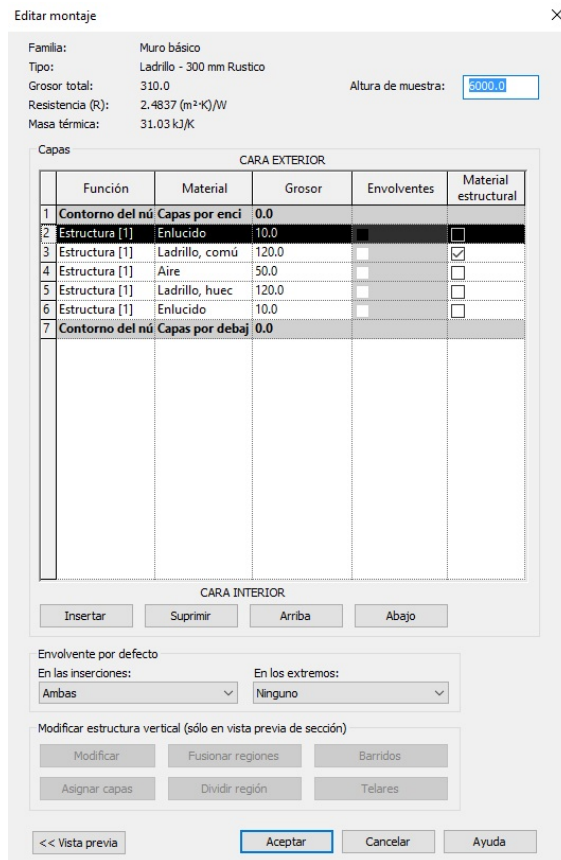


Figura 3.4.3.9: Menú de configuración de capas de cerramiento

A la hora de modificar las propiedades de un elemento, es muy importante duplicar este bajo otra denominación, ya que de no hacerlo lo que realizamos es una modificación del elemento de las familias existentes de Revit y perderíamos la configuración inicial del mismo.

Siguiendo este sistema de trabajo, se ha ido generando todo el modelo del estado actual del edificio. Como se ha comentado anteriormente en todos los casos se han aplicado los datos recogidos en obra y, cuando no ha sido posible obtener información de un elemento se ha elegido la solución constructiva que se ha considerado más lógica en cada caso. Así, por ejemplo, para la generación de los muros de carga, se han aplicado los datos visibles recogidos en obra, tales como su composición (muros de piedra caliza en las plantas sótano y baja, de 540 mm de espesor, y de fábrica de ladrillo, suponiendo la existencia de una cámara de aire intermedia y enfoscados con revoco de yeso por su parte interior para las plantas primera y segunda) y se han desarrollado sobre las rejillas creadas para tal fin.

Las carpinterías actuales son de madera de pino, con vidrio simple en el caso de las ventanas. Todas las carpinterías se han editado de tal forma que las dimensiones de los huecos y las propiedades son las más parecidas a los elementos constituyentes del edificio actual. Dicho esto, todas las carpinterías instaladas en la fase final de acabado (estado final) poseen el mismo aspecto que las existentes, salvo que todas las pertenecientes a la envolvente exterior del edificio serán de tipo RPT (Rotura de puente térmico), y en el caso de poseer vidrios estos serán de tipo Climalit 8-12-8 bajo emisivo ($\epsilon < 0,1$).

La cubierta existente es de fibrocemento, la cual se sustituirá en fases posteriores de desarrollo.

El resultado final de todo el trabajo llevado a cabo durante este proceso de modelado del estado actual es el que se muestra brevemente en las imágenes que se adjuntan a continuación:



Figura 3.4.3.10: Modelo 3D visto desde la cara Este (fachada principal)



Figura 3.4.3.11: Modelo 3D visto desde la cara Sur

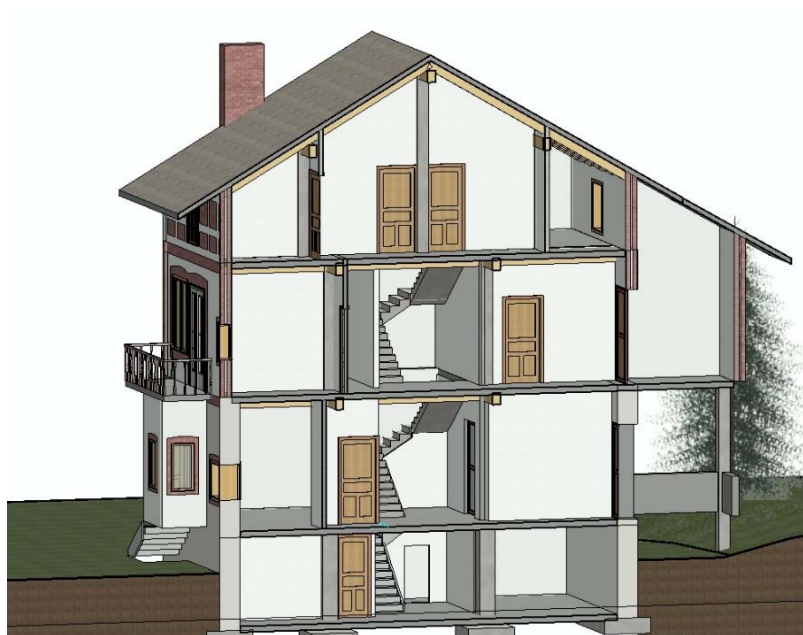


Figura 3.4.3.12: Sección 3D del modelo generado

Una vez generado y configurado todo el modelo y aplicado todas las propiedades y texturas para tratar de lograr la representación más realista del edificio de estudio, podemos proceder a la realización de un renderizado en 3D para poder ver el resultado final del modelado.

Para realizar el renderizado en Revit iremos a “Barra de Herramientas→Vista→Renderizar”, donde accederemos a la ventana que se muestra en la ilustración siguiente:

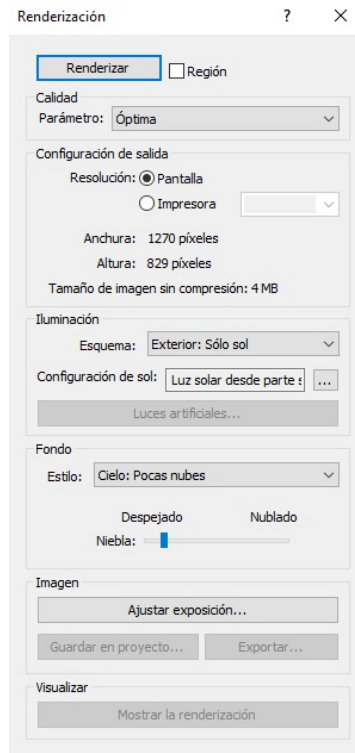


Figura 3.4.3.13: Ventana de configuración de renderizado

Aquí podremos configurar los siguientes aspectos:

Calidad

Configuración de salida: podemos configurar el tipo de salida que queremos, así como la resolución del renderizado obtenido.

Iluminación: en esta opción se configura el tipo de luz aplicado para la exposición que deseamos obtener.

Fondo: aquí se puede definir el tipo de cielo para la exposición, así como el estado de la iluminación natural.

Realizando una configuración básica, en la que optaremos por fijar una escena de luz natural en un día soleado sin apenas nubes, obtenemos el resultado que se muestra bajo estas líneas, el cual compararemos con una de las fotografías tomadas durante la toma de datos para que veamos el resultado obtenido mediante el modelado en 3D.



Figura 3.4.3.14: Renderizado Casa del Director – Modelo 3D

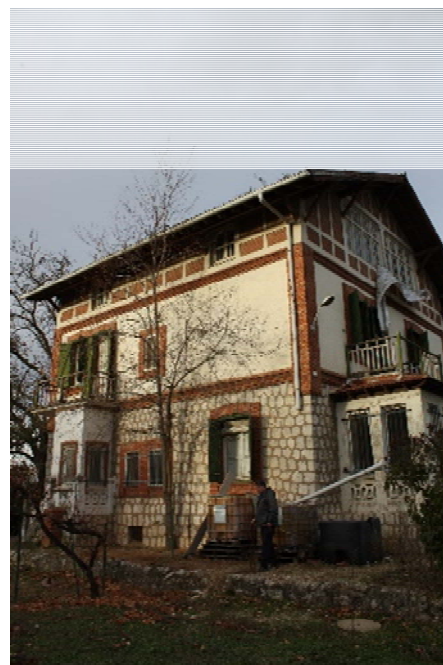


Figura 3.4.3.15: Fotografía de la Casa del Director

3.4.4. Modelado arquitectónico y estructural – Derribos y demoliciones – Estado final

En este apartado, se establecerá la metodología de trabajo seguida para la realización de los derribos en nuestro modelo y la generación del estado final.

Como ya se comentó en el apartado anterior, se han creado dos fases independientes para dicho cometido, las cuales a modo recordatorio son:

- Fase 1 (derribos): En esta fase se configurarán todos los derribos y desmontajes necesarios para las variaciones que queramos introducir en nuestro modelo.
- Fase 2 (fase final): En esta fase se configurarán todas las modificaciones hechas con el fin de que establezcan la fase final y de acabado del modelo. Se tendrán en cuenta todas las construcciones a mayores, elementos nuevos como carpinterías, barandillas, acabados finales...para llegar al modelo terminado.

A la hora de configurar las diferentes fases para cada uno de los elementos de los que consta nuestro modelo, es tan sencillo como definir cuál es la fase de creación y cuál es la fase de derribo (si la hubiere) de dicho elemento. Procediendo de esta manera con todos y cada uno de los elementos podremos realizar la configuración conjunta de nuestro modelo. A continuación, se muestra una captura de pantalla (Figura 3.4.1.23) de las propiedades de tipo en las cuáles se puede observar la configuración de fases anteriormente descrita:

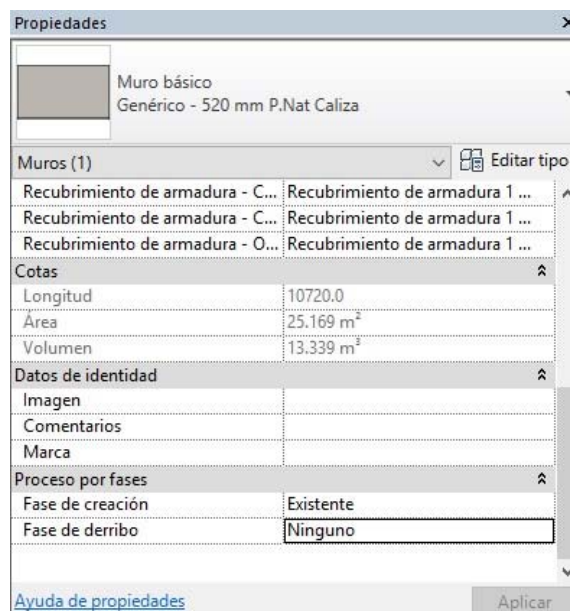


Figura 3.4.4.1: Menú de propiedades de tipo

Como ya se ha citado anteriormente, configurando todos los elementos constructivos y de detalle de esta manera

obtendremos la configuración completa de sistema de desarrollo por fases de nuestro modelo.

A la hora de cada una de las fases implementadas sobre cada una de las vistas, es tan sencillo como ir a las “Propiedades de Vista” y seleccionar la fase que deseamos visualizar. En el modelo tridimensional generado también se procede del mismo modo. De esta forma, seremos capaces de variar la visualización de nuestro modelo a la fase que deseemos.

Esto también es válido a la hora de la generación de la documentación, ya que este procedimiento también se extiende a las categorías de anotación (cotas, referencias...) en las cuales también se pueden configurar las fases en el menú de “Propiedades de Tipo”, como a las categorías de planos. Por tanto, una vez tenemos generada la documentación final, para variar la visualización entre fases de los distintos planos generados es tan sencillo como cambiar la fase del modelo de la visualización del modelo 3D o de una vista de planta (procederíamos de igual forma).

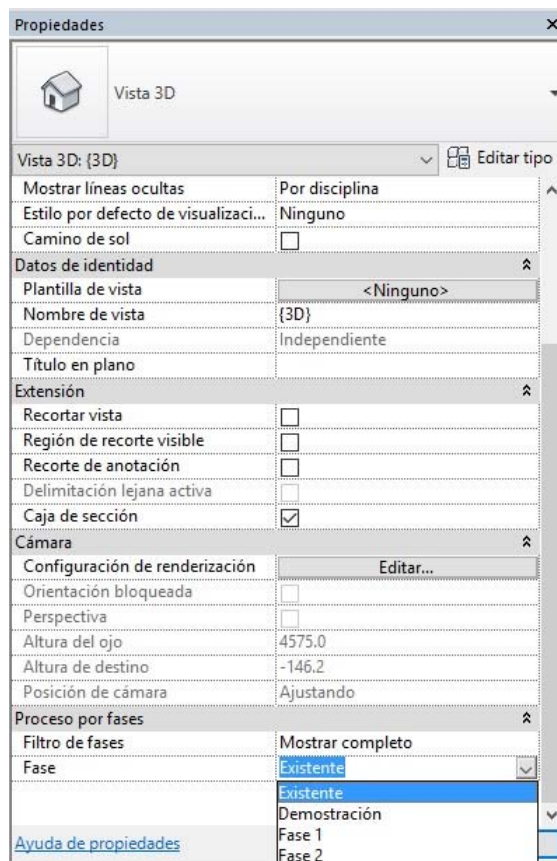


Figura 3.4.4.2: Menú de propiedades de vista

MODELADO ARQUITECTÓNICO *TFG – Remodelación y rehabilitación Casa del Director*

Como se puede observar en la figura 3.4.4.2, en el menú de propiedades de vista se puede seleccionar la fase a visualizar, tal y como se ha comentado anteriormente.

4. MODELADO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

En este apartado, se procederá a la descripción del software utilizado para el proceso de modelado y cálculo de las instalaciones de Fontanería y ACS, Calefacción y Ventilación de las que vamos a dotar a nuestro edificio de estudio.

4.1. Descripción del Software utilizado

Para el cálculo y dimensionamiento de nuestras instalaciones de climatización, ventilación, fontanería y ACS utilizaremos Revit, así como habrá también ciertos cálculos realizados según normativa que no se encuentra implementada en el programa, ya que el software empleado no está adaptado a la normativa española de aplicación.

Para ello, lo que haremos es trabajar bajo vínculos al proyecto arquitectónico general (el cual posee toda la información e nuestro modelo 3D creado anteriormente), trabajando de esta forma bajo la filosofía propia de BIM para la compartición de proyectos. De esta forma, cualquier cambio producido en cualquiera de los modelos se actualizará automáticamente en el resto de modelos vinculados, con la multitud de ventajas que esto conlleva (ahorro de costes, disminución de tiempos de generación de documentación...).



Figura 4.1.1: Ciclo de vida de la edificación desde metodología de trabajo BIM

Así mismo, toda la documentación generada posteriormente será válida tanto para los servicios de

mantenimiento, realización de reformas y nuevas actuaciones (las cuales se generarán en el modelo y éste se actualizará) y toda esta información será válida y útil durante todo el ciclo de vida del edificio hasta su demolición inclusive.

En el siguiente apartado y de una forma breve, se detallará el flujo de trabajo seguido para el diseño y cálculo de las instalaciones térmicas de La Casa del Director mediante esta metodología de trabajo.

4.2. Vinculación de proyectos

El primer paso a realizar para generar el cálculo y diseño de las instalaciones térmicas, de fontanería y ACS, consistirá en crear un nuevo proyecto vinculado al modelo arquitectónico 3D de la Casa del Director. De esta forma trabajaremos en un nuevo subproyecto vinculado, en el cual se desarrollarán estas instalaciones sobre la base del proyecto arquitectónico. Bajo este sistema se pueden crear tantos subproyectos como se precisen, los cuales estarán en vínculo permanente, con la principal ventaja de que si se modifica algo en el proyecto maestro todos los vínculos quedarán actualizados instantáneamente, con el ahorro de tiempo y trabajo que ello conlleva (lo cual es una de las principales ventajas de trabajar en este entorno).

Para ello, abriremos Revit y crearemos una “*Plantilla Mecánica*” nueva, la cual nos alojará estas nuevas instalaciones a desarrollar. Si en cambio, lo que deseamos es modelar una instalación eléctrica, deberemos crear una “*Plantilla Eléctrica*” nueva, y así se procedería con todos los tipos de plantillas existentes (estructural, mecánica, de fontanería, arquitectónica...)

Una vez hecho esto, iremos a “*Barra de Herramientas* → *Insertar* → *Vínculo Revit*”, con lo que nos aparecerá una ventana como la de la siguiente ilustración:

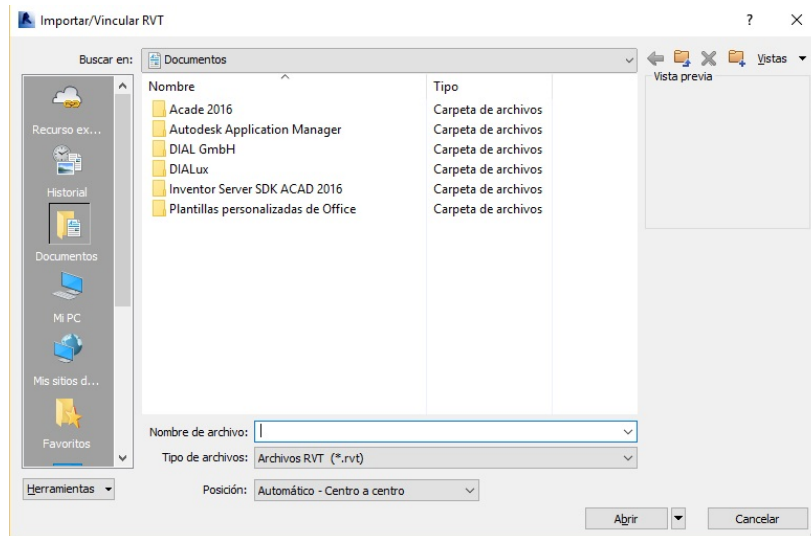


Figura 4.2.1: Ventana de vinculación de archivos .Rvt

Una vez aquí, examinamos la ruta e insertamos el archivo al cual queremos vincular nuestra plantilla mecánica.

En la forma de posicionamiento seleccionaremos “Automático de Origen a Origen”, con lo que nuestro modelo vinculado quedará colocado en la misma posición que en nuestro archivo de origen.

Es muy importante no variar la ubicación del archivo, o de lo contrario el vínculo fallará al ir a buscar el archivo a una dirección errónea.

Después de realizado esto, y puesto que en nuestro modelo de origen ya y tenemos generados una serie de rejillas y niveles de trabajo, el siguiente paso será importar a nuestro modelo MEP dichos niveles. Para ello, tendremos que ir a “Barra de Herramientas → Colaborar → Copiar/Supervisar”, y aquí realizaremos una copia múltiple de los niveles que nos interesen para el desarrollo de nuestra instalación.

Hecho esto, ahora se mostrarán en el modelo MEP los niveles creados en el modelo arquitectónico 3D creado anteriormente.

Para que dichos niveles se posicionen en el “Navegador de Proyectos” y poder acceder a ellos, deberemos de ir a “Barra de Herramientas → Vistas de plano → Plano de Planta”, donde nos aparecerá la siguiente ventana:

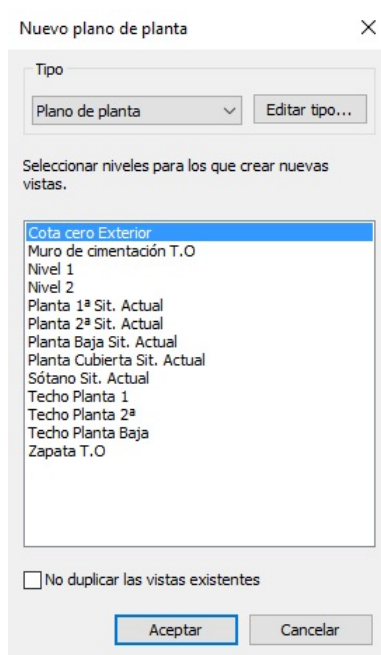


Figura 4.2.2: Ventana de copiado de niveles al navegador de proyectos

Para que se muestren los niveles en el “Navegador de Proyectos”, tan sólo deberemos seleccionarlos y aceptar.

Una vez hecho esto, ya tendremos los niveles del modelo 3D raíz copiados y supervisados, por lo que trabajaremos sobre las mismas referencias y si hubiera cualquier modificación en el proyecto raíz estas quedarían automáticamente reflejadas en los subproyectos vinculados.

4.3. Instalación de fontanería y ACS

Para el cálculo y dimensionamiento de la instalación de ACS, deberemos tener en cuenta las directrices especificadas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y en el Código Técnico de la Edificación- Documento Básico HS- Salubridad (CTE-DB- HS 4 - Suministro de agua). Así mismo, ya que estamos utilizando las funcionalidades incluidas en el software Revit para el diseño de las instalaciones, aplicaremos y compararemos la normativa y criterios de análisis implementados en dicho programa.

4.3.1. Cálculo de la Instalación

En este apartado vamos a tratar el dimensionamiento de la instalación de agua fría y ACS cumpliendo con los preceptos marcados en la normativa española de referencia. Lo realizaremos de esta forma debido a que Revit no tiene implementado esta normativa por defecto, por lo que ejecutaremos un pre-análisis en el que diseñaremos a grandes rasgos nuestra instalación para posteriormente implementarla en nuestro modelo MEP y obtener todos los cálculos y diseño de la misma, procediendo finalmente a una breve comparación de ambos diseños obtenidos.

A continuación, se pasa a detallar las condiciones de la instalación de fontanería y ACS.

Protección contra retornos

1. Se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran a continuación, así como en cualquier otro que resulte necesario:
 - a) después de los contadores
 - b) en la base de las ascendentes
 - c) antes del equipo de tratamiento de agua
 - d) en los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos
 - e) antes de los aparatos de refrigeración o climatización
2. Las instalaciones de suministro de agua no podrán conectarse directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro de agua proveniente de otro origen que la red pública.
3. En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos.
4. Los antirretornos se dispondrán combinados con grifos de vaciado de tal forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

Condiciones mínimas de suministro

1. La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales

que figuran en la tabla 2.1. (extraída de CTE-DB-HS-4):

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 4.3.1.1: de caudales por punto de consumo

2. En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:
 - a) 100 kPa para grifos comunes;
 - b) 150 kPa para fluxores y calentadores.
3. La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.
4. La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C, excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

El esquema de principio básico de la instalación que se deberá ejecutar será el siguiente (extracto de HS-4, esquema hidráulico para contador único)

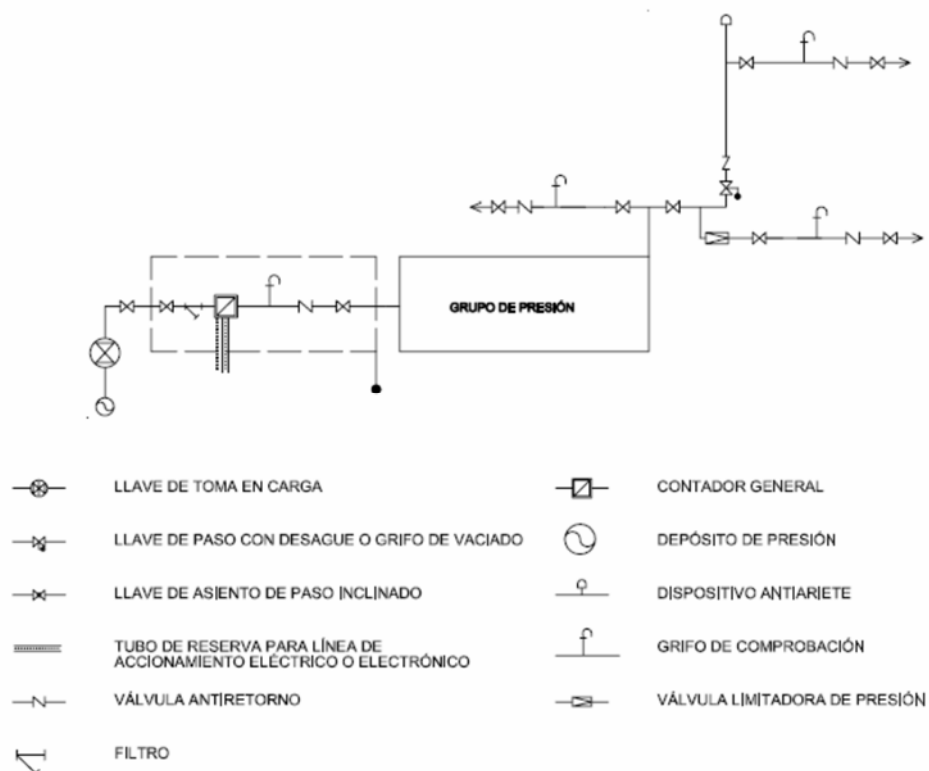


Figura 4.3.1.1: Esquema de principio básico instalación agua fría

Ajustándonos a la distribución de aseos y puntos de consumo de agua fría y de ACS, tenemos la siguiente tabla de demandas generales (según documento HS-4 del CTE, necesarias para el cálculo de la instalación general más adelante):

Tipo de aparato / Zonas	Caudales unitarios (dm ³ /s)	
	Caudal de agua fría	Caudal de ACS
Lavabo	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas industrial	0,25	0,20
Grifo de garaje	0,20	-
DEMANDA TOTAL AGUA		
PLANTA SÓTANO		
Lavabo aseo hombre	0,10	0,065
Lavabo aseo mujeres	0,10	0,065
Grifo de garaje	0,20	-
PLANTA BAJA		
Lavabo aseo hombre	0,10	0,065

Lavabo aseo mujeres	0,10	0,065
PLANTA PRIMERA		
Lavabo aseo hombre	0,10	0,065
Lavabo aseo mujeres	0,10	0,065
PLANTA SEGUNDA		
Lavabo aseo hombre	0,10	0,065
Lavabo aseo mujeres	0,10	0,065
DEMANDA TOTAL INSTATÁNEA AGUA FRÍA (dm3/s)		1,00
DEMANDA TOTAL INSTATÁNEA ACS (dm3/s)		0,52

Tabla 4.3.1.2: Demandas de agua potable y ACS

Si este sistema lo diseñamos mediante el asistente de Revit para el cálculo de las demandas en las instalaciones de agua fría y ACS, el software lo calcula de un modo diferente a lo que marca la normativa española. Evaluando la instalación mediante el software (implementándola en un nuevo modelo vinculado de fontanería), obtenemos la instalación que se muestra en la figura adjunta:

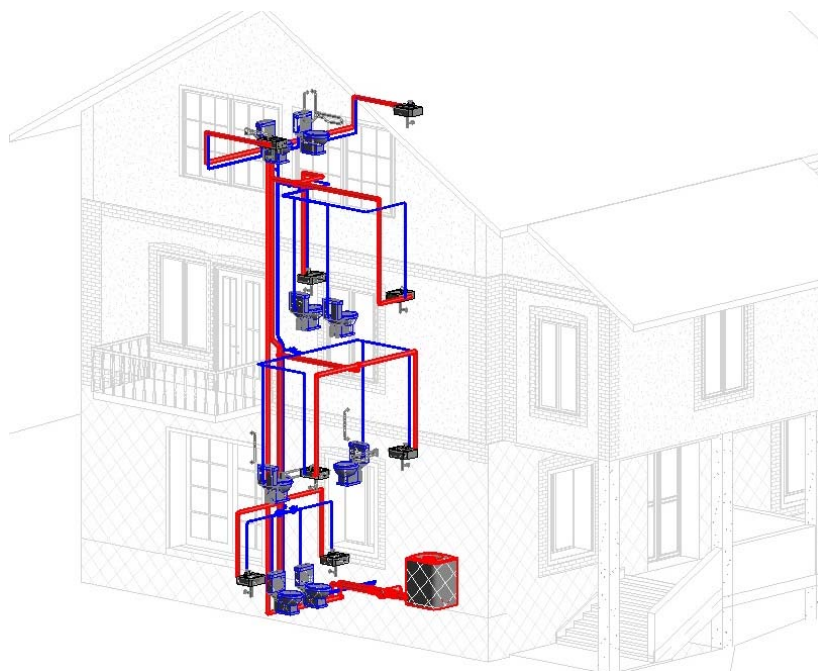


Ilustración 4.3.1.2: Imagen de la instalación de distribución de agua potable y ACS

Como ya se había comentado anteriormente, el método empleado para el cálculo de caudales en Revit se hace de una forma diferente a lo que marca la normativa española. Revit a la hora de asignar los caudales, las simultaneidades, las temperaturas de servicio...lo hace utilizando la normativa del **Código internacional de Fontanería (IPC)** [3], en su versión 2012. Esta normativa que aplica Revit sirve de referencia y es aplicable en un ámbito mucho más general y mayor que la normativa española. Si por el contrario queremos que el programa nos calcule acorde a la normativa aplicable en nuestro país, tenemos 2 opciones:

1.Recurrir a algún complemento de Revit tipo MagiCAD. (que integra otra normativa) o similar, en el cual se encuentren implementados otros sistemas de cálculo acordes a otras normativas de aplicación en territorio español.

2.Recurrir a los archivos de intercambio Industry foundation classes (IFC) y exportar nuestro modelo a otro software de cálculo, como por ejemplo CYPE, en el cual el desarrollo de estas instalaciones se realiza mediante la normativa española.

Siguiendo la normativa implementada en Revit, los caudales asignados a cada uno de los puntos de consumo son los reflejados en la siguiente tabla (extraída de dicha normativa):

TABLA E103.3 (2)
VALORES DE CARGA ASIGNADOS A LOS ARTEFACTOS*

ARTEFACTO	USO	TIPO DE CONTROL DE SUMINISTRO	VALORES DE CARGA, EN UNIDADES DE ARTEFACTO DE SUMINISTRO DE AGUA (w.s.f.u.)		
			Fría	Caliente	Total
Grupo sanitario	Privado	Tanque inundación	2.7	1.5	3.6
Grupo sanitario	Privado	Válvula baldeo	6.0	3.0	8.0
Tina	Privada	Llave	1.0	1.0	1.4
Tina	Público	Llave	3.0	3.0	4.0
Bidé	Privado	Llave	1.5	1.5	2.0
Artefacto de combinación	Privado	Llave	2.25	2.25	3.0
Lavavajillas	Privado	Automático	—	1.4	1.4
Bebederos	Oficinas, etc.	Válvula 3/8"	0.25	—	0.25
Pileta de cocina	Privado	Llave	1.0	1.0	1.4
Pileta de cocina	Hotel, restaurante	Llave	3.0	3.0	4.0
Fregadero bateas (1 a 3)	Privado	Llave	1.0	1.0	1.4
Lavabo	Privado	Llave	0.5	0.5	0.7
Lavabo	Público	Llave	1.5	1.5	2.0
Pileta o lavabo de servicio	Oficinas, etc.	Llave	2.25	2.25	3.0
Cabezal de regadera	Público	Válvula mezcladora	3.0	3.0	4.0
Cabezal de regadera	Privado	Válvula mezcladora	1.0	1.0	1.4
Uñatio	Público	Válvula de baldeo 1"	10.0	—	10.0
Uñatio	Público	Válvula de baldeo 3/4"	5.0	—	5.0
Uñatio	Público	Tanque baldeo	3.0	—	3.0
Máquina automática de lavar topa (8 lb)	Privado	Automático	1.0	1.0	1.4
Máquina automática de lavar topa (8 lb)	Público	Automático	2.25	2.25	3.0
Máquina automática de lavar topa (15 lb)	Público	Automático	3.0	3.0	4.0
Inodoro	Privado	Válvula baldeo	6.0	—	6.0
Inodoro	Privado	Válvula baldeo	2.2	—	2.2
Inodoro	Público	Válvula baldeo	10.0	—	10.0
Inodoro	Público	Válvula baldeo	5.0	—	5.0
Inodoro	Público o privado	Tanque fluxómetro	2.0	—	2.0

Para SI: 1 pulgada = 25.4 mm, 1 libra = 0.454 kg.

a. Para artefactos no listados, se debe asumir la carga comparando el artefacto con uno de la lista cuyo gasto de agua tenga similares características. Las cargas asignadas para artefactos de agua caliente y fría se dan por separado, para el agua fría, caliente y el total. La carga separada para agua caliente y fría es de tres cuartos de la carga total para el artefacto en cada caso.

Tabla 4.3.1.3: Tabla de Valores de carga asignados a los artefactos/puntos de consumo de agua fría y ACS, extraída de IPC 2012.

Una vez establecidos dichos valores, Revit los compara con los de la siguiente tabla de estimación de demandas para realizar el cálculo de caudales final:

INSTALACIONES TÉRMICAS TFG – Remodelación y rehabilitación Casa del Director

TABLA E103.3(3)
TABLA PARA ESTIMACIÓN DE DEMANDA

SISTEMA DE SUMINISTRO PRINCIPALMENTE PARA TANQUES DE INUNDACIÓN			SISTEMA DE SUMINISTRO PRINCIPALMENTE PARA VÁLVULAS DE BALDEO		
Carga	Demanda		Carga	Demanda	
(Unidad de artefacto de suministro de agua)	(Galones por minuto)	(Pies cúbicos por minuto)	(Unidad de artefacto de suministro de agua)	(Galones por minuto)	(Pies cúbicos por minuto)
1	3.0	0.04104	—	—	—
2	5.0	0.0684	—	—	—
3	6.5	0.08892	—	—	—
4	8.0	0.09944	—	—	—
5	9.4	0.1256592	5	15.0	0.20052
6	10.7	0.1430376	6	17.4	0.2326032
7	11.8	0.1577424	7	19.8	0.2646364
8	12.8	0.1711104	8	22.2	0.2967696
9	13.7	0.1831436	9	24.6	0.3288528
10	14.6	0.1951728	10	27.0	0.360936
11	15.4	0.2058672	11	27.8	0.3716304
12	16.0	0.213888	12	28.6	0.3823248
13	16.5	0.220572	13	29.4	0.3930192
14	17.0	0.227256	14	30.2	0.4037136
15	17.5	0.23394	15	31.0	0.414408
16	18.0	0.240624	16	31.8	0.4251024
17	18.4	0.2459712	17	32.6	0.4357968
18	18.8	0.2513184	18	33.4	0.4464912
19	19.2	0.2566656	19	34.2	0.4571856
20	19.6	0.2620128	20	35.0	0.46788

Tabla 4.3.1.4: Tabla E.103.3 (3) de estimación de demandas, extraída de IPC 2012.

De esta forma, la tabla de estimación de caudales que establece el programa (como es de esperar) es diferente a la que obtenemos mediante la aplicación directa del CTE HS-4. La tabla que nos proporciona el software del cálculo de demandas es la que se expone a continuación (se adjunta una muestra, la tabla completa es muy extensa). Todos estos documentos de cálculo y técnicos el software lo exporta en formato “rvt” o “rte”, los cuales son formatos internos de Revit, por lo que no podemos exportarlos fuera del programa en un formato tipo “xlxs” o “pdf” para su impresión o tratamiento fuera de este entorno. Para ello necesitaríamos otras herramientas o complementos que están fuera del alcance de este TFG.

<Cálculo de caudales y pérdidas de carga Instalación de Fontanería>

A	B	C	D	E	F	G	H
Clasificación de si	Estado de flujo	Familia y tipo	Flujo	Diámetro interno	Longitud	Pérdida de carga	Velocidad
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	2.3 L/s	28 mm	3654	15267.3 Pa	3.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	1.0 L/s	23 mm	298	889.0 Pa	2.5 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	1.0 L/s	23 mm	14	42.1 Pa	2.5 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	2.3 L/s	28 mm	1830	7646.4 Pa	3.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	1.0 L/s	16 mm	197	2896.3 Pa	4.9 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	1.0 L/s	16 mm	223	3274.0 Pa	4.9 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	23 mm	1542	4116.3 Pa	2.4 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	1670	54451.3 Pa	6.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	28	2777.1 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	1401	45665.5 Pa	6.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	685	22343.8 Pa	6.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	23 mm	120	319.5 Pa	2.4 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	28	2777.1 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	1401	45665.5 Pa	6.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	23 mm	128	341.3 Pa	2.4 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	879	28643.5 Pa	6.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	1582	51563.5 Pa	6.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	2.0 L/s	28 mm	3138	10599.0 Pa	3.2 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	1320	43027.6 Pa	6.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	46	4613.5 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	2337	235945.1 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	1211	39489.9 Pa	6.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	106	3444.2 Pa	6.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	59	5910.3 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	2337	235945.1 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	106	3447.7 Pa	6.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	1.7 L/s	28 mm	3090	8033.0 Pa	2.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	1.0 L/s	13 mm	41	1501.4 Pa	7.1 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	1133	114367.0 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	69	6919.8 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	2230	225163.4 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	989	32256.9 Pa	6.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	69	6919.8 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	2230	225163.4 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	23 mm	838	2236.1 Pa	2.4 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	23 mm	275	733.4 Pa	2.4 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	1.7 L/s	28 mm	74	192.6 Pa	2.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	1.7 L/s	28 mm	27	70.3 Pa	2.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	362	36496.8 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	25	2564.2 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	23 mm	362	965.3 Pa	2.4 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	362	36496.8 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	25	2564.2 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	23 mm	228	608.8 Pa	2.4 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	11 mm	12	1174.5 Pa	10.6 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	1097	35778.4 Pa	6.7 m/s
Agua fría doméstic	Turbulento	Tipos de tubería	0.9 L/s	13 mm	1058	34494.9 Pa	6.7 m/s

Tabla 4.3.1.5: Tabla de caracterización de flujo en los diferentes tramos de tubería, obtenida mediante el análisis de tuberías de Revit.

En comparación con la tabla expuesta de cálculos según el CTE HS-4 (tabla 4.3.1.3, en la página 45 del presente documento), podemos ver que de esta forma los caudales tenidos en cuenta son aún mayores que los solicitados por la normativa aplicable en nuestro país, por lo que los cálculos realizados con Revit cumplen holgadamente con la normativa española y los podemos aplicar sin ningún problema.

A continuación, se van terminar de detallar ciertos aspectos técnicos complementarios extraídos del CTE HS-4 a tener en cuenta en la ejecución de la instalación de fontanería anteriormente expuesta.

Ascendentes o montantes

1. Las ascendentes o montantes deben discurrir por zonas de uso común del mismo.
2. Las ascendentes deben disponer en su base de una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento, y de una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zonas de fácil acceso y señaladas convenientemente. La válvula de retención se dispondrá en primer lugar, según el sentido de circulación del agua.
3. En su parte superior deben instalarse dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete.

Instalaciones particulares

Las instalaciones particulares estarán compuestas de los elementos siguientes:

- a) una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación;
- b) derivaciones particulares, cuyo trazado se realizará de forma tal que las derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte, tanto para agua fría como para agua caliente;
- c) ramales de enlace;
- d) puntos de consumo, de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, todos los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

Distribución (impulsión y retorno)

1. La red de distribución de ACS debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al

punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 metros.

2. Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión.

3. En la base de los montantes se dispondrán de válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente el retorno.

4. Se dispondrá de una bomba de recirculación doble, de montaje paralelo o gemelas.

Separaciones respecto a otras instalaciones

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

Dimensionamiento de tramos

El dimensionamiento de tramos se hará acorde al procedimiento siguiente:

- a) el caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo al Cuadro 4.4.1.
- b) establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.
- c) determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- d) elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - i) tuberías metálicas: entre 0,5 y 2 m/s.
 - ii) tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,5 y 3,5 m/s.
- e) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

Dimensionado de las derivaciones individuales a cuartos húmedos y ramales de enlace.

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece el Punto 4.3 del HS - 4 - Suministro de agua. Para los puntos de consumo utilizados en este TFG (lavabos, fregaderos e inodoros con cisterna), el diámetro nominal mínimo del ramal de enlace para tuberías de cobre o plástico es de 12 mm.

Los diámetros mínimos de los diferentes tramos de la red de suministro serán, para los tramos considerados en este TFG (alimentación de cuarto húmedo privado, alimentación a derivación particular y montantes o descendentes), como mínimo de 20 mm.

Dimensionamiento de las redes de impulsión de ACS

Para las redes de impulsión o ida de ACS se seguirá el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

Dimensionamiento de las redes de retorno de ACS

1. Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimara que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3oC desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

2. En cualquier caso no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.

3. El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:

a) considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma, se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.

b) los diámetros en función del caudal recirculado se indican en el Cuadro adjunto bajo estas líneas:

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
3/8	140
1/2	300
1	600
1 1/4	1.100
1 1/2	1.800
2	3.300

Tabla 4.3.1.6: Tabla 4.4 del HS-4.

Comprobación de la presión

Se comprobará que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos

indicados en apartados anteriores y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida será necesaria la instalación de un grupo de presión.

Cálculo del aislamiento térmico

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se dimensionará de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE.

Dirigiéndonos a este, en la IT 1.2.4.2.1, correspondiente a aislamientos térmicos de redes de tuberías, se indica lo siguiente:

“Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan:

- a) Fluidos refrigerados con temperatura menos que la temperatura del ambiente del local por el que discurren.
- b) Fluidos con temperatura superior a 40°C cuando estén instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos, entendiéndose excluidas las tuberías de torres de refrigeración y las tuberías de descarga de compresores frigoríficos, salvo que estén al alcance de las personas. **Este es nuestro caso.**

Por tanto, trataremos de aplicar el proceso simplificado especificado en la misma IT, la cual en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red establece los aislamientos mínimos de tubería para un material aislante

de referencia con conductividad térmica de 0.040 W/m(K) a 10°C.

Dichas tablas de espesores mínimos son las que se adjuntan a continuación:

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	35	35	40
35 < D ≤ 60	40	40	50
60 < D ≤ 90	40	40	50
90 < D ≤ 140	40	50	60

Tabla 4.3.1.6: Tabla 1.2.4.2.1. del RITE, indicando espesores mínimos de aislamiento

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
140 < D	45	50	60

Tabla 1.2.4.2.3 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios.			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
D ≤ 35	30	25	20
35 < D ≤ 60	40	30	20
60 < D ≤ 90	40	30	30
90 < D ≤ 140	50	40	30
140 < D	50	40	30

Tabla 1.2.4.2.4 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios.			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
D ≤ 35	50	45	40
35 < D ≤ 60	60	50	40
60 < D ≤ 90	60	50	50
90 < D ≤ 140	70	60	50
140 < D	70	60	50

Tabla 1.2.4.2.5 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de circuitos frigoríficos para climatización (*) en función del recorrido de las tuberías.		
Diámetro exterior (mm)	Interior edificios (mm)	Exterior edificios (mm)
D ≤ 13	10	15
13 < D < 26	15	20
26 < D < 35	20	25
35 < D < 90	30	40
D > 90	40	50

Tabla 4.3.1.7: Tabla 1.2.4.2.1-2. del RITE, para la selección de aislamientos térmicos.

Por último, si se decide el variar el material de aislamiento por otro cuya conductividad térmica sea diferente de 0.040 W/(mK) a 10°C, se deberá determinar el espesor mínimo del aislamiento aplicando la siguiente ecuación:

$$d = \frac{D}{2} \left[\text{EXP} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{\text{ref}}} \cdot \ln \frac{D + 2 \cdot d_{\text{ref}}}{D} \right) - 1 \right]$$

donde:

λ_{ref} : conductividad térmica de referencia, igual a 0.04 W/(mK)

λ : conductividad térmica del material empleado, en W/(mK)

d_{ref} : espesor mínimo de referencia, en mm

d : espesor mínimo del material empleado, en mm

D : diámetro interior del material aislante, coincidente con el diámetro de la tubería, en mm

Cálculo de dilatadores

1 En los materiales metálicos se podrá aplicar lo especificado en la norma UNE 100 156:1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108:2002.

2 En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

Dimensionamiento de los equipos

Cálculo del depósito auxiliar de alimentación

1 El volumen del depósito se calculará en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente expresión:

$$V = Q \cdot t \cdot 60$$

Siendo:

V es el volumen del depósito [l];

Q es el caudal máximo simultáneo [dm³/s];

t es el tiempo estimado (de 15 a 20) [min].

Para nuestra instalación, obtendremos que el volumen de nuestro depósito auxiliar será el siguiente:

$$V = Q \cdot t \cdot 60 = 2,47 \cdot 15 \cdot 60 = 2223 \text{ l}$$

Cálculo de las bombas

1 El cálculo de las bombas se hará en función del caudal y de las presiones de arranque y parada de la/s bomba/s (mínima y máxima respectivamente), siempre que no se instalen bombas de caudal variable. En este segundo caso la presión será función del caudal solicitado en cada momento y siempre constante.

2 El número de bombas a instalar en el caso de un grupo de tipo convencional, excluyendo las de reserva, se determinará en función del caudal total del grupo. Se dispondrán dos bombas para caudales de hasta 10 dm³/s, tres para caudales de hasta 30 dm³/s y 4 para más de 30 dm³/s.

3 El caudal de las bombas será el máximo simultáneo de la instalación o caudal punta y vendrá fijado por el uso y necesidades de la instalación.

4 La presión mínima o de arranque (Pb) será el resultado de sumar la altura geométrica de aspiración (Ha), la altura geométrica (Hg), la pérdida de carga del circuito (Pc) y la presión residual en el grifo, llave o fluxor (Pr).

En nuestro caso deberemos instalar un grupo de bombeo formado por dos bombas (ya que el caudal máximo es de 2,47 dm³/s, cuyo caudal simultáneo será el del máximo de la instalación, proporcionando una altura total suficiente para impulsar el agua en la última planta a una presión mínima de 150 kPa.

Cálculo del depósito de presión

1 Para la presión máxima se adoptará un valor que limite el número de arranques y paradas del grupo de forma que se prolongue lo más posible la vida útil del mismo. Este valor estará comprendido entre 2 y 3 bar por encima del valor de la presión mínima.

2 El cálculo de su volumen se hará con la fórmula siguiente:

$$V_n = P_b \times V_a / P_a \quad (4.2)$$

Siendo:

V_n es el volumen útil del depósito de membrana;

Pb es la presión absoluta mínima;
Va es el volumen mínimo de agua;
Pa es la presión absoluta máxima.

En nuestro caso, dicho depósito tendrá un volumen mínimo de:

$$V_n = P_b \times V_a / P_a = 2 \times 50 / 5 = 20 \text{ l}$$

Cálculo del diámetro nominal del reductor de presión

El diámetro nominal se establecerá aplicando los valores especificados en la tabla 4.3.1.10, en función del caudal máximo simultáneo:

Tabla 4.5 Valores del diámetro nominal en función del caudal máximo simultáneo

Diámetro nominal	Caudal máximo simultáneo	
	dm ³ /s	m ³ /h
15	0,5	1,8
20	0,8	2,9
25	1,3	4,7
32	2,0	7,2
40	2,3	8,3
50	3,6	13,0
65	6,5	23,0
80	9,0	32,0
100	12,5	45,0
125	17,5	63,0
150	25,0	90,0
200	40,0	144,0
250	75,0	270,0

Tabla 4.3.1.8: Tabla de selección del diámetro de reductores de presión, atendiendo al caudal máximo simultáneo.

Para nuestro diseño y teniendo en cuenta que nuestro caudal máximo simultáneo es de 2,47 dm³/s, deberemos instalar el reductor de presión de Dn50 (hasta 3.6 dm³/s).

En último lugar y para conocer la potencia térmica necesaria para obtener el caudal de ACS, realizaremos el cálculo de la potencia térmica requerida.

Lo realizaremos de la forma clásica para posteriormente una vez implementado todo en el modelo MEP pasar a realizar una comparativa de los resultados obtenidos.

Dicha potencia térmica de ACS la calcularemos utilizando la expresión:

Cálculo de potencia térmica ACS necesaria

En este apartado, se va a proceder al cálculo de la potencia necesaria y volumen de acumulación de ACS para el edificio.

Para calcularlo, se ha seguido el procedimiento que se detalla bajo estas líneas.

A continuación, se expone la nomenclatura y parámetros utilizados, el procedimiento de cálculo seguido, así como los resultados obtenidos:

Tª producción ACS: $T_{Prod}=58^{\circ}C$

Tª utilización de ACS: $T_{Util}=50^{\circ}C$

Tiempo de preparación: $t_{prep}=2 \text{ horas}=7200 \text{ seg.}$

t_e =temperatura de agua fría al acumulador

t_p = tª de preparación

t_u = tª de utilización

G= gasto diario de ACS (l/día)

Q_{mp} = caudal medio de los periodos punta

Q_{mv} = caudal medio de los periodos valle

t_p = duración de periodo punta (seg)

t_v =duración del periodo valle

H= tiempo total diario de funcionamiento de la caldera (seg)

H_p = tiempo total de periodos punta

$H_v = (H-H_p) =$ tiempo total de periodos valle

Tipo de edificio: semejable a oficinas $\rightarrow C_p=7,5 \text{ l/pers. día}$

Ocupación estimada máxima= 50 personas/día

$Q \text{ (diario)}=50 \text{ (pers/día)} * 7,5 \text{ (l/pers. día)} = 375 \text{ l/día} = G$

Establecemos el valor de los diferentes parámetros según el tipo de demanda que se va a establecer:

$G=375 \text{ l/día}$ (calculado anteriormente)

$Q_{mp} = (1/4) \times G = \frac{1}{4} \times 375 \text{ l} = 93,75 \text{ l/h} = 0,0261 \text{ l/seg.}$

$h_v = 8 \text{ h} = 28800 \text{ seg.}$

$$h_p = 2 \text{ h} = 7200 \text{ seg.}$$

$$H_p = 4 \text{ h} = 14400 \text{ seg.}$$

$$H_v = 8 \text{ h} = 28800 \text{ seg.}$$

Procedemos al cálculo de la potencia mínima necesaria:

$$P^* = 4.18 * \frac{t_u - t_e}{h_v - h_p} * \left\{ h_p * Q_{mp} + (G - Q_{mp} * H_p) \frac{H_v}{H - H_p} \right\} = 1593W$$

$$P = 1593 * 1.4 = 2223 \text{ W} = 2,23kW$$

Para terminar, procedemos a realizar el cálculo del volumen del acumulador:

$$V = \frac{h_v * h_p}{h_v + h_p} * (t_u - t_e) \frac{Q_{mp} - \frac{G - Q_{mp} * H_p}{H - H_p}}{t_p - 0,4 * t_u - 0,6 * t_e} = 192l$$

Por tanto, a la vista de los resultados obtenidos para los parámetros de operación, necesitamos una potencia térmica de 2225 W y una acumulación de 192 l (cómo mínimo).

Como solución técnica para esta instalación, se ha determinado el instalar una bomba de calor de aerotermia para la generación de ACS, de la marca Ariston, modelo Nuos 200, con una potencia unitaria de 2500W de potencia y un volumen de acumulación de 200 L.

Se ha determinado el tomar esta solución por los siguientes motivos:

- La potencia térmica exigida no es demasiado elevada.
- La acumulación requerida es un volumen bastante contenido.
- Se ha valorado la simplicidad y compacidad del sistema de aerotermia para la producción de ACS.
- Se va hacer trabajar al sistema de aerotermia extrayendo el calor necesario del ambiente del cuarto de climatización, ya que dentro de este no va a haber problemas de temperaturas (de hecho, como se verá más adelante la mayor

solicitud térmica de los equipos es en modo refrigeración), además de que el sistema será capaz de absorber calor de las pérdidas térmicas generadas en los diferentes sistemas dispuestos en la instalación general de climatización, como son las bombas y ventiladores.

Con todos estos datos obtenidos acerca del dimensionamiento de la instalación de fontanería y ACS, procederemos ahora al diseño de la instalación en Revit para poder explicar el proceso de creación de una instalación de este tipo y poder comparar así los resultados obtenidos mediante uno y otro procedimiento.

4.4. Instalación de Ventilación y Climatización

En este apartado se va a describir los cálculos, soluciones adoptadas y diseño en Revit y MagiCAD (si procede) de las instalaciones de ventilación y climatización de la Casa del Director.

Debido al sistema de climatización que se va a seleccionar, es de gran utilidad el calcular y establecer de antemano la ventilación requerida por normativa, así como los niveles de calidad de aire exigidos, todos ellos según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

4.4.1. Requisitos de la instalación

En este apartado se van a enumerar y exponer ciertos requisitos que deben de cumplir ambas instalaciones, todos ellos recogidos en el RITE.

Instalaciones de ventilación

Para estas instalaciones, debemos de cumplir las exigencias expuestas en la IT.1.

Por ello, se deberá verificar:

- a) Cumplimiento de la exigencia de calidad térmica del ambiente (Aptdo. 1.4.1)

- b) Cumplimiento de la exigencia de calidad de aire interior (Aptdo. 1.4.2)
- c) Cumplimiento de la exigencia de calidad acústica (Aptdo. 1.4.3.d). En el desarrollo de este TFG no se abordará.
- d) Cumplimiento de la exigencia de higiene (Aptdo. 1.4.4). En el desarrollo de este TFG no se abordará.

Por tanto, en cumplimiento de la IT1.1.3., se incluirá:

- a) Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente térmico del apartado 1.4.1.
- b) Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad de aire interior del apartado 1.4.2.

Generalidades

Las **condiciones de diseño** de la temperatura operativa y humedad relativa para nuestro edificio (en cumplimiento con los límites establecidos en la IT 1.1.4.1.2) serán las siguientes:

Emplazamiento: Venta de Baños (Palencia)

Altitud sobre nivel del mar: 845 m

Percentil para invierno/verano: 97.5%

Temperatura seca en invierno: -4°C

Temperatura seca en verano: 36°C

CONDICIONES DE DISEÑO

Verano: T^a Operativa= 23°C; HRel=45/60%

Invierno: T^a Operativa= 21°C; HRel=40/50%

Con respecto a la **velocidad media** del aire (IT 1.1.4.1.3.):

1. La **velocidad media** del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta,

así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.

2. La **velocidad media del aire (V)**, para valores de temperatura seca t del aire dentro de los márgenes de 20°C a 27°C calculada mediante las siguientes expresiones:

a) Con difusión por mezcla (nuestro caso), intensidad de turbulencia del 40% y PPD por corrientes de aire del 15%:

$$V=(t/100)-0.07 \text{ (m/s)}$$

b) No aplica a nuestro caso.

Con respecto a la **calidad del aire interior** (IT 1.1.4.2.2.):

Categorías de calidad de aire interior

En función del uso que para el que vamos a establecer nuestro edificio, deberemos de cumplir los siguientes niveles de categoría de calidad de aire interior (IDA):

IDA 1: hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2: oficinas, residencias, salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables.

IDA 3: edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiesta, gimnasios, locales para el deporte y salas de ordenadores.

IDA 4: resto de aplicaciones.

En nuestro caso, deberemos aplicar los índices de calidad IDA 2 e IDA 3, los cuales se especificarán por espacios más adelante.

Los **caudales mínimos de ventilación** (IT 1.1.4.2.3.) de aire exterior necesarios para alcanzar las categorías de calidad de aire expresadas anteriormente, se calcularán de acuerdo al método que se expone a continuación (aceptado por RITE):

A. Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

- a) Se emplearán los valores de la tabla 1.4.2.1 cuando las personas tengan una actividad metabólica de alrededor 1,2 met, cuando sea baja la producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y cuando no esté permitido fumar.

Categoría	dm^3/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 4.4.1.1: Caudales de aire exterior establecidos en RITE, según calidad de aire requerida.

Filtración del aire exterior mínimo de ventilación (IT 1.1.4.2.4.)

1. El aire exterior de ventilación, se introducirá debidamente filtrado en los edificios.
2. Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican en la tabla 1.4.2.5
3. La calidad del aire exterior (ODA) se clasificará de acuerdo con los siguientes niveles:

ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo, polen).

ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.

ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P).

Tabla 1.4.2.5 Clases de filtración				
Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF (*)+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

Tabla 4.4.1.2: Clases de filtración según niveles IDA y ODA establecidos

(*) GF = Filtro de gas (filtro de carbono) y, o filtro químico o físico-químico (fotocatalítico) y solo serán necesarios en caso de que la ODA 3 se alcance por exceso de gases.

4. Se emplearán prefiltros para mantener limpios los componentes de las unidades de ventilación y tratamiento de aire, así como para alargar la vida útil de los filtros finales. Los prefiltros se instalarán en la entrada del aire exterior a la unidad de tratamiento, así como en la entrada del aire de retorno.

5. Los filtros finales se instalarán después de la sección de tratamiento y, cuando los locales sean especialmente sensibles a la suciedad (locales en los que haya que evitar la contaminación por mezcla de partículas, como quirófanos o salas limpias, etc.), después del ventilador de impulsión, procurando que la distribución de aire sobre la sección de filtros sea uniforme.

6. En todas las secciones de filtración, salvo las situadas en tomas de aire exterior, se garantizarán las condiciones de funcionamiento en seco (no saturado).

7. Las secciones de filtros de la clase G4 o menor para las categorías del aire interior IDA 1, IDA 2 e IDA 3 solo se admitirán como

secciones adicionales a las indicadas en la tabla 1.4.2.5.

8. Los aparatos de recuperación de calor deben estar siempre protegidos con una sección de filtros, cuya clase será la recomendada por el fabricante del recuperador; de no existir recomendación serán como mínimo de clase F6.

9. En las reformas, cuando no haya espacio suficiente para la instalación de las unidades de tratamiento de aire, el filtro final indicado en la tabla 1.4.2.5 se incluirá en los recuperadores de calor.

Aire de extracción (IT 1.1.4.2.5)

1. En función del uso del edificio o local, el aire de extracción se clasifica en las siguientes categorías:

a) **AE1** (bajo nivel de contaminación): aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas.

Está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar. Están incluidos en este apartado: oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos.

b) **AE2** (moderado nivel de contaminación): aire de locales ocupado con más contaminantes que la categoría anterior, en los que, además, no está prohibido fumar.

Están incluidos en este apartado: restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, aseos, cocinas domésticas (excepto campana extractora), bares, almacenes.

c) **AE3** (alto nivel de contaminación): aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc.

Están incluidos en este apartado: saunas, cocinas industriales, imprentas, habitaciones destinadas a fumadores.

d) **AE 4** (muy alto nivel de contaminación): aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada.

2. El caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 dm³/s por m² de superficie en planta.

3. Sólo el aire de categoría AE 1, exento de humo de tabaco, puede ser retornado a los locales.

4. El aire de categoría AE 2 puede ser empleado solamente como aire de transferencia de un local hacia locales de servicio, aseos y garajes.

5. El aire de las categorías AE 3 y AE 4 no puede ser empleado como aire de recirculación o de transferencia.

6. Cuando se mezclen aires de extracción de diferentes categorías el conjunto tendrá la categoría del más desfavorable; si las extracciones se realizan de manera independiente, la expulsión hacia el exterior del aire de las categorías AE3 y AE4 no puede ser común a la expulsión del aire de las categorías AE1 y AE2, para evitar la posibilidad de contaminación cruzada.

Aplicando todos los criterios recogidos en el RITE expuestos anteriormente, fijamos los caudales de ventilación/extracción y el dimensionamiento del sistema de filtración a tener en cuenta.

Todos estos cálculos son los que se recogen en la siguiente tabla (extraída de Revit, “*tablas de planificación*”), la cual nos ayudará a la hora de dimensionar el sistema en 3D. Previamente a su realización y cálculo de las cargas térmicas del edificio (las cuales también dependen de los caudales de ventilación), deberemos de configurar los espacios e

introducir los datos acerca de la ocupación, nivel de alumbrado de la estancia...

Estudiando estos aspectos expuestos anteriormente, asignando a cada estancia sus niveles de ventilación, calidades de aire a considerar (tanto en el interior de la estancia (IDA) como la calidad de aire exterior de admisión (AE) obtenemos la siguiente tabla resumen, en la cual se recogen todos los parámetros a cumplir en cada una de las estancias del edificio:

CALIDAD DE AIRE INTERIOR Y NIVELES DE VENTILACIÓN

Nº REF.	DENOMINACIÓN ESTANCIA	TIPO DE ESTANCIA	NIVEL DE CALIDAD DE AIRE INTERIOR	NIVEL DE CALIDAD DE AIRE EXTERIOR	TIPO DE FILTRACIÓN A CONSIDERAR	OCUPACIÓN CONSIDERADA (Pers. /m ²)	ÁREA (m ²)	OCUPACIÓN (Pers./estancia)	CAUDAL DE VENTILACIÓN UNIT. (m ³ /h.pers)	CAUDAL VENTILACIÓN (m ³ /h)
1	Cuarto de clima	Sala de maquinaria	IDA 4	ODA 2	F5 + F6	33,33	13,46	0,40	18,00	7,27
2	Sala de ensayo	Biblioteca/audiovisuales	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	4,00	76,05	19,01	45,00	855,56
3	Aseo hombres	Vestuarios	IDA 2	ODA 2	F5 + F7	5,00	1,90	0,38	45,00	17,09
4	Aseo mujeres	Vestuarios	IDA 2	ODA 2	F5 + F7	5,00	1,90	0,38	45,00	17,09
5	Sala de exposiciones	Zona de exposiciones	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	2,00	73,06	36,53	45,00	1643,81
6	Cocina	Prep. de alimentos	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	5,00	13,30	2,66	45,00	119,66
7	Aseo hombres	Vestuarios	IDA 2	ODA 2	F5 + F7	5,00	3,61	0,72	45,00	32,48
8	Aseo mujeres	Vestuarios	IDA 2	ODA 2	F5 + F7	5,00	3,31	0,66	45,00	29,75
9	Zona común	Zona de exposiciones	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	2,00	73,66	36,83	45,00	1657,42
10	Archivo	Almacén activo	IDA 4	ODA 2	F5 + F6	33,33	5,87	0,18	18,00	3,17
11	Sala de lectura	Biblioteca/audiovisuales	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	4,00	10,08	2,52	45,00	113,42
12	Sala de reuniones	Sala de reuniones	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	2,00	14,53	7,26	45,00	326,86
13	Aseo de hombres	Vestuarios	IDA 2	ODA 2	F5 + F7	5,00	2,89	0,58	45,00	26,03
14	Aseo de mujeres	Vestuarios	IDA 2	ODA 2	F5 + F7	5,00	2,73	0,55	45,00	24,58
15	Sala de limpieza	Almacén activo	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	33,33	4,27	0,13	45,00	5,77
16	Zona común	Zona de exposiciones	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	2,00	44,34	22,17	45,00	997,54
17	Oficina Técnico	Oficina	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	20,00	10,42	0,52	45,00	23,45
18	Altillo almacén	Almacén activo	IDA 4	ODA 2	F5 + F6	33,33	16,37	0,49	18,00	8,84
19	Oficina 1	Oficina	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	20,00	7,34	0,37	45,00	16,51
20	Oficina 2	Oficina	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	20,00	6,93	0,35	45,00	15,60

INSTALACIONES TÉRMICAS TFG – Remodelación y rehabilitación Casa del Director

21	Oficina 3	Oficina	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	20,00	6,61	0,33	45,00	14,86
22	Aseo de hombres	Vestuarios	IDA 2	ODA 2	F5 + F7	5,00	4,60	0,92	45,00	41,36
23	Aseo de mujeres	Vestuarios	IDA 2	ODA 2	F5 + F7	5,00	4,31	0,86	45,00	38,83
24	Sala de reuniones	Sala de reuniones	IDA 2	ODA 2	F6 + F8	2,00	11,75	5,87	45,00	264,29

Tabla 4.4.1.3: Tabla resumen de niveles de calidad de aire interior (IDA), clasificación de aire exterior (ODA), niveles de filtración requeridos y caudales de ventilación de “La Casa del Director”, según ocupación estimada.

“Elaboración propia”

4.4.2. Requisitos de instalación de ventilación y conductos

En este apartado se fijarán conceptos tales como los cálculos de aislamiento, recuperadores y configuración general de la instalación de ventilación.

El dimensionamiento de conductos vendrá fijado por los caudales de climatización, ya que este último sistema tendrá doble función (climatización y ventilación).

Aislamiento térmico de redes de conductos

El RITE en el punto 2.4.2.2 de su IT1. Diseño y dimensionado establece lo siguiente:

1. Los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire dispondrán de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4% de la potencia que transportan.
2. Cuando la potencia útil nominal a instalar de generación de calor o frío sea menor o igual que 70 kW son válidos los espesores mínimos de aislamiento para conductos y accesorios de la red de impulsión de aire que se indican:
 - a) Para un material con conductividad térmica de referencia a 10oC de 0,040 W/ (m.K) y en conductos interiores será de 30 mm.
 - b) Para materiales de conductividad térmica distinta de la anterior, se considera valida la determinación del espesor mínimo aplicando la ecuación $d = d_{ref}$ para superficies planas.

En este caso, el aislante que se va a utilizar es espuma de poliuretano con una conductividad térmica de 0,023 W/ (m.K), por lo que el espesor mínimo a colocar será de $e=25$ mm. Con este resultado se colocará un aislamiento de 13 mm en los conductos de impulsión de aire exterior situados

tanto en la Sala de calderas como en la zona de taller.

Recuperación del Calor del aire de extracción

El RITE establece en el punto 2.4.5.2 de la IT1 que en los sistemas de climatización de edificios donde se extrae por medios mecánicos un caudal superior a 0.5 m³/s se deberá recuperar la energía del aire extraído.

Es por ello que se considera la instalación de un recuperador entálpico centralizado para el aire de extracción/renovación en la instalación dual de climatización/ventilación.

Dimensionamiento de la Instalación

El dimensionamiento, como ya se mencionó anteriormente, se tendrá en cuenta en el apartado de climatización.

En todo caso, a la hora de diseñar la instalación, se tendrá en cuenta para el diseño el mayor caudal demandado entre ventilación/climatización, para así cumplir ambos requerimientos.

4.4.3. Soluciones técnicas a adoptar

A la vista de los datos obtenidos en el aptdo. 4.4.1., y según la legislación vigente, para cumplir con todos los datos obtenidos de los métodos de cálculo estipulados se deberán implementar las soluciones que se plantean bajo estas líneas. Cabe decir además que todo el sistema de distribución de aire de climatización (tanto impulsión como retorno de aire viciado) se emplazarán en el falso techo que tenemos disponible en todas y cada una de las plantas salvo en el sótano, ya que éste no cuenta con suficiente altura útil como para generarlo y la instalación de conductos de difusión será vista:

PLANTA SÓTANO

Esta planta está dividida en 4 zonas, para cada una de las cuales habrá que instalar:

Zona común: se realizará una línea de aporte de aire y otra de extracción en conducto de chapa galvanizada rectangular con aislamiento interior de conducto tipo Armaflex Duct de 13 mm. de espesor con acabado interior en aluminio. Esta línea será la misma que la de aporte de aire de climatización, la cual está centralizada en el cuarto de climatización. Se instalará un recuperador entálpico de flujo cruzado (cumpliendo con niveles de eficiencia estipulados en normativa vigente) para el total del aire del caudal de renovación conjunto, instalado en el cuarto de climatización. El dimensionado de este recuperador se realizará en el apartado de climatización.

Las líneas de distribución seguirán la disposición mostrada en la documentación generada en Revit adjunta.

Aseos hombres/mujeres: se establecerá una línea de extracción común a ambos aseos en conducto de chapa galvanizada circular de diámetro 200 mm. y se instalará un extractor heliocentrífugo acorde al caudal de extracción, de la marca S&P, modelo TD Silent Ecowatt 500-150 con descarga a fachada, o similar aprobado por D.F.

Las sendas rejillas a instalar para la extracción serán de dimensiones 300x150 mm., con compuerta de regulación para equilibrado de caudales según tabla la tabla adjunta.

Sala de Climatización: se instalará una extracción independiente constituida por

conducto de chapa galvanizada circular de diámetro 250 mm., y se instalará un extractor heliocentrífugo ajustado al caudal de extracción fijado en la tabla de cálculos anexa. Dicho extractor será de la marca S&P, modelo TD1000-250 o similar aprobado por D.F.

PLANTA BAJA

Esta planta se encuentra dividida en 4 estancias, para cada una de las cuales la solución a implementar será la siguiente:

Sala de exposiciones: se realizará una línea de aporte de aire y otra de extracción en conducto de chapa galvanizada rectangular con aislamiento interior de conducto tipo Armaflex Duct de 13 mm. de espesor con acabado interior en aluminio. Esta línea será la misma que la de aporte de aire de climatización, la cual está centralizada en el cuarto de climatización. Se instalará un recuperador entálpico de flujo cruzado (cumpliendo con niveles de eficiencia estipulados en normativa vigente) para el total del aire del caudal de renovación conjunto, instalado en el cuarto de climatización. El dimensionado de este recuperador se realizará en el apartado de climatización.

Las líneas de distribución seguirán la disposición mostrada en la documentación generada en Revit adjunta.

Aseos hombres/mujeres: se establecerá una línea de extracción común a ambos aseos en conducto de chapa galvanizada circular de diámetro 150 mm. y se instalará un extractor heliocentrífugo acorde al caudal de extracción, de la marca S&P, modelo TD Silent Ecowatt

500-1500 con descarga a fachada, o similar aprobado por D.F.

Las sendas rejillas a instalar para la extracción serán de dimensiones 300x150 mm., con compuerta de regulación para equilibrado de caudales según tabla la tabla adjunta.

Cocina: se realizará una línea de aporte de aire y otra de extracción en conducto de chapa galvanizada rectangular con aislamiento interior de conducto tipo Armaflex Duct de 13 mm. de espesor con acabado interior en aluminio. Esta línea será la misma que la de aporte de aire de climatización, la cual está centralizada en el cuarto de climatización. Se instalará un recuperador entálpico de flujo cruzado (cumpliendo con niveles de eficiencia estipulados en normativa vigente) para el total del aire del caudal de renovación conjunto, instalado en el cuarto de climatización. El dimensionado de este recuperador se realizará en el apartado de climatización.

PLANTA PRIMERA

Esta planta se encuentra dividida en 7 estancias, para cada una de las cuales la solución a adoptar será la siguiente:

Zona común: se realizará una línea de aporte de aire y otra de extracción en conducto de chapa galvanizada rectangular con aislamiento interior de conducto tipo Armaflex Duct de 13 mm. de espesor con acabado interior en aluminio. Esta línea será la misma que la de aporte de aire de climatización, la cual está centralizada en el cuarto de climatización. Se instalará un recuperador entálpico de flujo cruzado (cumpliendo con niveles de eficiencia estipulados en normativa vigente) para el total del aire del caudal de renovación conjunto,

instalado en el cuarto de climatización. El dimensionado de este recuperador se realizará en el apartado de climatización.

Las líneas de distribución seguirán la disposición mostrada en la documentación generada en Revit adjunta.

Archivo: debido a que es una zona aislada y que posee una demanda de calidad de aire menor, se ha estimado realizar una extracción puntual para la renovación de aire oportuna. Se instalará red de extracción de conducto de chapa galvanizada de diámetro 150 mm, incluyendo la colocación de un extractor heliocentrífugo marca S&P, modelo TD-Silent Ecowatt TD-500-150, con descarga a fachada.

Aseos hombre/mujeres y sala de limpieza: se establecerá una línea de extracción común a ambos aseos en conducto de chapa galvanizada circular de diámetro 150 mm. y se instalará un extractor heliocentrífugo acorde al caudal de extracción, de la marca S&P, modelo TD Silent Ecowatt 500-1500 con descarga a fachada, o similar aprobado por D.F.

Las rejillas a instalar para la extracción serán de dimensiones 300x150 mm., con compuerta de regulación para equilibrado de caudales según tabla la tabla adjunta.

Sala de reuniones: se realizará una línea de aporte de aire y otra de extracción en conducto de chapa galvanizada rectangular con aislamiento interior de conducto tipo Armaflex Duct de 13 mm. de espesor con acabado interior en aluminio. Esta línea será la misma que la de aporte de aire de climatización, la cual está centralizada en el cuarto de climatización. Se instalará un recuperador entálpico de flujo cruzado (cumpliendo con niveles de eficiencia estipulados en normativa vigente) para el total

del aire del caudal de renovación conjunto, instalado en el cuarto de climatización. El dimensionado de este recuperador se realizará en el apartado de climatización.

PLANTA SEGUNDA

Zona común/Oficina técnico/Oficinas 1,2 y 3: se realizará una línea de aporte de aire y otra de extracción en conducto de chapa galvanizada rectangular con aislamiento interior de conducto tipo Armaflex Duct de 13 mm. de espesor con acabado interior en aluminio. Esta línea será la misma que la de aporte de aire de climatización, la cual está centralizada en el cuarto de climatización. Se instalará un recuperador entálpico de flujo cruzado (cumpliendo con niveles de eficiencia estipulados en normativa vigente) para el total del aire del caudal de renovación conjunto, instalado en el cuarto de climatización. El dimensionado de este recuperador se realizará en el apartado de climatización.

Aseos hombres/mujeres: se establecerá una línea de extracción común a ambos aseos en conducto de chapa galvanizada circular de diámetro 150 mm. y se instalará un extractor heliocentrífugo acorde al caudal de extracción, de la marca S&P, modelo TD Silent Ecowatt 500-1500 con descarga a fachada, o similar aprobado por D.F.

Las rejillas a instalar para la extracción serán de dimensiones 300x150 mm., con compuerta de regulación para equilibrado de caudales según tabla la tabla adjunta.

El dimensionamiento de las soluciones a adoptar en las estancias cuyos sistemas serán generales se realizará en el siguiente apartado de este TFG, correspondiente al diseño e

implementación del sistema general de climatización.

4.4.4. Instalación de climatización

En este apartado del presente TFG se va a describir el proceso a seguir para el diseño y modelado en tres dimensiones de las instalaciones de climatización de la Casa del Director.

A continuación, se describirán ciertos aspectos técnicos a considerar en el diseño de las redes de climatización, así como de los equipos a disponer para tal fin.

Aislamiento térmico de redes de tuberías

En el circuito de distribución subterráneo de agua glicolada proveniente de las sondas de captación geotérmica, así como en la parte aérea hasta llegar a la bomba de calor, todas las tuberías deberán estar aisladas mediante aislamiento térmico con un material de conductividad de 0,040 W/(m.K)., acorde al recogido en las tablas del RITE en la IT1, para una temperatura de fluido de 15°C y para el diámetro (D) correspondiente en cada caso.

En el caso de variar el aislamiento deberá calcularse los espesores con la expresión adjunta en la IT1 del RITE.

Los espesores mínimos de aislamiento de los accesorios de la red, como válvulas, filtros..., serán del mismo espesor que el de la tubería en el que se encuentren instalados.

En las tuberías instaladas en el exterior, el aislamiento deberá tener una protección suficiente como para resistir a intemperie, realizando una estanqueidad en las juntas para evitar el paso de agua de lluvia y/o humedad.

Aislamiento térmico de conductos

Este aislamiento se encuentra definido en el punto 4.4.2 del presente documento, por lo que se deberán adoptar los valores fijados en el citado apartado.

Bombas de calor

El equipo (el cual contará con una potencia superior a 12 kW), deberá llevar incorporado los valores de consumo energético (COP/SCOP) determinados por la normativa europea en vigor, o por entidades de certificación europea.

Se deberán aportar tablas de funcionamiento del equipo a distintas temperaturas, al objeto de facilitar la evaluación y rendimiento energético de la instalación.

La temperatura del aire de salida de la bomba de calor deberá ser mantenida constante al variar la carga.

Recuperación de calor del aire de extracción

En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior sea superior a 0.5 m³/s, se debe recuperar la energía del aire expulsado.

Las eficiencias mínimas en calor sensible sobre el aire exterior (%) y las pérdidas de presión máximas (Pa) en función del caudal extraído y de las horas anuales de funcionamiento son las que vienen indicadas en la tabla 2.4.5.1 del RITE, la cual se muestra a continuación:

Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación										
Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m³/s)									
	>0,5...1,5		>1,5...3,0		>3,0...6,0		>6,0...12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000 ... 4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000 ... 6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

Tabla 4.4.4.1: Tabla de eficiencia mínima de recuperación de energía

Zonificación

La zonificación del sistema de climatización se establecerá con el fin de obtener un elevado bienestar y ahorro de energía.

El sistema principal se dividirá en subsistemas, teniendo en cuenta la compartimentación del edificio, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

El cálculo de las cargas térmicas del edificio se ha calculado directamente en el modelo arquitectónico inicial modelado en Revit, ya que este contiene toda la información necesaria para el cálculo de pérdidas y de calor por infiltraciones y ventilación.

A la hora de calcular las cargas térmicas del edificio, deberemos de ir a “Barra de Herramientas → Analizar → Informas... → Informe de Cargas de calefacción y refrigeración”, desde donde se accederá a la siguiente ventana:

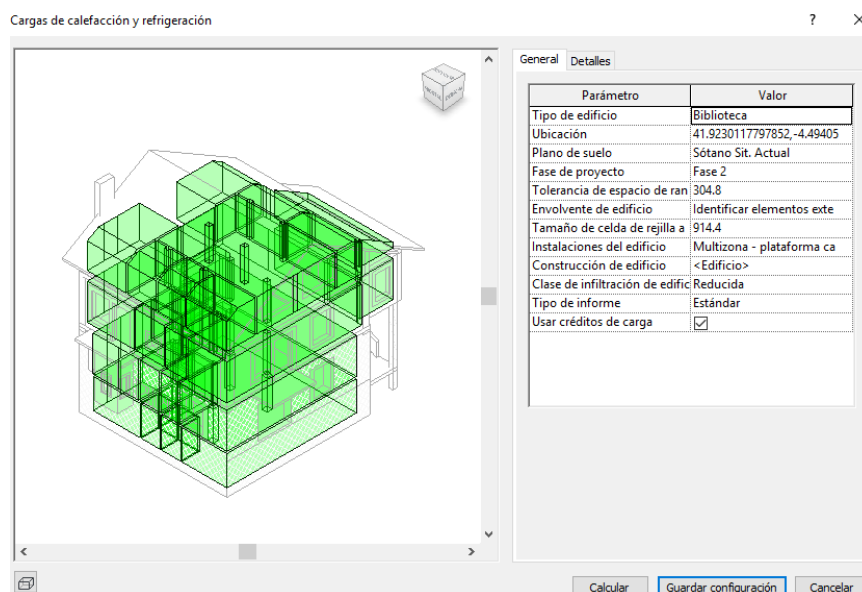


Figura 4.4.4.1: Espacios y zonas de cálculo de cargas térmicas y menú de configuración de parámetros de cálculo

En ella, configuraremos todos los aspectos del edificio relacionados a la ubicación (en este caso Venta de Baños), fase de construcción considerada para el análisis de las cargas, tipo de sistema de climatización a instalar en el edificio, clase de cerramientos considerados (en nuestro caso tomar las propiedades de los cerramientos configurados en el modelo 3D, ya que están ajustados a la realidad), en definitiva, una serie de parámetros para ajustar dicho cálculo a nuestra situación concreta.

Previamente a ejecutar el cálculo, deberemos definir en el modelo arquitectónico los espacios en los que se va a dividir nuestro edificio y la configuración de cada uno de los espacios. Esto se hace con el fin de que el programa establezca para cada estancia las condiciones específicas de diseño para realizar el cálculo de cargas correctamente.

A continuación, se muestra la creación de un espacio, los cuales se pueden generar:

- Automáticamente, mediante una de las opciones del programa.
- Manualmente, espacio por espacio. Esta es la opción preferida, puesto que el sistema automático toma en ciertas ocasiones como espacio algunos objetos o zonas que en realidad no lo conforman.

Para crear un espacio de forma manual y configurarlo, se deberá proceder de la forma siguiente:

- Accedemos al plano de planta correspondiente a la zona a configurar.
- Ejecutamos la opción “Zonas”, situada en “Barra de Herramientas → Analizar → Zonas”
- Definimos el espacio, lo nombramos a nuestro gusto y configuramos el espacio en el menú de “Propiedades”

Hecho esto, obtendremos una configuración de plantas y espacios como la que se muestra a continuación:

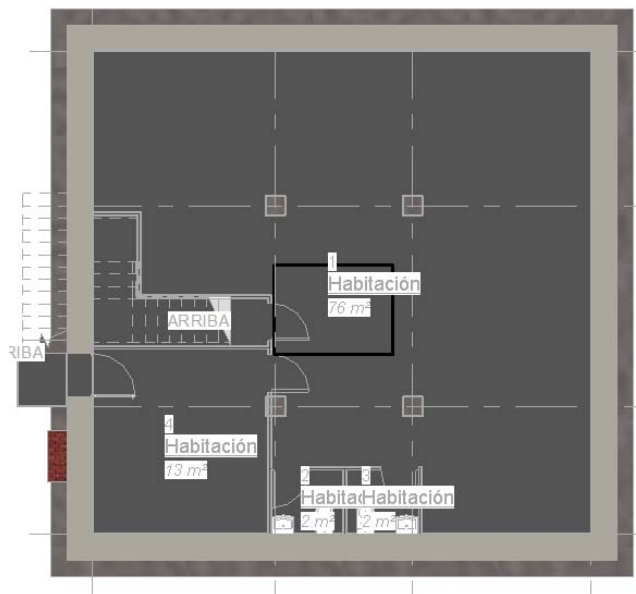


Figura 4.4.4.2: Ejemplo de configuración de zonas y espacios de la planta sótano

Una vez hecho esto para todas y cada una de las plantas y configuración de propiedades de todos los espacios, se ejecutará el análisis de cargas térmicas del edificio, obteniendo un informe completo de las mismas, en las cuales se muestra primeramente las condiciones de diseño consideradas para mostrar seguidamente un informe resumen de cargas y los análisis unitarios de cada espacio existente en el edificio.

El informe de cargas térmicas obtenido es el que se muestra a continuación bajo estas líneas:

Project Summary

Ubicación y clima	
Proyecto	TFG - Casa del Director
Dirección	Avda. 1º de Junio S/N Venta de Baños CP: 34200 PALENCIA
Tiempo de cálculo	viernes, 17 de junio de 2016 18:08
Tipo de informe	Estándar
Latitud	41.92º
Longitud	-4.49º
Temp. seca verano	36 °C
Temp. húmeda verano	20 °C
Temp. seca invierno	-4 °C
Oscilación media diaria	16 °C

Building Summary

Entradas	
Tipo de edificio	Biblioteca
Área (m²)	413
Volumen(m³)	1,020.68
Resultados calculados	
Valor máximo de carga total de refrigeración (W)	45,000
Valor máximo de refrigeración (mes y hora)	Julio 16:00
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	39,046
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	5,954
Capacidad máxima de refrigeración (W)	45,000
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	3,186.0
Valor máximo de carga de calefacción (W)	11,439
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	2,292.7
Sumas de comprobación	
Densidad de la carga de refrigeración (W/m²)	108.88
Densidad del flujo de refrigeración (L/(s·m²))	7.71
Flujo/carga de refrigeración (L/(s·kW))	70.80
Área/carga de refrigeración (m²/kW)	9.18
Densidad de la carga de calefacción (W/m²)	27.68
Densidad del flujo de calefacción (L/(s·m²))	5.55

Tabla 4.4.4.2: Tabla resumen del cálculo de cargas térmicas de la Casa del Director, obtenida de Revit

INSTALACIONES TÉRMICAS TFG – Remodelación y rehabilitación Casa del Director

Zone Summary - Por defecto

Entradas	
Área (m²)	413
Volumen(m³)	1,020.68
Posición de ajuste de refrigeración	23 °C
Posición de ajuste de calefacción	21 °C
Temperatura de suministro de aire	12 °C
Número de personas	133
Infiltración(L/s)	53.9
Tipo de cálculo de volumen de aire	Multizona - plataforma caliente / plataforma fría
Humedad relativa	46.00% (Calculated)
Psicometría	
Mensaje psicométrico	None
Serpentín de refrigeración ingresando en el intervalo de temperatura seca	23 °C
Serpentín de refrigeración ingresando en el intervalo de temperatura húmeda	16 °C
Serpentín de refrigeración abandonando el intervalo de temperatura seca	10 °C
Serpentín de refrigeración abandonando el intervalo de temperatura húmeda	10 °C
Temperatura seca de mezcla de aire	23 °C
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	45,000
Valor máximo de refrigeración (mes y hora)	Julio 16:00
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	39,046
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	5,954
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	3,186.0
Valor máximo de carga de calefacción (W)	11,439
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	2,292.7
Valor máximo de flujo de aire de ventilación (L/s)	0.0
Sumas de comprobación	
Densidad de la carga de refrigeración (W/m²)	108.88
Densidad del flujo de refrigeración (L/(s·m²))	7.71
Flujo/carga de refrigeración (L/(s·kW))	70.80
Área/carga de refrigeración (m²/kW)	9.18
Densidad de la carga de calefacción (W/m²)	27.68
Densidad del flujo de calefacción (L/(s·m²))	5.55
Densidad de ventilación (L/(s·m²))	0.00
Ventilación/persona (L/s)	0.0

Tabla 4.4.4.2: Informe resumen de parámetros de cálculo y de cargas térmicas de La Casa del Director, obtenida de Revit

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	12,025	26.72%	25,834	46.71%
Ventana	5,284	11.97%	2,164	3.91%
Puerta	1,085	2.41%	2,418	4.37%
Cubierta	1,979	4.40%	1,391	2.51%
Ciaraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	543	1.21%	1,570	2.84%
Ventilación	0	0.00%	0	0.00%
Iluminación	4,181	9.29%	-4,181	-7.56%
Potencia	4,717	10.48%	-4,717	-8.53%
Personas	13,039	28.98%	-13,039	-23.57%
Plenum	0	0.00%		
Calor del ventilador	1,146	2.55%		
Recalentamiento	0	0.00%		
Total	45,000	100%	11,439	100%

Tabla 4.4.4.3: Informe de pérdidas de energía en los diferentes cerramientos del Edificio

Finalmente, puesto que el informe que se obtiene del análisis de cargas térmicas por espacio es muy extenso, se ha elaborado la tabla resumen que se muestra a continuación:

TABLA RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS Y CAUDALES DE CLIMATIZACIÓN												
Nº REF.	DENOMINACIÓN ESTANCIA	TIPO DE ESTANCIA	OCUPACIÓN CONSIDERADA (Pers. /m ²)	ÁREA (m ²)	Tª CONSIGNA CALEFACCIÓN (°C)	Tª CONSIGNA REFRIGERACIÓN (°C)	CARGA DE CALEFACCIÓN MÁX. (W)	CARGA DE REFRIGERACIÓN MÁX. (W)	CAUDAL CALEFACCIÓN (m ³ /h)	CAUDAL REFRIGERACIÓN (m ³ /h)	Nº REJILLAS DIFUSIÓN (Ud.)	CAUDAL UNITARIO REJILLA (m ³ /h)
1	Cuarto de clima	Sala de maquinaria	33,33	13,46	21,00	23,00	2274,00	1226,00	624,24	320,76	3,00	208,08
2	Sala de ensayo	Biblioteca/audiovisuales	4,00	76,05	21,00	23,00	6111,00	8119,00	2358,00	2123,64	10,00	235,80
3	Aseo hombres	Vestuarios	5,00	1,90	21,00	23,00	427,00	255,00	118,08	66,96	1,00	118,08
4	Aseo mujeres	Vestuarios	5,00	1,90	21,00	23,00	427,00	255,00	118,08	66,96	1,00	118,08
5	Sala de exposiciones	Zona de exposiciones	2,00	73,06	21,00	23,00	4406,00	11408,00	2392,56	2983,68	10,00	298,37
6	Cocina	Prep. de alimentos	5,00	13,30	21,00	23,00	2192,00	1975,00	636,84	516,60	2,00	318,42
7	Aseo hombres	Vestuarios	5,00	3,61	21,00	23,00	459,00	365,00	137,16	94,68	1,00	137,16
8	Aseo mujeres	Vestuarios	5,00	3,31	21,00	23,00	397,00	331,00	119,88	86,40	1,00	119,88
9	Zona común	Zona de exposiciones	2,00	73,66	21,00	23,00	-2508,00	5769,00	457,20	1508,76	8,00	188,60
10	Archivo	Almacén activo	33,33	5,87	21,00	23,00	211,00	341,00	66,24	89,28	1,00	89,28
11	Sala de lectura	Biblioteca/audiovisuales	4,00	10,08	21,00	23,00	150,00	661,00	115,92	172,80	1,00	172,80
12	Sala de reuniones	Sala de reuniones	2,00	14,53	21,00	23,00	-326,00	2337,00	213,12	611,28	2,00	305,64
13	Aseo de hombres	Vestuarios	5,00	2,89	21,00	23,00	-45,00	99,00	9,00	25,92	1,00	25,92
14	Aseo de mujeres	Vestuarios	5,00	2,73	21,00	23,00	141,00	196,00	52,92	51,48	1,00	52,92
15	Sala de limpieza	Almacén activo	33,33	4,27	21,00	23,00	19,00	65,00	15,12	16,92	1,00	16,92
16	Zona común	Zona de exposiciones	2,00	44,34	21,00	23,00	-2700,00	4449,00	183,96	1163,52	6,00	193,92
17	Oficina Técnico	Oficina	20,00	10,42	21,00	23,00	80,00	700,00	98,28	182,88	1,00	182,88
18	Altillo almacén	Almacén activo	33,33	16,37	21,00	23,00	221,00	1568,00	207,72	410,04	1,00	410,04
19	Oficina 1	Oficina	20,00	7,34	21,00	23,00	-45,00	382,00	43,92	100,08	1,00	100,08
20	Oficina 2	Oficina	20,00	6,93	21,00	23,00	-104,00	337,00	26,64	88,20	1,00	88,20
21	Oficina 3	Oficina	20,00	6,61	21,00	23,00	94,00	839,00	73,08	219,60	1,00	219,60
22	Aseo de hombres	Vestuarios	5,00	4,60	21,00	23,00	49,00	272,00	41,76	70,92	1,00	70,92
23	Aseo de mujeres	Vestuarios	5,00	4,31	21,00	23,00	50,00	257,00	39,96	66,96	1,00	66,96
24	Sala de reuniones	Sala de reuniones	2,00	11,75	21,00	23,00	-540,00	1647,00	104,04	430,56	2,00	215,28
TOTALES:				413,27	-	-	11440,00	43853,00	8253,72	11468,88		

Tabla 4.4.4.4: Tabla resumen del cálculo de cargas térmicas y caudales de calefacción mediante conductos de distribución de aire acondicionado.

"Elaboración propia"

Realizando el cálculo de los caudales totales de ventilación (recogidos en la tabla de la ilustración 4.4.1.3), será necesario garantizar un **caudal de renovación de aire de 6301,22 m³/h** en el conjunto del edificio. Comparándolo con los caudales necesarios (reflejados en la tabla 4.4.4.6) para calefacción y refrigeración, este caudal es menor, con lo que para cumplir con el caudal de renovación necesario deberemos tomar esa cuantía de aire primario del exterior, pasarlo por el recuperador entálpico para recuperar en él la energía del aire expulsado e impulsarlo a través del sistema de difusión. La diferencia de aire a impulsar entre el caudal necesario para refrigerar y/o calefactar se cubrirá por recirculación del mismo.

De esta forma, se establecerá el siguiente balance de caudales según el modo de funcionamiento:

- **Modo refrigeración:**

Caudal total de refrigeración: $Q_{TRef}=11468,88 \text{ m}^3/\text{h}$

Caudal de ventilación: $Q_{Ren}= 6301,22 \text{ m}^3/\text{h}$

Caudal recirculado= $Q_{RecRfe}=5167.66 \text{ m}^3/\text{h}$

- **Modo calefacción:**

Caudal total de calefacción: $Q_{TCal}=8253,72 \text{ m}^3/\text{h}$

Caudal de ventilación: $Q_{Ren}= 6301,22 \text{ m}^3/\text{h}$

Caudal recirculado= $Q_{RecCal}=1952,50 \text{ m}^3/\text{h}$

Este control de caudales será controlado de forma autónoma mediante el sistema de climatización, el cual estará formado por un autómata que regulará las compuertas de admisión/expulsión de aire al exterior y controlará el grado de carga al cual trabajará la bomba de calor y el ventilador de impulsión de la misma.

El sistema de difusión de aire se calculará para el mayor caudal de climatización calculado, es decir, para un caudal de 11468,88 m³/h (correspondiente con el caudal de refrigeración), y para una potencia de 43853,00 W.

Como solución técnica a adoptar para climatizar el edificio, se va a disponer la instalación de una bomba de calor con intercambio de calor establecido con pozos de geotermia, dimensionados para una potencia térmica total de 50.000 W. La misma tendrá la opción de realizar Free-Cooling cuando las condiciones exteriores lo permitan.

Además, para la recuperación de energía del aire de expulsión se dispondrá de un recuperador entálpico de flujo cruzado para un caudal de 6301,22 m³/h.

A continuación, se detallará el cálculo de los componentes de la instalación, así como el cálculo y disposición de todo el sistema de difusión de aire de climatización/renovación.

Sistema de captación de energía - Pozos geotermia e instalación asociada

En este apartado se va a tratar el dimensionamiento del sistema de captación de energía geotérmico y la instalación asociada al mismo.

Como solución técnica, se van a disponer 4 pozos verticales de captación, con una potencia térmica de 50.000 W.

Los cálculos del sistema de captación se han realizado conforme al procedimiento descrito en la directriz alemana VDI 4640 (Verein Deutscher Ingenieure 4640). El método utilizado se trata de un procedimiento simplificado para el cálculo y dimensionamiento de pozos de captación geotérmica, cuyo carácter es bastante conservador y, por tanto, tiene en cuenta un coeficiente de sobredimensionamiento tal como para que el sistema diseñado siempre cumpla y proporcione la potencia de diseño requerida. Si se requiere un estudio más exhaustivo se deberá realizar una cata de testigos del terreno y estudio del mismo para poder hacer un cálculo aún más preciso, pero no se va a tener en cuenta en este TFG.

A continuación, se pasa a detallar el dimensionamiento de las sondas de captación para la

potencia necesaria en el condensador del equipo generador:

Potencia requerida (P_{req}) de refrigeración/calefacción:

$$P_{req} = 50000 \text{ W}$$

Se calcula la Potencia del Evaporador (P_{evap}), estimando un Coeficiente de Operación de la bomba de calor de COP=4:

$$P_{evap} = \frac{P_{req} \times (COP - 1)}{COP} = \frac{50000 \text{ W} \times (4 - 1)}{4} = 37500 \text{ W}$$

Se calculan las horas de funcionamiento medias anuales de la instalación, las cuales serán:

$$H_{func} = 10 \left(\frac{h}{día} \right) \times 6 \text{ (días/semana)} \times 52 \text{ (semanas/año)} = 3120 \text{ h/año}$$

Con este dato, vamos a la tabla de Capacidades térmicas del terreno (bajo estas líneas) y establecemos dicha capacidad:

Horas de funcionamiento	1900 h	2400 h
Subsuelo	Capacidad térmica específica en W/m de sonda	
Valores orientativos generales:		
Subsuelo inapropiado (sedimento seco) ($\lambda < 1,5 \text{ W/mK}$)	25	20
Subsuelo normal de roca consolidada y sedimento saturado con agua ($\lambda < 3,0 \text{ W/mK}$)	60	50
Roca consolidada con elevada conductividad térmica ($\lambda < 3,0 \text{ W/mK}$)	84	70
Rocas e laderas:		
Gravilla, arena, secas	< 25	< 20
Gravilla, arena, con contenido en agua	65 - 80	55 - 65
Contorno térmico fuerte a través de gravilla y arena, para instalaciones individuales	80 - 100	80 - 100
Arcilla, limo, húmedos	35 - 50	30 - 40
Piedra caliza (mezcla)	55 - 70	45 - 60
Piedra arenisca	65 - 80	55 - 65
Magmatitas ácidas (p.ej. granito)	65 - 85	55 - 70
Magmatitas básicas (p.ej. basalto)	40 - 65	35 - 55
Gneis	70 - 85	60 - 70

Tabla 4.4.4.5: Tabla de Capacidades Térmicas del terreno, según el tipo de suelo y las horas de funcionamiento de la instalación.

En nuestro caso, la $C_{term.terr} = 50 \text{ W/m}$

Con los datos obtenidos, se procede finalmente al cálculo de la longitud de sondas de captación, la cual será:

$$L_{sonda} = \frac{P_{Evap}}{C_{term.terr}} = \frac{37500 \text{ W}}{50 \frac{\text{W}}{\text{m}}} = 750 \text{ m}$$

Como solución técnica, se propone la instalación del sistema de captación geotérmica Rehau, mediante 6 pozos de captación de sondas dobles de 125 ml unitarios de longitud, con sondas de captación fabricadas en polietileno reticulado (PPRX) de 25 mm de diámetro.

A la hora de modelar esta instalación en Revit, como no viene incluido este tipo de instalación ni componentes en las familias, se ha procedido a realizar el modelado de las sondas de captación con tubería de similares características (tanto en diámetro, conductividad térmica (λ) y aspereza interior (ϵ)) para poder estimar las pérdidas de carga y modelar el sistema lo más fielmente a este tipo de instalaciones.

El resto de elementos de la instalación son bastante comunes y se encuentran modelados en la Sala de Climatización diseñada.

Bomba de calor generadora

La bomba de calor seleccionada es una bomba de calor agua-aire especial para sistemas de geotermia, diseñada para operar con COP/SCOP máximo para las temperaturas de captación de los pozos de geotermia, la cual oscila en torno a los 14-16°C. Se va a disponer un modelo cuya potencia frigorífica/calorífica sea de 50 KW de potencia, la cual cumple perfectamente con la demanda establecida en el cálculo de cargas térmicas.

Esta bomba de calor contará con sección de admisión y expulsión de aire exterior, el cual se conducirá

a través del recuperador entálpico (el cual se dimensionará más adelante) y de una sección especial para poder realizar Free-Cooling cuando las condiciones exteriores así lo permitan.

Como Revit no dispone de gran variedad de estos equipos en las familias disponibles, se ha colocado una bomba de calor genérica con los parámetros de operación modificados y adaptados en las propiedades de la misma a las necesidades de esta instalación.

Recuperador de calor

El recuperador de calor seleccionado se trata de un recuperador entálpico de flujo cruzado, instalado junto a la unidad acondicionadora de aire.

Dicho recuperador estará diseñado para un caudal de tratamiento de aire de 6301,22 m³/h (caudal de renovación calculado en apartados anteriores) y deberá tener una eficiencia mínima del 47 % (según tabla 2.4.5.1 del RITE, de eficiencias mínimas del recuperador), para 3650 horas anuales de funcionamiento y un caudal de 1,75 m³/h, como es el caso de estudio.

Adicionalmente y con la finalidad de asegurar una calidad de aire interior IDA 2, dicho recuperador deberá contar con filtración de doble nivel F6+F8 intercalado en el flujo de admisión de aire exterior, así como con una etapa de filtración F8 para el caudal de aire recirculado.

Sistema de conductos de distribución de aire – Impulsión y retorno

El sistema de conductos de distribución y retorno de aire se ajustará al diseñado en el modelo 3D obtenido en Revit.

Dicho sistema estará compuesto por conductos de chapa galvanizada aislados interiormente con aislamiento tipo Armaflex Duct de 13 mm. de espesor y acabado aluminio, con un coeficiente de conductividad térmica de $\lambda=0,036$ W/(m.K).

A continuación, se pasa a describir el proceso seguido para diseñar y modelar el sistema de distribución de aire en Revit.

Primeramente, se ha creado un nuevo archivo (una nueva “plantilla mecánica”) en el cual se implementará esta instalación y, tal como se explicó en apartados anteriores, se creará un vínculo al “*Modelo Arquitectónico*” del edificio, el cual servirá como base del diseño.

Seguidamente, se importarán los niveles necesarios para trabajar sobre ellos, lo cual se realiza igualmente que en apartados anteriores. En este caso se importarán los niveles de plantas disponibles de “*Sótano, Planta Baja, Planta 1ª y Planta 2ª*”.

Una vez hecho esto, se deben ubicar los equipos principales en el modelo de climatización, los cuales se corresponden con:

- **Bomba de calor de geotermia**, con unidad de tratamiento de aire incorporado (Cuarto de climatización).
- **Recuperador de calor** (Cuarto de climatización)
- **Depósito de inercia, bomba circuladora de circuito primario y sistema hidrónico asociado** al sistema de captación de los pozos verticales de geotermia. (Cuarto de climatización)
- **Sistema de pozos de geotermia** ubicados bajo el jardín lateral de la cara Sur del Edificio.

La incorporación de estos equipos se realizará de la forma habitual en Revit, obteniéndose finalmente la configuración de equipos que se muestra en la siguiente ilustración:

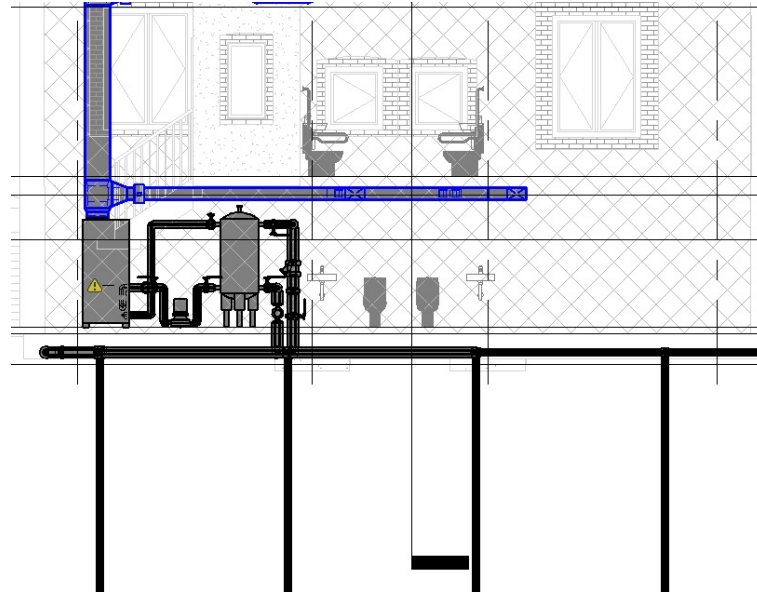


Figura 4.4.4.2: Imagen de implantación de Sala de Climatización sondas de geotermia.

Una vez establecidos los equipos (los cuales han sido diseñados acordes a las cargas térmicas y cálculos establecidos según normativa vigente), se va a proceder a realizar el modelado de la red de conductos. Para ello, sobre cada una de las plantas, se situarán en el falso techo las rejillas de impulsión y de retorno que sean necesarias para cumplir la normativa vigente, en cuanto a caudales necesarios y velocidades medias de aire como para no crear una situación de incomodidad a los usuarios del edificio.

Se han seleccionado para la difusión de aire los siguientes tipos de difusores:

- **Red de Impulsión:** se colocarán difusores lineales de doble deflexión con lamas orientables, montados en el falso techo sobre placa de dimensiones 60x60 cm. Para esta aplicación se instalarán difusores de la marca Trox, modelo Serie AH, de tamaños 400x200 mm ó 300x150 mm según posición.
- **Red de Retorno:** se colocarán rejillas de simple deflexión de lama fija y dimensiones adecuadas al caudal puntual de extracción, montados en falso techo sobre placa de dimensiones 60x60 cm. Para esta aplicación se instalarán

rejillas de la marca Trox, modelo Serie AH, de tamaño 400x200 mm.

A la hora de crear la instalación en el modelo 3D, se han seguido los siguientes pasos:

1. Se han situado en primer lugar los elementos en la Sala de Climatización, ubicando la bomba de calor, comba circuladora, depósito de inercia y los circuitos primario (el cual contiene una solución de propilenglicol) y secundario (circuito de agua).
2. Se han modelado los montantes verticales de impulsión y retorno por el patinillo diseñado para tal fin.
3. En cada planta se han colocado en el falso techo la distribución de conductos de impulsión y retorno acorde a los cálculos estimados anteriormente. Las rejillas de impulsión y retorno van montadas sobre dichos conductos y abocadas a las placas del falso techo que se ha creado.

Siguiendo estos pasos descritos para la creación del sistema, obtenemos la distribución que se ve en la siguiente figura:

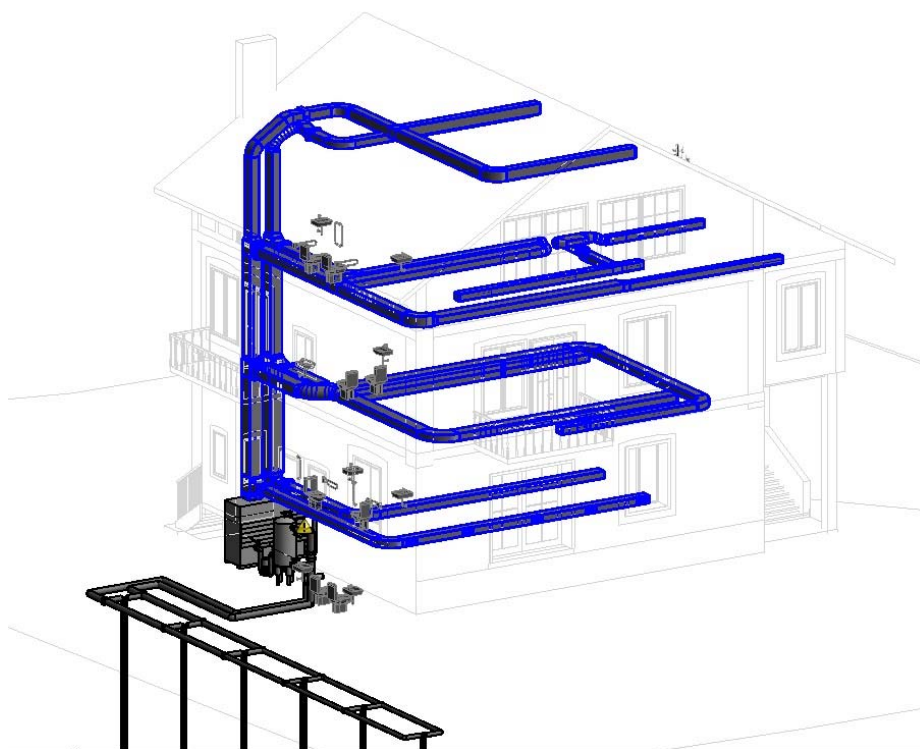


Figura 4.4.4.3: Imagen del sistema de climatización conjunto

Todas las instalaciones detalladas a lo largo del Capítulo 4 del presente TFG están detalladas en el apartado de planos incluido en la presente memoria.

5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En este apartado de la presente memoria, se va a describir el cálculo, disposición y estudios lumínicos de la instalación eléctrica general y de potencia de la Casa del Director.

Para modelar dicha instalación, se va a proceder a la creación de un archivo de intercambio IFC (Industry Foundation Classes) de nuestro modelo Revit para exportarlo a Cype y, mediante las herramientas disponibles en CypeCad MEP, dimensionar las instalaciones eléctricas acorde a la normativa actual vigente española y generar la memoria y documentos de dicha instalación.

5.1. Proceso de creación del fichero de intercambio IFC y exportación

En primer lugar, lo que debemos hacer es crear el archivo IFC de intercambio, mediante el cual exportaremos nuestro modelo 3D Revit a cualquier otro software que esté preparado para el intercambio de archivos mediante este protocolo. Para ello, en nuestro modelo 3D arquitectónico iremos a “*Pestaña de Inicio Revit* → *Exportar* → *IFC*”. La ruta se muestra en la siguiente figura:

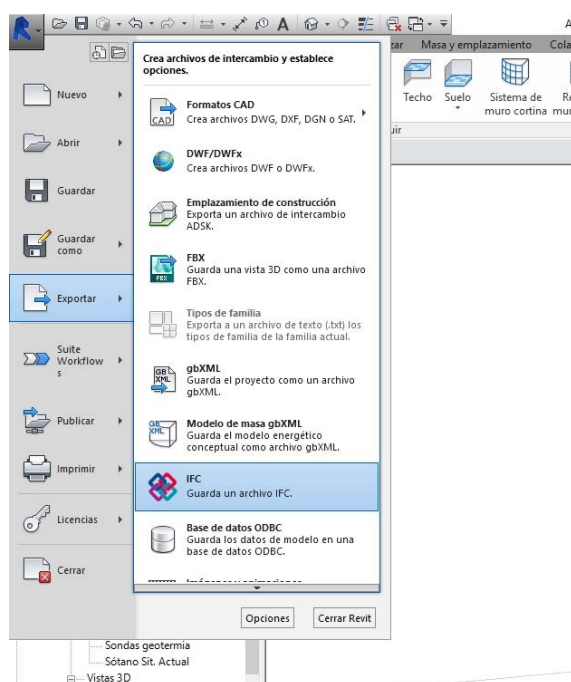


Figura 5.1.1: Imagen de ruta de creación de archivo IFC en Revit

Una vez aquí, se selecciona la opción IFC, donde nos aparecerá la ventana que se muestra a continuación:

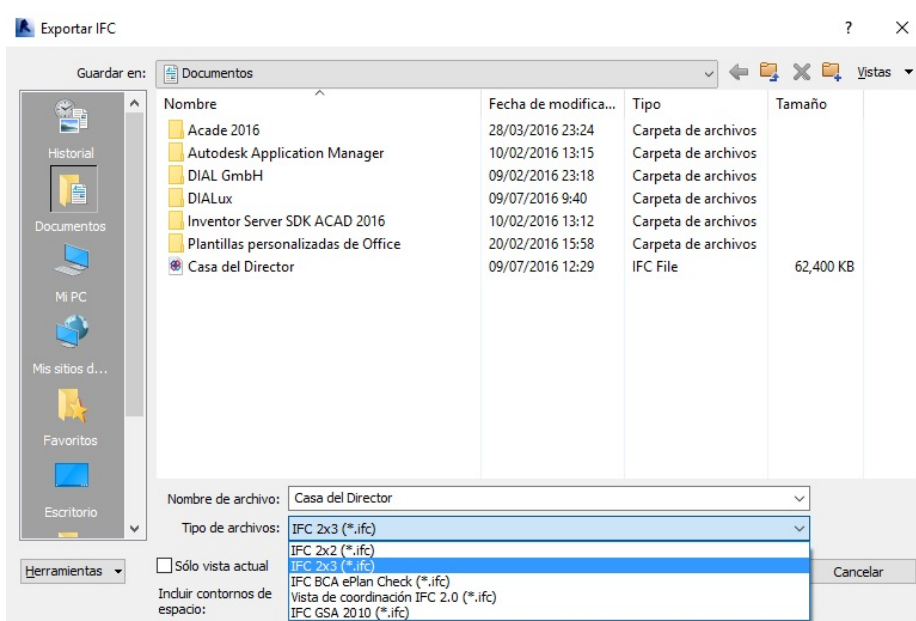


Figura 5.1.2: Imagen menú creación de archivo de intercambio IFC en Revit

En la ventana emergente, se seleccionará el tipo de archivo IFC que más interese (dependiendo de la aplicación de destino) y se selecciona la ruta de destino donde se guardará el archivo generado. En este caso, como el archivo es para exportar a la plataforma Cype, el archivo de intercambio deberá ser de tipo IFC 2x3. Una vez hecho esto, se obtendrá el archivo en el cual se recogen todas las características, arquitecturas e información de nuestro modelo 3D, listo para poder ser importado por otro software capaz de integrar este tipo de archivos.

Para la importación del fichero IFC, una vez creado el archivo de la “Instalación eléctrica de la Casa del Director”, se procederá a importar éste, con el fin de que éste sirva de base para el desarrollo de las instalaciones (aquí cabe destacar que, aunque en este TFG se esté empleando para el desarrollo de la instalación eléctrica, se puede importar para todo tipo de módulos Cype, ya que mediante el sistema de archivos IFC hay compatibilidad con todos los módulos existentes para el diseño y cálculo de todo tipo de instalaciones).

Durante el proceso de importación, al crear un nuevo archivo el programa da la opción directamente de importar un archivo IFC mediante una ventana emergente. En dicha

ventana, se configurarán los parámetros que interesen en cada caso. En el que nos ocupa, importaremos tan solo las plantas Sótano, Baja, Primera y Segunda, con la finalidad de desarrollar la instalación de alumbrado general y de fuerza del edificio.

A continuación, se muestra la secuencia de ventanas de configuración seguida para la creación de nuestro nuevo modelo eléctrico:

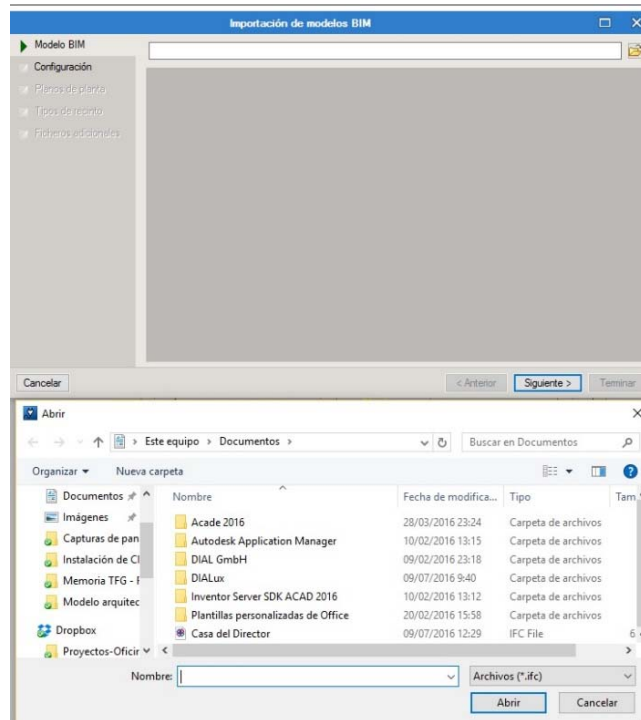


Figura 5.1.3: Imagen de paso nº1 de importación fichero IFC

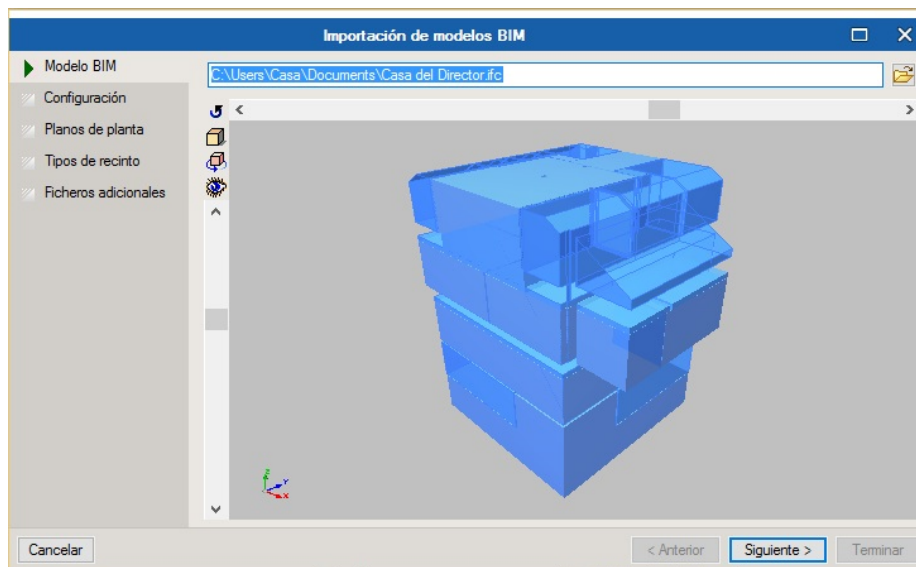


Figura 5.1.4: Imagen de paso nº2 de importación fichero IFC

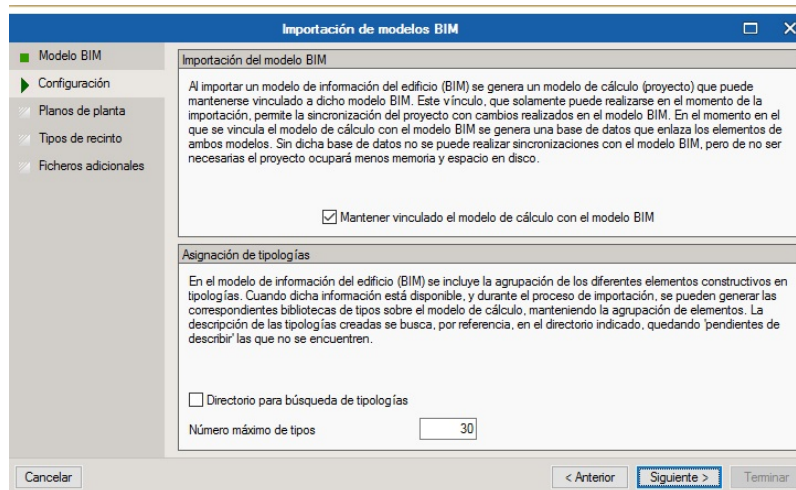


Figura 5.1.5: Imagen de paso nº3 de importación fichero IFC

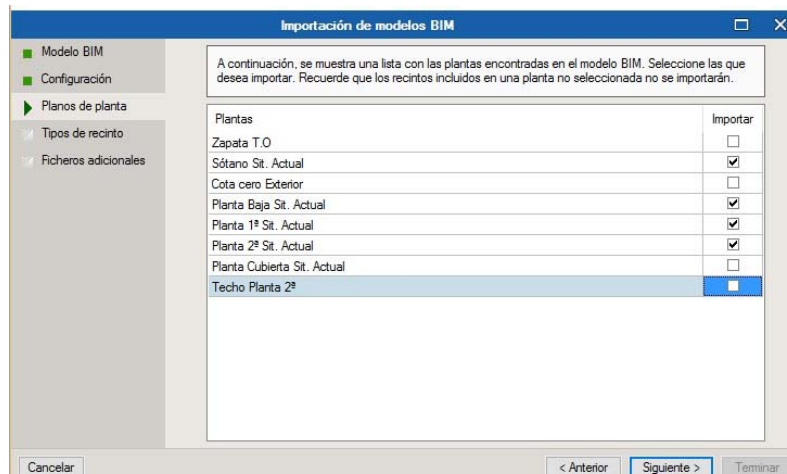


Figura 5.1.6: Imagen de paso nº4 de importación fichero IFC

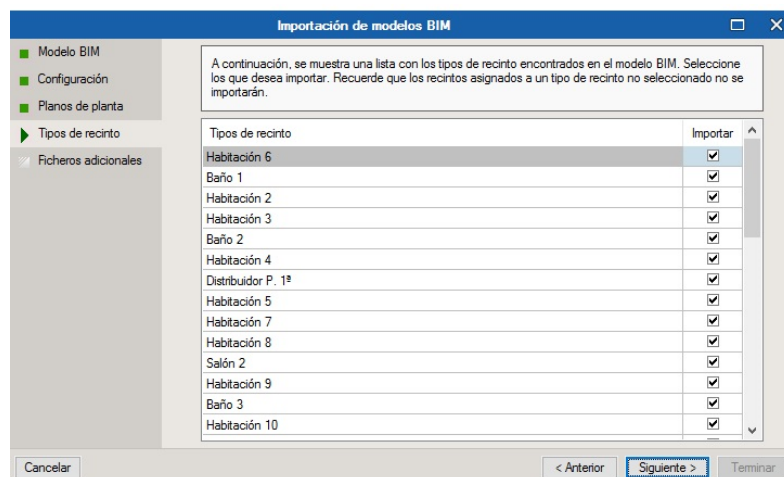


Figura 5.1.7: Imagen de paso nº5 de importación fichero IFC

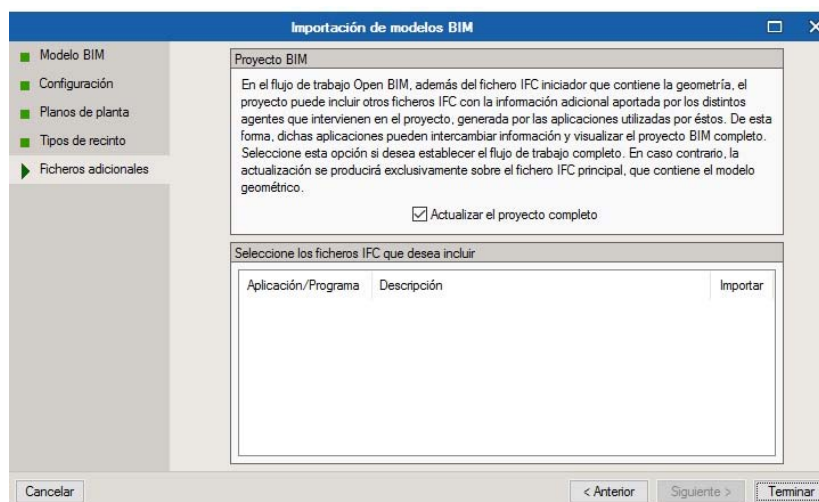


Figura 5.1.8: Imagen de paso nº6 de importación fichero IFC

Como comentario adicional, cabe citar que hay otro método que podemos utilizar alternativo (algo más largo y laborioso) para realizar las importaciones en Cype de un fichero IFC. Dicho método consiste en importar nuestro fichero IFC generado por Revit a través del “IFC Builder” (módulo complementario integrado en Cype), el cual genera el modelo de intercambio previamente y es capaz de analizar todo el conjunto del modelo, con lo que nos da la representación del mismo, podemos modificarlo y, lo que es más importante de cara a una importación de modelos, es capaz de analizarlo en toda su extensión y comunicarnos todos los fallos y/o incompatibilidades que pudiera haber, para así corregirlas y exportar un fichero IFC mucho más depurado y exento de fallos. Una vez hecho esto, volveríamos al proceso de importación de fichero IFC descrito anteriormente.

Esta última forma de actuar es la que finalmente se ha tenido que adoptar en este TFG, ya que al no estar totalmente desarrollado el protocolo de archivos de intercambio IFC, se tuvo que proceder a depurar el modelo generado en Revit en este módulo del programa Cype. Además, el tipo de archivo utilizado finalmente para el intercambio fue IFC 2x2, aunque se prevé que con la próxima llegada de la nueva versión de

archivos de intercambio IFC 4 todos estos problemas queden solucionados.

Una vez hecho esto, se exportó desde el módulo IFC Builder en formato IFC 4, reconociéndolo sin ningún tipo de problema el módulo CypeCad MEP, donde se procedió al diseño y cálculo de la instalación eléctrica.

5.2. Software de diseño de las instalaciones eléctricas: Cypecad MEP

El software para el diseño y cálculo de la instalación eléctrica en el módulo CypeCad MEP es bastante intuitivo en estas nuevas versiones (cabe citar que la versión empleada es la 2016.o, una de las últimas actualizaciones del software). La versión empleada de trata de una licencia “*Campus*”, de libre acceso para todos los estudiantes y personal educativo de la Universidad de Valladolid.

Dentro del módulo CypeCad MEP es posible diseñar, además de la instalación eléctrica, todas las instalaciones que puedan tener cabida dentro de un edificio o de un recinto industrial, tales como las instalaciones de climatización, ventilación, saneamiento, fontanería, instalaciones contraincendios... todo ello bajo el cumplimiento de la normativa española vigente, lo que nos da una idea de la potencia del software. Además, es capaz de generar las fichas técnicas, memorias, mediciones presupuestos, lo cual ahorra mucho tiempo a la hora de organizar la documentación de una obra.

A continuación, se va a explicar la interfaz principal de programa para, posteriormente, pasar a detallar el proceso de diseño de la instalación y generación de la documentación justificativa.

En la siguiente figura, se muestra la interfaz principal del programa:

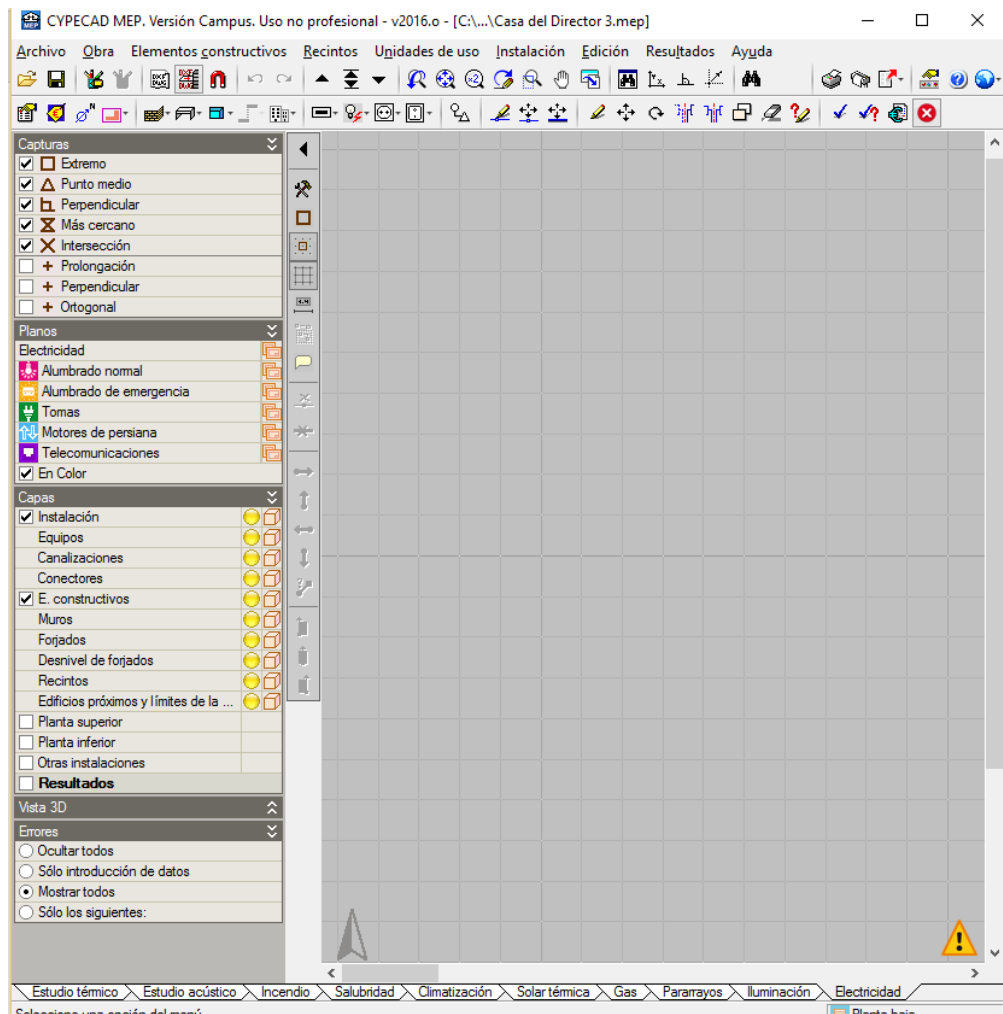


Figura 5.2.1: Imagen de interfaz principal del módulo CypeCad MEP

Describiendo la pantalla principal de una forma escueta, esta está formada por las siguientes partes:

1. **Barra inferior de instalación a desarrollar:** en ella seleccionamos el tipo de instalación a desarrollar en nuestro modelo BIM importado (también se puede importar desde bases CAD, pero no es la finalidad de este TFG).
2. **Menú de configuración de vistas y referencias:** es el menú de opciones que nos encontramos a la izquierda de la pantalla. En él se configuran los parámetros de vista necesarios para trabajar a nuestro gusto, pudiendo seleccionar diferentes capas, vistas y referencias a la hora de diseñar la instalación.

- 3. Barra de menú principal:** en ella se da acceso a todas las opciones de configuración general del modelo, inclusión y configuración de elementos de la obra, realización de cálculos automatizados de las instalaciones implementadas y generación de la documentación final de las mismas.

5.3. Diseño de la instalación eléctrica de la Casa del Director

En este apartado, se va a proceder a explicar el procedimiento de creación de las instalaciones eléctricas de nuestro edificio.

Para ello, una vez importado el modelo (tal y como se ha detallado en el apartado 5.1. del presente TFG), lo primero que tendremos que hacer es ubicar los siguientes elementos en el modelo:

- Caja de Protección y Medida (CPM): a esta caja llega la acometida principal de nuestra instalación desde el punto de acometida de abonado facilitado por la compañía comercializadora. Este elemento es el primero que deberemos incluir en nuestra instalación, ya que es el elemento raíz del cual penden todos los demás elementos de la instalación. Este elemento posee además un menú de configuración, el cual se muestra a continuación:

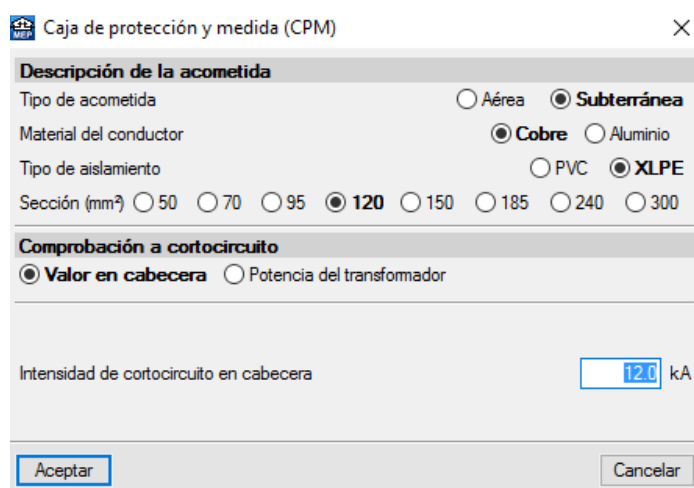


Figura 5.3.1: Imagen de menú de configuración de CPM

En la ventana de configuración de la CPM, podemos configurar los parámetros que se observan en la Figura 5.3.1, tales como el tipo de acometida, el material de los conductores, su sección y la intensidad de cortocircuito.

- Cuadro general de mando y derivación individual: se trata del cuadro principal, el cual está acometido desde la CPM y sirve de cuadro distribuidor para dar acometida a los subcuadros instalados en cada una de las plantas. En nuestra instalación, se ha considerado la instalación de 2 unidades: el primero de ellos para dar servicio a los subcuadros de sótano y climatización y el segundo de ellos para dar servicio a los subcuadros del resto de plantas del edificio.

Las configuraciones que se pueden realizar en este componente son las que se observan en las siguientes figuras:

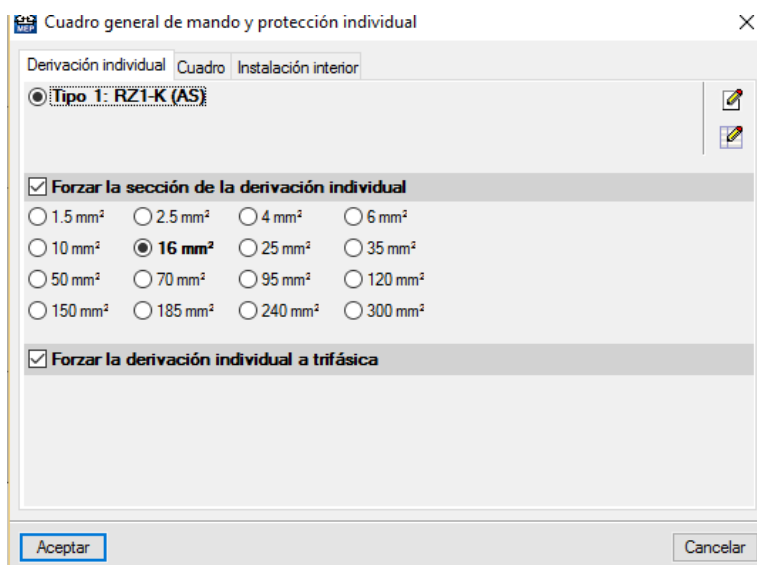


Figura 5.3.2: Imagen de submenú de derivación individual

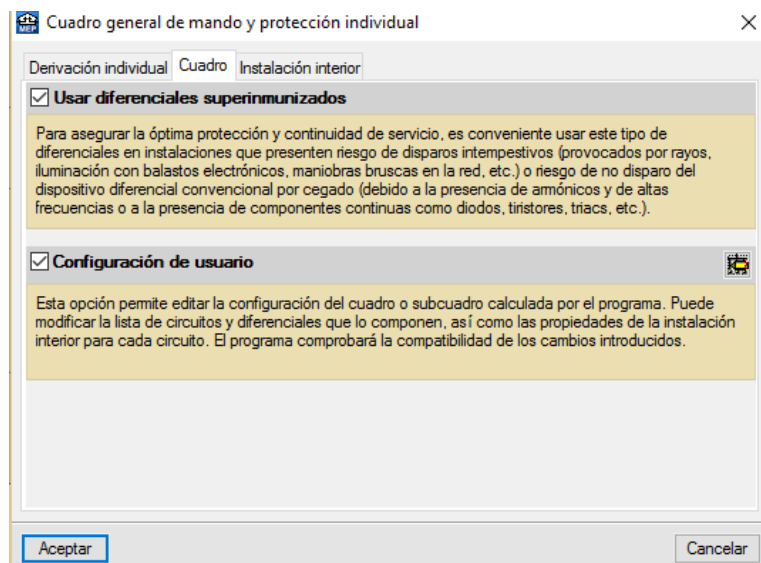


Figura 5.3.3: Imagen de submenú de configuración de cuadro general de mando

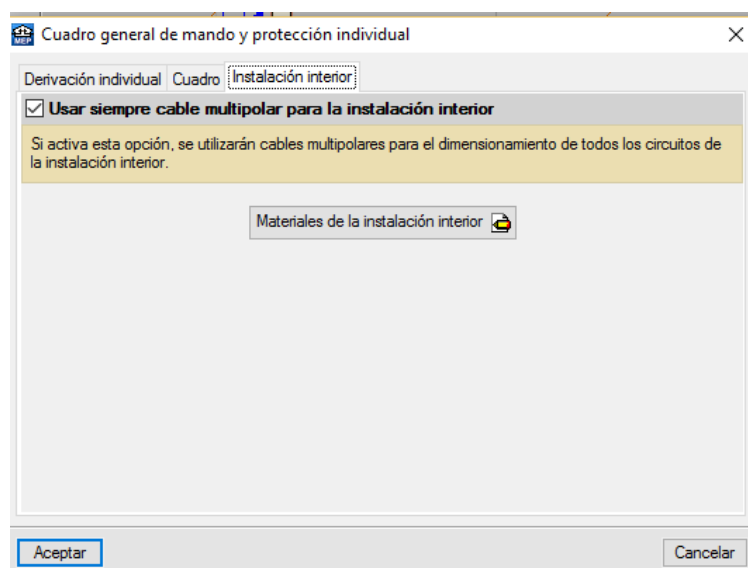


Figura 5.3.4: Imagen de submenú de configuración de cuadro general de mando

Como podemos ver en las tres figuras anteriores, este cuadro posee varios parámetros de configuración, relacionados con el tipo de instalación y de equipamiento que queremos emplear.

- Subcuadros: son la entidad de cuadro más pequeña y ramificada, encontramos uno de ellos por cada planta del edificio y son los que dan servicio a las derivaciones individuales de alumbrado y fuerza del edificio. También tienen cierto nivel de configuración, tal y como podemos ver en la figura que sigue a continuación:

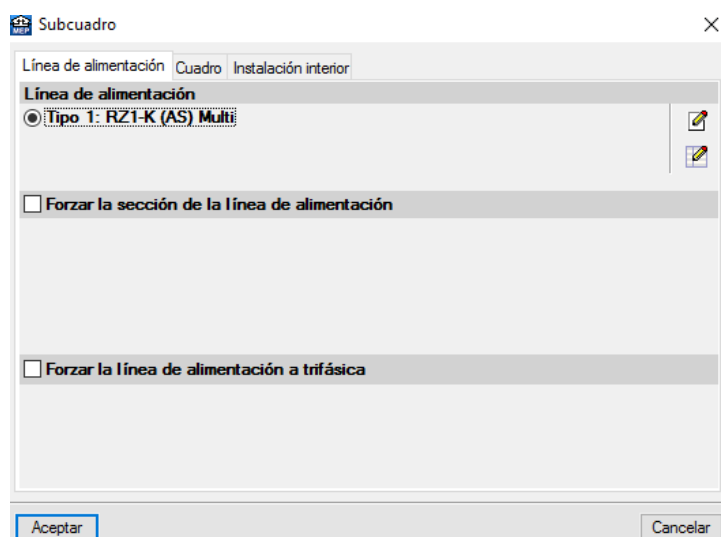


Figura 5.3.5: Imagen de submenú de configuración de cuadro general de mando

Quando ya tengamos ubicados y configurados estos elementos, los cuales encontraremos en “*Barra de herramientas → Instalación → Instalación de enlace*”, procederemos a ubicar nuestros puntos de consumo, tales como luminarias, tomas de fuerza, cargas adicionales (como cargas de equipos de climatización...) por las diferentes plantas del edificio. Todos estos elementos los encontraremos en “*Barra de Herramientas → Instalación → Instalación interior*”. La inserción de los diferentes elementos requiere la configuración del tipo de elemento a insertar. A modo de ejemplo, la siguiente figura muestra los parámetros editables para la selección de una luminaria:

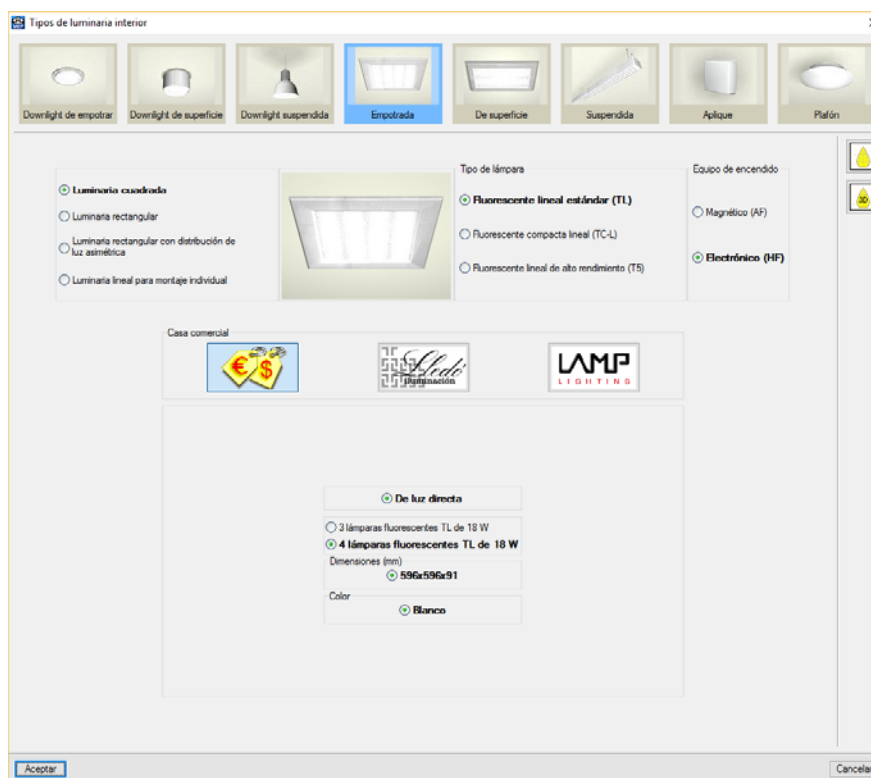


Figura 5.3.6: Imagen de selección de tipo de luminaria

Una vez hemos introducido los diferentes elementos en las posiciones que nos interesan (tales como luminarias, bases de tomas de fuerza, interruptores, detectores de presencia...etc), el siguiente paso a ejecutar será la definición de los caminos de cable, tales como bandejas, tubos... El software diferencia entre dos tipos de conducciones, que son:

- Canalización vertical
- Canalización horizontal

En la siguiente imagen (figura 5.3.2) se pueden ver los tipos de conducciones disponibles:

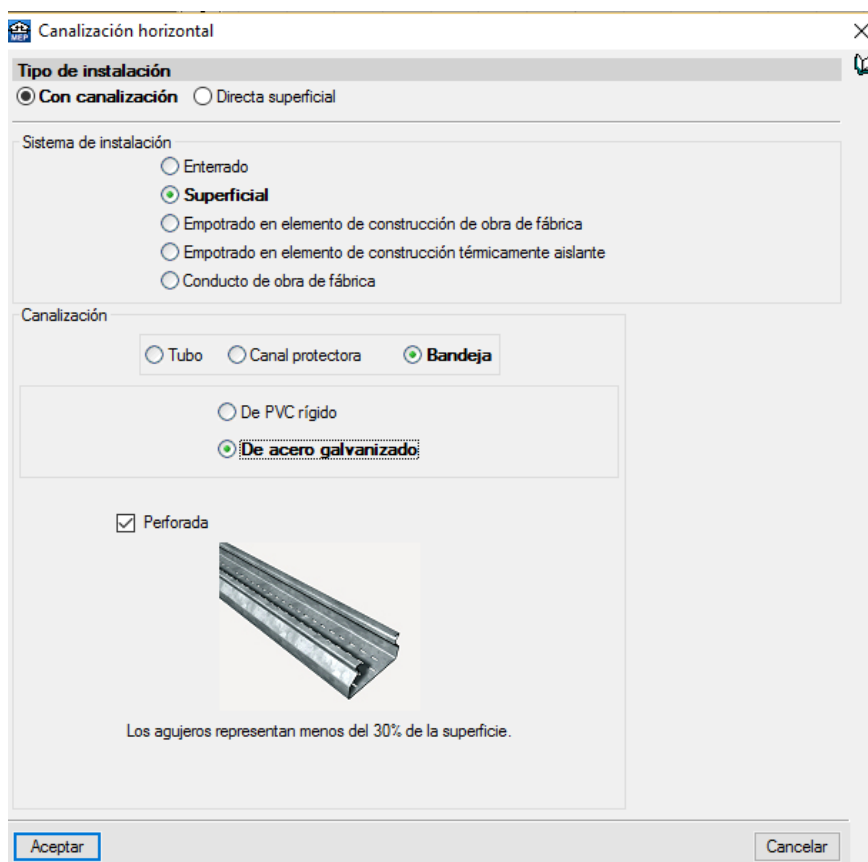


Figura 5.3.7: Imagen del menú de canalizaciones de conductores disponibles

Una vez elaborados todos los caminos de cable, los cuales se establecen clicando sobre el punto inicial y el punto final y realizando todos los circuitos necesarios uniendo todos los componentes eléctricos colocados, tendremos una visión de la instalación como la que se muestra a continuación:

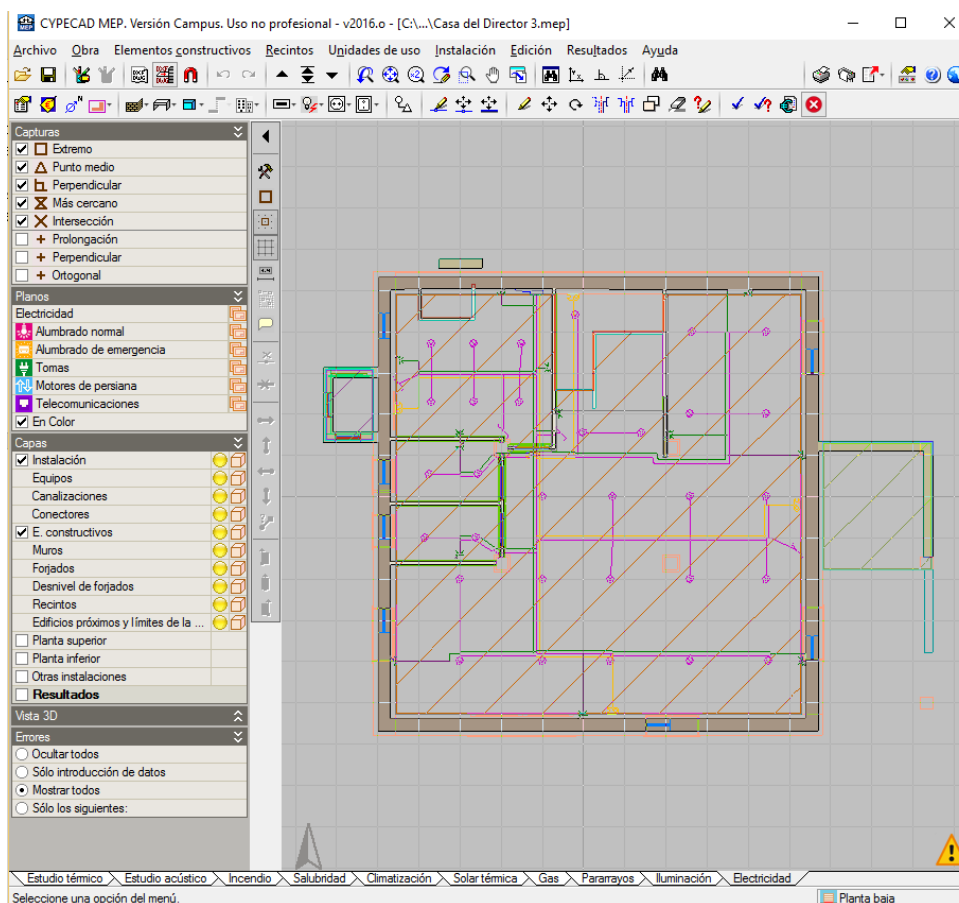


Figura 5.3.8: Imagen del menú de canalizaciones de conductores disponibles

Llegados a este punto y nivel de desarrollo de la instalación, quedaría por realizar el cálculo de la misma. Para ello, el módulo CypeCad MEP posee una herramienta de cálculo automática que procede al dimensionamiento de la instalación, generando además la memoria justificativa de la misma, planos, esquemas unifilares e incluso el desglose de mediciones y presupuesto. Además, otra de las principales ventajas de utilizar este software reside en que está adaptado totalmente a la normativa española vigente, por lo que todos los resultados obtenidos cumplen y están contrastados y comprobados todos los parámetros y puntos de la instalación. En el caso de que algún elemento o circuito no fuese posible de calcular o dimensionar acorde a normativa vigente, siempre nos saltará un mensaje de error para que

procedamos a realizar las modificaciones necesarias para su subsanación.

Para proceder a este dimensionamiento automático de la instalación, deberemos dirigirnos a “*Barra de herramientas → Resultado → Calcular...*”. Seleccionando dicha opción saltará una ventana emergente, la cual indica el proceso de cálculo y pueden pasar dos cosas:

- Que el cálculo se realice de forma correcta, no haya ningún aviso ni punto conflictivo, por lo cual el cálculo es satisfactorio y estarán disponibles los resultados de cálculo
- Que se produzca algún error en la instalación, en cuyo caso el programa nos indicará la localización y el fallo encontrado para proceder a su subsanado y proceder de nuevo al cálculo. Si se siguen sucediendo fallos habrá que establecer un proceso iterativo de esta forma hasta que todos los fallos encontrados sean corregidos y se llegue al cálculo correcto de la instalación. Este es el caso más frecuente que nos vamos a encontrar, y aunque el proceso sea algo largo al final se acaban consiguiendo los resultados esperados.

Una vez ya tenemos los cálculos y dimensionamientos de la instalación de forma correcta, deberíamos acceder a los resultados obtenidos por el programa, a los cuales llegaremos a través de la ruta “*Barra de herramientas → Archivo → Listados*”. A continuación, se muestra una figura en la que se observan los documentos que se pueden generar acerca de la instalación diseñada y calculada:

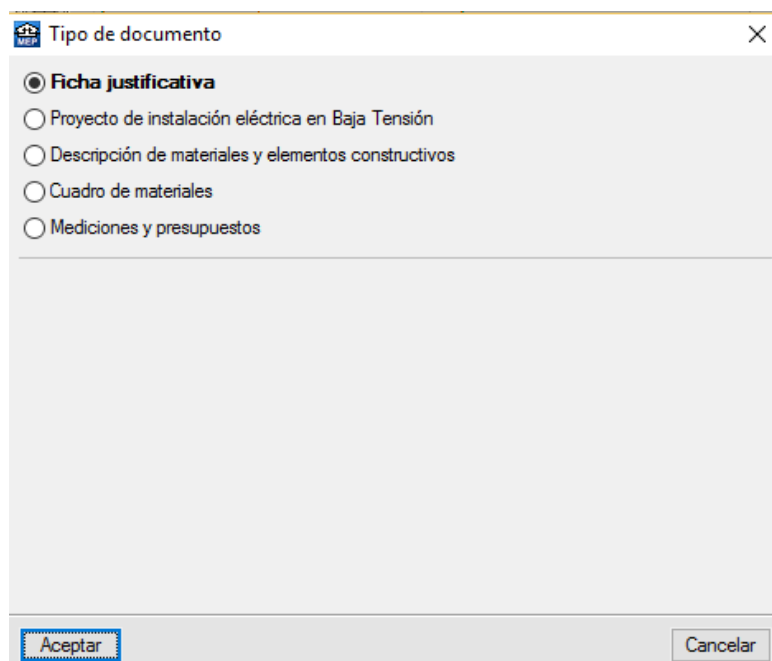


Figura 5.3.9: Imagen del menú de tipo de documentos disponibles

Como se puede observar, el programa nos da la opción de generar:

- **Ficha justificativa:** se trata de una ficha sencilla en la que se justifica de una forma concisa la instalación y los principales cálculos de la misma.
- **Proyecto de la Inst. Eléctrica:** se trata de una memoria completa de la instalación, incluyendo justificaciones, pliego de condiciones, mediciones y presupuesto.
- **Descripción de materiales y elementos constructivos:** se trata de un listado detallado de materiales, con sus fichas técnicas y principales características y propiedades.
- **Cuadro de materiales:** nos da un desglose de materiales empleados de forma general.
- **Mediciones y presupuesto:** se generan las mediciones y presupuesto por separado.

Llegados a este punto, ya tenemos generada por completo la instalación de nuestro edificio, la cual se detallará en el apartado siguiente en cuanto a su dimensionamiento y disposición.

5.4. Dimensionamiento de la instalación y resultados obtenidos

En este apartado, una vez se ha procedido en el apartado anterior a explicar el proceso de creación de la instalación, se va a proceder a exponer las principales premisas del diseño de la instalación y los resultados obtenidos en el proceso de diseño.

A la hora de diseñar esta instalación, el ordenamiento de cuadros que se ha querido establecer para esta instalación ha sido el siguiente:

- **PLANTA SÓTANO**

Ubicación de CPM, así como de los dos cuadros principales de derivación. Adicionalmente se han colocado dos subcuadros, uno de ellos para climatización y otro para los circuitos de alumbrado normal, de emergencia y tomas de fuerza.

- **PLANTA BAJA, 1ª Y 2ª**

En cada nivel se ha establecido un subcuadro, del cual se realizan las derivaciones individuales de fuerza, alumbrado normal y alumbrado de emergencia.

En cuanto a la previsión de cargas, estas están tenidas en cuenta en el primer documento del anexo I, donde se especifican las cargas a tener en cuenta, así como los circuitos que las albergan.

Por otra parte, para tener en cuenta las cargas de alumbrado se ha predimensionado la instalación para cumplir con la normativa vigente, cuyo estudio está adjunto también en el anexo I de la presente memoria.

Al final del documento (en el anexo I), se adjunta, además de los documentos citados anteriormente, la memoria obtenida de la instalación, para detallar así finalmente los resultados obtenidos de la instalación diseñada para nuestro edificio objeto de estudio. A mayores también se ha considerado la inclusión de la ficha justificativa de “Eficiencia energética de la instalación”, así como la ficha justificativa de “Seguridad frente al riesgo de iluminación inadecuada”

En el apartado de planos de la presente memoria se adjuntan los planos de implantación, cuadros generales y esquema unifilar con todos los elementos calculados de la instalación diseñada.

6. PLANOS

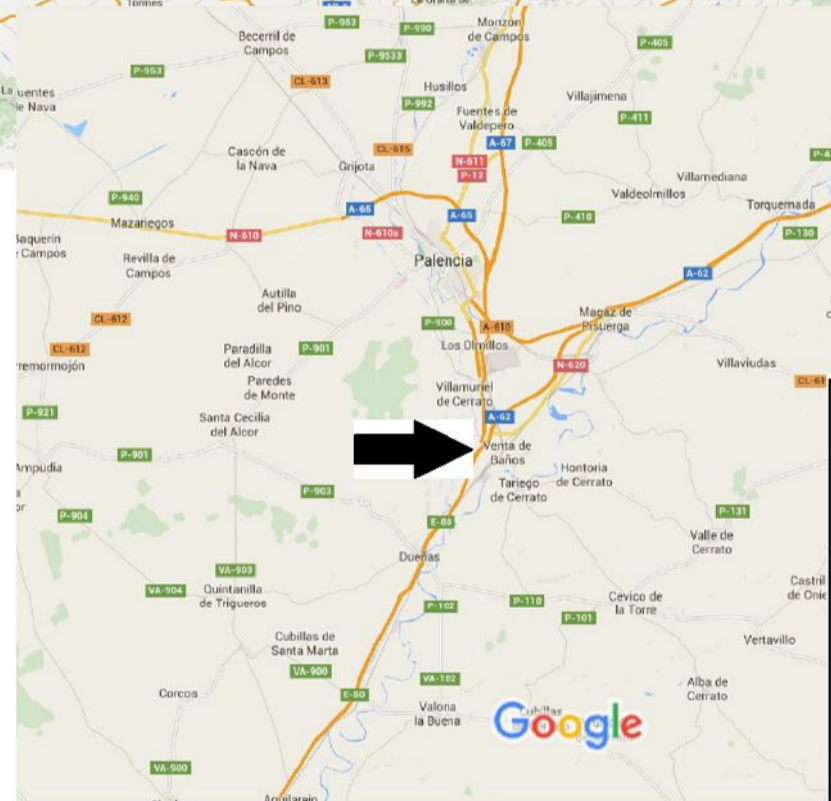
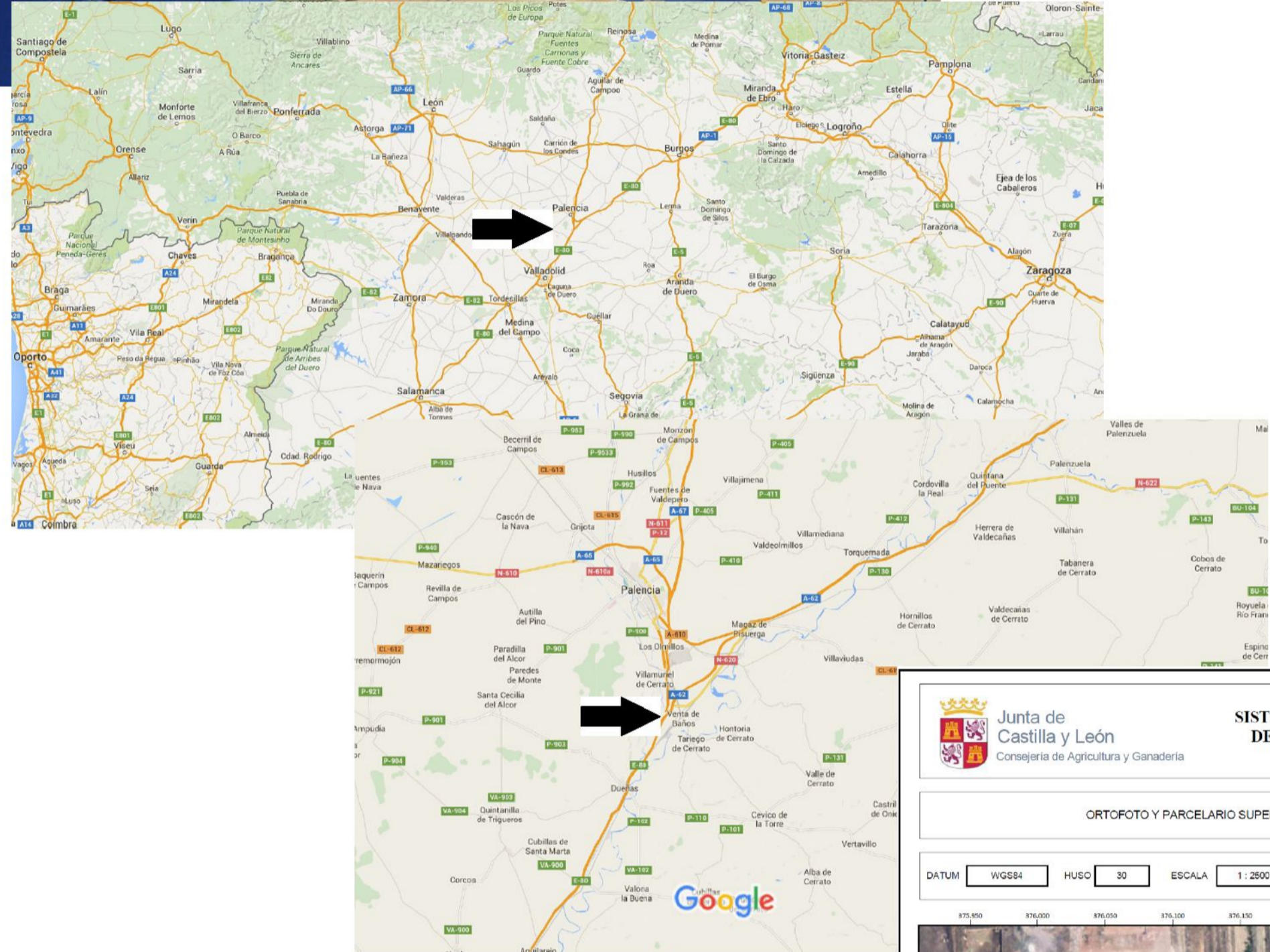
6.1. Índice de planos

- ACDE01: Situación y emplazamiento
- ACD001: Planta sótano – Situación existente
- ACD002: Planta sótano – Fase de derribos
- ACD003: Planta sótano – Estado final
- ACDB01: Planta baja – Situación existente
- ACDB02: Planta baja – Fase de derribos
- ACDB03: Planta baja – Estado final
- ACD101: Planta primera – Situación existente
- ACD102: Planta primera – Fase de derribos
- ACD103: Planta primera – Estado final
- ACD201: Planta segunda – Situación existente
- ACD202: Planta segunda – Fase de derribos
- ACD203: Planta segunda – Estado final
- ACDS11: Secciones constructivas 1
- ACDS22: Secciones constructivas 2
- ACDD01: Detalles constructivos
- ACDA01: Alzados principales 1
- ACDA02: Alzados principales 2
- ACD3D1: Vista 3D – Renderizado de fachadas Sur y Este
- ACD3D2: Vista 3D–Renderizado de fachadas Norte y Oeste
- ICDF01: Instalación de fontanería y ACS 1
- ICDC01: Plantas distribución conductos de climatización 1
- ICDC02: Plantas distribución conductos de climatización 2
- ICDC04: Implantación de sistema de geotermia
- ICDC05: Implantación sala de climatización
- IE1: Plantas de distribución instalación eléctrica 1
- IE2: Plantas de distribución instalación eléctrica 2
- IE3: Plantas de distribución instalación eléctrica 3

IE4: Plantas de distribución instalación eléctrica 4

EU1: Esquema unifilar de distribución nº1

EU2: Esquema unifilar de distribución nº2




Junta de Castilla y León
 Consejería de Agricultura y Ganadería

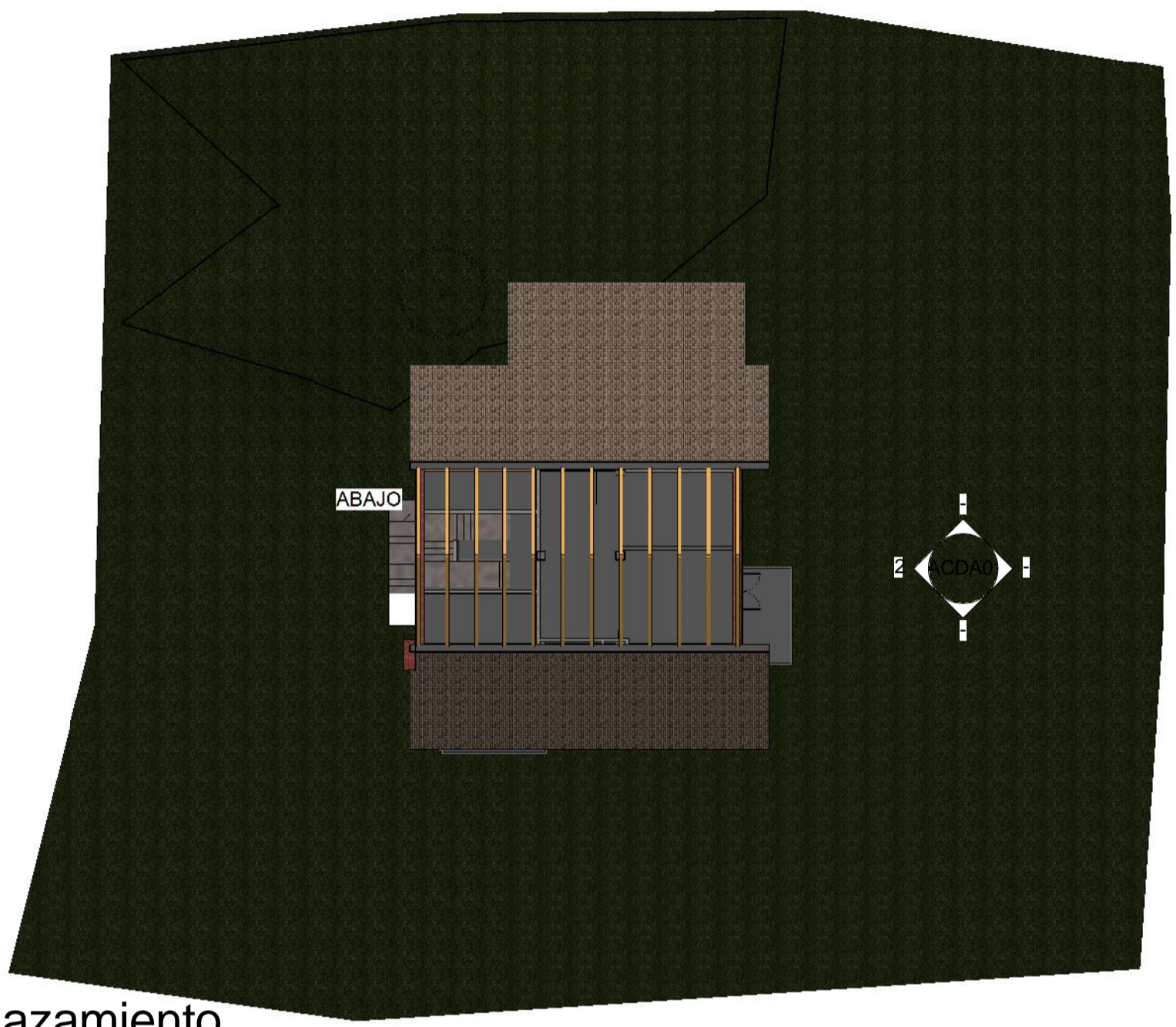
SISTEMA DE IDENTIFICACION DE PARCELAS AGRICOLAS

ORTOFOTO Y PARCELARIO SUPERPUESTO

DATUM: WGS84 HUSO: 30 ESCALA: 1:2500 FECHA DE IMPRESION: 02/05/2016

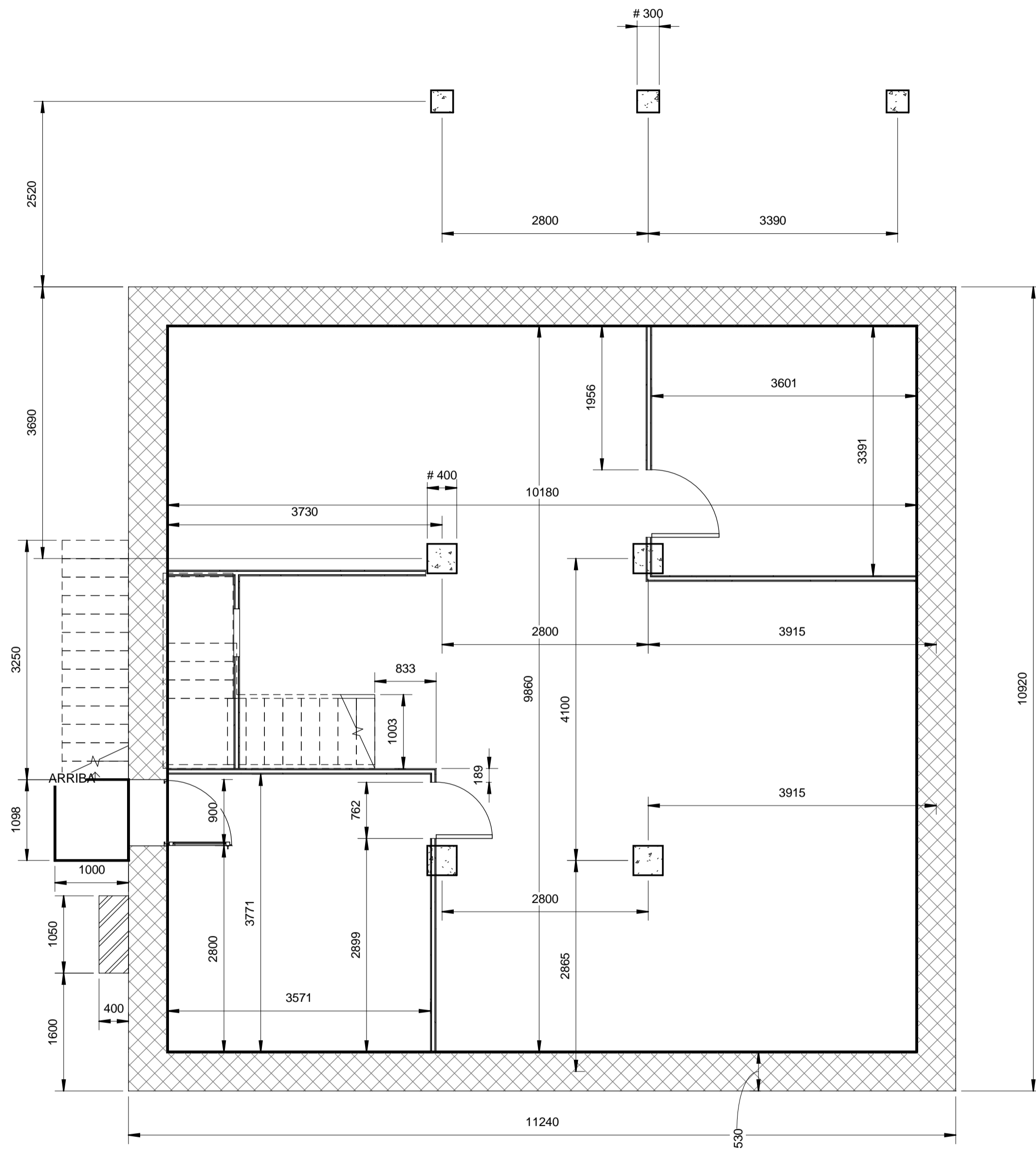


Datos del mapa ©2016 Google

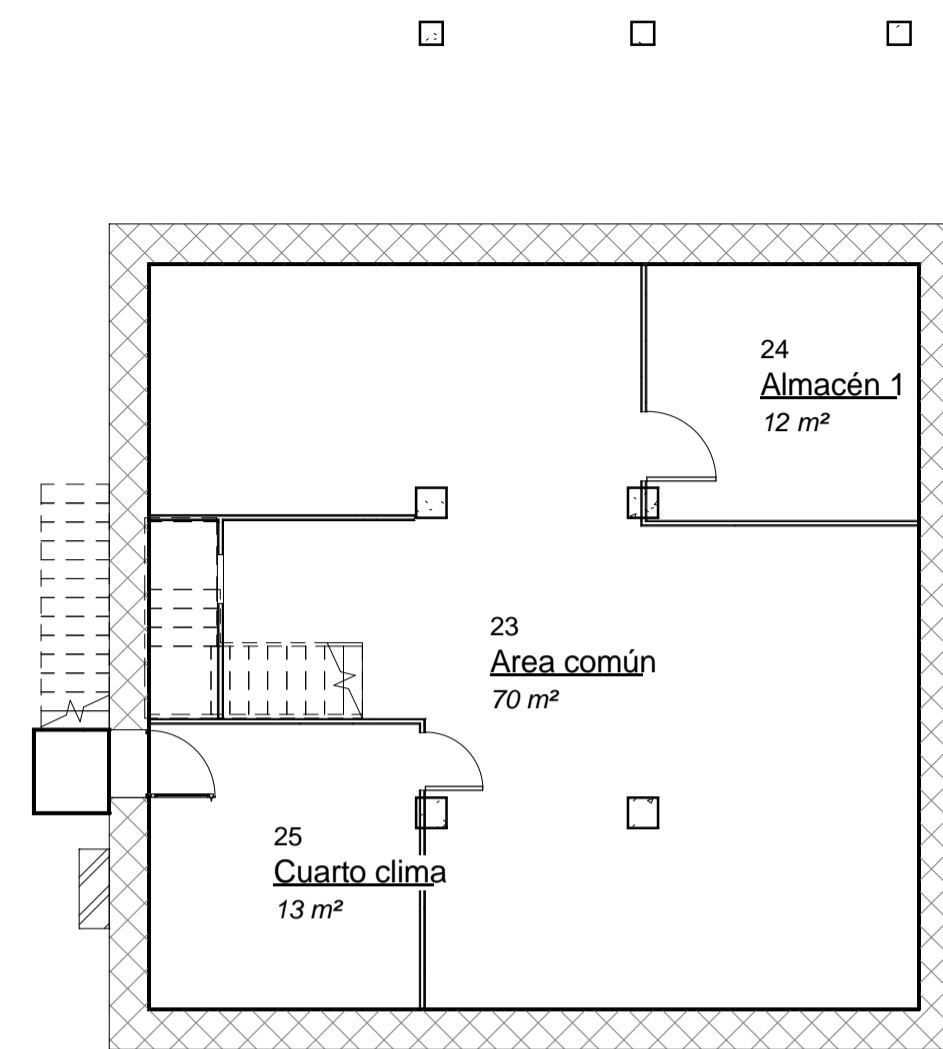


1 Emplazamiento
1 : 200

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Emplazamiento y Ubicación	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	FECHA JULIO - 2016
ESCALA 1 : 200	Nº PLANO ACDS01
FIRMA EL ALUMNO	
Grado en ING. MECÁNICA	
Fdo.: Fernando San José Calvo	



1 Planta Sótano - Existente
1 : 50




2 Sótano Áreas - Existente
1 : 100

ÁREAS CONTRUIDAS - Existente			
Tipo de habitación	Nivel	Área	Perímetro
Habitación	Sin colocar	Sin colocar	Sin colocar
Sin colocar: 1		0 m²	
Area común	Sótano Sit. Actual	70 m²	47574
Almacén 1	Sótano Sit. Actual	12 m²	13967
Cuarto clima	Sótano Sit. Actual	13 m²	14682
Sótano Sit. Actual: 3		96 m²	
Habitación 1	Planta Baja Sit. Actual	13 m²	14780
Distribuidor P. Baja	Planta Baja Sit. Actual	24 m²	31789
Cocina	Planta Baja Sit. Actual	17 m²	17889
Distribuidor	Planta Baja Sit. Actual	4 m²	8283
Aseo	Planta Baja Sit. Actual	3 m²	7103
Salón 1	Planta Baja Sit. Actual	35 m²	27159
Planta Baja Sit. Actual: 6		96 m²	
Habitación 6	Planta 1ª Sit. Actual	11 m²	13662
Baño 1	Planta 1ª Sit. Actual	5 m²	9082
Habitación 2	Planta 1ª Sit. Actual	21 m²	19023
Habitación 3	Planta 1ª Sit. Actual	21 m²	18606
Baño 2	Planta 1ª Sit. Actual	8 m²	11102
Habitación 4	Planta 1ª Sit. Actual	42 m²	42269
Habitación 5	Planta 1ª Sit. Actual	13 m²	14633
Planta 1ª Sit. Actual: 7		121 m²	
Habitación 7	Planta 2ª Sit. Actual	19 m²	20366
Habitación 8	Planta 2ª Sit. Actual	8 m²	11947
Salón 2	Planta 2ª Sit. Actual	39 m²	26115
Habitación 9	Planta 2ª Sit. Actual	9 m²	13307
Baño 3	Planta 2ª Sit. Actual	5 m²	8732
Habitación 10	Planta 2ª Sit. Actual	15 m²	15596
Distribuidor P. 2ª	Planta 2ª Sit. Actual	10 m²	13069
Planta 2ª Sit. Actual: 7		105 m²	
Total general: 24		417 m²	



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



TÍTULO PROYECTO
TFG - Casa del Director

PLANO
Planta Sótano - Fase Existente

ÁREA I.P.F.
Trabajo Fin de Grado (TFG)

FECHA
JULIO - 2016

Nº PLANO
ACD001

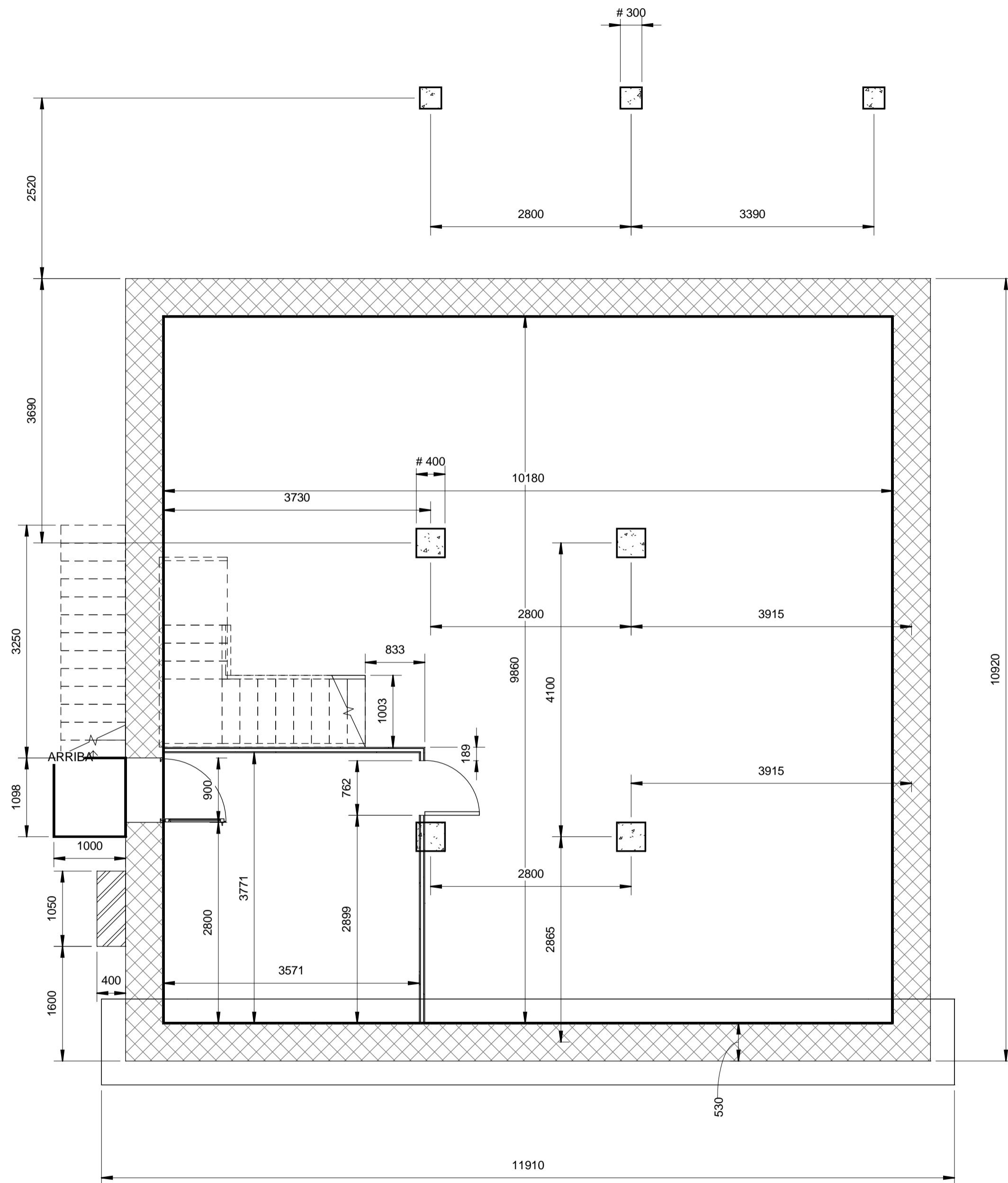
PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCALA
Como se indica

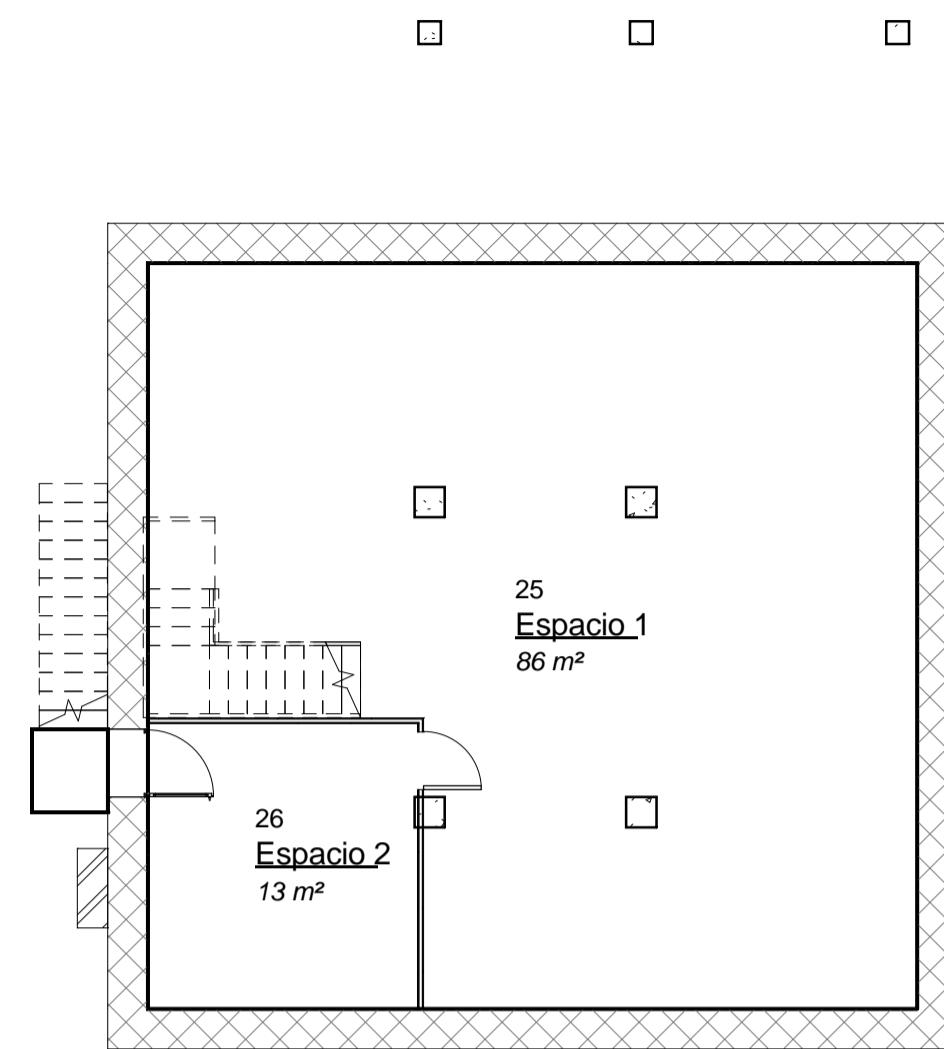
FIRMA
EL ALUMNO

Grado en ING. MECÁNICA

Fdo.: Fernando San José Calvo




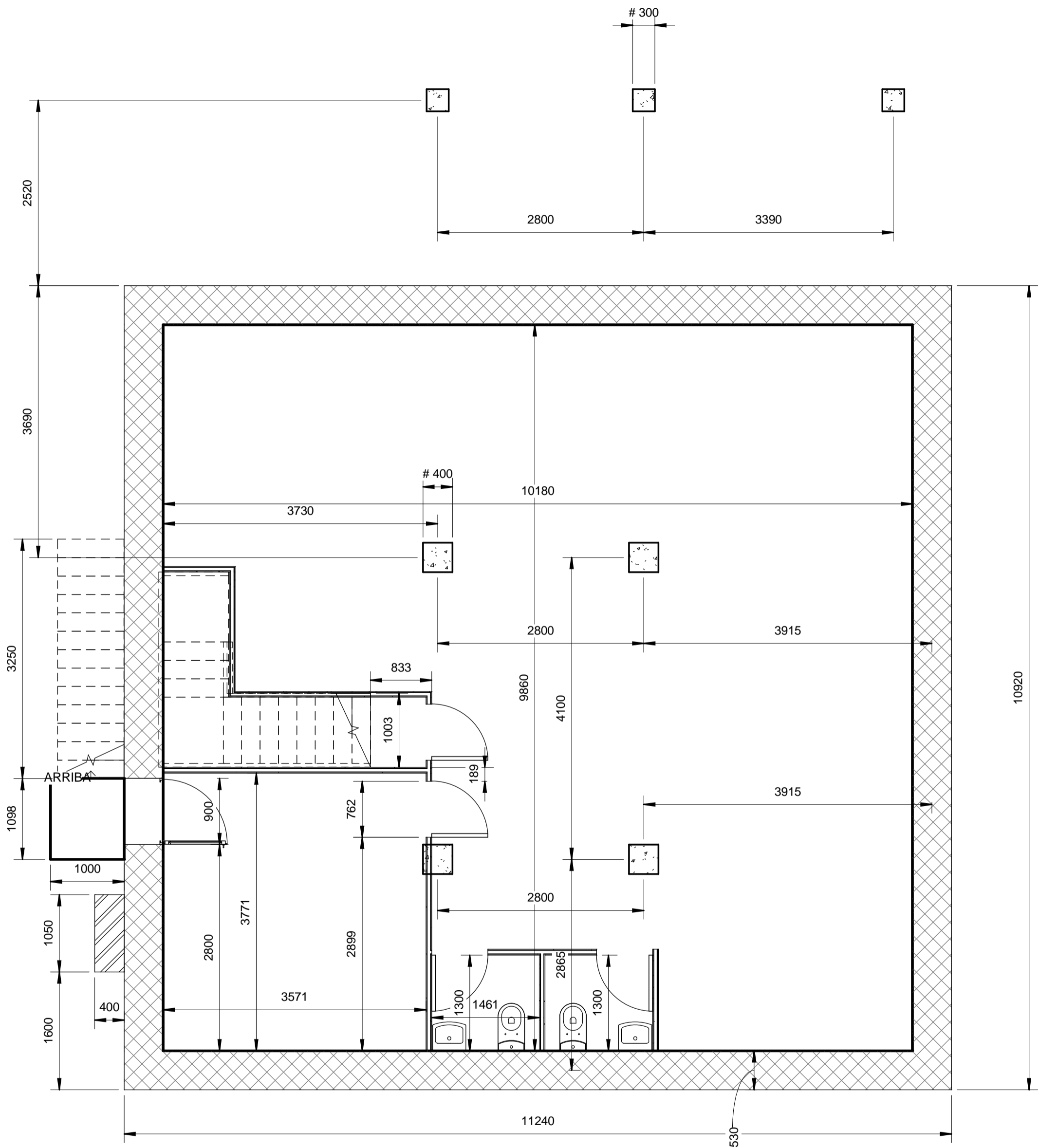
1 Planta Sótano - Derribos
1 : 50



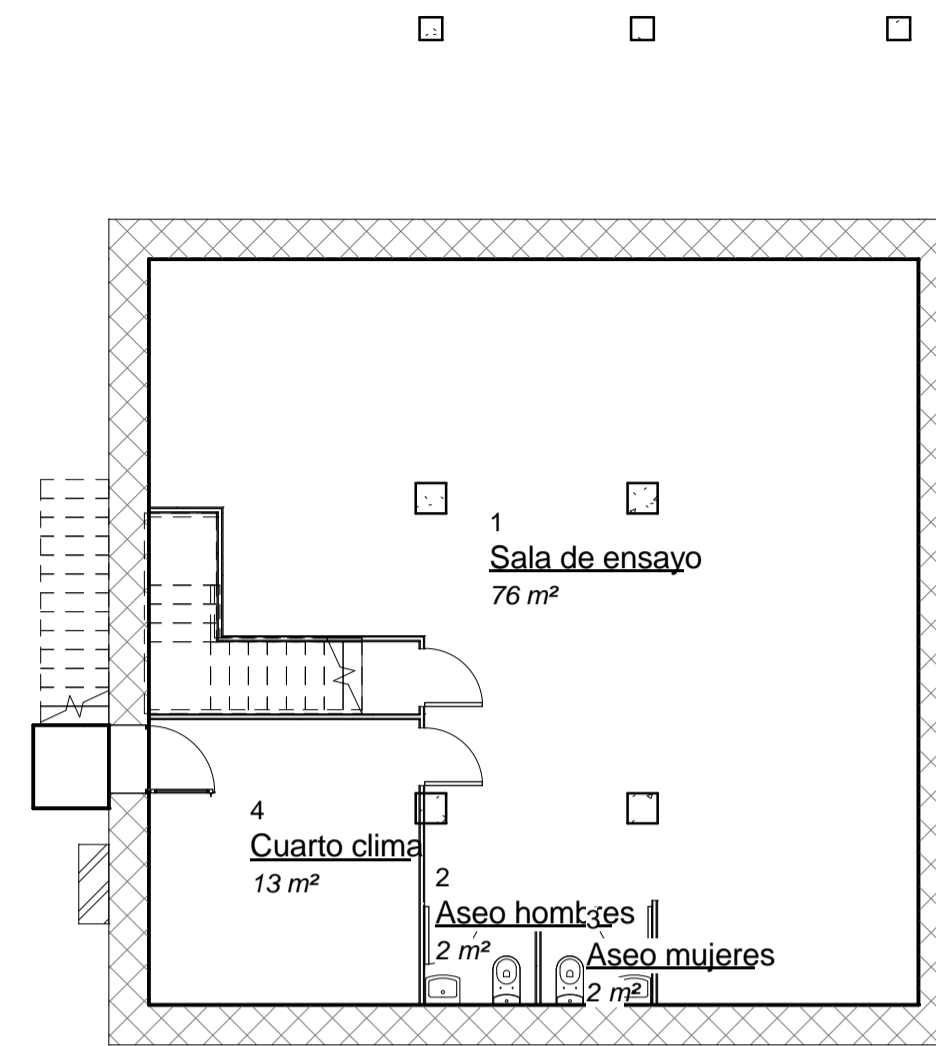
2 Sótano Áreas - Derribos
1 : 100

ÁREAS CONTRUIDAS - Derribos			
Tipo de habitación	Nivel	Área	Perímetro
Espacio 1	Sótano Sit. Actual	86 m ²	40641
Espacio 2	Sótano Sit. Actual	13 m ²	14682
Sótano Sit. Actual: 2		99 m ²	
Espacio 3	Planta Baja Sit. Actual	99 m ²	62580
Planta Baja Sit. Actual: 1		99 m ²	
Espacio 4	Planta 1ª Sit. Actual	108 m ²	58373
Planta 1ª Sit. Actual: 1		108 m ²	
Espacio 5	Planta 2ª Sit. Actual	109 m ²	41800
Planta 2ª Sit. Actual: 1		109 m ²	
Total general: 5		415 m ²	

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Planta Sótano - Fase derribos	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	FECHA JULIO - 2016
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	Nº PLANO ACD002
ESCALA Como se indica	FIRMA EL ALUMNO
Grado en ING. MECÁNICA	
Fdo.: Fernando San José Calvo	





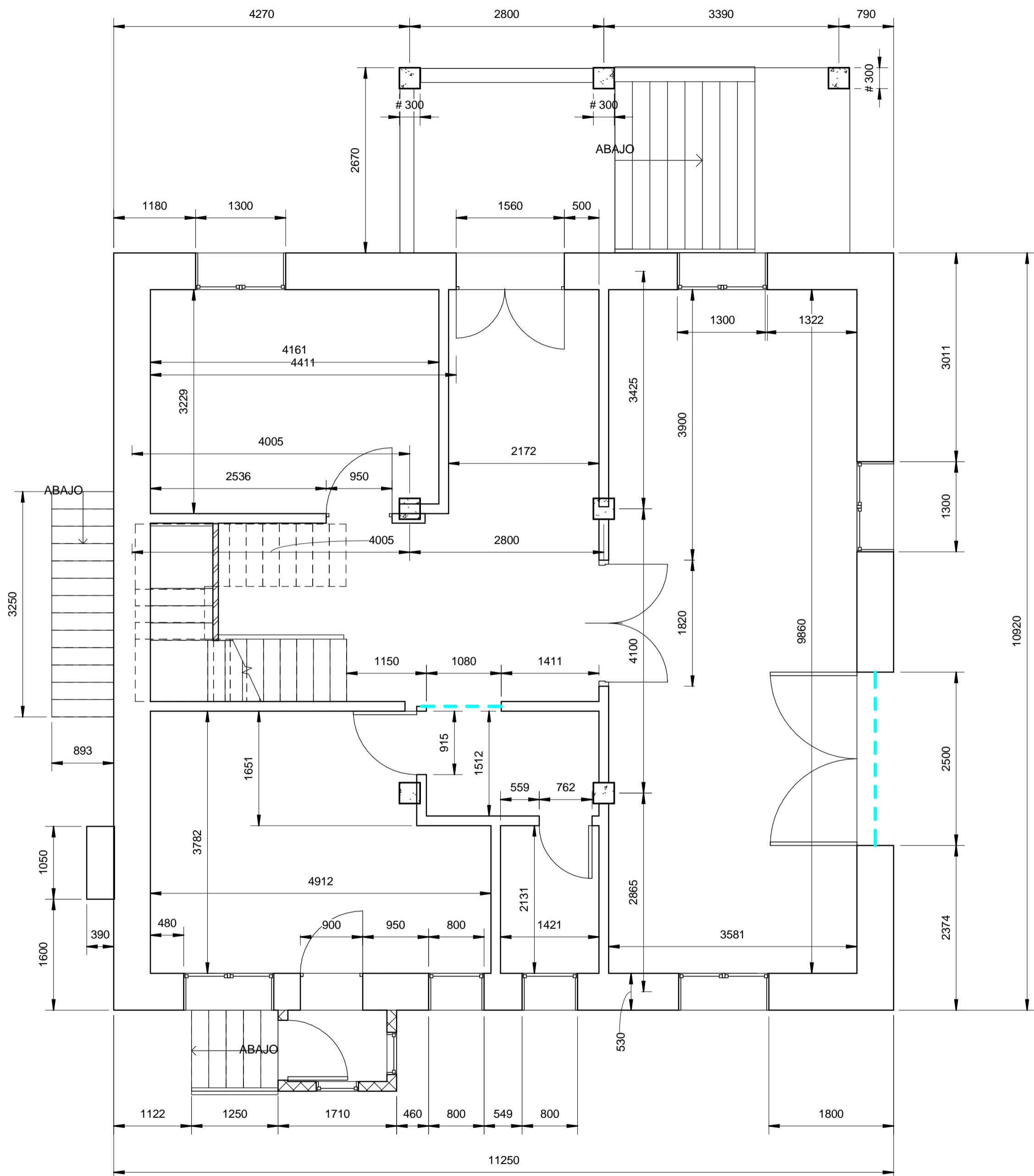
1 Plano planta Sótano
1 : 50



2 Plano planta Sótano Áreas
1 : 100

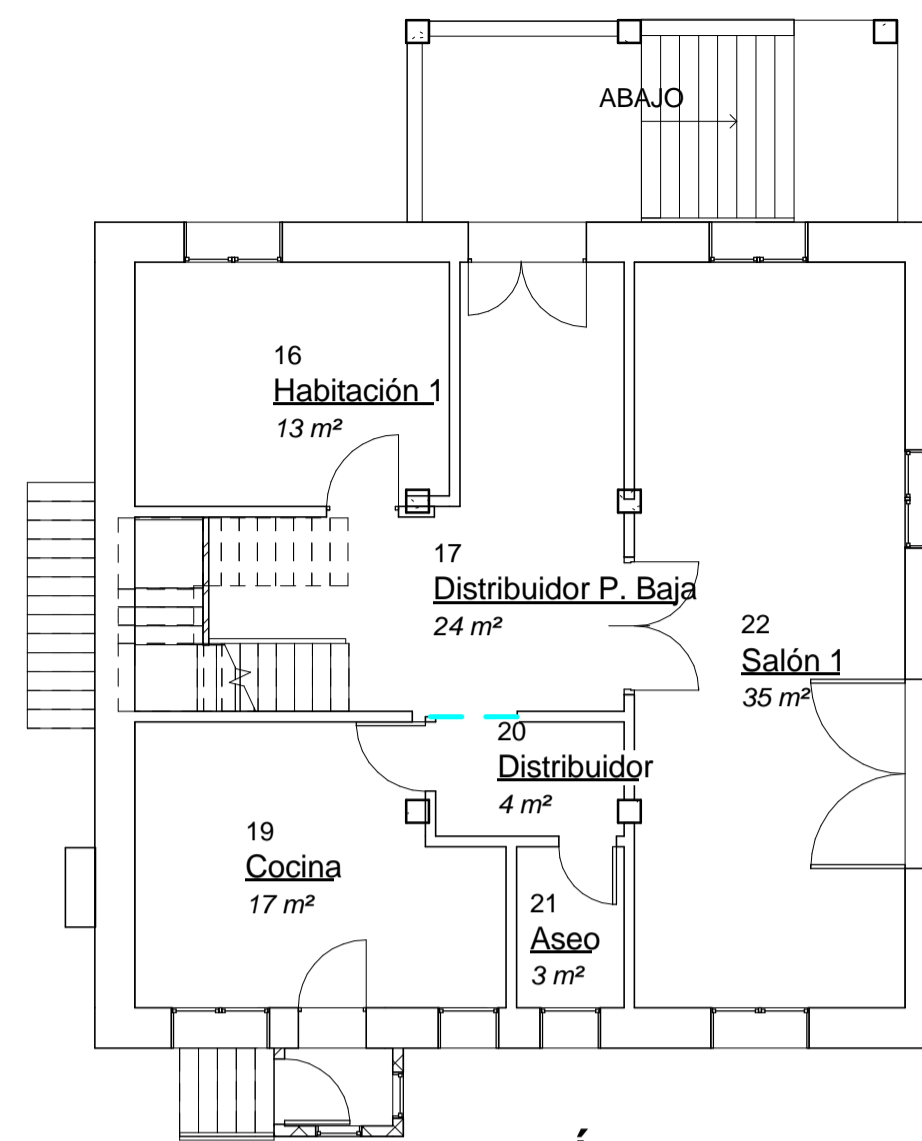
ÁREAS CONTRUIDAS - Estado Final			
Tipo de habitación	Nivel	Área	Perímetro
Sala de ensayo	Sótano Sit. Actual	76 m ²	40641
Aseo hombres	Sótano Sit. Actual	2 m ²	5521
Aseo mujeres	Sótano Sit. Actual	2 m ²	5521
Cuarto clima	Sótano Sit. Actual	13 m ²	14682
Sótano Sit. Actual: 4		93 m ²	
Sala de exposiciones	Planta Baja Sit. Actual	77 m ²	55400
Cocina	Planta Baja Sit. Actual	12 m ²	16223
Aseo hombres	Planta Baja Sit. Actual	4 m ²	7922
Aseo mujeres	Planta Baja Sit. Actual	3 m ²	7675
Planta Baja Sit. Actual: 4		96 m ²	
Sala de lectura	Planta 1ª Sit. Actual	10 m ²	13042
Archivo	Planta 1ª Sit. Actual	6 m ²	9702
Zona común	Planta 1ª Sit. Actual	82 m ²	50592
Sala limpieza	Planta 1ª Sit. Actual	4 m ²	8763
Aseo	Planta 1ª Sit. Actual	3 m ²	7160
Aseo	Planta 1ª Sit. Actual	3 m ²	6850
Sala de Reuniones	Planta 1ª Sit. Actual	13 m ²	17527
Planta 1ª Sit. Actual: 7		121 m ²	
Zona común	Planta 2ª Sit. Actual	52 m ²	33508
Oficina técnico	Planta 2ª Sit. Actual	10 m ²	12959
Oficina 1	Planta 2ª Sit. Actual	7 m ²	11282
Oficina 2	Planta 2ª Sit. Actual	7 m ²	11423
Oficina 3	Planta 2ª Sit. Actual	7 m ²	10445
Aseo	Planta 2ª Sit. Actual	4 m ²	8723
Aseo	Planta 2ª Sit. Actual	5 m ²	8985
Sala de reuniones	Planta 2ª Sit. Actual	11 m ²	15621
Planta 2ª Sit. Actual: 8		103 m ²	
Total general: 23		413 m ²	

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Planta Sótano - Fase 2 Estado final	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	FECHA JULIO - 2016
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	Nº PLANO ACD003
ESCALA Como se indica	FIRMA EL ALUMNO
Grado en ING. MECÁNICA	
Fdo.: Fernando San José Calvo	



1 Plano planta Baja

1 : 50



2 Plano planta Baja Áreas

1 : 100

ÁREAS CONTRUIDAS - Existente

Tipo de habitación	Nivel	Área	Perímetro
Habitación	Sin colocar	Sin colocar	Sin colocar
Sin colocar: 1		0 m ²	
Area común	Sótano Sit. Actual	70 m ²	47574
Almacén 1	Sótano Sit. Actual	12 m ²	13967
Cuarto clima	Sótano Sit. Actual	13 m ²	14682
Sótano Sit. Actual: 3		96 m ²	
Habitación 1	Planta Baja Sit. Actual	13 m ²	14780
Distribuidor P. Baja	Planta Baja Sit. Actual	24 m ²	31789
Cocina	Planta Baja Sit. Actual	17 m ²	17889
Distribuidor	Planta Baja Sit. Actual	4 m ²	8283
Aseo	Planta Baja Sit. Actual	3 m ²	7103
Salón 1	Planta Baja Sit. Actual	35 m ²	27159
Planta Baja Sit. Actual: 6		96 m ²	
Habitación 6	Planta 1ª Sit. Actual	11 m ²	13662
Baño 1	Planta 1ª Sit. Actual	5 m ²	9082
Habitación 2	Planta 1ª Sit. Actual	21 m ²	19023
Habitación 3	Planta 1ª Sit. Actual	21 m ²	18606
Baño 2	Planta 1ª Sit. Actual	8 m ²	11102
Habitación 4	Planta 1ª Sit. Actual	42 m ²	42269
Habitación 5	Planta 1ª Sit. Actual	13 m ²	14633
Planta 1ª Sit. Actual: 7		121 m ²	
Habitación 7	Planta 2ª Sit. Actual	19 m ²	20366
Habitación 8	Planta 2ª Sit. Actual	8 m ²	11947
Salón 2	Planta 2ª Sit. Actual	39 m ²	26115
Habitación 9	Planta 2ª Sit. Actual	9 m ²	13307
Baño 3	Planta 2ª Sit. Actual	5 m ²	8732
Habitación 10	Planta 2ª Sit. Actual	15 m ²	15596
Distribuidor P. 2ª	Planta 2ª Sit. Actual	10 m ²	13069
Planta 2ª Sit. Actual: 7		105 m ²	
Total general: 24		417 m ²	



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



TÍTULO PROYECTO

TFG - Casa del Director

PLANO

Planta Baja - Fase existente

ÁREA I.P.F.
Trabajo Fin de Grado (TFG)

FECHA
JULIO - 2016

Nº PLANO
ACDB01

ESCALA
Como se indica

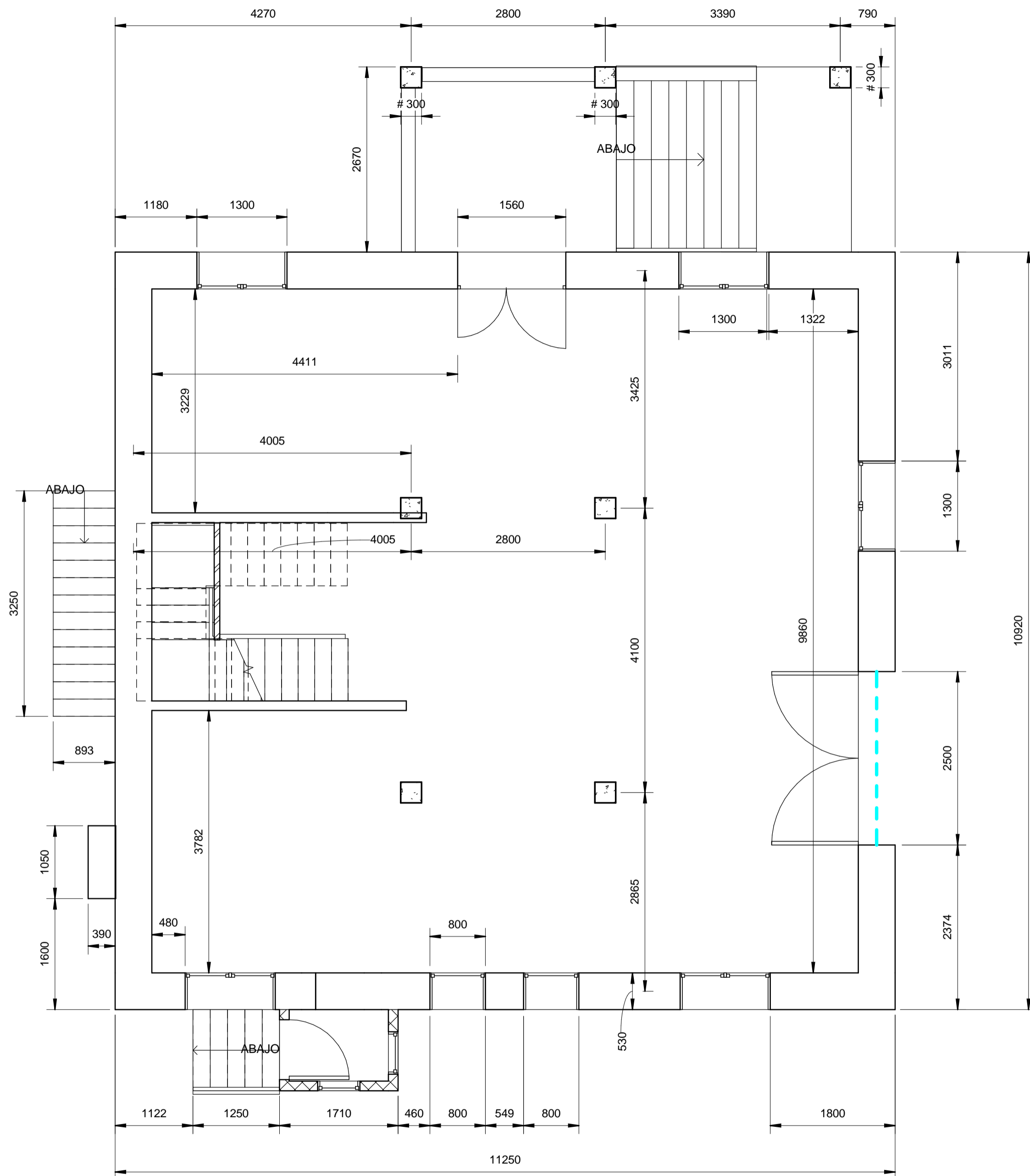
FIRMA
EL ALUMNO

PROMOTOR

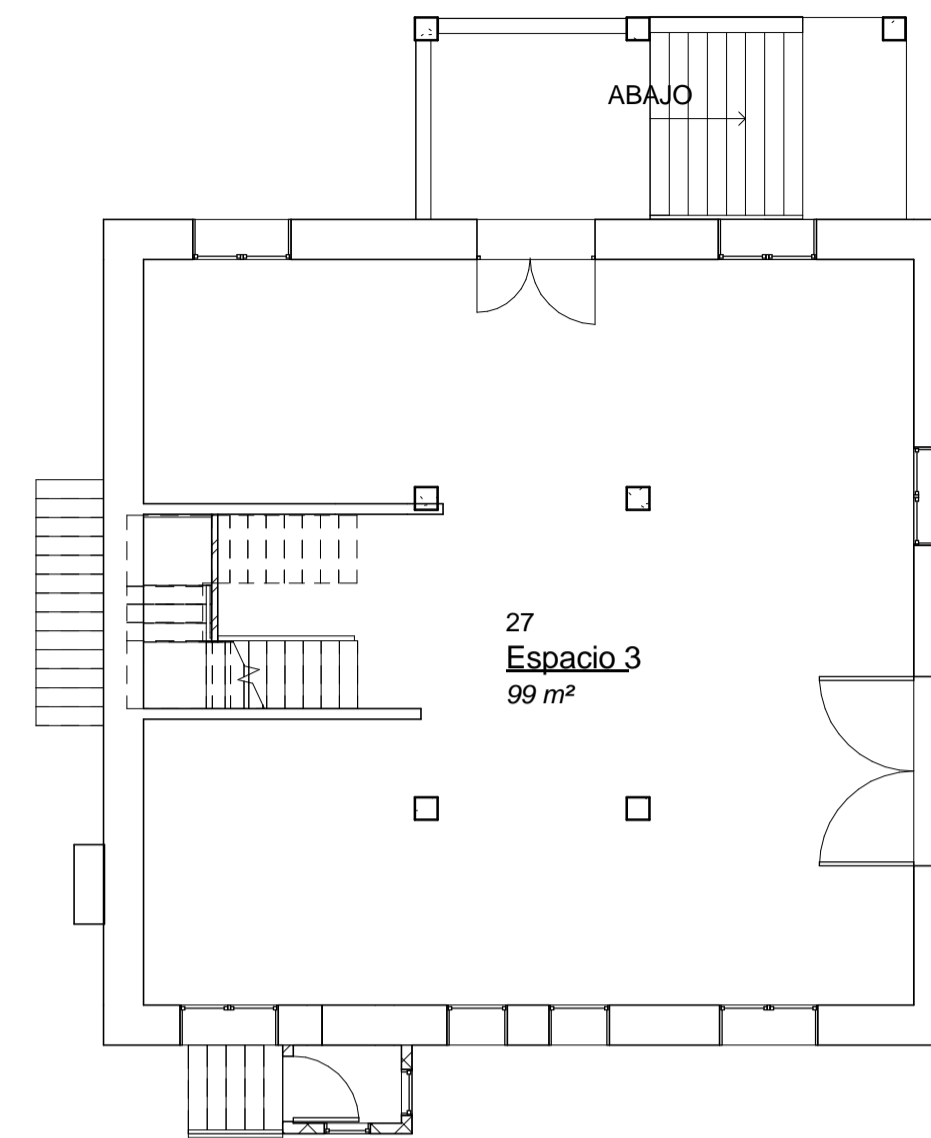
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Grado en ING. MECÁNICA

Fdo.: Fernando San José Calvo




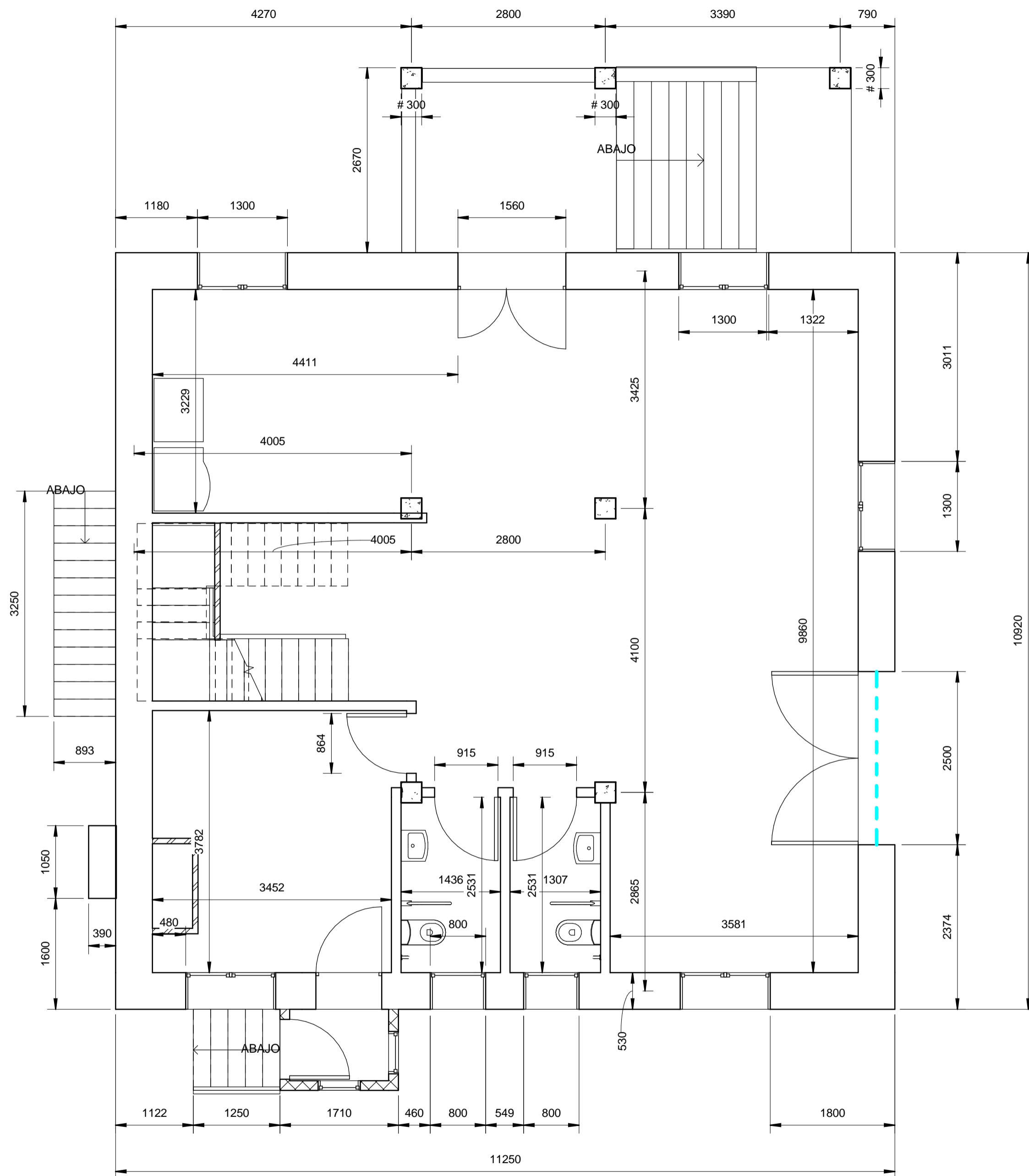
1 P.Baja - Derribos
1 : 50



2 P.Baja Áreas - Derribos
1 : 100

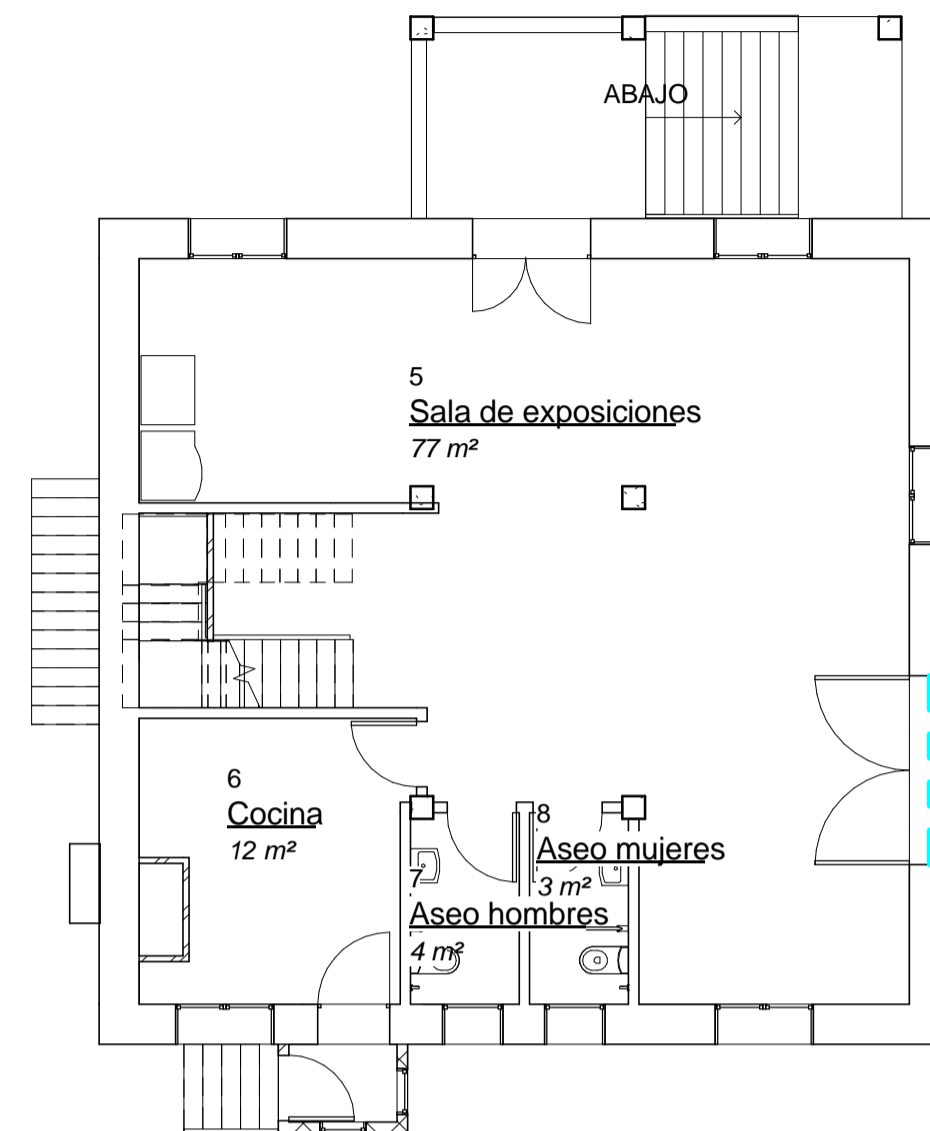
ÁREAS CONTRUIDAS - Derribos			
Tipo de habitación	Nivel	Área	Perímetro
Espacio 1	Sótano Sit. Actual	86 m ²	40641
Espacio 2	Sótano Sit. Actual	13 m ²	14682
Sótano Sit. Actual: 2		99 m ²	
Espacio 3	Planta Baja Sit. Actual	99 m ²	62580
Planta Baja Sit. Actual: 1		99 m ²	
Espacio 4	Planta 1ª Sit. Actual	108 m ²	58373
Planta 1ª Sit. Actual: 1		108 m ²	
Espacio 5	Planta 2ª Sit. Actual	109 m ²	41800
Planta 2ª Sit. Actual: 1		109 m ²	
Total general: 5		415 m ²	

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Planta Baja - Fase derribos	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	
FECHA JULIO - 2016	Nº PLANO ACDB02
ESCALA Como se indica	FIRMA EL ALUMNO
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
Grado en ING. MECÁNICA	
Fdo.: Fernando San José Calvo	



1 P.Baja - Estado Final

1 : 50



2 P.Baja Áreas - Estado Final

1 : 100

ÁREAS CONTRUIDAS - Estado Final

Tipo de habitación	Nivel	Área	Perímetro
Sala de ensayo	Sótano Sit. Actual	76 m ²	40641
Aseo hombres	Sótano Sit. Actual	2 m ²	5521
Aseo mujeres	Sótano Sit. Actual	2 m ²	5521
Cuarto clima	Sótano Sit. Actual	13 m ²	14682
Sótano Sit. Actual: 4		93 m ²	
Sala de exposiciones	Planta Baja Sit. Actual	77 m ²	55400
Cocina	Planta Baja Sit. Actual	12 m ²	16223
Aseo hombres	Planta Baja Sit. Actual	4 m ²	7922
Aseo mujeres	Planta Baja Sit. Actual	3 m ²	7675
Planta Baja Sit. Actual: 4		96 m ²	
Sala de lectura	Planta 1ª Sit. Actual	10 m ²	13042
Archivo	Planta 1ª Sit. Actual	6 m ²	9702
Zona común	Planta 1ª Sit. Actual	82 m ²	50592
Sala limpieza	Planta 1ª Sit. Actual	4 m ²	8763
Aseo	Planta 1ª Sit. Actual	3 m ²	7160
Aseo	Planta 1ª Sit. Actual	3 m ²	6850
Sala de Reuniones	Planta 1ª Sit. Actual	13 m ²	17527
Planta 1ª Sit. Actual: 7		121 m ²	
Zona común	Planta 2ª Sit. Actual	52 m ²	33508
Oficina técnico	Planta 2ª Sit. Actual	10 m ²	12959
Oficina 1	Planta 2ª Sit. Actual	7 m ²	11282
Oficina 2	Planta 2ª Sit. Actual	7 m ²	11423
Oficina 3	Planta 2ª Sit. Actual	7 m ²	10445
Aseo	Planta 2ª Sit. Actual	4 m ²	8723
Aseo	Planta 2ª Sit. Actual	5 m ²	8985
Sala de reuniones	Planta 2ª Sit. Actual	11 m ²	15621
Planta 2ª Sit. Actual: 8		103 m ²	
Total general: 23		413 m ²	



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



TÍTULO PROYECTO

TFG - Casa del Director

PLANO

Planta Baja - Fase 2 Estado final

ÁREA I.P.F.
Trabajo Fin de Grado (TFG)

FECHA
JULIO - 2016

Nº PLANO
ACDB03

ESCALA
Como se indica

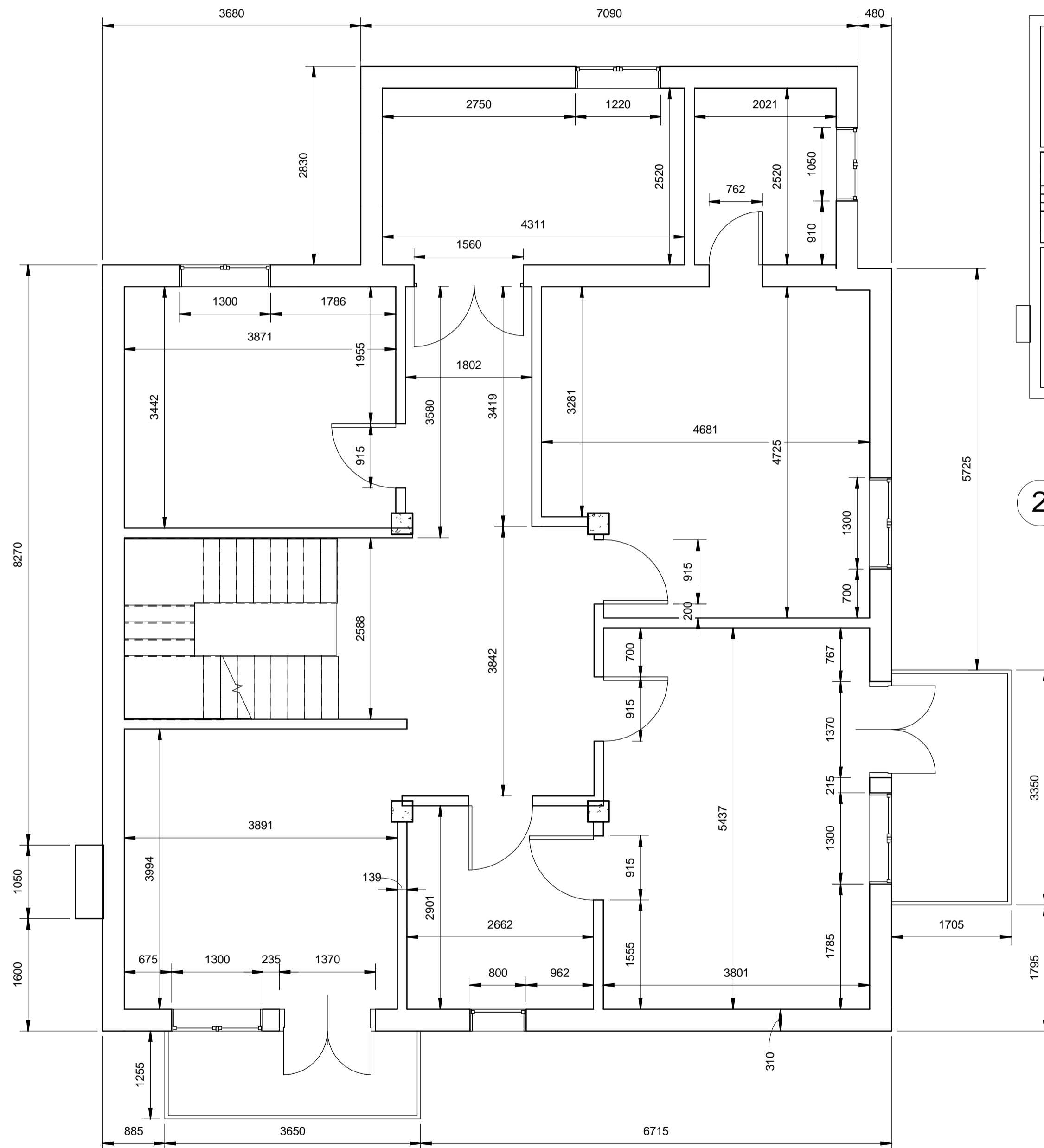
FIRMA
EL ALUMNO

PROMOTOR

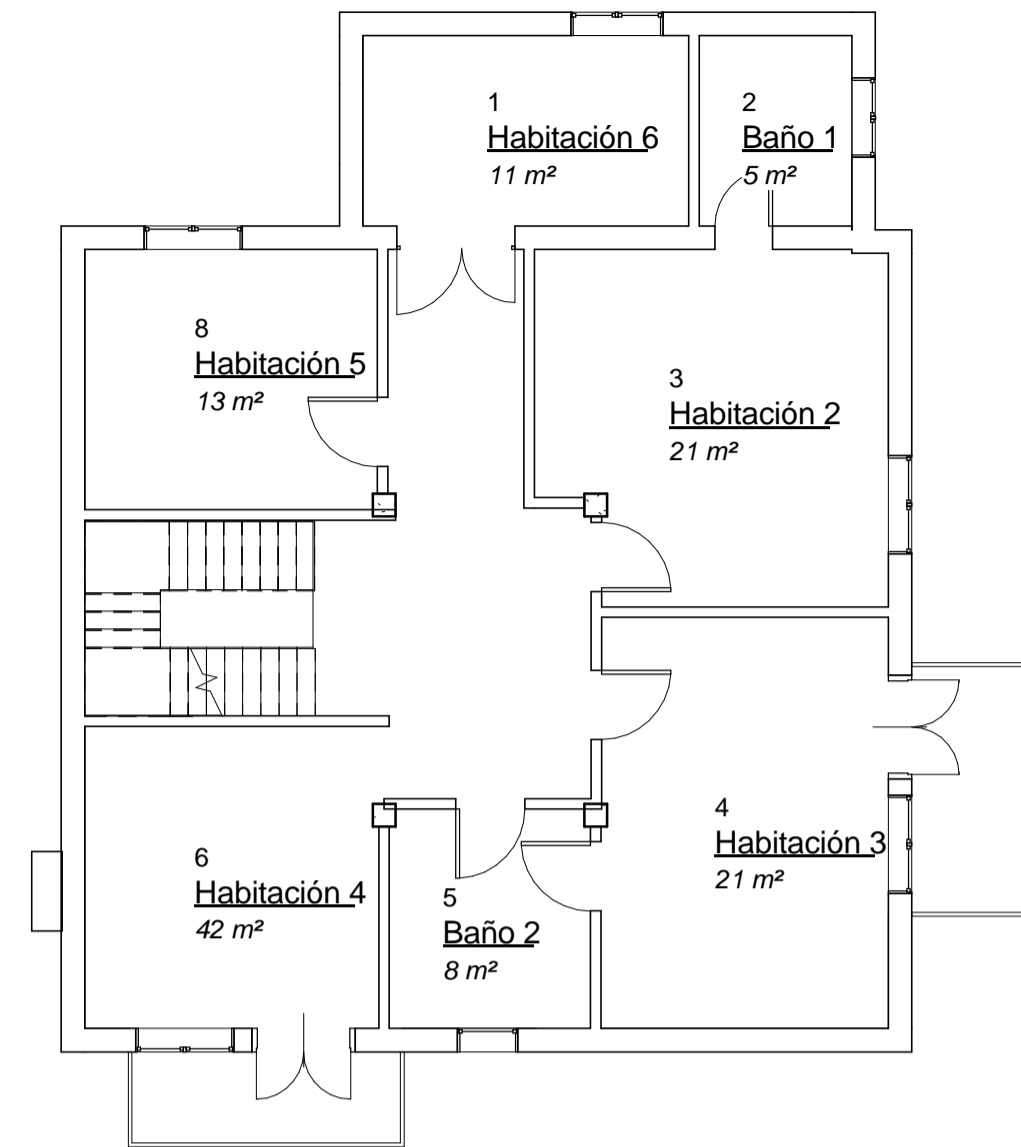
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Grado en ING. MECÁNICA

Fdo.: Fernando San José Calvo



1 Plano planta 1ª
1 : 50



2 Plano planta 1ª Áreas
1 : 100

ÁREAS CONTRUIDAS - Existente			
Tipo de habitación	Nivel	Área	Perimetro
Habitación	Sin colocar	Sin colocar	Sin colocar
Sin colocar: 1		0 m ²	
Area común	Sótano Sit. Actual	70 m ²	47574
Almacén 1	Sótano Sit. Actual	12 m ²	13967
Cuarto clima	Sótano Sit. Actual	13 m ²	14682
Sótano Sit. Actual: 3		96 m ²	
Habitación 1	Planta Baja Sit. Actual	13 m ²	14780
Distribuidor P. Baja	Planta Baja Sit. Actual	24 m ²	31789
Cocina	Planta Baja Sit. Actual	17 m ²	17889
Distribuidor	Planta Baja Sit. Actual	4 m ²	8283
Aseo	Planta Baja Sit. Actual	3 m ²	7103
Salón 1	Planta Baja Sit. Actual	35 m ²	27159
Planta Baja Sit. Actual: 6		96 m ²	
Habitación 6	Planta 1ª Sit. Actual	11 m ²	13662
Baño 1	Planta 1ª Sit. Actual	5 m ²	9082
Habitación 2	Planta 1ª Sit. Actual	21 m ²	19023
Habitación 3	Planta 1ª Sit. Actual	21 m ²	18606
Baño 2	Planta 1ª Sit. Actual	8 m ²	11102
Habitación 4	Planta 1ª Sit. Actual	42 m ²	42269
Habitación 5	Planta 1ª Sit. Actual	13 m ²	14633
Planta 1ª Sit. Actual: 7		121 m ²	
Habitación 7	Planta 2ª Sit. Actual	19 m ²	20366
Habitación 8	Planta 2ª Sit. Actual	8 m ²	11947
Salón 2	Planta 2ª Sit. Actual	39 m ²	26115
Habitación 9	Planta 2ª Sit. Actual	9 m ²	13307
Baño 3	Planta 2ª Sit. Actual	5 m ²	8732
Habitación 10	Planta 2ª Sit. Actual	15 m ²	15596
Distribuidor P. 2ª	Planta 2ª Sit. Actual	10 m ²	13069
Planta 2ª Sit. Actual: 7		105 m ²	
Total general: 24		417 m ²	



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



TÍTULO PROYECTO

TFG - Casa del Director

PLANO

Planta 1ª - Fase existente

ÁREA I.P.F.
Trabajo Fin de Grado (TFG)

FECHA
JULIO - 2016

Nº PLANO
ACD101

ESCALA
Como se indica

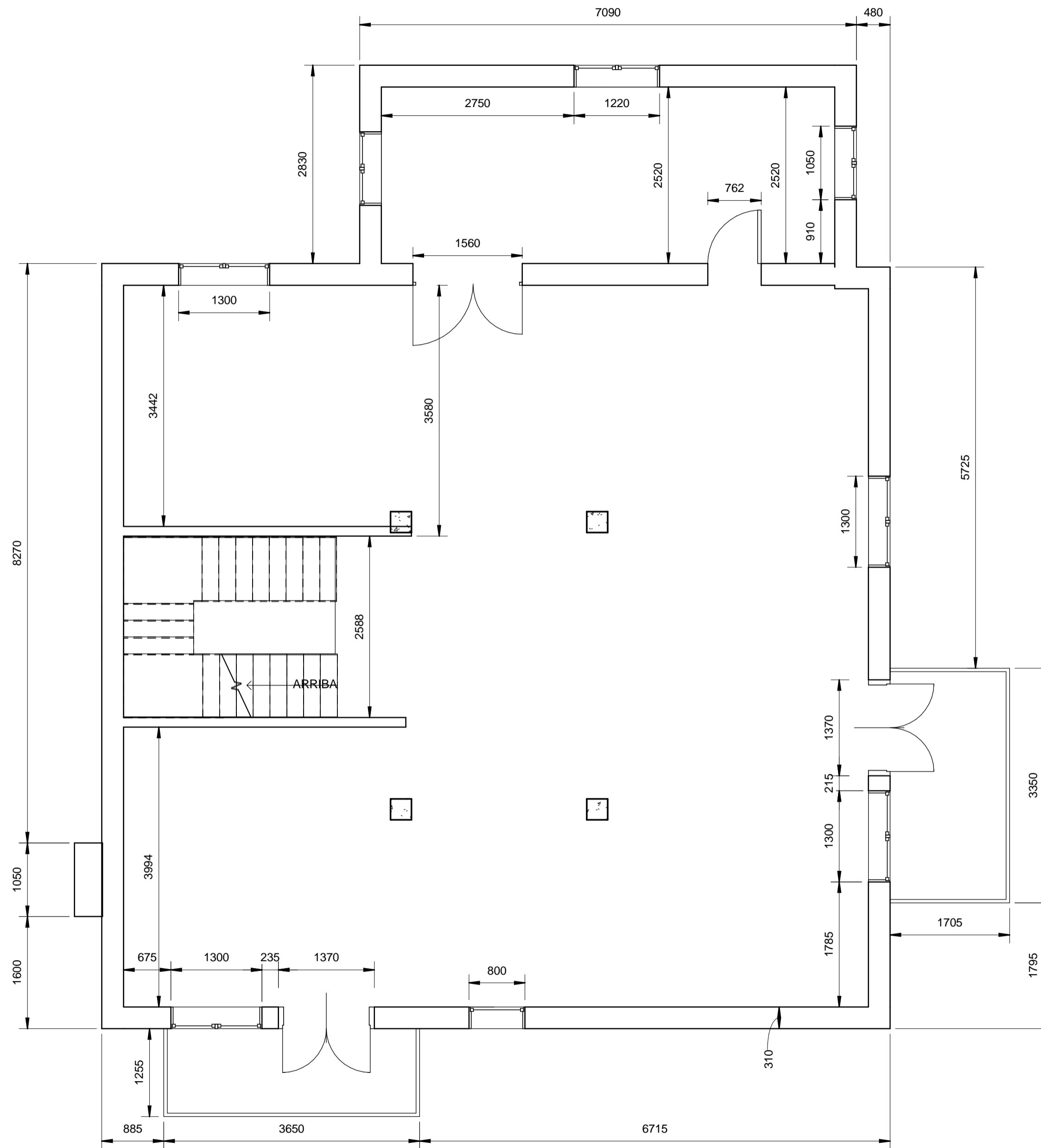
FIRMA
EL ALUMNO

PROMOTOR

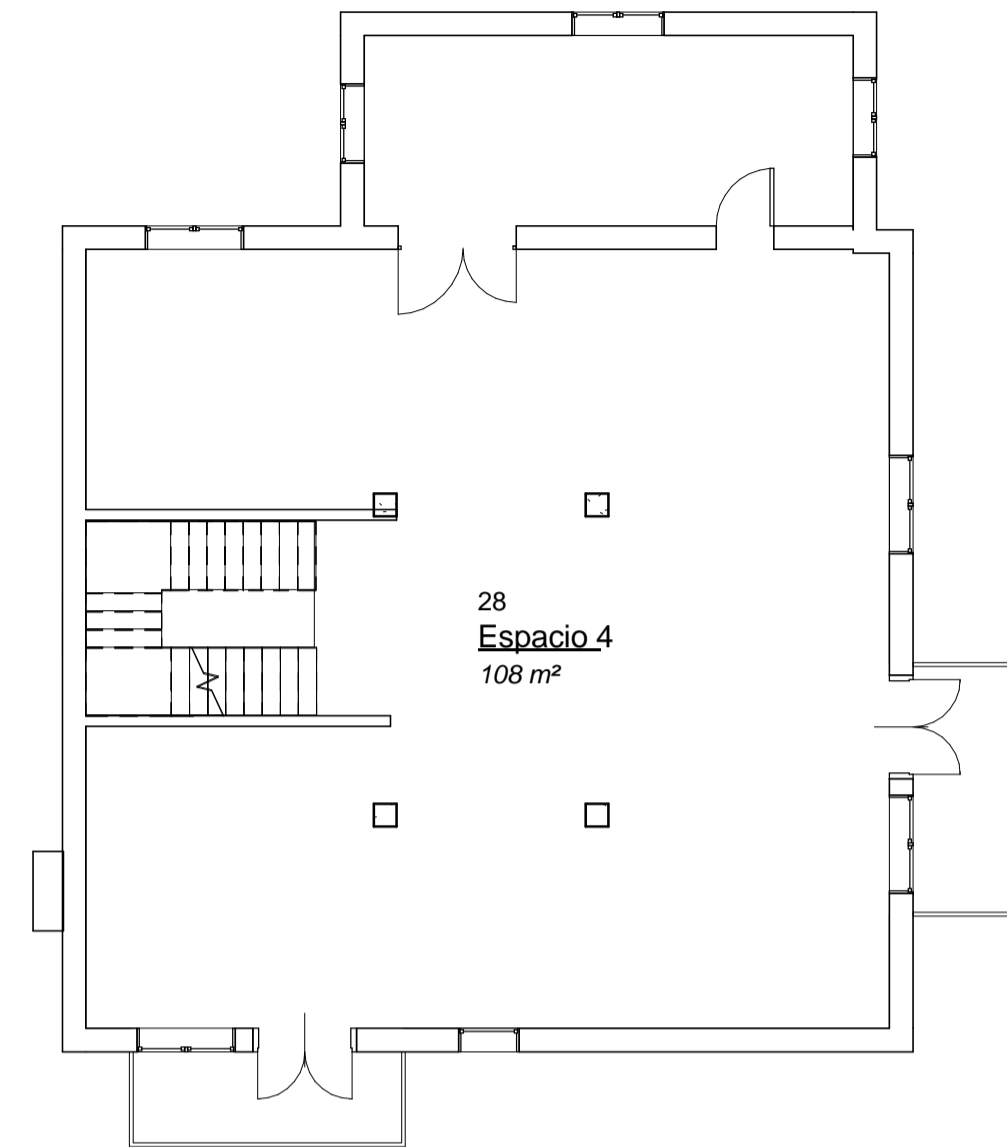
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Grado en ING. MECÁNICA

Fdo.: Fernando San José Calvo





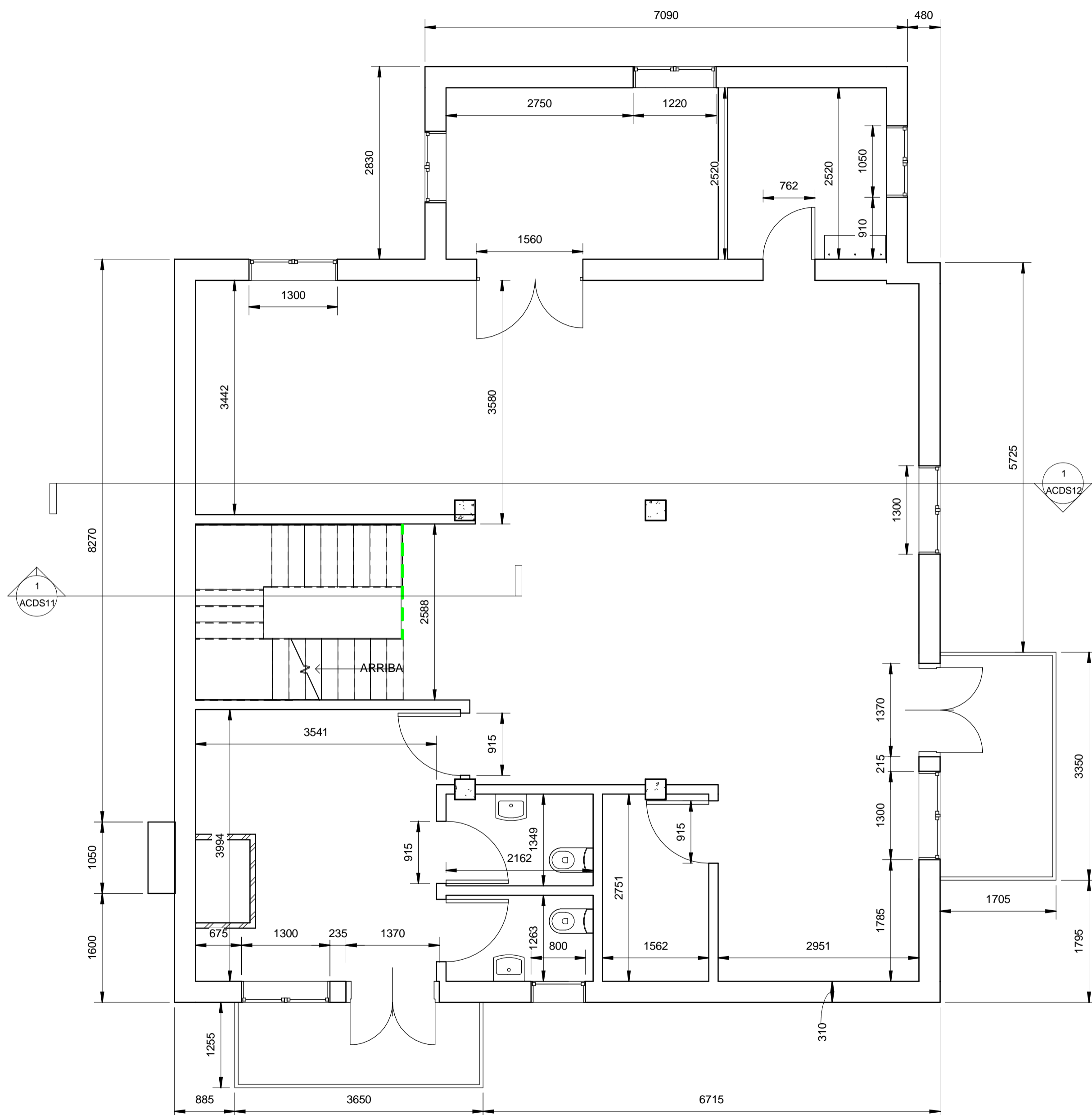
1 P. 1ª - Derribos
1 : 50



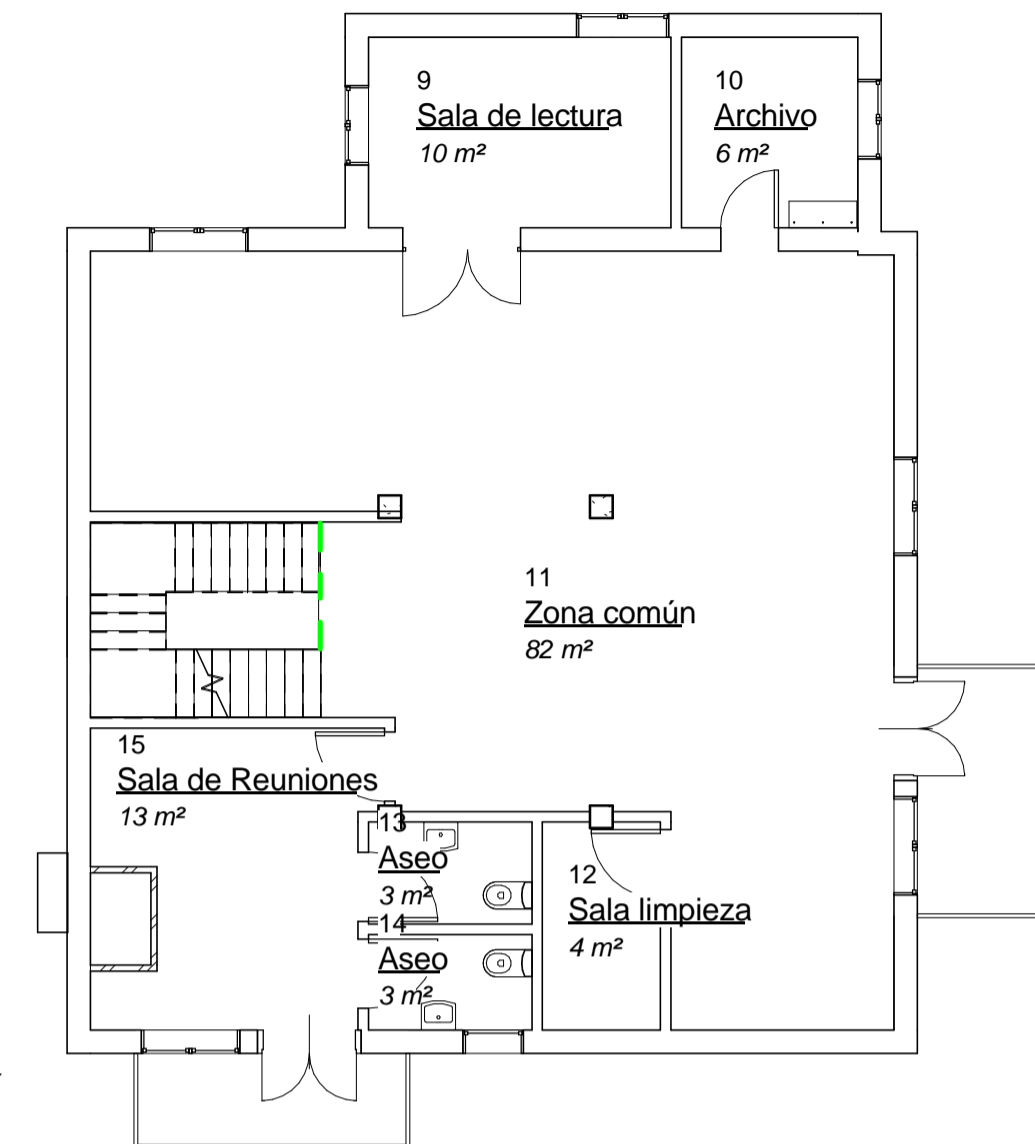
2 P. 1ª Áreas - Derribos
1 : 100

ÁREAS CONTRUIDAS - Derribos			
Tipo de habitación	Nivel	Área	Perímetro
Espacio 1	Sótano Sit. Actual	86 m ²	40641
Espacio 2	Sótano Sit. Actual	13 m ²	14682
Sótano Sit. Actual: 2		99 m ²	
Espacio 3	Planta Baja Sit. Actual	99 m ²	62580
Planta Baja Sit. Actual: 1		99 m ²	
Espacio 4	Planta 1ª Sit. Actual	108 m ²	58373
Planta 1ª Sit. Actual: 1		108 m ²	
Espacio 5	Planta 2ª Sit. Actual	109 m ²	41800
Planta 2ª Sit. Actual: 1		109 m ²	
Total general: 5		415 m ²	

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Planta 1ª - Fase derribos	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	FECHA JULIO - 2016
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	Nº PLANO ACD102
ESCALA Como se indica	FIRMA EL ALUMNO
Grado en ING. MECÁNICA	
Fdo.: Fernando San José Calvo	




2 P. 1ª - Estado final
1 : 50




1 P. 1ª Áreas - Estado Final
1 : 100

ÁREAS CONTRUIDAS - Estado Final			
Tipo de habitación	Nivel	Área	Perímetro
Sala de ensayo	Sótano Sit. Actual	76 m ²	40641
Aseo hombres	Sótano Sit. Actual	2 m ²	5521
Aseo mujeres	Sótano Sit. Actual	2 m ²	5521
Cuarto clima	Sótano Sit. Actual	13 m ²	14682
Sótano Sit. Actual: 4		93 m ²	
Sala de exposiciones	Planta Baja Sit. Actual	77 m ²	55400
Cocina	Planta Baja Sit. Actual	12 m ²	16223
Aseo hombres	Planta Baja Sit. Actual	4 m ²	7922
Aseo mujeres	Planta Baja Sit. Actual	3 m ²	7675
Planta Baja Sit. Actual: 4		96 m ²	
Sala de lectura	Planta 1ª Sit. Actual	10 m ²	13042
Archivo	Planta 1ª Sit. Actual	6 m ²	9702
Zona común	Planta 1ª Sit. Actual	82 m ²	50592
Sala limpieza	Planta 1ª Sit. Actual	4 m ²	8763
Aseo	Planta 1ª Sit. Actual	3 m ²	7160
Aseo	Planta 1ª Sit. Actual	3 m ²	6850
Sala de Reuniones	Planta 1ª Sit. Actual	13 m ²	17527
Planta 1ª Sit. Actual: 7		121 m ²	
Zona común	Planta 2ª Sit. Actual	52 m ²	33508
Oficina técnico	Planta 2ª Sit. Actual	10 m ²	12959
Oficina 1	Planta 2ª Sit. Actual	7 m ²	11282
Oficina 2	Planta 2ª Sit. Actual	7 m ²	11423
Oficina 3	Planta 2ª Sit. Actual	7 m ²	10445
Aseo	Planta 2ª Sit. Actual	4 m ²	8723
Aseo	Planta 2ª Sit. Actual	5 m ²	8985
Sala de reuniones	Planta 2ª Sit. Actual	11 m ²	15621
Planta 2ª Sit. Actual: 8		103 m ²	
Total general: 23		413 m ²	



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

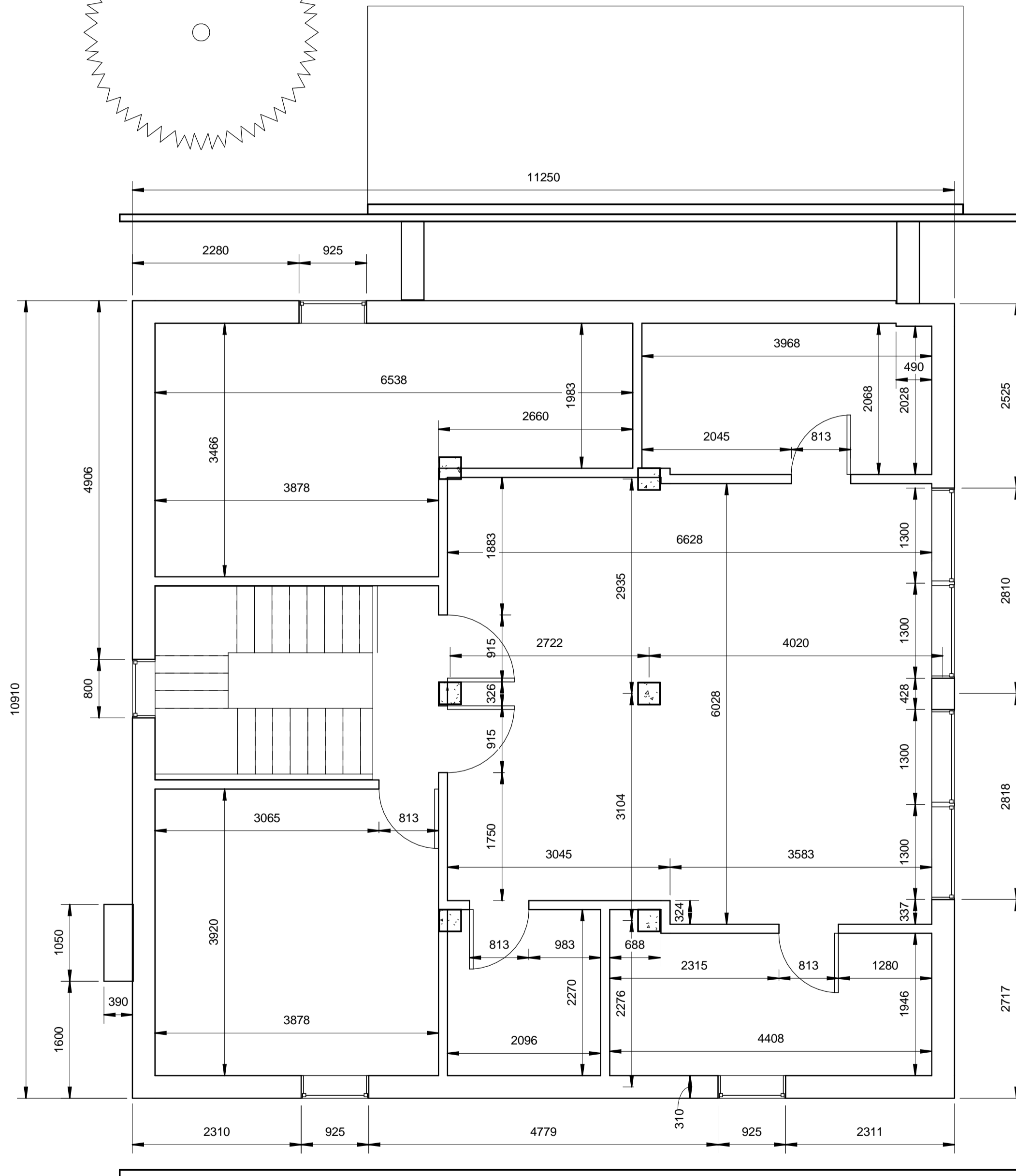


TÍTULO PROYECTO
TFG - Casa del Director

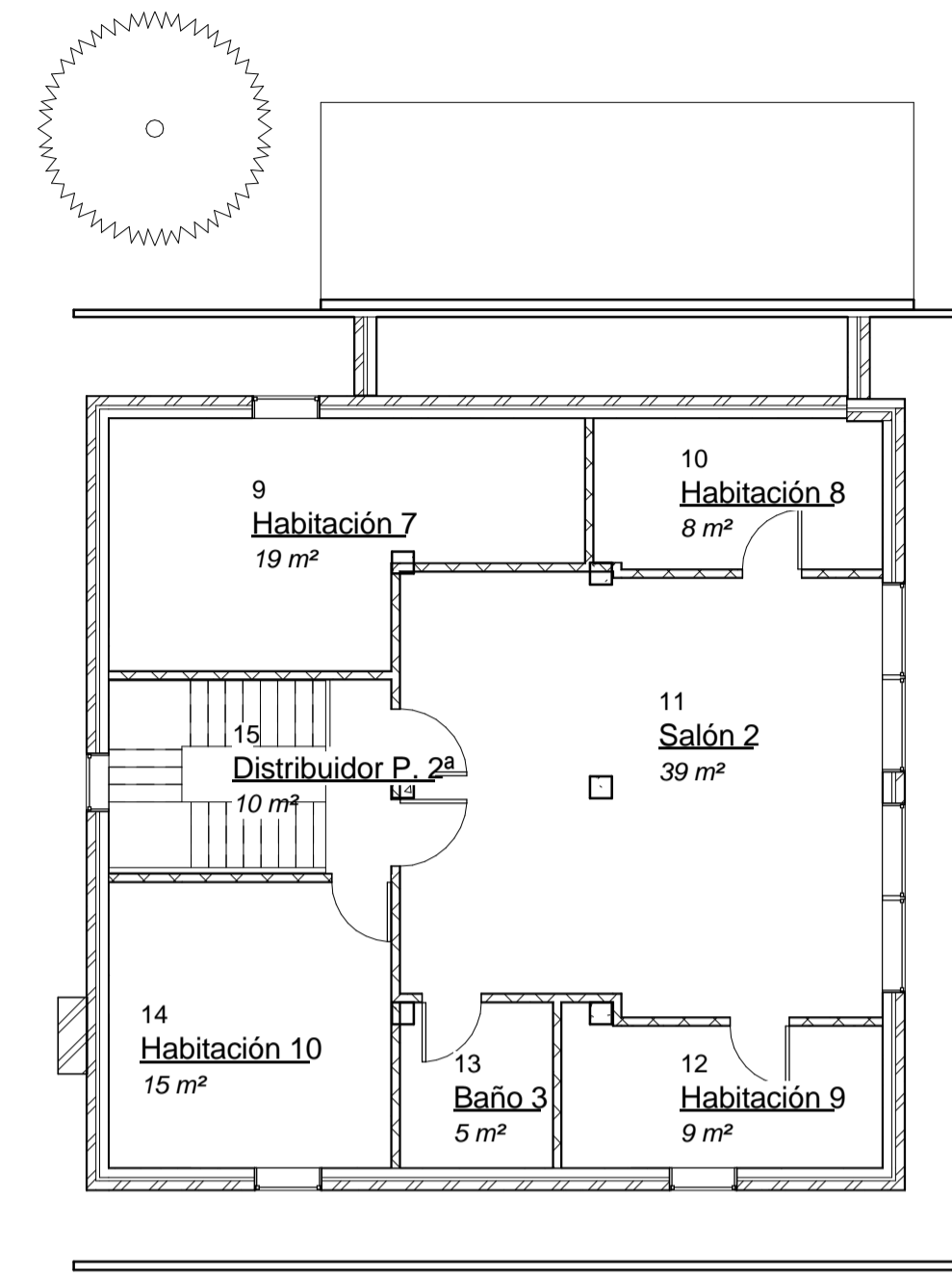
PLANO
Planta 1ª - Fase 2 Estado final

ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	FECHA JULIO - 2016	Nº PLANO ACD103
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	ESCALA Como se indica	FIRMA EL ALUMNO
	Grado en ING. MECÁNICA	

Fdo.: Fernando San José Calvo



1 P. 2ª - Derribos
1 : 50



2 P. 2ª Áreas - Derribos
1 : 100

ÁREAS CONTRUIDAS - Derribos			
Tipo de habitación	Nivel	Área	Perímetro
Espacio 1	Sótano Sit. Actual	86 m ²	40641
Espacio 2	Sótano Sit. Actual	13 m ²	14682
Sótano Sit. Actual: 2		99 m ²	
Espacio 3	Planta Baja Sit. Actual	99 m ²	62580
Planta Baja Sit. Actual: 1		99 m ²	
Espacio 4	Planta 1ª Sit. Actual	108 m ²	58373
Planta 1ª Sit. Actual: 1		108 m ²	
Espacio 5	Planta 2ª Sit. Actual	109 m ²	41800
Planta 2ª Sit. Actual: 1		109 m ²	
Total general: 5		415 m ²	



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES



TÍTULO PROYECTO
TFG - Casa del Director

PLANO
Planta 2ª - Fase derribos

ÁREA I.P.F.
Trabajo Fin de Grado (TFG)

FECHA
JULIO - 2016

Nº PLANO
ACD202

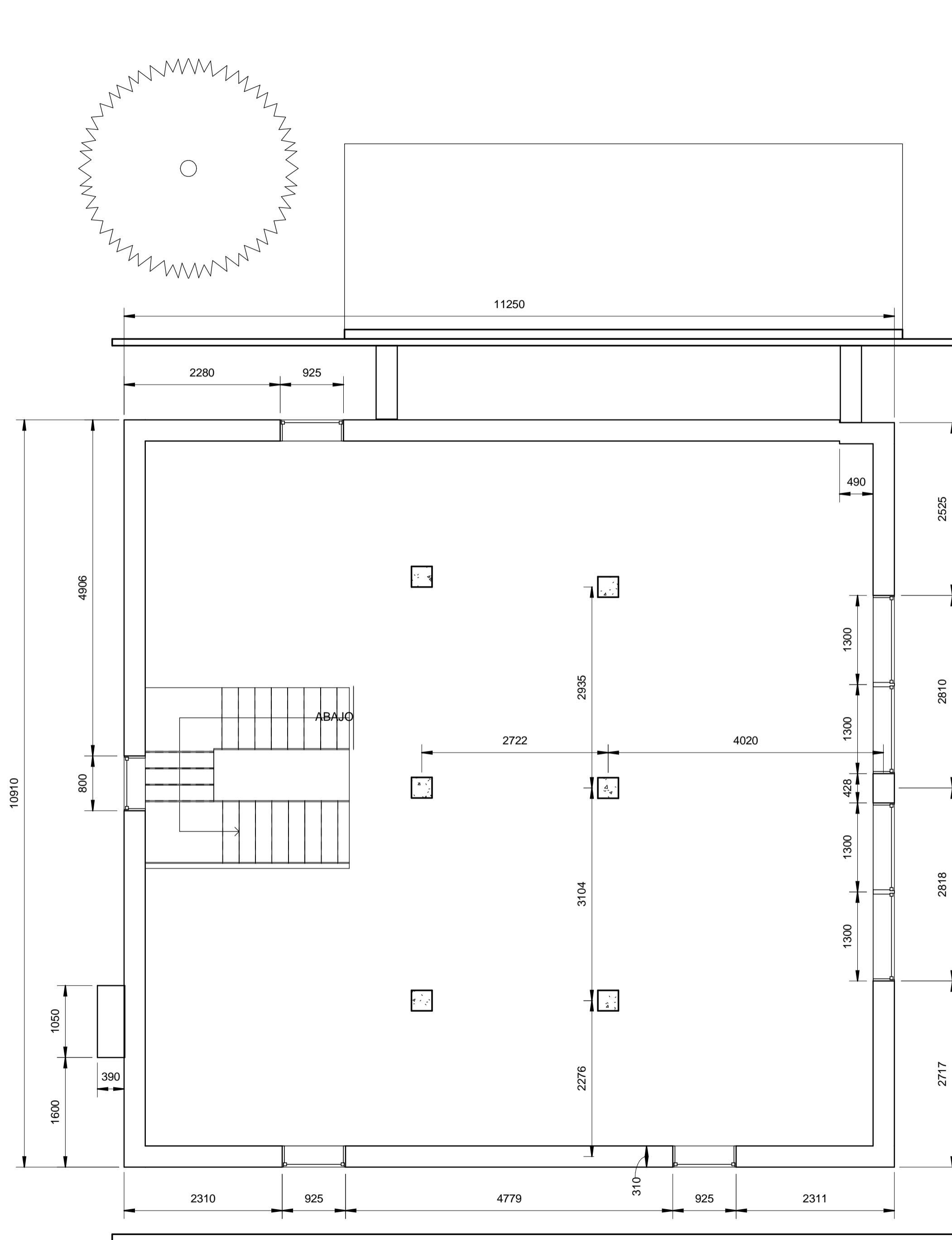
PROMOTOR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCALA
Como se indica

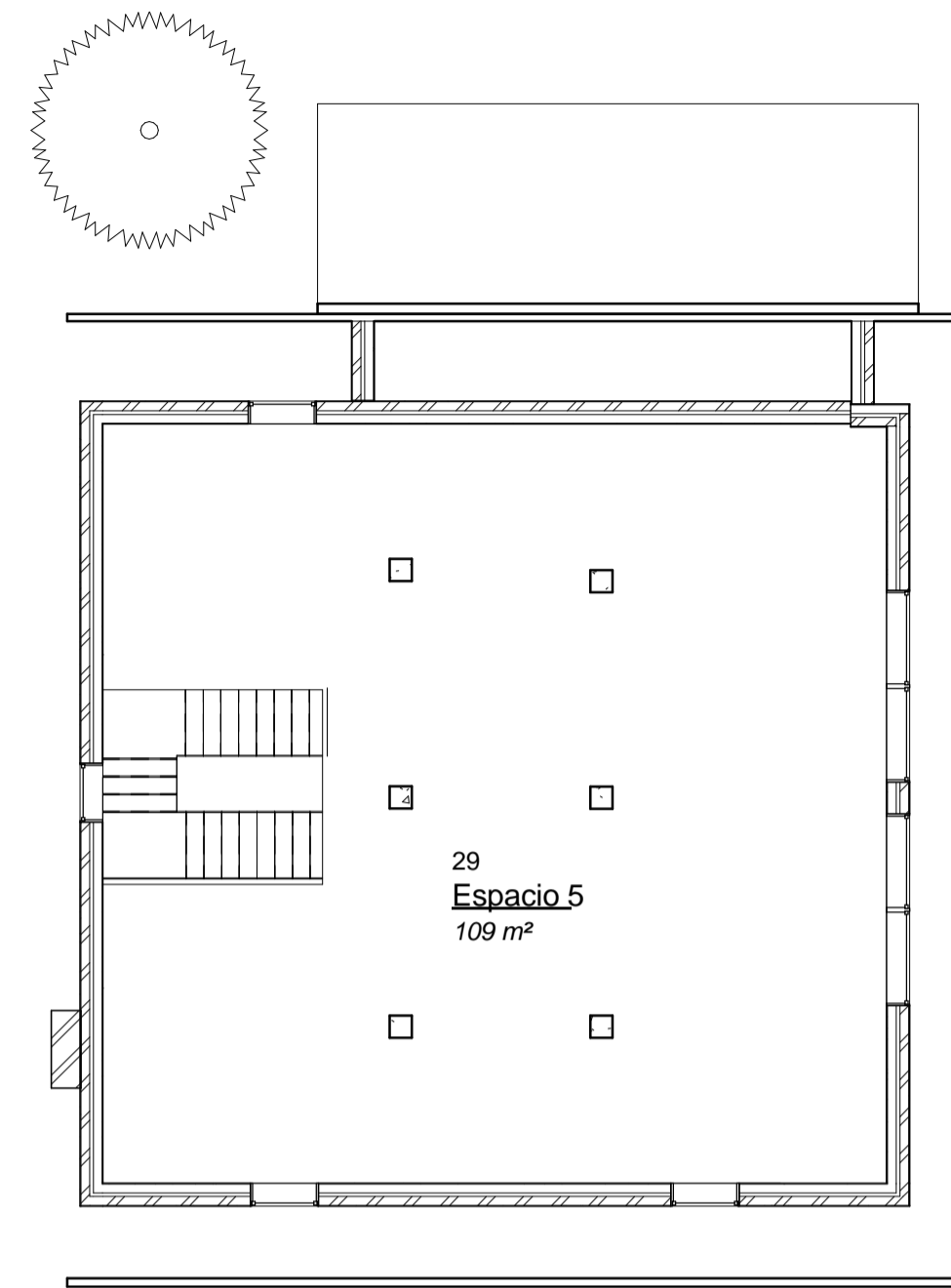
FIRMA
EL ALUMNO

Grado en ING. MECÁNICA

Fdo.: Fernando San José Calvo





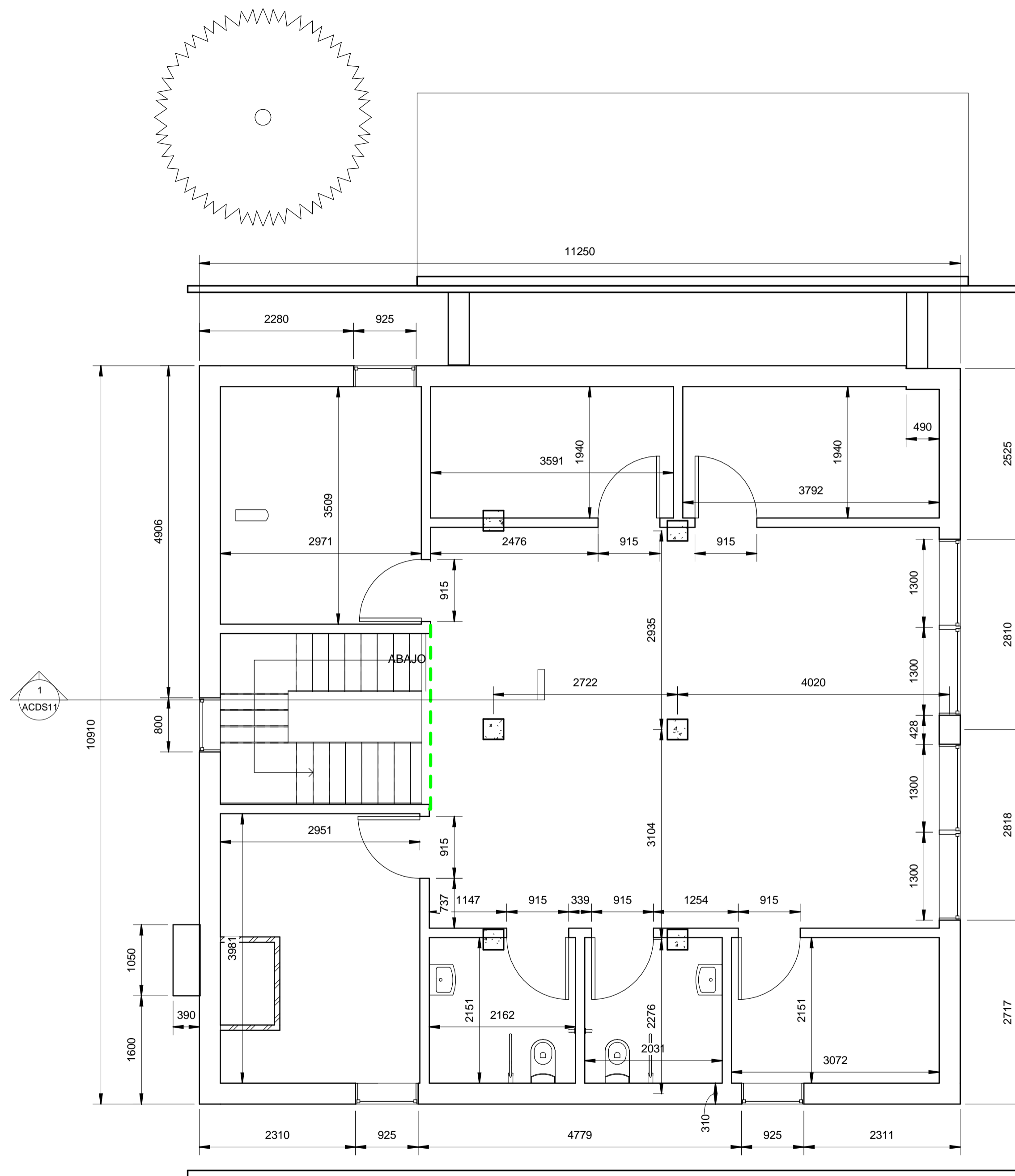
1 P. 2ª - Derribos
1 : 50



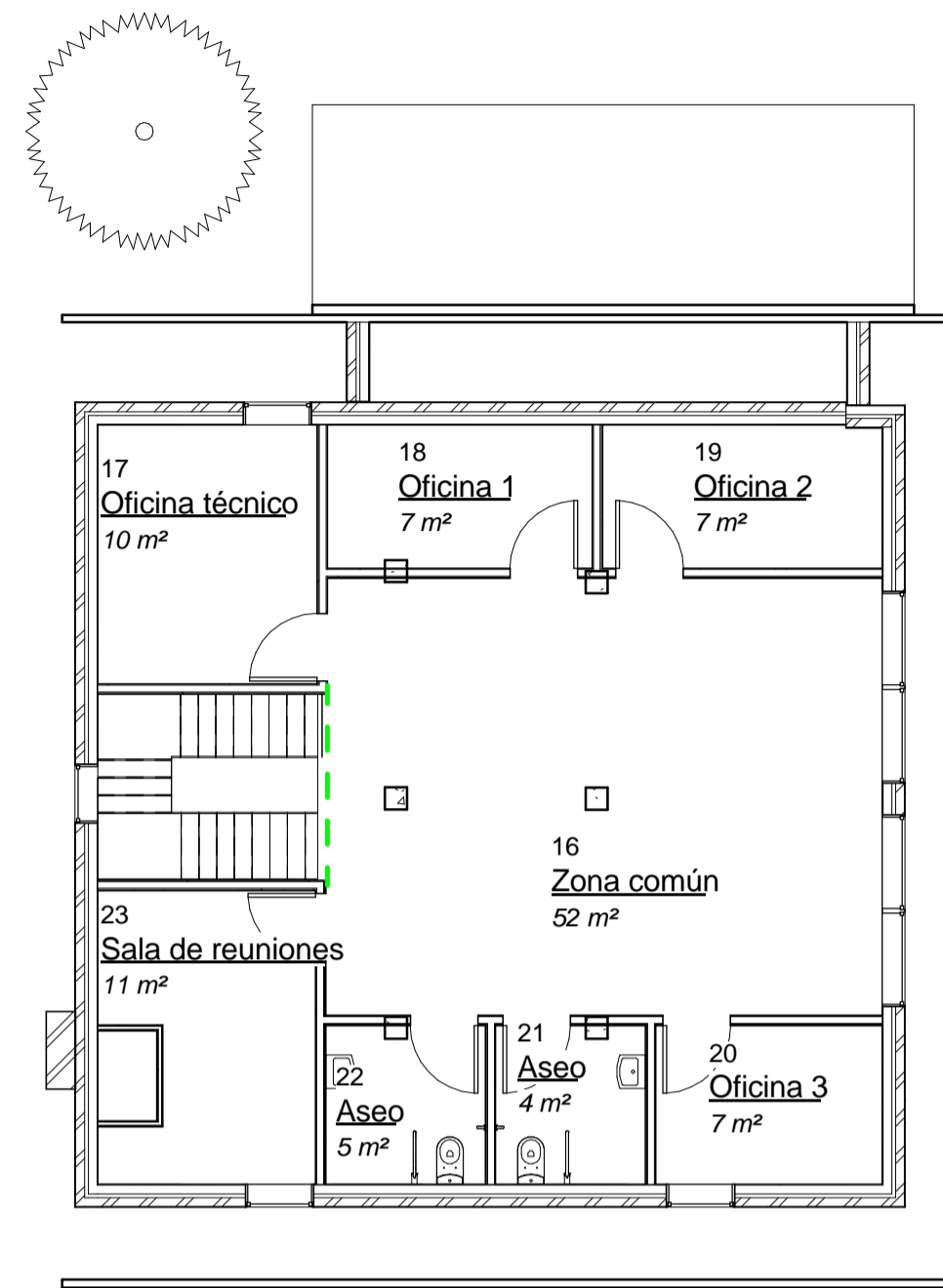
2 P. 2ª Áreas - Derribos
1 : 100

ÁREAS CONTRUIDAS - Derribos			
Tipo de habitación	Nivel	Área	Perímetro
Espacio 1	Sótano Sit. Actual	86 m ²	40641
Espacio 2	Sótano Sit. Actual	13 m ²	14682
Sótano Sit. Actual: 2		99 m ²	
Espacio 3	Planta Baja Sit. Actual	99 m ²	62580
Planta Baja Sit. Actual: 1		99 m ²	
Espacio 4	Planta 1ª Sit. Actual	108 m ²	58373
Planta 1ª Sit. Actual: 1		108 m ²	
Espacio 5	Planta 2ª Sit. Actual	109 m ²	41800
Planta 2ª Sit. Actual: 1		109 m ²	
Total general: 5		415 m ²	

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Planta 2ª - Fase derribos	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	FECHA JULIO - 2016
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	Nº PLANO ACD202
	ESCALA Como se indica Grado en ING. MECÁNICA
FIRMA EL ALUMNO Fdo.: Fernando San José Calvo	





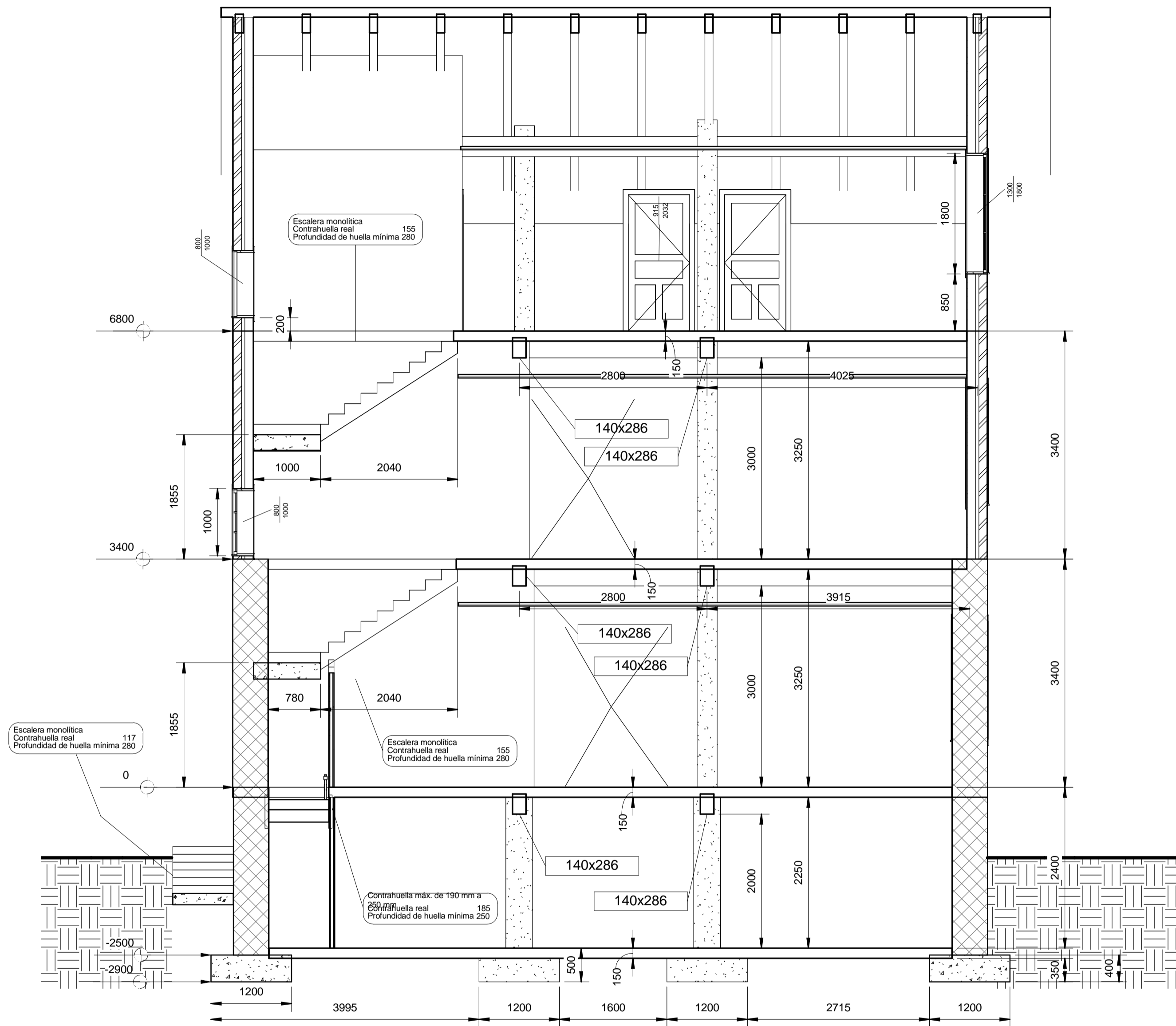
1 P. 2ª - Estado Final
1 : 50



2 P. 2ª Áreas - Estado Final
1 : 100

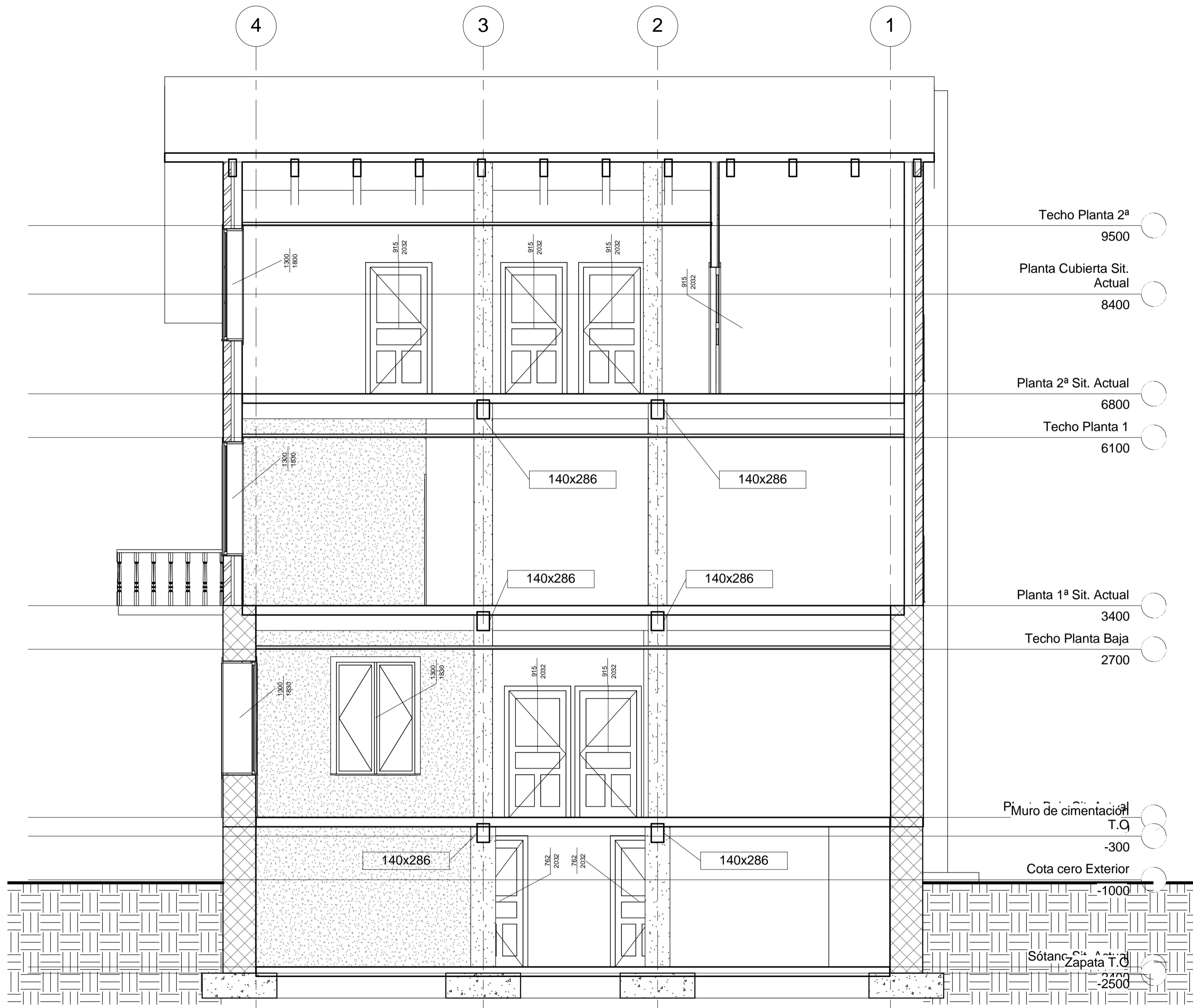
ÁREAS CONTRUIDAS - Estado Final			
Tipo de habitación	Nivel	Área	Perímetro
Sala de ensayo	Sótano Sit. Actual	76 m ²	40641
Aseo hombres	Sótano Sit. Actual	2 m ²	5521
Aseo mujeres	Sótano Sit. Actual	2 m ²	5521
Cuarto clima	Sótano Sit. Actual	13 m ²	14682
Sótano Sit. Actual: 4		93 m ²	
Sala de exposiciones	Planta Baja Sit. Actual	77 m ²	55400
Cocina	Planta Baja Sit. Actual	12 m ²	16223
Aseo hombres	Planta Baja Sit. Actual	4 m ²	7922
Aseo mujeres	Planta Baja Sit. Actual	3 m ²	7675
Planta Baja Sit. Actual: 4		96 m ²	
Sala de lectura	Planta 1ª Sit. Actual	10 m ²	13042
Archivo	Planta 1ª Sit. Actual	6 m ²	9702
Zona común	Planta 1ª Sit. Actual	82 m ²	50592
Sala limpieza	Planta 1ª Sit. Actual	4 m ²	8763
Aseo	Planta 1ª Sit. Actual	3 m ²	7160
Aseo	Planta 1ª Sit. Actual	3 m ²	6850
Sala de Reuniones	Planta 1ª Sit. Actual	13 m ²	17527
Planta 1ª Sit. Actual: 7		121 m ²	
Zona común	Planta 2ª Sit. Actual	52 m ²	33508
Oficina técnico	Planta 2ª Sit. Actual	10 m ²	12959
Oficina 1	Planta 2ª Sit. Actual	7 m ²	11282
Oficina 2	Planta 2ª Sit. Actual	7 m ²	11423
Oficina 3	Planta 2ª Sit. Actual	7 m ²	10445
Aseo	Planta 2ª Sit. Actual	4 m ²	8723
Aseo	Planta 2ª Sit. Actual	5 m ²	8985
Sala de reuniones	Planta 2ª Sit. Actual	11 m ²	15621
Planta 2ª Sit. Actual: 8		103 m ²	
Total general: 23		413 m ²	

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Planta 2ª - Fase 2 Estado final	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	FECHA JULIO - 2016
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	Nº PLANO ACD203
ESCALA Como se indica	FIRMA EL ALUMNO
Grado en ING. MECÁNICA	
Fdo.: Fernando San José Calvo	



1 Sección 1
1 : 50

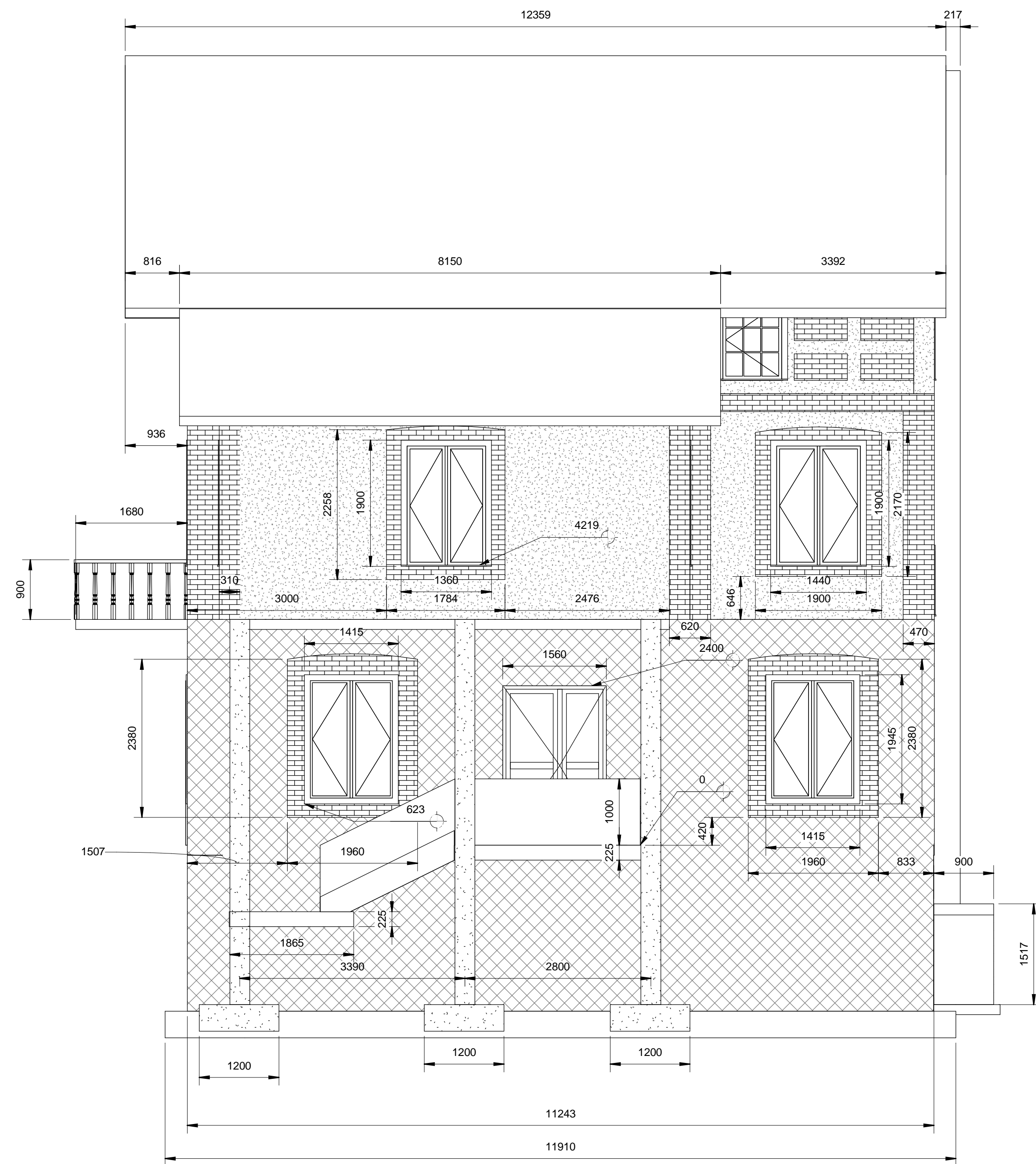
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Secciones Constructivas 1 - Fase 2 Estado final	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	
FECHA JULIO - 2016	Nº PLANO ACDS11
ESCALA 1 : 50	FIRMA EL ALUMNO
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
Grado en ING. MECÁNICA Fdo.: Fernando San José Calvo	



1 Sección 2
1 : 50

- Techo Planta 2ª 9500
- Planta Cubierta Sit. Actual 8400
- Planta 2ª Sit. Actual 6800
- Techo Planta 1 6100
- Planta 1ª Sit. Actual 3400
- Techo Planta Baja 2700
- Muro de cimentación T.O. -300
- Cota cero Exterior -1000
- Sótano Zapata T.O. -2500

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Secciones Constructivas 2 - Fase 2 Estado final	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	FECHA JULIO - 2016
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	ESCALA 1 : 50
	Nº PLANO ACDS12
Grado en ING. MECÁNICA	
FIRMA EL ALUMNO Fdo.: Fernando San José Calvo	

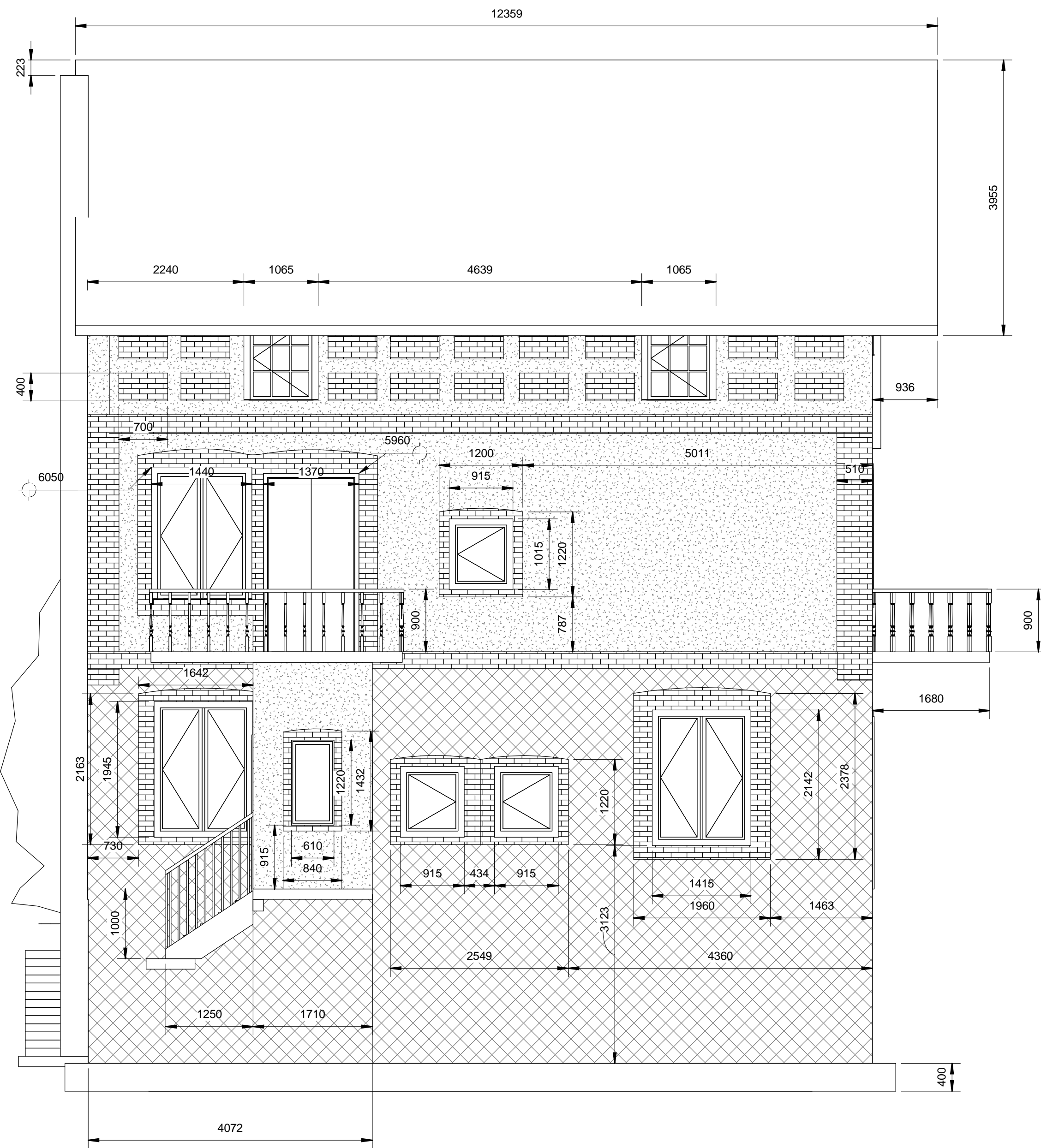


1 Plano alzado Norte
1 : 50

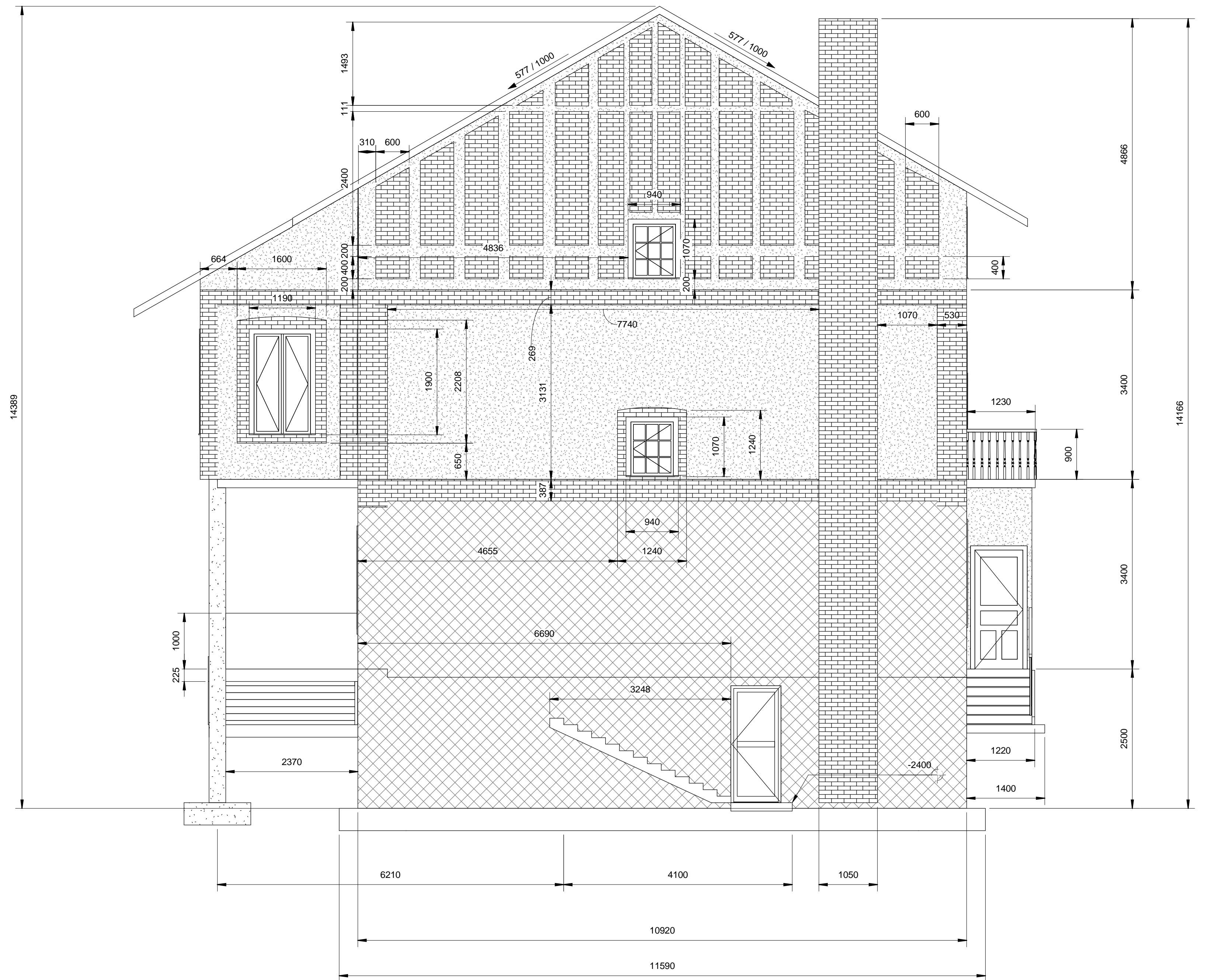


2 Plano alzado Este
1 : 50


 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Alzados principales Norte y Este	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	
FECHA JULIO - 2016	Nº PLANO ACDA01
ESCALA 1 : 50	FIRMA EL ALUMNO
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
Grado en ING. MECÁNICA Fdo.: Fernando San José Calvo	



1 Plano alzado Sur
1 : 50



2 Plano alzado Oeste
1 : 50

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Alzados principales Sur y Oeste	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
FECHA JULIO - 2016	Nº PLANO ACDA02
ESCALA 1 : 50	FIRMA EL ALUMNO
Grado en ING. MECÁNICA	
Fdo.: Fernando San José Calvo	




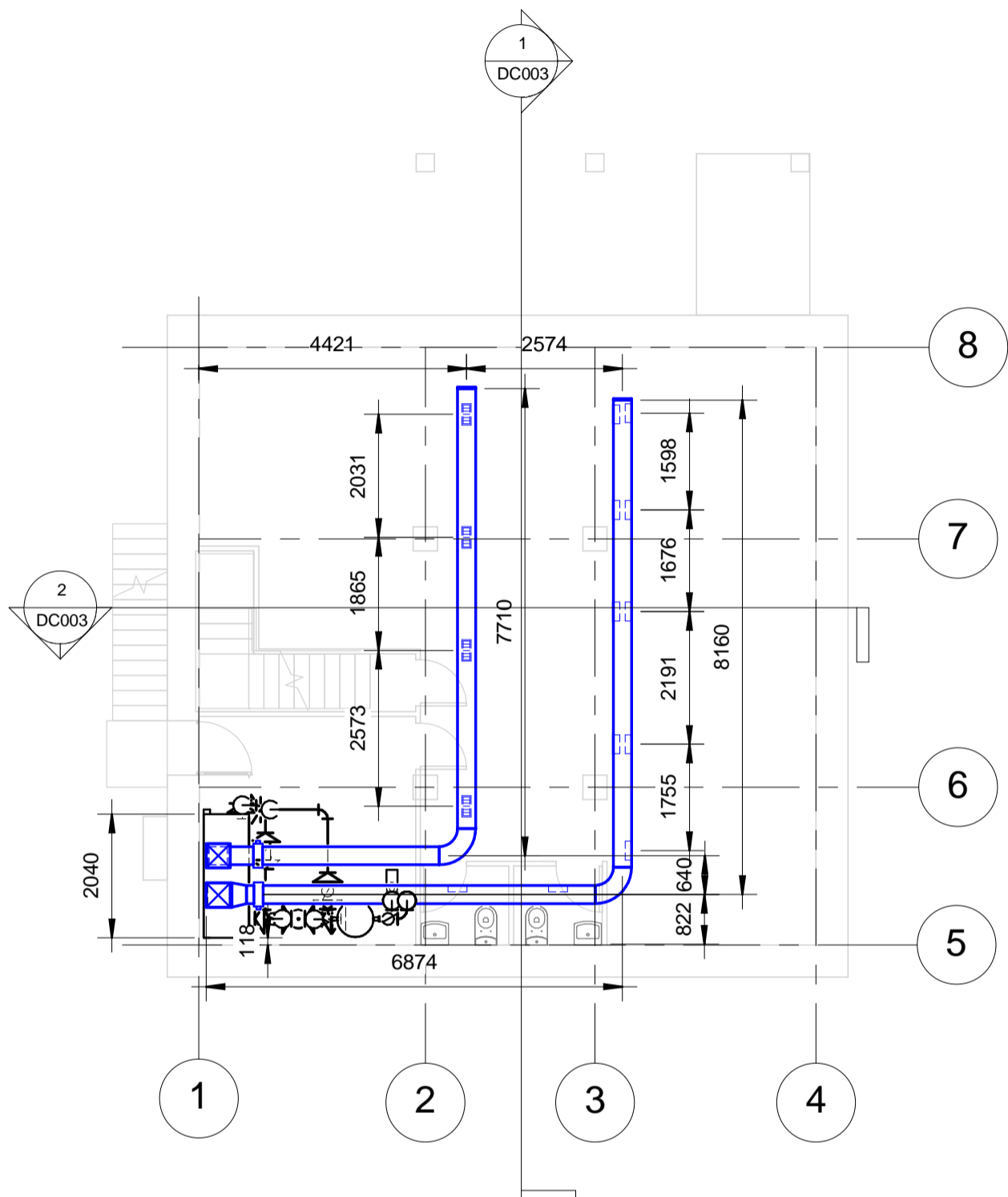
1 3D - Fachadas Sur y Este
1:1

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO <p style="text-align: center;">TFG - Casa del Director</p>	
PLANO <p style="text-align: center;">Renderizado fachadas Sur y Este</p>	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	
PROMOTOR <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE VALLADOLID</p>	
FECHA <p style="text-align: center;">JULIO - 2016</p>	Nº PLANO <p style="text-align: center;">ACD3D1</p>
ESCALA <p style="text-align: center;">1 : 1</p>	FIRMA <p style="text-align: center;">EL ALUMNO</p>
<small>Grado en ING. MECÁNICA</small>	
<small>Fdo.: Fernando San José Calvo</small>	

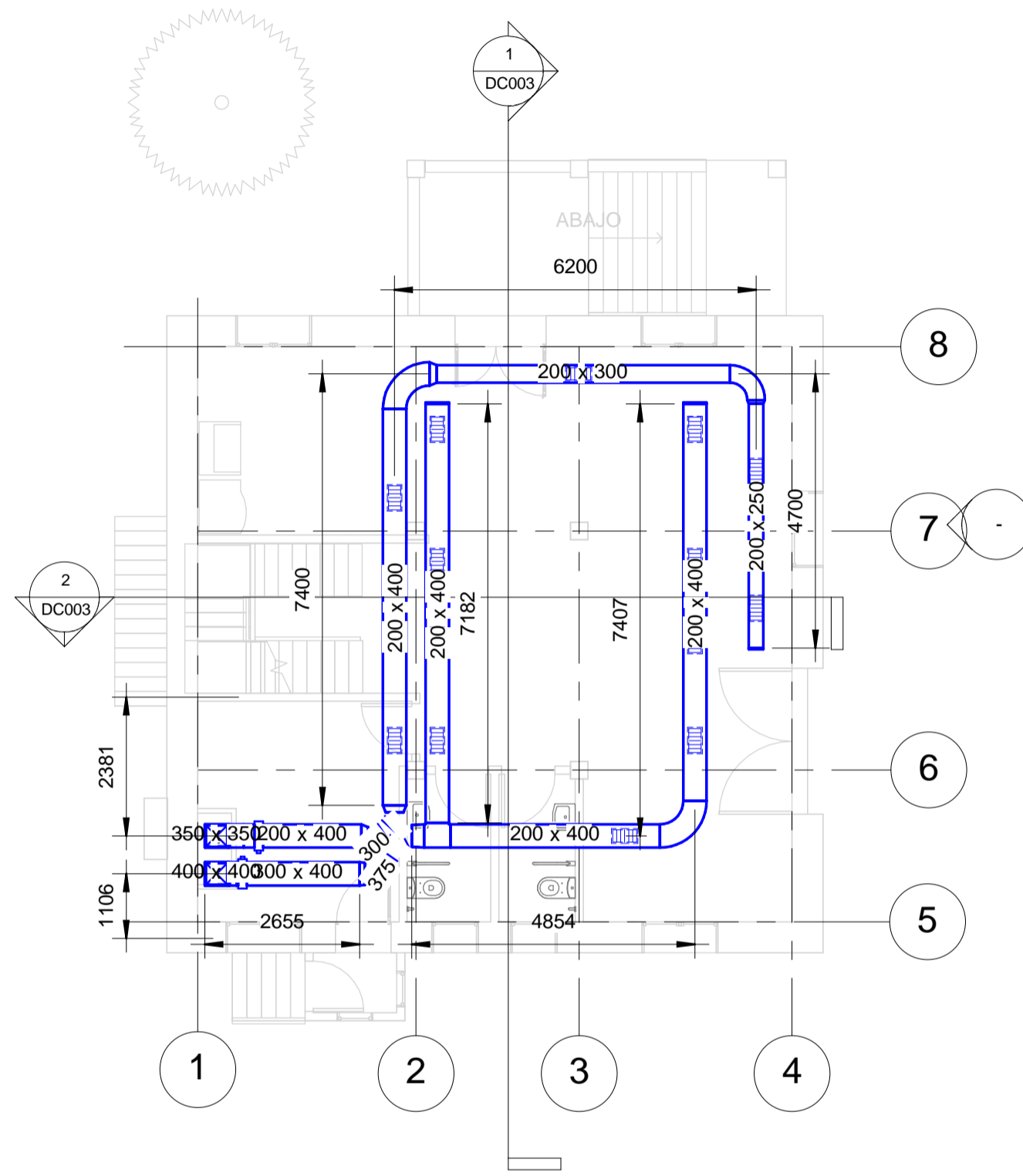


1 3D - Fachadas Norte y Oeste
1 : 1

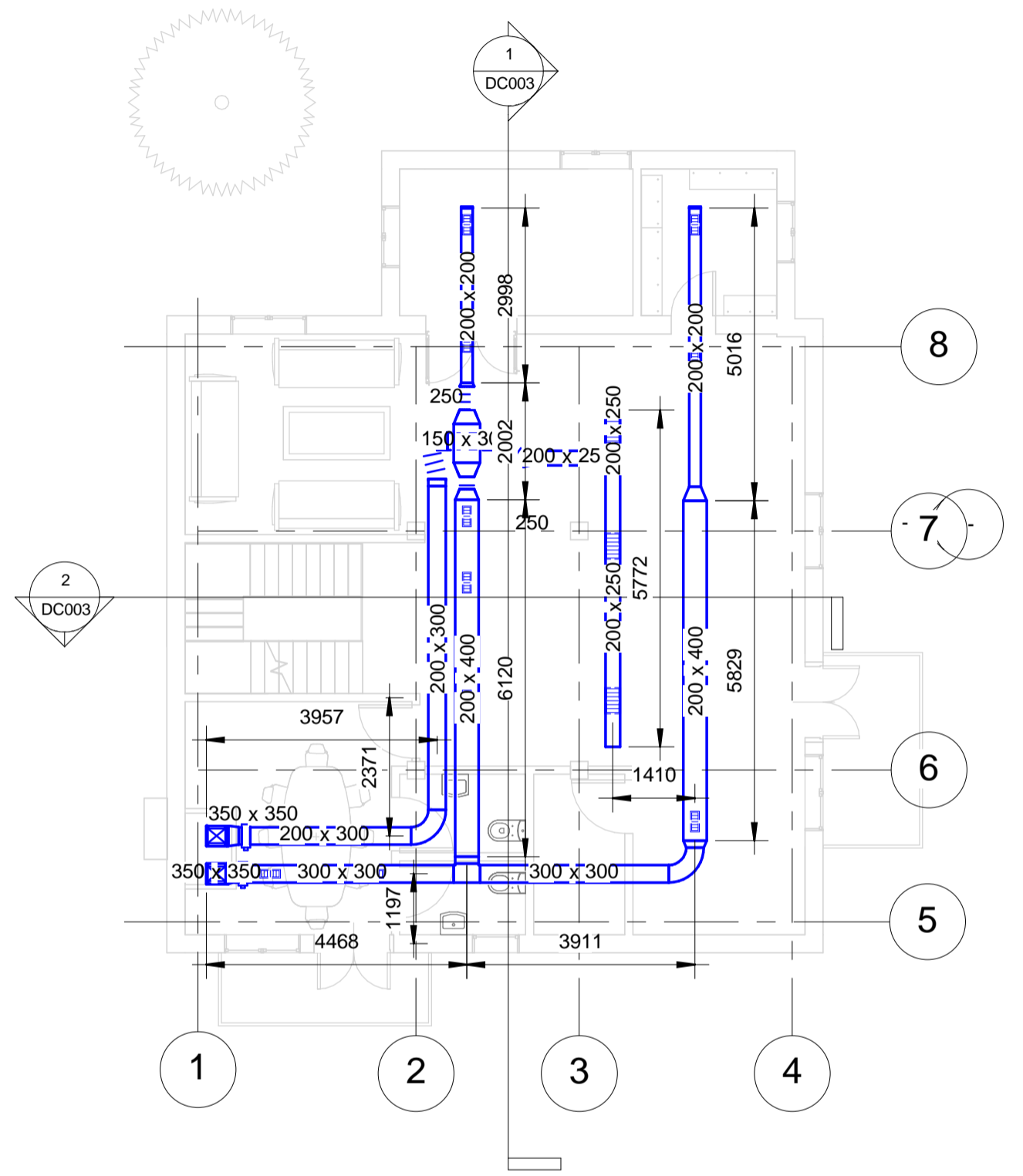
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Renderizado fachadas Norte y Oeste	
ÁREA I.P.F. Trabajo Fin de Grado (TFG)	
FECHA JULIO - 2016	Nº PLANO ACD3D2
ESCALA 1 : 1	FIRMA EL ALUMNO
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	Grado en ING. MECÁNICA Fdo.: Fernando San José Calvo



1 Conductos planta sótano
1 : 100

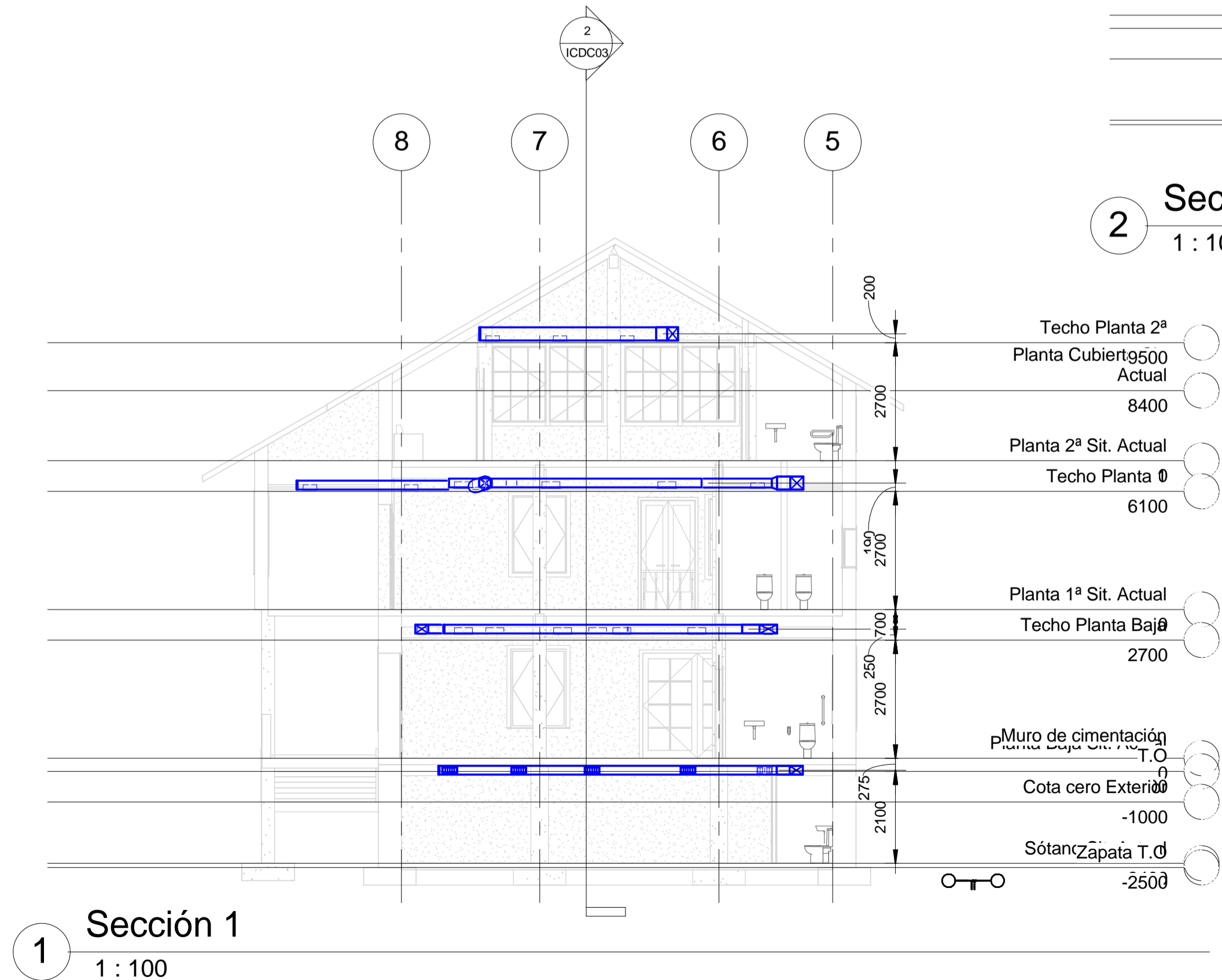


2 Conductos planta baja
1 : 100

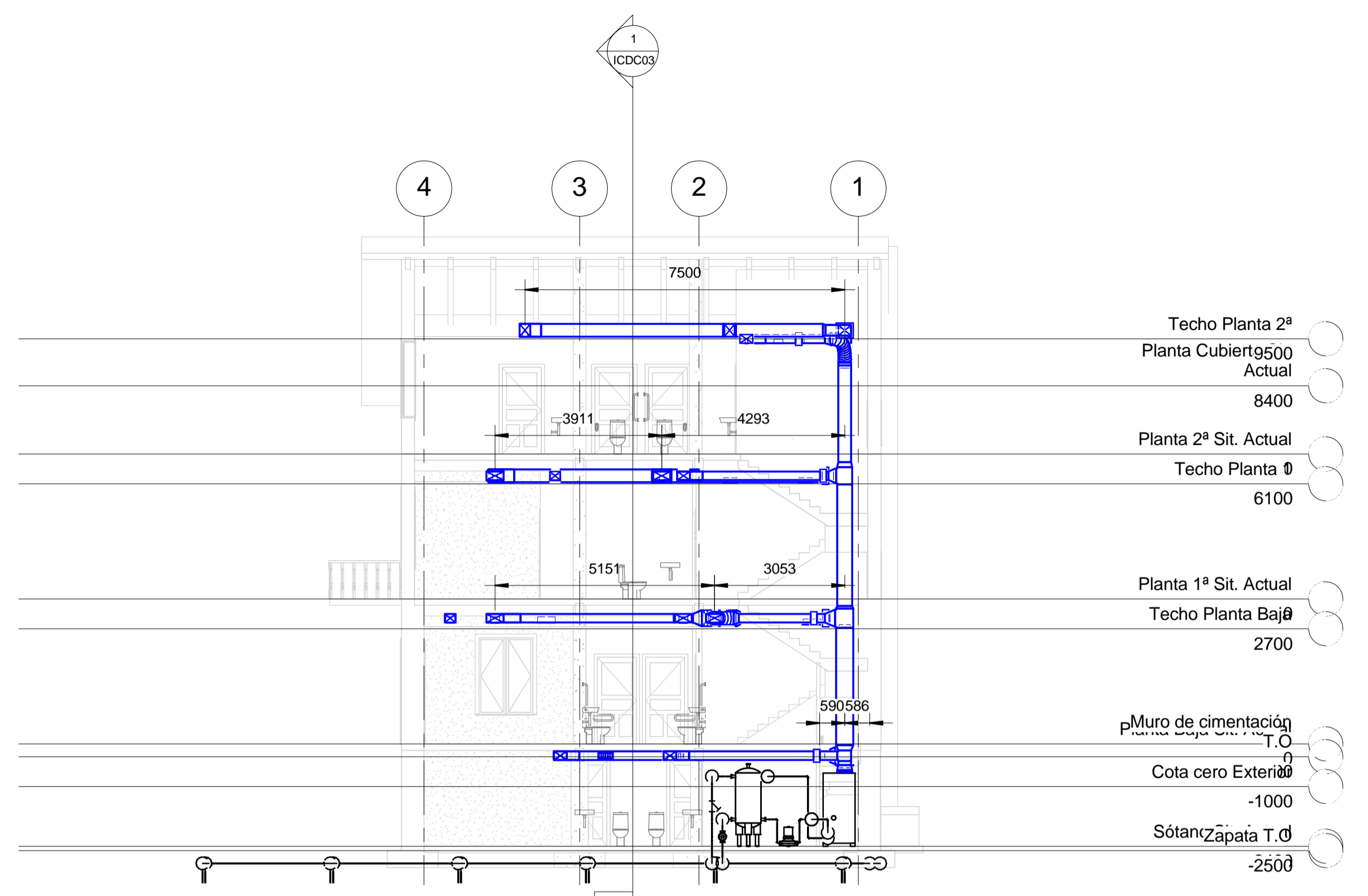



3 Conductos planta 1ª
1 : 100

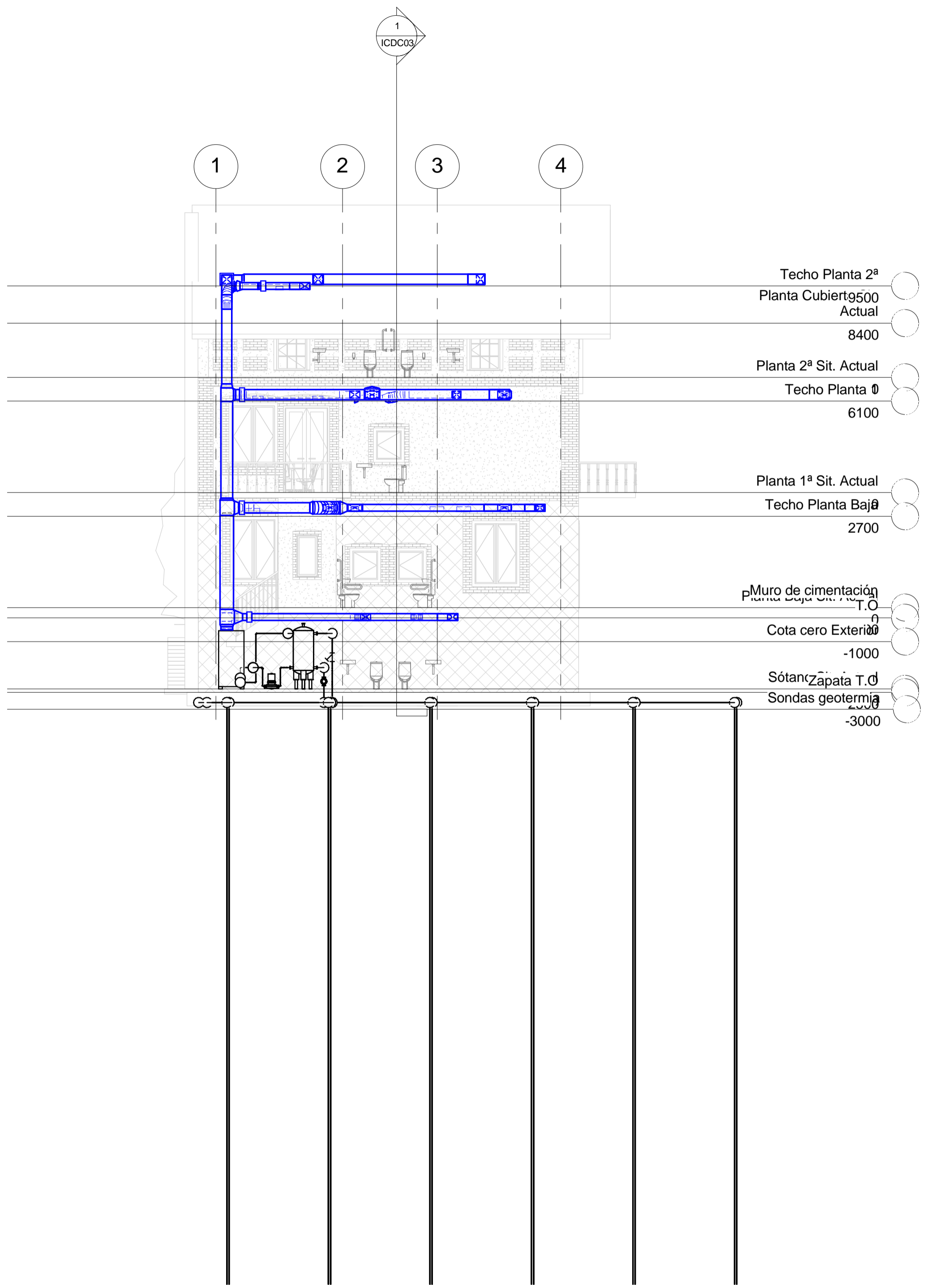
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Distribución de conductos de climatización	
ÁREA I.P.F. TRABAJO FIN DE GRADO (TFG)	FECHA JULIO - 2016
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	Nº PLANO ICDC01
	FIRMA EL ALUMNO
ESCALA 1 : 100	
Grado en ING. MECÁNICA	
Fdo.:	



2 Sección 2
1 : 100

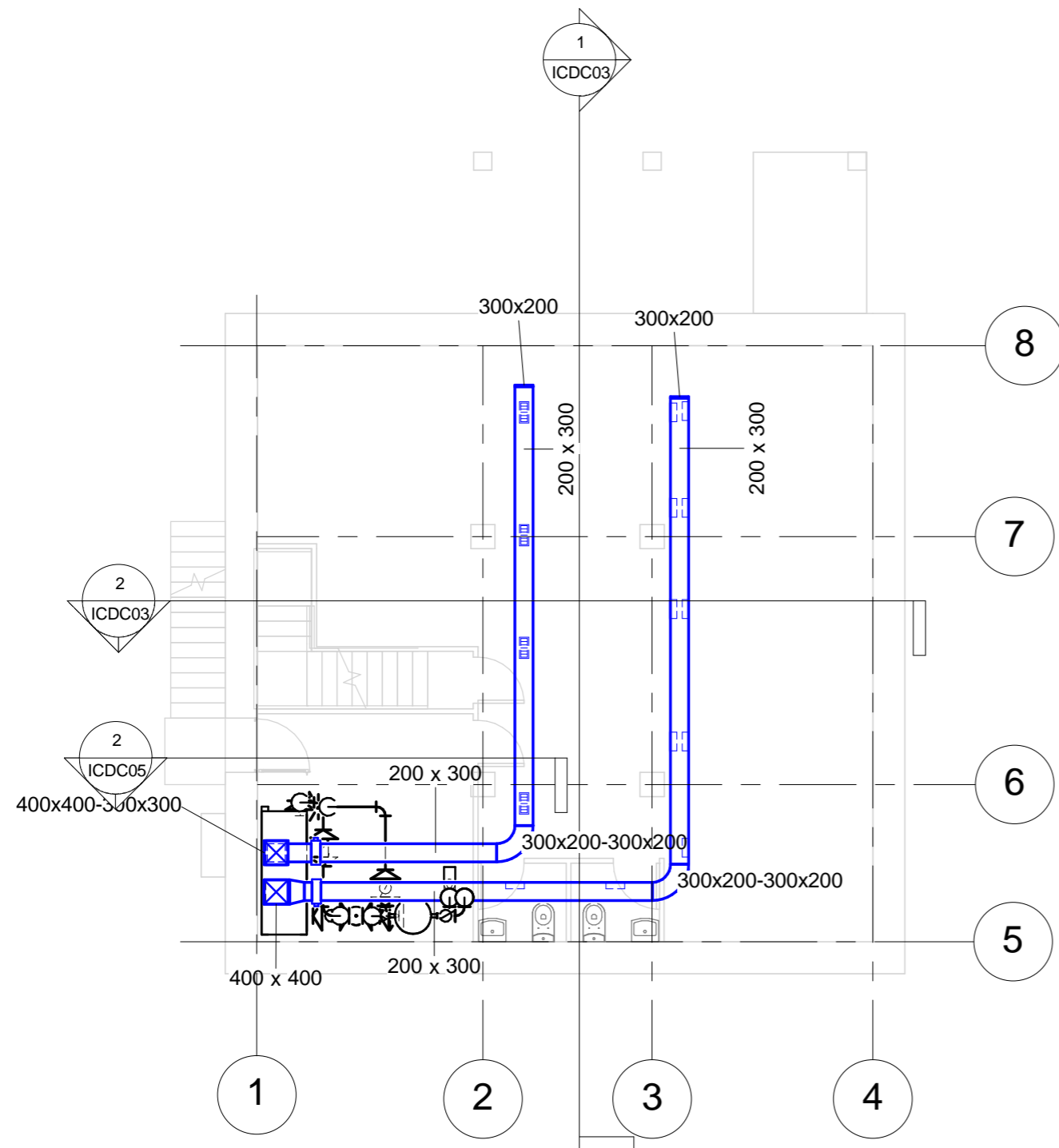


 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Secciones instalación de conductos de Climatización	
ÁREA I.P.F. TRABAJO FIN DE GRADO (TFG)	
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
FECHA JULIO - 2016	Nº PLANO ICDC03
ESCALA 1 : 100	FIRMA EL ALUMNO
Grado en ING. MECÁNICA	
Fdo.:	

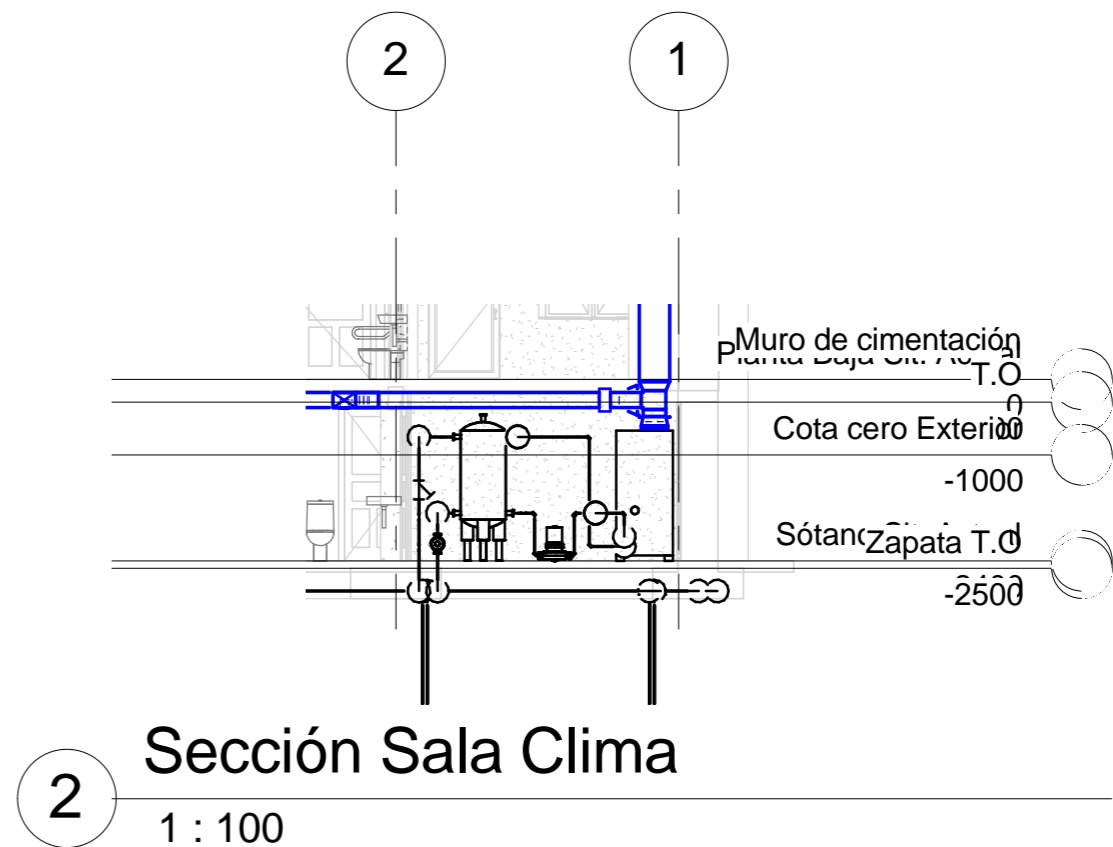


1 Sección 4
1 : 100



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Sistema sondas geotermia	
ÁREA I.P.F. TRABAJO FIN DE GRADO (TFG)	FECHA JULIO - 2016
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	ESCALA 1 : 100
	Nº PLANO ICDC04
Grado en ING. MECÁNICA Fdo.:	

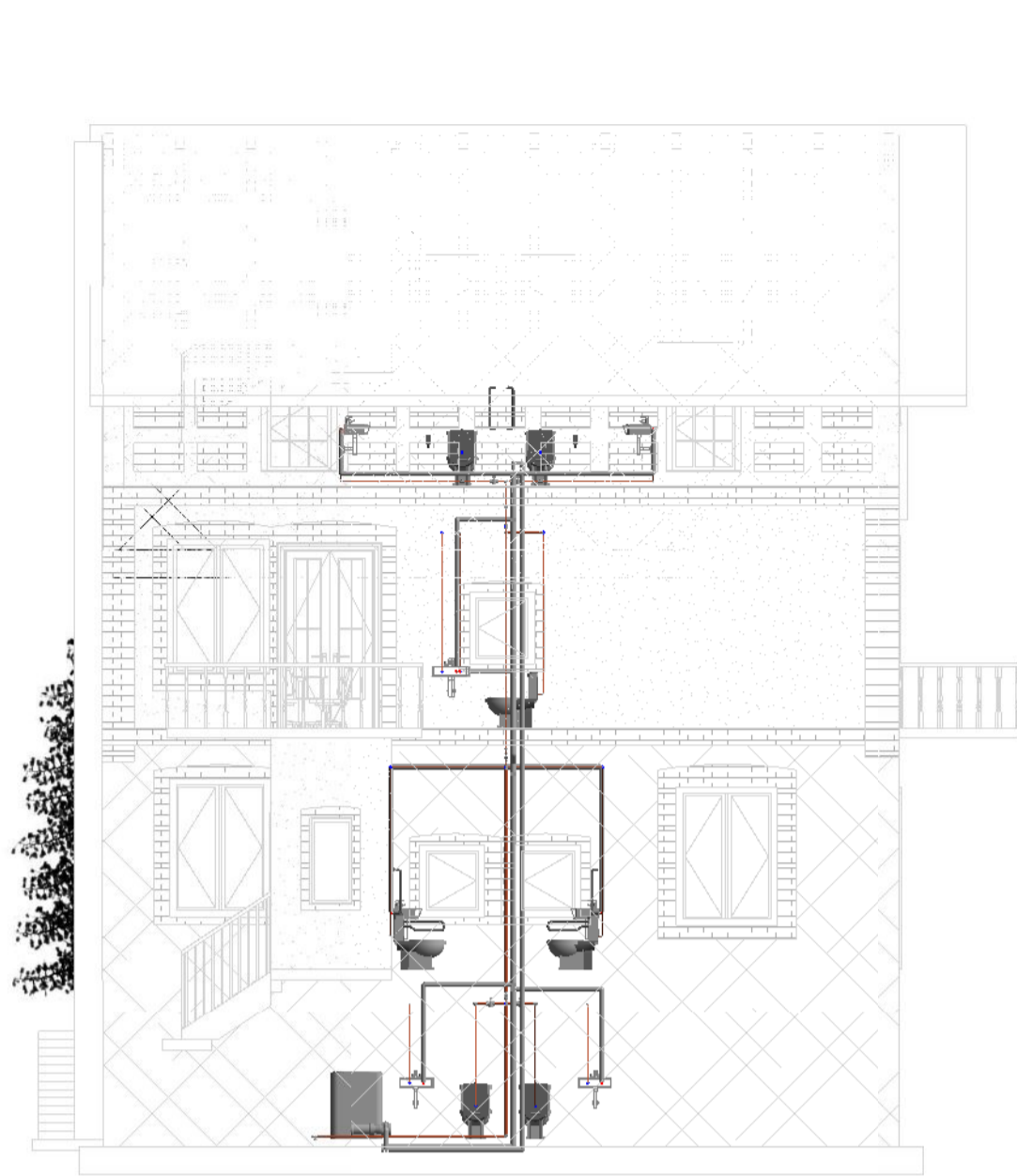


1 Sótano Sit. Actual
1 : 100

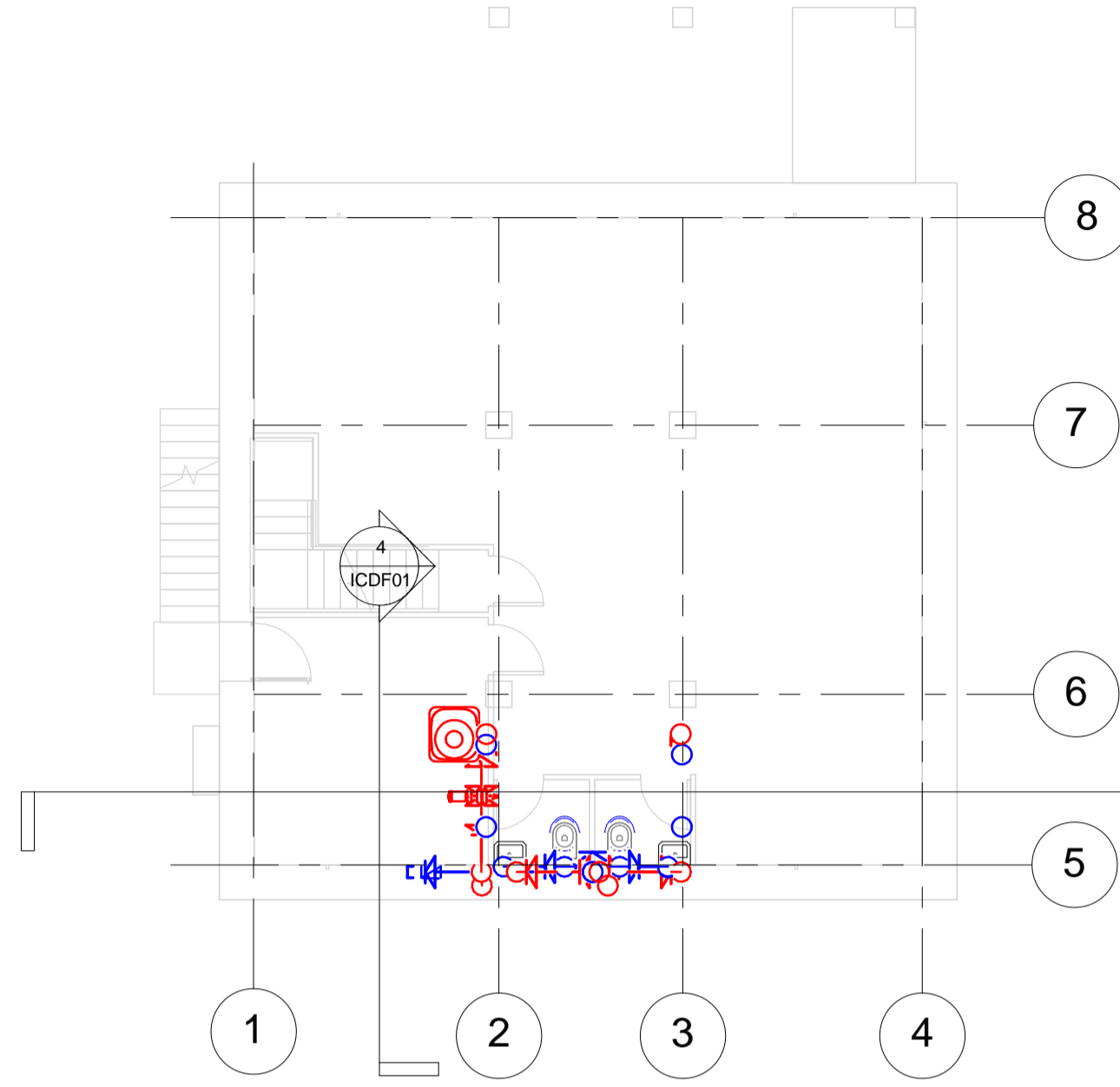


2 Sección Sala Clima
1 : 100

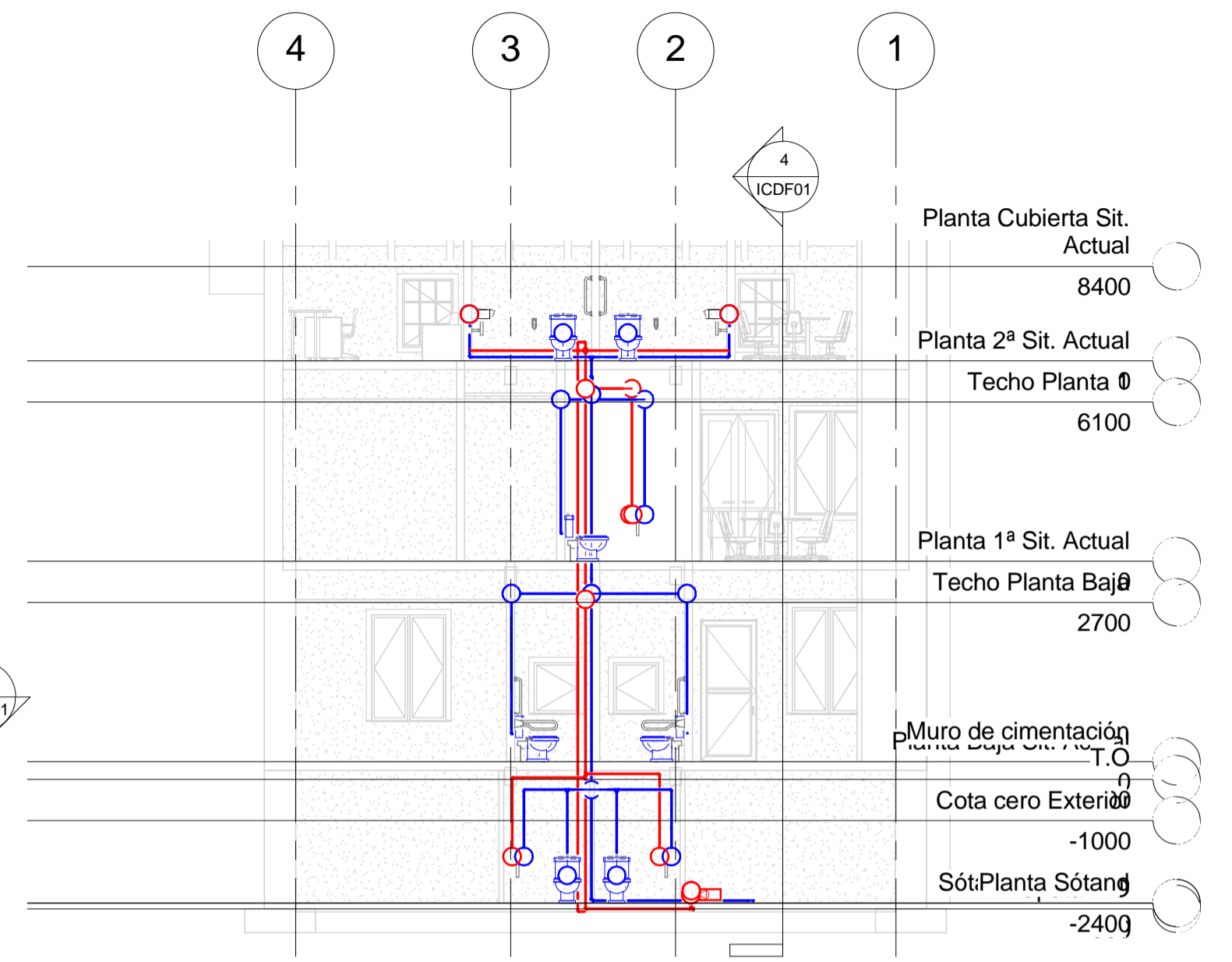
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES 	
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director	
PLANO Sala de Climatización	
ÁREA I.P.F. TRABAJO FIN DE GRADO (TFG)	FECHA JULIO - 2016 Nº PLANO ICDC05
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	ESCALA 1 : 100 FIRMA EL ALUMNO
Grado en ING. MECÁNICA Fdo.:	



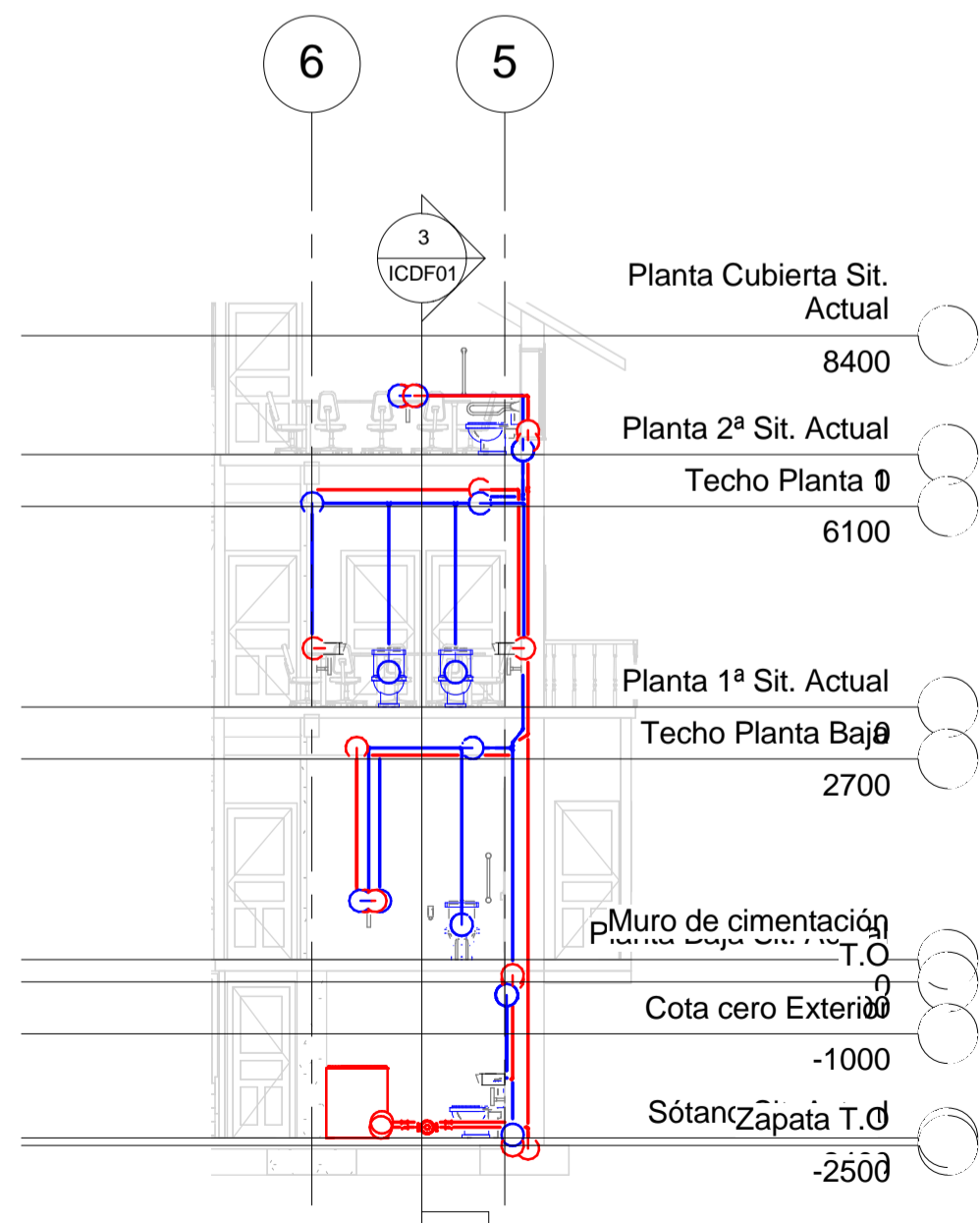
1 Alzado Sur - Fontanería
1 : 100



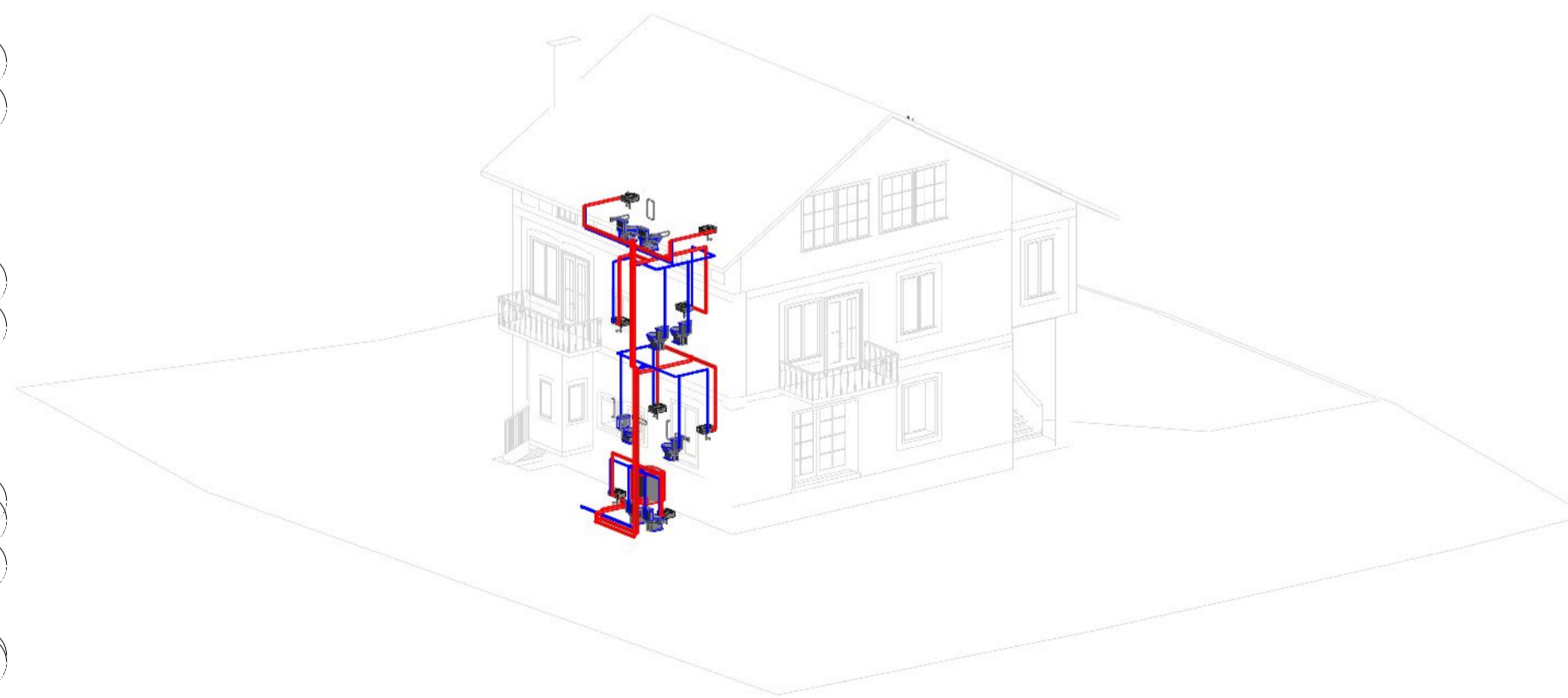
2 Planta Sótano
1 : 100



3 Sección 1
1 : 100



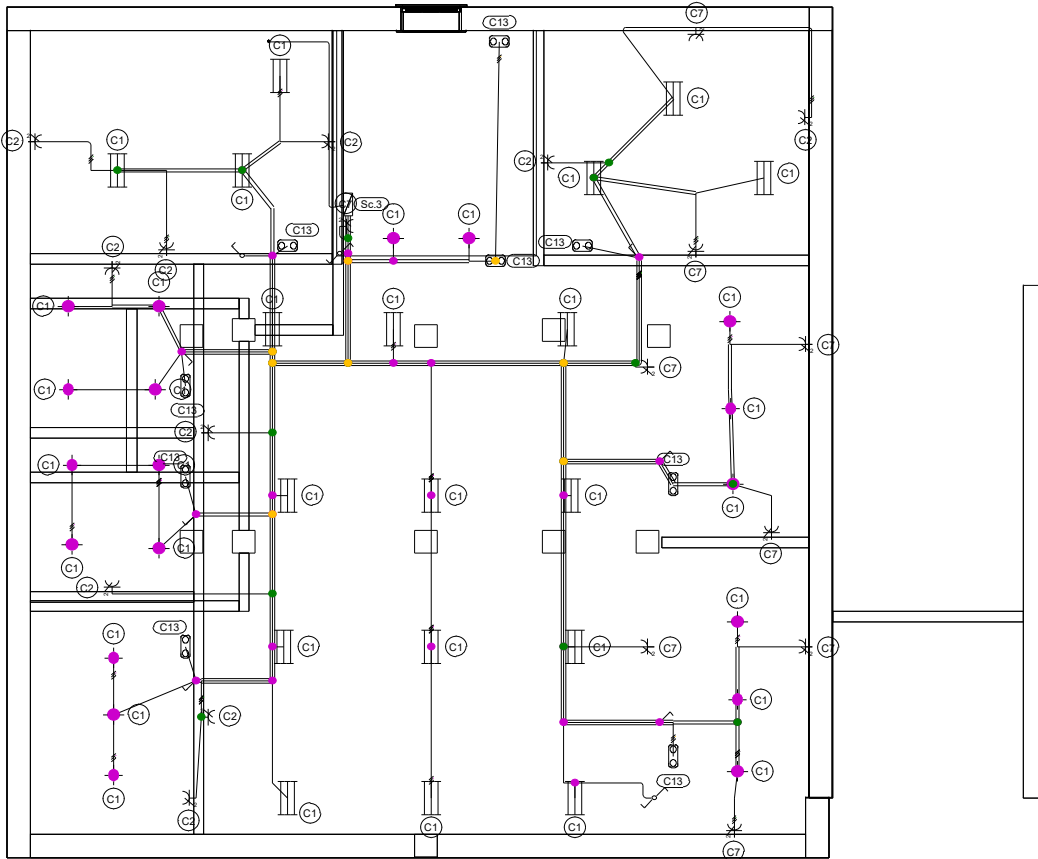
4 Sección 2
1 : 100



5 Fontanería 3D

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
TÍTULO PROYECTO TFG - Casa del Director			
PLANO Instalación de Fontanería y ACS			
ÁREA I.P.F. TRABAJO FIN DE GRADO (TFG)		FECHA JULIO - 2016	Nº PLANO ICDF01
PROMOTOR UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		ESCALA 1 : 100	FIRMA EL ALUMNO
		Grado en ING. MECÁNICA	Fdo.:

Planta 2

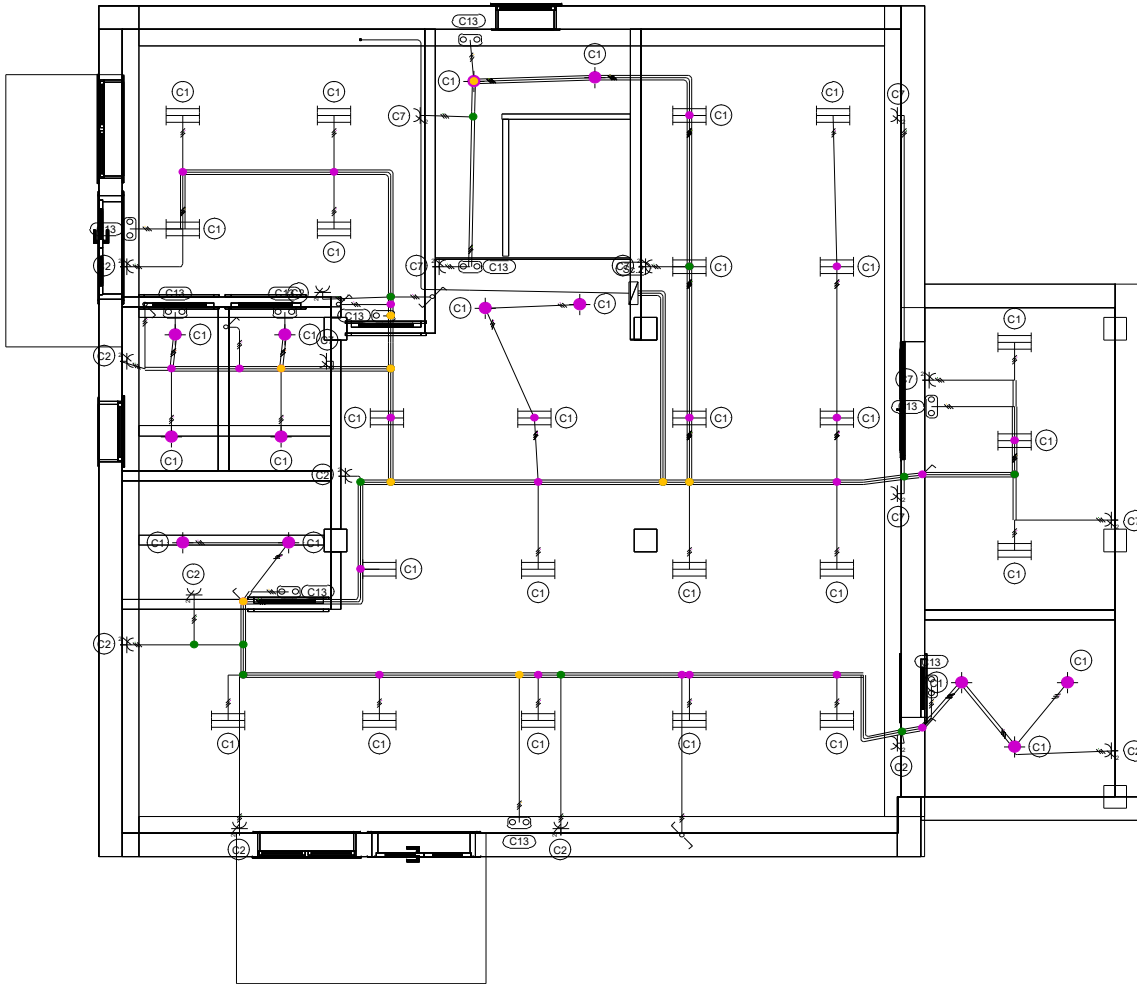


Leyenda	
	Servicio monofásico
	Conmutador
	Interruptor
	Subcuadro
	Salida para lámpara incandescente, vapor de mercurio o similar, empotrada en techo
	Lámpara fluorescente con tres tubos
	Luminaria de emergencia
	Toma de uso general doble

Casa del Director 3
 Escala: 1:100
 Alumbrado normal, Alumbrado de emergencia y Tomas

		Expediente: Casa del Director
Situación: Avda./ 1º de Junio Venta de Baños CP: 3200 PALENCIA		Número de plano: 1
Promotor: Universidad de Valladolid		
Planta 2	Escala: 1/100	
Fernando San José Calvo Ing. Mecánica Número de colegiado: -	Fecha: 12/07/2016	

Planta 1

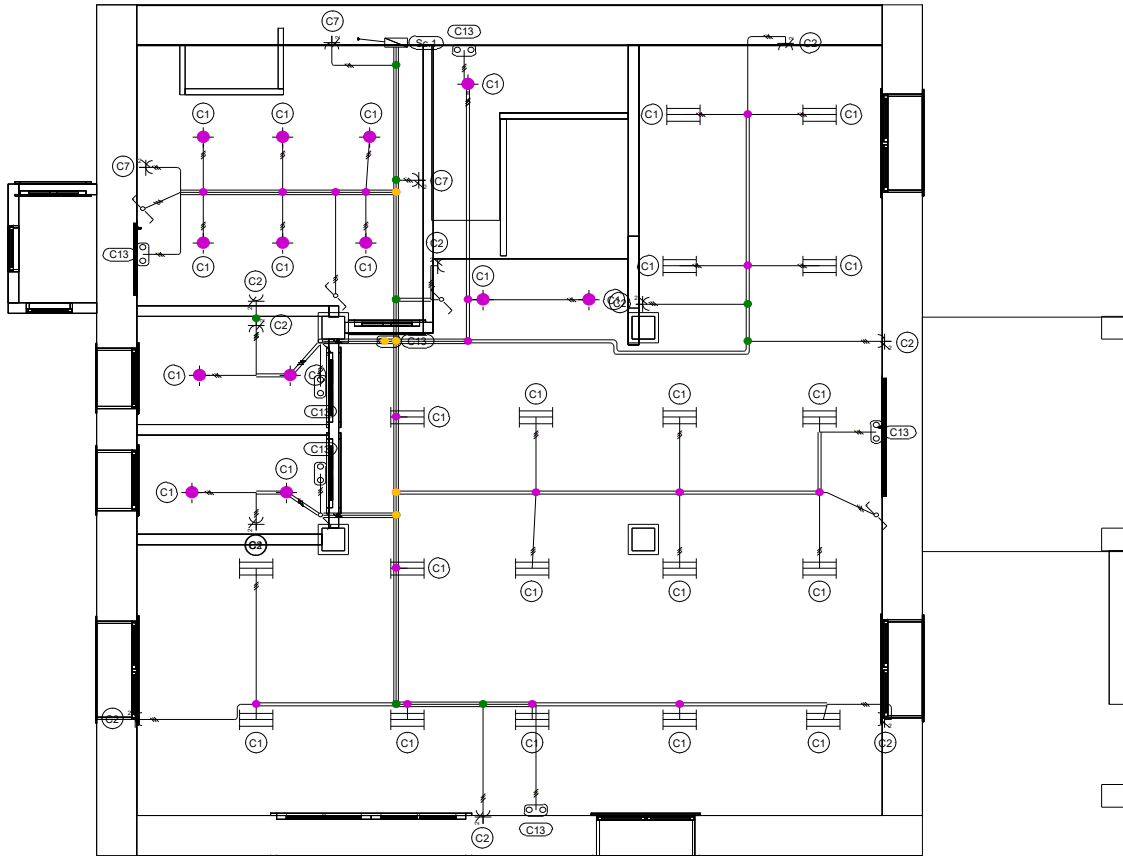


Leyenda	
	Servicio monofásico
	Interruptor
	Conmutador
	Subcuadro
	Lámpara fluorescente con tres tubos
	Salida para lámpara incandescente, vapor de mercurio o similar, empotrada en techo
	Luminaria de emergencia
	Toma de uso general doble

Casa del Director 3
 Escala: 1:100
 Alumbrado normal, Alumbrado de emergencia y Tomas

		Expediente: Casa del Director
Situación: Avda./ 1º de Junio Venta de Baños CP: 3200 PALENCIA		Número de plano: 2
Promotor: Universidad de Valladolid		
Planta 1	Escala: 1/100	
Fernando San José Calvo Ing. Mecánica Número de colegiado: -	Fecha: 12/07/2016	

Planta baja

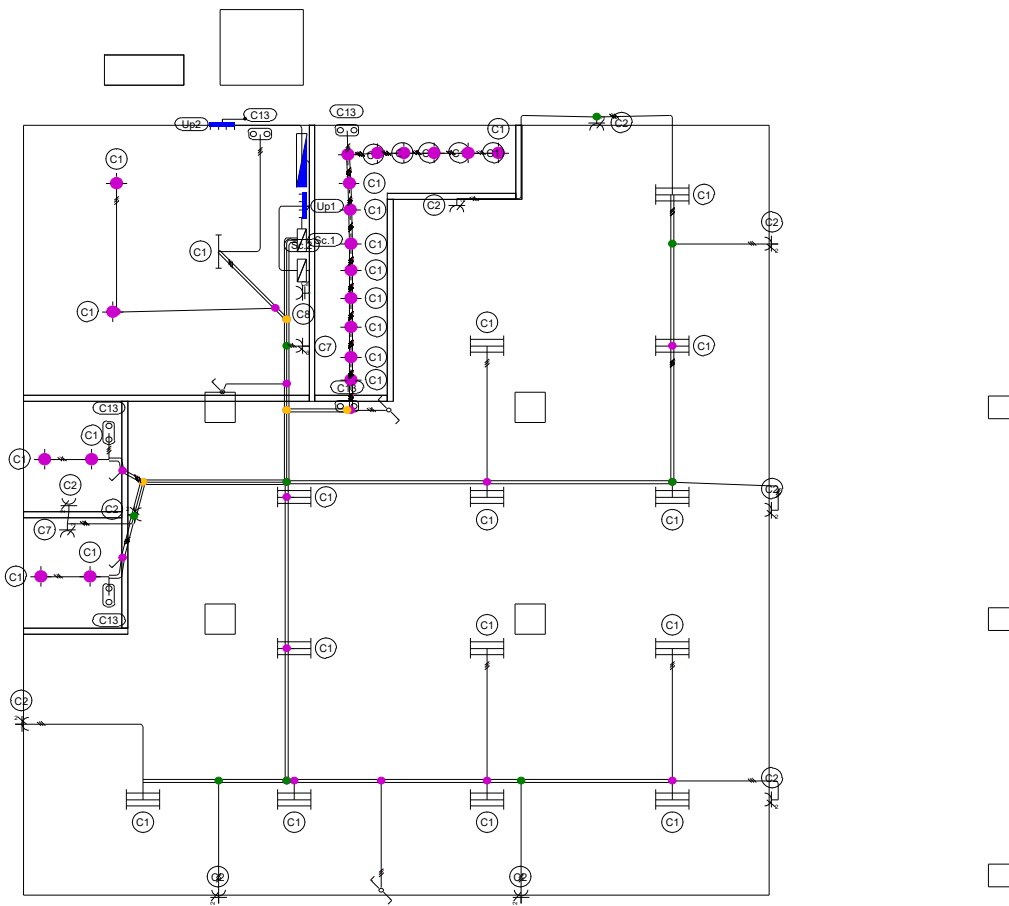


Leyenda	
	Servicio monofásico
	Conmutador
	Interruptor
	Subcuadro
	Lámpara fluorescente con tres tubos
	Salida para lámpara incandescente, vapor de mercurio o similar, empotrada en techo
	Luminaria de emergencia
	Toma de uso general doble

Casa del Director 3
 Escala: 1:100
 Alumbrado normal, Alumbrado de emergencia y Tomas

		Expediente: Casa del Director
Situación: Avda./ 1º de Junio Venta de Baños CP: 3200 PALENCIA		Número de plano:
Promotor: Universidad de Valladolid		3
Planta baja	Escala: 1/100	
Fernando San José Calvo Ing. Mecánica Número de colegiado: -		Fecha: 12/07/2016

Sótano

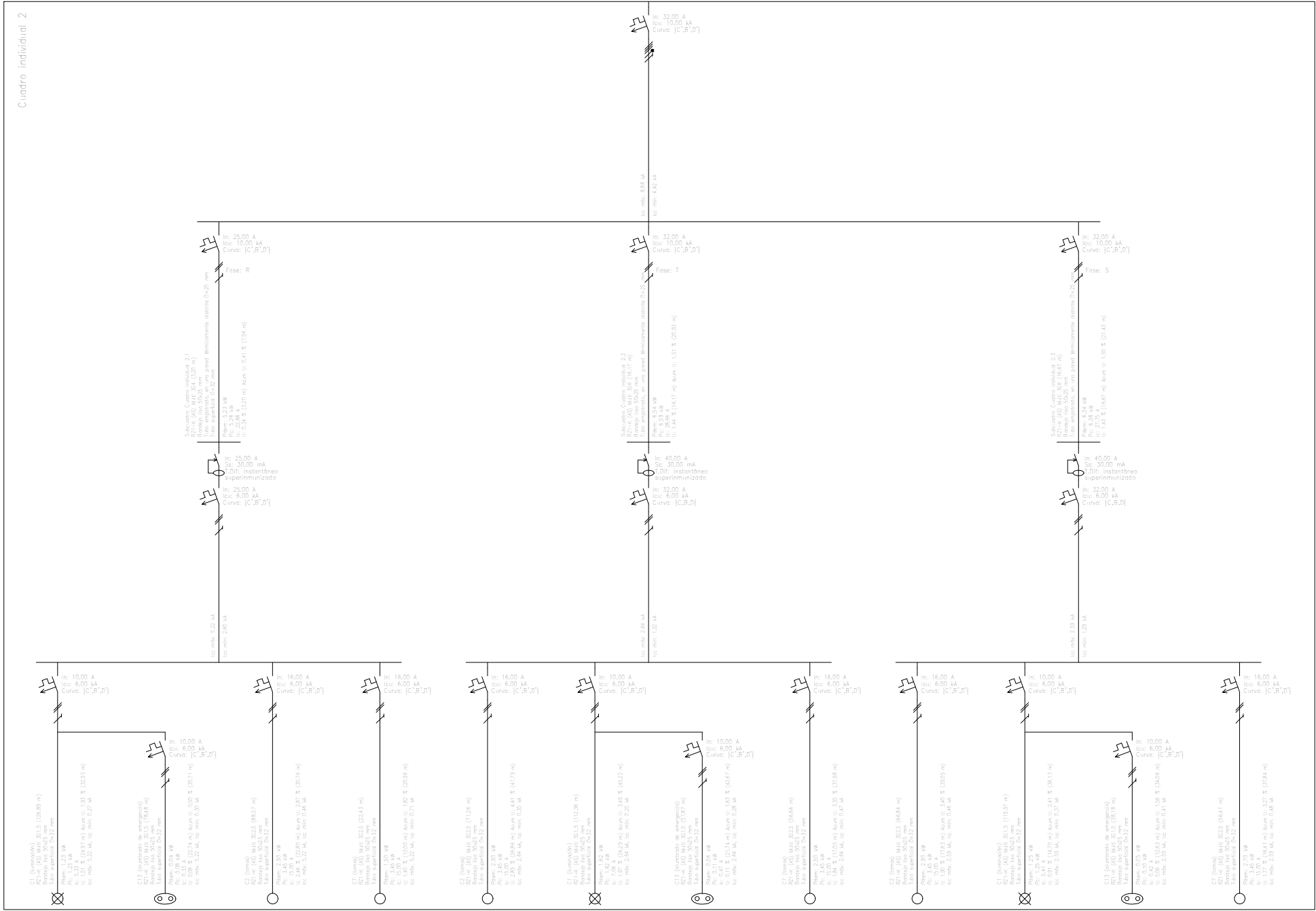


Leyenda	
	Servicio monofásico
	Caja de protección y medida (CPM)
	Cuadro individual
	Interruptor
	Conmutador
	Subcuadro
	Interruptor estanco
	Salida para lámpara incandescente, vapor de mercurio o similar, empotrada en techo
	Lámpara fluorescente con tres tubos
	Lámpara fluorescente
	Luminaria de emergencia
	Toma de uso general doble
	Toma de uso general triple
	Toma de calefacción

Casa del Director 3
 Escala: 1:100
 Alumbrado normal, Alumbrado de emergencia y Tomas

		Expediente: Casa del Director
Situación: Avda./ 1º de Junio Venta de Baños CP: 3200 PALENCIA		Número de plano:
Promotor: Universidad de Valladolid		4
Sótano	Escala: 1/100	
Fernando San José Calvo Ing. Mecánica Número de colegiado: -		Fecha: 12/07/2016

Cuadro individual 2



		Expediente: Casa del Director	
Situación: Avda./ 1º de Junio Venta de Baños CP: 3200 PALENCIA		Número de plano: EU2	
Promotor: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		Escala:	
Esquema unifilar		Fecha: 12/07/2016	
Fernando San José Calvo Ing. Mecánica Número de colegiado: -			

7. CONCLUSIONES

Tras la realización de este TFG, se han llegado a comprender enormemente tanto las posibilidades como las carencias del sistema de trabajo BIM como del software utilizado para ello.

La metodología de trabajo BIM es una herramienta muy potente a nuestro alcance para el diseño conceptual y modelado en 3D, tanto de la parte arquitectónica como para el desarrollo de las instalaciones de una edificación o de un recinto industrial. Mediante este sistema, se pueden aunar todas las etapas de creación y explotación de un modelo, partiendo desde el diseño conceptual, pasando por el diseño detallado, fase de construcción, explotación, reformas y rehabilitaciones y derribos, trabajando con un único modelo capaz de ser modificado y/o actualizado constantemente.

En el desarrollo de este TFG, se ha pretendido mostrar dicha metodología, partiendo de una edificación de un recinto industrial existente procediendo a su modelado en estado actual y estableciendo una serie de modificaciones hasta llegar al estado final. Mediante archivos vinculados y archivos de intercambio, se ha llevado a cabo el desarrollo del todo el proceso bajo este nuevo sistema de trabajo.

Cabe destacar innumerables ventajas de este sistema, como son:

- Desarrollo de un único modelo 3D, actualizable y vinculable en un entorno de trabajo en red, con la ventaja principal de que varios usuarios pueden estar trabajando diferentes aspectos sobre un mismo modelo y en diferentes ubicaciones.
- Cada vez que se realiza una modificación en el modelo 3D de base, éstas se ven reflejadas en los respectivos archivos vinculados, por lo que reduce tiempos y costes de desarrollo.
- Toda la información del modelo puede ser recogida en un único archivo, lo que hace muy potente, sencillo y completo este método de trabajo.
- Se reduce el número de errores e interferencias generadas en la fase de obra y aumenta infinitamente la probabilidad de encontrarlas en las fases tempranas de conceptualización y diseño, ahorrando en tiempos de modificación y desarrollo de

nuevas soluciones y reduciendo también los costes de desarrollo de proyecto.

- Con el trabajo por fases introducimos una nueva variable en el desarrollo de un proyecto: el tiempo, la cuarta dimensión (4D).
- Mediante el trabajo por fases dentro un mismo modelo se reducen los tiempos de desarrollo de modificaciones y/o fases del proyecto, las cuales se ven reflejadas de cara a la generación de documentación para su ejecución y mediciones.
- Mediante los archivos de intercambio existe compatibilidad con otras plataformas, como pueden ser Cype, ArchiCad y otros programas de este tipo y que siguen la filosofía BIM y nos ayudan a desarrollar aspectos que no pueden llevarse a cabo en nuestro software de base (como es en este caso Revit, que queda algo limitado para el desarrollo de las instalaciones).

Si bien es cierto que las ventajas pesan más que los inconvenientes, también cabe citar los puntos débiles del software utilizado, los cuales son:

- En Revit la normativa que utilizamos en el territorio español no está implementada, lo cual implica que en ciertos aspectos en el proceso de desarrollo se tenga que recurrir a documentos técnicos y desarrollarlos mediante la metodología convencional o recurrir a software alternativo (como es en este caso Cype).
- Revit posee unas familias de elementos muy limitadas, teniendo que descargarlas e incluirlas para el desarrollo de instalaciones familias creadas a posteriori o incluso generar elementos ex profeso para tal fin, ya que no existen en las bases de datos de las familias incluidas con el programa.
- Los sistemas de cálculo incluidos en Revit son algo simples y limitados, con lo que hay que buscar otros complementos a la hora de desarrollar ciertos aspectos.
- El sistema de intercambio de archivos e información IFC (Industrial Foundation Classes) no está desarrollado por completo, por lo que existen incompatibilidades a la hora de realizar intercambios

de información y modelos entre las distintas plataformas utilizadas. Aquí se presentaron bastantes problemas a la hora del volcado del fichero IFC creado por Revit a Cype, lo cual demuestra que hay mucho trabajo que realizar en este aspecto por parte de los desarrolladores.

A pesar de esto, esta metodología de trabajo a medio plazo pasará a convertirse en una de las herramientas y metodologías más importantes y potentes para el desarrollo de proyectos, en una parte debido al potencial que posee y en otra a que queda mucha posibilidad de mejora y avances tanto técnicos como a nivel de programación, inclusión de normativa vigente para realización del diseño y comprobaciones y software disponibles.

Con toda probabilidad, en un futuro no muy lejano, se impondrá este sistema pasará a ser la metodología de conceptualización, desarrollo y explotación de los proyectos de las construcciones industriales, dejando de lado la metodología utilizada hasta estos días, dando paso a esta nueva filosofía de trabajo.

8. BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA Y NORMATIVA DE APLICACIÓN

Bibliografía de referencia

- BILAL, Succar. Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18:357-375, 2009.
- VOLM J. BRYDE D., BROQUETAS M. The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31:971-980, 2013.
- COLOMA PICO E. Introducción a la tecnología BIM. Technical report, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona – Universidad Politécnica de Cataluña, octubre 2008.
- KAREN M. KENSEK, DOUGLAS E. NOBLE “Building Information Modelling. BIM in current and future practise”. Ed. Wiley.
- FINITH, Jernigan. Big BIM, Little BIM: the practical approach to Building Information Modelling. Ed. Axiom.
- ALLISON H. ET AL MCNELL D. Bulding Information Modelling. Technical report, infoComm International.
- ROLDAN MENDEZ M. MARTIN DORTA N., GONZALEZ DE CHAVES ASSEF P. Building Information Modelling (BIM): Una oportunidad para transformar la industria de la construcción. *Spanish Journal of BIM*, 1:12 - 18, 2014.
- ZARAGOZA, José Manuel. MOREA, José Miguel. Guía práctica para la implantación de entornos BIM. Ed. Fe d'erratas.

Medios digitales

- Curso de Revit 2014, EDUTIN, 12 de abril de 2016.
<https://edutin.com/curso-de-Revit-2014-2053>
- BIM como herramienta eficiente para las distintas fases de un proyecto, Plataforma arquitectura, 23 de abril de 2016.

<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/778803/bim-como-herramienta-eficiente-para-las-distintas-fases-de-un-proyecto>

- Exportando Revit a CypeCad, Easy CTE (Soporte Vídeo), 19 de Mayo de 2016.

https://www.youtube.com/watch?v=j_w_8G0KXWE

Normativa de consulta

- Plan General de Ordenación Urbana de Venta de Baños. Versión. Versión extendida marzo 2013.
- Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico de Salubridad y Salud. HS4 – Suministro de Agua.
- Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico HE – Ahorro de Energía. HE1 - Limitación de demanda energética. Apéndice D - Definición del edificio de referencia.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio. Versión consolidada septiembre de 2013.
- Norma UNE 149201:2008. Abastecimiento de agua. Dimensionado de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios.
- Código Internacional de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias (IPC). Versión 2012.
- Norma UNE 94002:2005. Instalaciones térmicas para producción de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de energía térmica.
- Norma UNE 100155:2004. Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.
- Directriz alemana VDI 4640, utilización del método simplificado para el cálculo de sondas de captación geotérmica.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. Versión actualizada a diciembre de 2015.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintensidades.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996: Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.

- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1: Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas.

ANEXO I

**PREVISIÓN DE CARGAS, MEMORIA ELÉCTRICA,
FICHAS JUSTIFICATIVAS Y ESTUDIOS LUMÍNICOS**

**FICHA JUSTIFICATIVA: previsión de cargas y
distribución de circuitos**

ÍNDICE

1.- DISTRIBUCIÓN DE FASES.....	2
2.- CÁLCULOS.....	2



Resultados de cálculo

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

1.- DISTRIBUCIÓN DE FASES

La distribución de las fases se ha realizado de forma que la carga está lo más equilibrada posible.

CPM-1					
Planta	Esquema	P _{calc} [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
0	CPM-1	-	18591.0	18591.0	18591.0
0	Cuadro individual 1	36000.0	12000.0	12000.0	12000.0
0	Cuadro individual 2	19773.0	6591.0	6591.0	6591.0

Cuadro individual 2						
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]			
			R	S	T	
Subcuadro Cuadro individual 2.1	Subcuadro Cuadro individual 2.1	-	5262.6	-	-	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	1227.0	-	-	
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	75.6	-	-	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	2900.0	-	-	
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	1500.0	-	-	
Subcuadro Cuadro individual 2.2	Subcuadro Cuadro individual 2.2	-	-	-	6591.0	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	-	2900.0	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	-	1623.0	
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	-	-	108.0	
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	-	-	2500.0	
Subcuadro Cuadro individual 2.3	Subcuadro Cuadro individual 2.3	-	-	6382.2	-	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	2900.0	-	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	1245.0	-	
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	-	97.2	-	
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	-	2700.0	-	

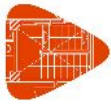
Producción por una versión educativa de CYPE

Cuadro individual 1					
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
Subcuadro Cuadro individual 1.1	Subcuadro Cuadro individual 1.1	-	-	4869.6	-
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	2900.0	-
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	945.6	-
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	-	54.0	-
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	-	1400.0	-
Subcuadro Cuadro individual 1.2	Subcuadro Cuadro individual 1.2	-	12000.0	-	-
C8 (calefacción)	C8 (calefacción)	-	5750.0	-	-

2.- CÁLCULOS

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas:

Derivaciones individuales



Resultados de cálculo

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Datos de cálculo								
Planta	Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
0	Cuadro individual 1	36.00	0.70	RZ1-K (AS) 5G16	51.96	77.00	0.02	0.02
0	Cuadro individual 2	19.77	4.76	RZ1-K (AS) 5G16	28.54	77.00	0.07	0.07

Descripción de las instalaciones							
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)	
Cuadro individual 1	RZ1-K (AS) 5G16	Canal 50x95 mm	77.00	1.00	-	77.00	
Cuadro individual 2	RZ1-K (AS) 5G16	Canal 50x95 mm	77.00	1.00	-	77.00	

Sobrecarga y cortocircuito												
Esquema	Línea	I _c (A)	Protecciones Fusible (A)	I _z (A)	I' _z (A)	I _{cu} (kA)	I _{ccc} (kA)	I _{ccp} (kA)	t _{iccp} (s)	t _{riccp} (s)	L _{max} (m)	
Cuadro individual 1	RZ1-K (AS) 5G16	51.96	63	100.80	77.00	100	12.000	5.681	0.16	0.02	230.88	
Cuadro individual 2	RZ1-K (AS) 5G16	28.54	32	51.20	77.00	100	12.000	4.420	0.27	< 0.01	448.94	

Instalación interior

Locales comerciales

En la entrada de cada local comercial se instala un cuadro general de mando y protección, que contiene los siguientes dispositivos de protección:

Interrupor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.

Interrupor automático de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Datos de cálculo de Cuadro individual 2								
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)	
Cuadro individual 2								
Subcuadro Cuadro individual 2.1	5.26	3.20	RZ1-K (AS) Multi 3G4	22.88	28.00	0.34	0.41	
Sub-grupo 1								
C1 (iluminación)	1.23	126.89	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	5.33	15.75	1.51	1.93	
C13 (alumbrado de emergencia)	0.08	78.48	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	0.33	15.75	0.08	0.50	
C2 (tomas)	3.45	88.57	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	22.50	2.46	2.87	
C7 (tomas)	3.45	22.43	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	22.50	1.40	1.82	
Subcuadro Cuadro individual 2.2	6.59	16.17	RZ1-K (AS) Multi 3G6	28.66	36.00	1.44	1.51	
Sub-grupo 1								
C1 (iluminación)	1.62	112.36	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	7.06	15.75	1.97	3.49	
C13 (alumbrado de emergencia)	0.11	57.87	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	0.47	15.75	0.11	1.63	
C2 (tomas)	3.45	71.26	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	22.50	2.89	4.41	
C7 (tomas)	3.45	56.66	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	22.50	1.84	3.35	
Subcuadro Cuadro individual 2.3	6.38	16.67	RZ1-K (AS) Multi 3G6	27.75	36.00	1.43	1.50	



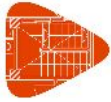
Resultados de cálculo

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Datos de cálculo de Cuadro individual 2							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
Sub-grupo 1							
C1 (iluminación)	1.25	119.97	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	5.41	15.75	0.91	2.41
C13 (alumbrado de emergencia)	0.10	38.18	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	0.42	15.75	0.06	1.56
C2 (tomas)	3.45	66.84	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	22.50	1.90	3.40
C7 (tomas)	3.45	56.41	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	22.50	1.77	3.27

Descripción de las instalaciones							
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{cgrúp}	R _{inc} (%)	I' _z (A)	
Producido por una versión educativa de CYPE	Subcuadro Cuadro individual 2.1	RZ1-K (AS) Multi 3G4	Bandeja lisa 50x25 mm	40.00	1.00	-	40.00
		Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm	28.00	1.00	-	28.00	
		Tubo superficial D=32 mm	32.00	1.00	-	32.00	
	C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
			Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
			Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
			Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
			Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
	C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
			Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
			Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
			Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50	
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00	
		Tubo superficial D=32 mm	24.00	1.00	-	24.00	
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.85	-	25.50	
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50	
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00	
		Tubo superficial D=32 mm	24.00	1.00	-	24.00	
Subcuadro Cuadro individual 2.2	RZ1-K (AS) Multi 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00	



Resultados de cálculo

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{C_{agrup}}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
		Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=25 mm	36.00	1.00	-	36.00
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00
		Tubo superficial D=32 mm	24.00	1.00	-	24.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Tubo superficial D=32 mm	24.00	1.00	-	24.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00
Subcuadro Cuadro individual 2.3	RZ1-K (AS) Multi 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00
		Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=25 mm	36.00	1.00	-	36.00
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75

Producido por una versión educativa de CYPE



Resultados de cálculo

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I_z (A)	$F_{C_{agrup}}$	R_{inc} (%)	I'_z (A)
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00
		Tubo superficial D=32 mm	24.00	1.00	-	24.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.85	-	25.50
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Tubo superficial D=32 mm	24.00	1.00	-	24.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00

Sobrecarga y cortocircuito 'cuadro individual 2'											
Esquema	Línea	I_n (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I_b (A)	I_c (A)	I_{cu} (kA)	I_{cc} (kA)	I_{cc} (kA)	t_{cc} (s)	t_{cc} (s)	
Cuadro individual 2			IGA: 32								
Subcuadro Cuadro individual 2.1	RZ1-K (AS) Multi 3G4	22.88	Aut: 25 {C',B',D'}	36.25	28.00	10	8.876	2.599	0.07	0.05	
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 2 polos								
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	5.33	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.75	6	5.219	0.272	0.01	0.62	
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	0.33	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.75	6	5.219	0.295	0.01	0.53	
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	22.50	6	5.219	0.457	0.01	0.61	
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	22.50	6	5.219	0.707	0.01	0.26	
Subcuadro Cuadro individual 2.2	RZ1-K (AS) Multi 3G6	28.66	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	36.00	10	8.876	1.316	0.07	0.43	
Sub-grupo 1			Dif: 40, 30, 2 polos								
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	7.06	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.75	6	2.643	0.252	0.11	0.72	
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	0.47	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.75	6	2.643	0.275	0.11	0.61	
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	22.50	6	2.643	0.346	0.11	1.07	
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	22.50	6	2.643	0.474	0.11	0.57	
Subcuadro Cuadro individual 2.3	RZ1-K (AS) Multi 3G6	27.75	Aut: 32 {C',B',D'}	46.40	36.00	10	8.876	1.288	0.07	0.44	
Sub-grupo 1			Dif: 40, 30, 2 polos								
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	5.41	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.75	6	2.587	0.368	0.11	0.34	
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	0.42	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.75	6	2.587	0.409	0.11	0.27	
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	22.50	6	2.587	0.460	0.11	0.60	
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	22.50	6	2.587	0.482	0.11	0.55	

Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P_{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I_c (A)	I'_z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
Cuadro individual 1							
Subcuadro Cuadro individual 1.1	4.87	0.48	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	21.17	30.00	0.07	0.09
Sub-grupo 1							
C1 (iluminación)	0.95	116.80	RZ1-K (AS) 3G1.5	4.11	15.75	1.46	1.56
C13 (alumbrado de emergencia)	0.05	37.42	RZ1-K (AS) 3G1.5	0.23	15.75	0.06	0.15



Resultados de cálculo

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
C2 (tomas)	3.45	71.30	RZ1-K (AS) 3G2.5	15.00	22.50	2.33	2.42
C7 (tomas)	3.45	12.34	RZ1-K (AS) 3G2.5	15.00	22.50	1.00	1.10
Subcuadro Cuadro individual 1.2	12.00	1.55	RZ1-K (AS) Multi 3G16	52.17	77.00	0.09	0.11
Sub-grupo 1							
C8 (calefacción)	5.75	3.06	RZ1-K (AS) Multi 3G6	25.00	41.00	0.23	0.34

Descripción de las instalaciones							
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	FC _{grup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)	
Subcuadro Cuadro individual 1.1	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00	
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00	
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75	
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85	
		Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00	
13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00	
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75	
		Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00	
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00	
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50	
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.85	-	25.50	
		Tubo superficial D=32 mm	28.00	1.00	-	28.00	
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00	
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50	
		Tubo superficial D=32 mm	28.00	1.00	-	28.00	
Subcuadro Cuadro individual 1.2	RZ1-K (AS) Multi 3G16	Tubo superficial D=32 mm	77.00	1.00	-	77.00	
C8 (calefacción)	RZ1-K (AS) Multi 3G6	Tubo superficial D=32 mm	41.00	1.00	-	41.00	

Sobrecarga y cortocircuito 'cuadro individual 1'										
Esquema	Línea	I _c (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I ₂ (A)	I ₃ (A)	I ₂₀ (kA)	I ₃₀₀ (kA)	I ₁₀₀₀ (kA)	t ₂₀₀ (s)	t ₃₀₀ (s)
Cuadro individual 1										
IGA: 63										
Subcuadro Cuadro individual 1.1	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	21.17	Aut: 25 {C',B',D'}	36.25	30.00	15	11.409	4.672	0.04	< 0.01
Sub-grupo 1										
Dif: 25, 30, 2 polos										
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) 3G1.5	4.11	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.75	10	9.382	0.228	< 0.01	0.89



Resultados de cálculo

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Sobrecarga y cortocircuito 'cuadro individual 1'										
Esquema	Línea	I_c (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I_z (A)	I'_z (A)	I_{cu} (kA)	I_{ccc} (kA)	I_{ccp} (kA)	t_{iccc} (s)	t_{iccp} (s)
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) 3G1.5	0.23	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.75	10	9.382	0.311	< 0.01	0.47
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	22.50	10	9.382	0.513	< 0.01	0.49
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	22.50	10	9.382	1.045	< 0.01	0.12
Subcuadro Cuadro individual 1.2	RZ1-K (AS) Multi 3G16	52.17	Aut: 63 {C',B',D'}	91.35	77.00	15	11.409	5.123	0.04	0.20
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 2 polos							
C8 (calefacción)	RZ1-K (AS) Multi 3G6	25.00	Aut: 25 {C',B',D'}	36.25	41.00	15	10.288	3.376	0.05	0.06

Producido por una versión educativa de CYPE

Legenda

- c.d.t caída de tensión (%)
- c.d.t_{ac} caída de tensión acumulada (%)
- I_c intensidad de cálculo del circuito (A)
- intensidad máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación (A)
- I_z
- $F_{C_{agrup}}$ factor de corrección por agrupamiento
- porcentaje de reducción de la intensidad admisible por conductor en zona de riesgo de incendio o explosión (%)
- R_{inc}
- I'_z intensidad máxima admisible corregida del conductor en las condiciones de instalación (A)
- I_z intensidad de funcionamiento de la protección (A)
- I_{cu} poder de corte de la protección (kA)
- I_{ccc} intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (kA)
- I_{ccp} intensidad de cortocircuito al final de la línea (kA)
- L_{max} longitud máxima de la línea protegida por el fusible a cortocircuito (A)
- P_{calc} potencia de cálculo (kW)
- t_{iccc} tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (s)
- t_{iccp} tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al final de la línea (s)
- t_{riccp} tiempo de fusión del fusible para la intensidad de cortocircuito (s)

MEMORIA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

ÍNDICE

Producido por una versión educativa de CYPE	1.- MEMORIA DESCRIPTIVA.....	4
	1.1.- Objetivos del proyecto.....	4
	1.2.- Promotor de la instalación y/o titular.....	4
	1.3.- Emplazamiento de la instalación.....	4
	1.4.- Descripción de la instalación.....	5
	1.5.- Legislación aplicable.....	6
	1.6.- Potencia total prevista para la instalación.....	6
	1.7.- Descripción de la instalación.....	7
	1.7.1.- Caja general de protección.....	7
	1.7.2.- Derivaciones individuales.....	7
	1.7.3.- Instalaciones interiores o receptoras.....	8
	2.- MEMORIA JUSTIFICATIVA.....	14
	2.1.- Bases de cálculo.....	14
	2.1.1.- Sección de las líneas.....	14
	2.1.1.1.- Sección por intensidad máxima admisible o calentamiento.....	14
	2.1.1.2.- Sección por caída de tensión.....	15
	2.1.1.3.- Sección por intensidad de cortocircuito.....	17
	2.1.2.- Cálculo de las protecciones.....	18
	2.1.2.1.- Fusibles.....	18
	2.1.2.2.- Interruptores automáticos.....	20
	2.1.2.3.- Limitadores de sobretensión.....	21
	2.1.2.4.- Protección contra sobretensiones permanentes.....	21
	2.1.3.- Cálculo de la puesta a tierra.....	22
	2.1.3.1.- Diseño del sistema de puesta a tierra.....	22
	2.1.3.2.- Interruptores diferenciales.....	22
	2.2.- Resultados de cálculo.....	22
	2.2.1.- Distribución de fases.....	22
	2.2.2.- Cálculos.....	23
	2.2.3.- Símbolos utilizados.....	29
	3.- PLIEGO DE CONDICIONES.....	32
	3.1.- Calidad de los materiales.....	32
	3.1.1.- Generalidades.....	32
	3.1.2.- Conductores y sistemas de canalización.....	32
3.1.2.1.- Línea general de alimentación.....	33	
3.1.2.2.- Derivaciones individuales.....	34	
3.1.2.3.- Instalación interior.....	34	
3.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.....	34	
3.2.1.- Cajas Generales de Protección.....	34	
3.2.2.- Sistemas de canalización.....	35	
3.2.3.- Centralización de contadores.....	39	

ÍNDICE

3.2.4.- Cajas de empalme y derivación.....	42
3.2.5.- Aparatos de mando y maniobra.....	43
3.2.6.- Aparatos de protección.....	43
3.2.7.- Instalaciones interiores que contengan una bañera o ducha.....	47
3.2.8.- Instalación de puesta a tierra.....	48
3.2.9.- Instalaciones en garajes.....	49
3.2.10.- Alumbrado.....	50
3.2.11.- Motores.....	51
3.3.- Pruebas reglamentarias.....	52
3.3.1.- Comprobación de la puesta a tierra.....	52
3.3.2.- Resistencia de aislamiento.....	52
3.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	52
3.5.- Certificados y documentación.....	52
3.6.- Libro de órdenes.....	52
4.- MEDICIÓN Y PRESUPUESTO.....	55
5.- PLANOS.....	73

Producido por una versión educativa de CYPE

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA



Memoria descriptiva

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.- Objetivos del proyecto

El objeto de este proyecto técnico es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación eléctrica, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51.

1.2.- Promotor de la instalación y/o titular

Nombre o razón social: Universidad de Valladolid

CIF/NIF:

Dirección: Paseo del Cauce s/n

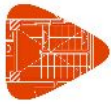
Población: Valladolid

CP: Provincia: VALLADOLID

Teléfono: Fax:

1.3.- Emplazamiento de la instalación

El edificio 'TFG - Casa del Director' se encuentra situado en Avda./ 1º de Junio
Venta de Baños CP: 3200 PALENCIA.



Memoria descriptiva



Procedido por una versión educativa de CYPE

4.- Descripción de la instalación

El edificio 'TFG - Casa del Director' se compone de:

- Locales comerciales y oficinas

Planta	Número de locales comerciales	Número de oficinas
Sótano	2	
Total	2	0

- Servicios generales
- Garajes
- Zonas exteriores



Memoria descriptiva

1.5.- Legislación aplicable

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- REBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobrecargas.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996: Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1: Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas.

1.6.- Potencia total prevista para la instalación

La potencia total prevista a considerar en el cálculo de los conductores de las instalaciones de enlace será:

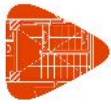
Para locales comerciales y oficinas:

Para el cálculo de la potencia en locales y oficinas, al no disponer de las potencias reales instaladas, se asume un valor de 100 W/m², con un mínimo por local u oficina de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Dadas las características de la obra y los niveles de electrificación elegidos por el Promotor, puede establecerse la potencia total instalada y demandada por la instalación:

Potencia total prevista por instalación: CPM-1	
Concepto	P Total (kW)
Cuadro individual 2	19.773
Cuadro individual 1	36.000

Para el cálculo de la potencia de los cuadros y subcuadros de distribución se tiene en



Memoria descriptiva

cuenta la acumulación de potencia de los diferentes circuitos alimentados aguas abajo, aplicando una simultaneidad a cada circuito en función de la naturaleza de las cargas y multiplicando finalmente por un factor de acumulación que varía en función del número de circuitos.

Para los circuitos que alimentan varias tomas de uso general, dado que en condiciones normales no se utilizan todas las tomas del circuito, la simultaneidad aplicada para el cálculo de la potencia acumulada aguas arriba se realiza aplicando la fórmula:

$$P_{acum} = \left(0.1 + \frac{0.9}{N} \right) \cdot N \cdot P_{toma}$$

Finalmente, y teniendo en consideración que los circuitos de alumbrado y motores se acumulan directamente (coeficiente de simultaneidad 1), el factor de acumulación para el resto de circuitos varía en función de su número, aplicando la tabla:

Número de circuitos	Factor de simultaneidad
2 - 3	0.9
4 - 5	0.8
6 - 9	0.7
>= 10	0.6

7.- Descripción de la instalación

7.1.- Caja general de protección

Las cajas generales de protección (CGP) alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación y marcan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Se instalará una caja general de protección para cada esquema, con su correspondiente línea general de alimentación.

La caja general de protección se situará en zonas de acceso público.

Cuando las puertas de las CGP sean metálicas, deberán ponerse a tierra mediante un conductor de cobre.

Cuando el suministro sea para un único usuario o para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar, conforme a la instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, se simplifica la instalación colocando una caja de protección y medida (CPM).

1.7.2.- Derivaciones individuales

Las derivaciones individuales enlazan cada contador con su correspondiente cuadro general de mando y protección.

Para suministros monofásicos estarán formadas por un conductor de fase, un conductor de neutro y uno de protección, y para suministros trifásicos por tres conductores de fase, uno de neutro y uno de protección.

Los conductores de protección estarán integrados en sus derivaciones individuales y conectados a los embarrados de los módulos de protección de cada una de las centralizaciones de contadores de los edificios. Desde éstos, a través de los puntos de



Memoria descriptiva

puesta a tierra, quedarán conectados a la red registrable de tierra del edificio.
A continuación se detallan los resultados obtenidos para cada derivación:

Derivaciones individuales				
Planta	Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
0	Cuadro individual 1	0.70	RZ1-K (AS) 5G16	Canal 50x95 mm
0	Cuadro individual 2	4.76	RZ1-K (AS) 5G16	Canal 50x95 mm

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se hará de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Los tubos y canales protectoras que se destinen a contener las derivaciones individuales deberán ser de una sección nominal tal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, siendo el diámetro exterior mínimo de 32 mm.

Se ha previsto la colocación de tubos de reserva desde la concentración de contadores hasta las viviendas o locales, para las posibles ampliaciones.

17.3.- Instalaciones interiores o receptoras

Locales comerciales y oficinas

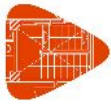
Los diferentes circuitos de las instalaciones de usos comunes se protegerán por separado mediante los siguientes elementos:

Protección contra contactos indirectos: Se realiza mediante uno o varios interruptores diferenciales.

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos: Se lleva a cabo con interruptores automáticos magnetotérmicos o guardamotores de diferentes intensidades nominales, en función de la sección y naturaleza de los circuitos a proteger. Asimismo, se instalará un interruptor general para proteger la derivación individual.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
Cuadro individual 2	-		
Subcuadro Cuadro individual 2.1	3.20	RZ1-K (AS) Multi 3G4	Bandeja lisa 50x25 mm Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm Tubo superficial D=32 mm



Memoria descriptiva

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
Sub-grupo 1	-		
C1 (iluminación)	126.89	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm
13 (alumbrado de emergencia)	78.48	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm
C2 (tomas)	88.57	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C7 (tomas)	22.43	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm
Subcuadro Cuadro individual 2.2	16.17	RZ1-K (AS) Multi 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=25 mm
Sub-grupo 1	-		

Producido por una versión educativa de CYPE



Memoria descriptiva

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
C1 (iluminación)	112.36	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C13 (alumbrado de emergencia)	57.87	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C2 (tomas)	71.26	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C7 (tomas)	56.66	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x25 mm
Subcuadro Cuadro individual 2.3	16.67	RZ1-K (AS) Multi 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=25 mm
Sub-grupo 1	-		

Producido por una versión educativa de CYPE



Memoria descriptiva

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
C1 (iluminación)	119.97	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x25 mm
13 (alumbrado de emergencia)	38.18	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm
C2 (tomas)	66.84	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x25 mm
C7 (tomas)	56.41	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm Bandeja lisa 50x25 mm
Cuadro individual 1	-		
Subcuadro Cuadro individual 1.1	0.48	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm
Sub-grupo 1	-		

Producido por una versión educativa de CYPE



Memoria descriptiva

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
C1 (iluminación)	116.80	RZ1-K (AS) 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm
C13 (alumbrado de emergencia)	37.42	RZ1-K (AS) 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm
C2 (tomas)	71.30	RZ1-K (AS) 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm
C7 (tomas)	12.34	RZ1-K (AS) 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm Bandeja lisa 50x25 mm Tubo superficial D=32 mm
Subcuadro Cuadro individual 1.2	1.55	RZ1-K (AS) Multi 3G16	Tubo superficial D=32 mm
Sub-grupo 1	-		
C8 (calefacción)	3.06	RZ1-K (AS) Multi 3G6	Tubo superficial D=32 mm

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

2.- MEMORIA JUSTIFICATIVA



Memoria justificativa

2.- MEMORIA JUSTIFICATIVA

2.1.- Bases de cálculo

2.1.1.- Sección de las líneas

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- a) Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.
La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no debe superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 70°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.
- b) Criterio de la caída de tensión.
La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.
- c) Criterio para la intensidad de cortocircuito.
La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

2.1.1.1.- Sección por intensidad máxima admisible o calentamiento

En el cálculo de las instalaciones se ha comprobado que las intensidades de cálculo de las líneas son inferiores a las intensidades máximas admisibles de los conductores según la norma UNE-HD 60364-5-52, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

$$I_c < I_z$$

Intensidad de cálculo en servicio monofásico: _____

$$I_c = \frac{P_c}{U_f \cdot \cos \theta}$$

Intensidad de cálculo en servicio trifásico: _____



Memoria justificativa

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \theta}$$

siendo:

I_c : Intensidad de cálculo del circuito, en A

I_z : Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A

P_c : Potencia de cálculo, en W

U_l : Tensión simple, en V

U_l : Tensión compuesta, en V

$\cos \theta$: Factor de potencia

1.1.1.2.- Sección por caída de tensión

De acuerdo a las instrucciones ITC-BT-14, ITC-BT-15 y ITC-BT-19 del REBT se verifican las siguientes condiciones:

En las instalaciones de enlace, la caída de tensión no debe superar los siguientes valores:

a) En el caso de contadores concentrados en un único lugar:

- Línea general de alimentación: 0,5%
- Derivaciones individuales: 1,0%

b) En el caso de contadores concentrados en más de un lugar:

- Línea general de alimentación: 1,0%
- Derivaciones individuales: 0,5%

Para cualquier circuito interior de viviendas, la caída de tensión no debe superar el 3% de la tensión nominal.

Para el resto de circuitos interiores, la caída de tensión límite es de:

- Circuitos de alumbrado: 3,0%
- Resto de circuitos: 5,0%

Para receptores monofásicos la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot L \cdot I_c \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Para receptores trifásicos la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_c \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

siendo:

L: Longitud del cable, en m



Memoria justificativa

X: Reactancia del cable, en Ω/km . Se considera despreciable hasta un valor de sección del cable de 120 mm^2 . A partir de esta sección se considera un valor para la reactancia de $0,08 \Omega/\text{km}$.

R: Resistencia del cable, en Ω/m . Viene dada por:

$$R = \rho \cdot \frac{1}{S}$$

siendo:

ρ : Resistividad del material en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

S: Sección en mm^2

Se comprueba la caída de tensión a la temperatura prevista de servicio del conductor, siendo ésta de:

$$T = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot \left(\frac{I_c}{I_z} \right)^2$$

siendo:

T: Temperatura real estimada en el conductor, en $^{\circ}\text{C}$

T_0 : Temperatura ambiente para el conductor (40°C para cables al aire y 25°C para cables enterrados)

T_{max} : Temperatura máxima admisible del conductor según su tipo de aislamiento (90°C para conductores con aislamientos termoestables y 70°C para conductores con aislamientos termoplásticos, según la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-07).

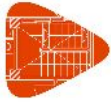
Con ello la resistividad a la temperatura prevista de servicio del conductor es de:

$$\rho_T = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

para el cobre

$$\alpha = 0.00393^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{56} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

para el aluminio



Memoria justificativa

$$\alpha = 0.00403^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{35} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

2.1.1.3.- Sección por intensidad de cortocircuito

Se calculan las intensidades de cortocircuito máximas y mínimas, tanto en cabecera 'I_{ccc}' como en pie 'I_{ccp}', de cada una de las líneas que componen la instalación eléctrica, teniendo en cuenta que la máxima intensidad de cortocircuito se establece para un cortocircuito entre fases, y la mínima intensidad de cortocircuito para un cortocircuito fase-neutro.

Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_t}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

siendo:

U_t: Tensión compuesta, en V

U_f: Tensión simple, en V

Z_t: Impedancia total en el punto de cortocircuito, en mΩ

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito, en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtiene a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red aguas arriba del punto de cortocircuito:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

siendo:

R_t: Resistencia total en el punto de cortocircuito.

X_t: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

La impedancia total en cabecera se ha calculado teniendo en cuenta la ubicación del transformador y de la acometida.

En el caso de partir de un transformador se calcula la resistencia y reactancia del transformador aplicando la formulación siguiente:



Memoria justificativa

$$R_{cc,T} = \frac{\varepsilon_{R_{cc,T}} \cdot U_l^2}{S_n}$$

$$X_{cc,T} = \frac{\varepsilon_{X_{cc,T}} \cdot U_l^2}{S_n}$$

siendo:

$R_{cc,T}$: Resistencia de cortocircuito del transformador, en $m\Omega$

$X_{cc,T}$: Reactancia de cortocircuito del transformador, en $m\Omega$

$\varepsilon_{R_{cc,T}}$: Tensión resistiva de cortocircuito del transformador

$\varepsilon_{X_{cc,T}}$: Tensión reactiva de cortocircuito del transformador

S_n : Potencia aparente del transformador, en kVA

En el caso de introducir la intensidad de cortocircuito en cabecera, se estima la resistencia y reactancia de la acometida aguas arriba que genere la intensidad de cortocircuito indicada.

1.2.- Cálculo de las protecciones

1.2.1.- Fusibles

Los fusibles protegen a los conductores frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

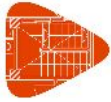
siendo:

I_c : Intensidad que circula por el circuito, en A

I_n : Intensidad nominal del dispositivo de protección, en A

I_z : Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A

I_2 : Intensidad de funcionamiento de la protección, en A. En el caso de los fusibles de tipo gG se toma igual a 1,6 veces la intensidad nominal del fusible.



Memoria justificativa

Frente a cortocircuito se verifica que los fusibles cumplen que:

- a) El poder de corte del fusible "Icu" es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse.

Cualquier intensidad de cortocircuito que puede presentarse se debe interrumpir en un tiempo inferior al que provocaría que el conductor alcanzase su temperatura límite (160°C para cables con aislamientos termoplásticos y 250°C para cables con aislamientos termoestables), comprobándose que:

$$I_{cc,5s} > I_f$$

$$I_{cc} > I_f$$

siendo:

I_{cc} : Intensidad de cortocircuito en la línea que protege el fusible, en A

I_f : Intensidad de fusión del fusible en 5 segundos, en A

$I_{cc,5s}$: Intensidad de cortocircuito en el cable durante el tiempo máximo de 5 segundos, en A. Se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

siendo:

S: Sección del conductor, en mm²

t: tiempo de duración del cortocircuito, en s

k: constante que depende del material y aislamiento del conductor

PVC XLPE

Cu 115 143

Al	76	94
----	----	----

La longitud máxima de cable protegida por un fusible frente a cortocircuito se calcula como sigue:

$$L_{\max} = \frac{U_f}{I_f \cdot \sqrt{(R_f + R_n)^2 + (X_f + X_n)^2}}$$

siendo:

R_f : Resistencia del conductor de fase, en Ω/km



Memoria justificativa

R_n : Resistencia del conductor de neutro, en Ω/km

X_r : Reactancia del conductor de fase, en Ω/km

X_n : Reactancia del conductor de neutro, en Ω/km

2.1.2.2.- Interruptores automáticos

Al igual que los fusibles, los interruptores automáticos protegen frente a sobrecargas y cortocircuito.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

Producido por una versión educativa de CYPE

señando:

I_c : Intensidad que circula por el circuito, en A

I_2 : Intensidad de funcionamiento de la protección. En este caso, se toma igual a 1,45 veces la intensidad nominal del interruptor automático.

Frente a cortocircuito se verifica que los interruptores automáticos cumplen que:

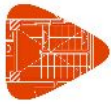
- a) El poder de corte del interruptor automático ' I_{cu} ' es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse en cabecera del circuito.

La intensidad de cortocircuito mínima en pie del circuito es superior a la intensidad de regulación del disparo electromagnético ' I_{mag} ' del interruptor automático según su tipo de curva.

	I_{mag}
Curva B	5 x I_n
Curva C	10 x I_n
Curva D	20 x I_n

El tiempo de actuación del interruptor automático es inferior al que provocaría daños en el conductor por alcanzarse en el mismo la temperatura máxima admisible según su tipo de aislamiento. Para ello, se comparan los valores de energía específica pasante ($I^2 \cdot t$) durante la duración del cortocircuito, expresados en $A^2 \cdot s$, que permite pasar el interruptor, y la que admite el conductor.

Para esta última comprobación se calcula el tiempo máximo en el que debería actuar la protección en caso de producirse el cortocircuito, tanto para la intensidad de cortocircuito máxima en cabecera de línea como para la intensidad de cortocircuito mínima en pie de línea, según la expresión ya reflejada anteriormente:



Memoria justificativa

$$t = \frac{k^2 \cdot S^2}{I_{cc}^2}$$

Los interruptores automáticos cortan en un tiempo inferior a 0,1 s, según la norma UNE 60898, por lo que si el tiempo anteriormente calculado estuviera por encima de dicho valor, el disparo del interruptor automático quedaría garantizado para cualquier intensidad de cortocircuito que se produjese a lo largo del cable. En caso contrario, se comprueba la curva i^2t del interruptor, de manera que el valor de la energía específica pasante del interruptor sea inferior a la energía específica pasante admisible por el cable.

$$I^2 \cdot t_{\text{interruptor}} \leq I^2 \cdot t_{\text{cable}}$$

$$I^2 \cdot t_{\text{cable}} = k^2 \cdot S^2$$

Memoria justificativa de CYPE

1.2.3.- Limitadores de sobretensión

Según ITC-BT-23, las instalaciones interiores se deben proteger contra sobretensiones transitorias siempre que la instalación no esté alimentada por una red de distribución subterránea en su totalidad, es decir, toda instalación que sea alimentada por algún tramo de línea de distribución aérea sin pantalla metálica unida a tierra en sus extremos deberá protegerse contra sobretensiones.

Los limitadores de sobretensión serán de clase C (tipo II) en los cuadros y, en el caso de que el edificio disponga de pararrayos, se añadirán limitadores de sobretensión de clase B (tipo I) en la centralización de contadores.

1.2.4.- Protección contra sobretensiones permanentes

La protección contra sobretensiones permanentes requiere un sistema de protección distinto del empleado en las sobretensiones transitorias. En vez de derivar a tierra para evitar el exceso de tensión, se necesita desconectar la instalación de la red eléctrica para evitar que la sobretensión llegue a los equipos.

El uso de la protección contra este tipo de sobretensiones es indispensable en áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica.

En áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica la instalación se protegerá contra sobretensiones permanentes, según se indica en el artículo 16.3 del REBT.

La protección consiste en una bobina asociada al interruptor automático que controla la tensión de la instalación y que, en caso de sobretensión permanente, provoca el disparo del interruptor asociado.



Memoria justificativa

2.1.3.- Cálculo de la puesta a tierra

2.1.3.1.- Diseño del sistema de puesta a tierra

Red de toma de tierra para estructura de hormigón compuesta por 57 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm y 8 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares a conectar.

2.1.3.2.- Interruptores diferenciales

Los interruptores diferenciales protegen frente a contactos directos e indirectos y deben cumplir los dos requisitos siguientes:

Debe actuar correctamente para el valor de la intensidad de defecto calculada, de manera que la sensibilidad 'S' asignada al diferencial cumpla:

$$S \leq \frac{U_{seg}}{R_T}$$

siendo:

U_{seg} : Tensión de seguridad, en V. De acuerdo a la instrucción ITC-BT-18 del reglamento REBT la tensión de seguridad es de 24 V para los locales húmedos y viviendas y 50 V para el resto.

R_T : Resistencia de puesta a tierra, en ohm. Este valor debe ser inferior a 15 ohm para edificios con pararrayos y a 37 ohm en edificios sin pararrayos, de acuerdo con GUIA-BT-26.

b) Debe desconectar en un tiempo compatible con el exigido por las curvas de seguridad.

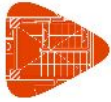
Por otro lado, la sensibilidad del interruptor diferencial debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

2.2.- Resultados de cálculo

2.2.1.- Distribución de fases

La distribución de las fases se ha realizado de forma que la carga está lo más equilibrada posible.

CPM-1					
Planta	Esquema	P _{calc} [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
0	CPM-1	-	18591.0	18591.0	18591.0
0	Cuadro individual 1	36000.0	12000.0	12000.0	12000.0



Memoria justificativa

CPM-1					
Planta	Esquema	P _{calc} [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
0	Cuadro individual 2	19773.0	6591.0	6591.0	6591.0

Cuadro individual 2						
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]			
			R	S	T	
Subcuadro Cuadro individual 2.1	Subcuadro Cuadro individual 2.1	-	5262.6	-	-	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	1227.0	-	-	
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	75.6	-	-	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	2900.0	-	-	
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	1500.0	-	-	
Subcuadro Cuadro individual 2.2	Subcuadro Cuadro individual 2.2	-	-	-	-	6591.0
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	-	-	2900.0
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	-	-	1623.0
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	-	-	-	108.0
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	-	-	-	2500.0
Subcuadro Cuadro individual 2.3	Subcuadro Cuadro individual 2.3	-	-	6382.2	-	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	2900.0	-	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	1245.0	-	
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	-	97.2	-	
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	-	2700.0	-	

Cuadro individual 1						
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]			
			R	S	T	
Subcuadro Cuadro individual 1.1	Subcuadro Cuadro individual 1.1	-	-	4869.6	-	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	2900.0	-	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	945.6	-	
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	-	54.0	-	
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	-	1400.0	-	
Subcuadro Cuadro individual 1.2	Subcuadro Cuadro individual 1.2	-	12000.0	-	-	
C8 (calefacción)	C8 (calefacción)	-	5750.0	-	-	

2.2.2.- Cálculos

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas:

Derivaciones individuales

Datos de cálculo								
Planta	Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
0	Cuadro individual 1	36.00	0.70	RZ1-K (AS) 5G16	51.96	77.00	0.02	0.02
0	Cuadro individual 2	19.77	4.76	RZ1-K (AS) 5G16	28.54	77.00	0.07	0.07



Memoria justificativa

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I_z (A)	$F_{C_{agrup}}$	R_{inc} (%)	I'_z (A)
Cuadro individual 1	RZ1-K (AS) 5G16	Canal 50x95 mm	77.00	1.00	-	77.00
Cuadro individual 2	RZ1-K (AS) 5G16	Canal 50x95 mm	77.00	1.00	-	77.00

Sobrecarga y cortocircuito											
Esquema	Línea	I_c (A)	Protecciones Fusible (A)	I_2 (A)	I_z (A)	I_{cu} (kA)	I_{cc} (kA)	I_{scp} (kA)	t_{scp} (s)	t_{recp} (s)	L_{max} (m)
Cuadro individual 1	RZ1-K (AS) 5G16	51.96	63	100.80	77.00	100	12.000	5.681	0.16	0.02	230.88
Cuadro individual 2	RZ1-K (AS) 5G16	28.54	32	51.20	77.00	100	12.000	4.420	0.27	< 0.01	448.94

Instalación interior

Locales comerciales

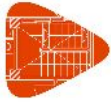
En la entrada de cada local comercial se instala un cuadro general de mando y protección, que contiene los siguientes dispositivos de protección:

Interrupor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.

Interrupor automático de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Datos de cálculo de Cuadro individual 2							
Esquema	P_{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I_c (A)	I'_z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{cc} (%)
Cuadro individual 2							
Subcuadro Cuadro individual 2.1	5.26	3.20	RZ1-K (AS) Multi 3G4	22.88	28.00	0.34	0.41
Sub-grupo 1							
C1 (iluminación)	1.23	126.89	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	5.33	15.75	1.51	1.93
C13 (alumbrado de emergencia)	0.08	78.48	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	0.33	15.75	0.08	0.50
C2 (tomas)	3.45	88.57	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	22.50	2.46	2.87
C7 (tomas)	3.45	22.43	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	22.50	1.40	1.82
Subcuadro Cuadro individual 2.2	6.59	16.17	RZ1-K (AS) Multi 3G6	28.66	36.00	1.44	1.51
Sub-grupo 1							
C1 (iluminación)	1.62	112.36	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	7.06	15.75	1.97	3.49
C13 (alumbrado de emergencia)	0.11	57.87	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	0.47	15.75	0.11	1.63
C2 (tomas)	3.45	71.26	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	22.50	2.89	4.41
C7 (tomas)	3.45	56.66	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	22.50	1.84	3.35
Subcuadro Cuadro individual 2.3	6.38	16.67	RZ1-K (AS) Multi 3G6	27.75	36.00	1.43	1.50
Sub-grupo 1							
C1 (iluminación)	1.25	119.97	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	5.41	15.75	0.91	2.41
C13 (alumbrado de emergencia)	0.10	38.18	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	0.42	15.75	0.06	1.56
C2 (tomas)	3.45	66.84	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	22.50	1.90	3.40
C7 (tomas)	3.45	56.41	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	22.50	1.77	3.27



Memoria justificativa

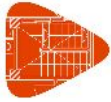
Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{C_{agrup}}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
Subcuadro Cuadro individual 2.1	RZ1-K (AS) Multi 3G4	Bandeja lisa 50x25 mm	40.00	1.00	-	40.00
		Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=20 mm	28.00	1.00	-	28.00
		Tubo superficial D=32 mm	32.00	1.00	-	32.00
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00
		Tubo superficial D=32 mm	24.00	1.00	-	24.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.85	-	25.50
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00
		Tubo superficial D=32 mm	24.00	1.00	-	24.00
Subcuadro Cuadro individual 2.2	RZ1-K (AS) Multi 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00
		Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=25 mm	36.00	1.00	-	36.00
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00

Producido por una versión educativa de CYPE



Memoria justificativa

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	FC _{agrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00
		Tubo superficial D=32 mm	24.00	1.00	-	24.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Tubo superficial D=32 mm	24.00	1.00	-	24.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00
Subcuadro Cuadro individual 2.3	RZ1-K (AS) Multi 3G6	Bandeja lisa 50x25 mm	52.00	1.00	-	52.00
		Tubo empotrado, en una pared térmicamente aislante D=25 mm	36.00	1.00	-	36.00
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.80	-	16.80
		Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00
		Tubo superficial D=32 mm	24.00	1.00	-	24.00



Memoria justificativa

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.85	-	25.50
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Tubo superficial D=32 mm	24.00	1.00	-	24.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.80	-	24.00

Sobrecarga y cortocircuito 'cuadro individual 2'												
Esquema	Línea	I _c (A)	Protecciones ICP: In			I _z (A)	I ₁ (A)	I _{cu} (kA)	I _{ccc} (kA)	I _{ccp} (kA)	t _{ccc} (s)	t _{ccp} (s)
			Guard: In	Aut: In, curva	Dif: In, sens, nº polos							
Cuadro individual 2			IGA: 32									
Subcuadro Cuadro individual 2.1	RZ1-K (AS) Multi 3G4	22.88	Aut: 25 {C',B',D'}			36.25	28.00	10	8.876	2.599	0.07	0.05
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 2 polos									
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	5.33	Aut: 10 {C',B',D'}			14.50	15.75	6	5.219	0.272	0.01	0.62
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	0.33	Aut: 10 {C',B',D'}			14.50	15.75	6	5.219	0.295	0.01	0.53
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}			23.20	22.50	6	5.219	0.457	0.01	0.61
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}			23.20	22.50	6	5.219	0.707	0.01	0.26
Subcuadro Cuadro individual 2.2	RZ1-K (AS) Multi 3G6	28.66	Aut: 32 {C',B',D'}			46.40	36.00	10	8.876	1.316	0.07	0.43
Sub-grupo 1			Dif: 40, 30, 2 polos									
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	7.06	Aut: 10 {C',B',D'}			14.50	15.75	6	2.643	0.252	0.11	0.72
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	0.47	Aut: 10 {C',B',D'}			14.50	15.75	6	2.643	0.275	0.11	0.61
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}			23.20	22.50	6	2.643	0.346	0.11	1.07
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}			23.20	22.50	6	2.643	0.474	0.11	0.57
Subcuadro Cuadro individual 2.3	RZ1-K (AS) Multi 3G6	27.75	Aut: 32 {C',B',D'}			46.40	36.00	10	8.876	1.288	0.07	0.44
Sub-grupo 1			Dif: 40, 30, 2 polos									
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	5.41	Aut: 10 {C',B',D'}			14.50	15.75	6	2.587	0.368	0.11	0.34
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) Multi 3G1.5	0.42	Aut: 10 {C',B',D'}			14.50	15.75	6	2.587	0.409	0.11	0.27
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}			23.20	22.50	6	2.587	0.460	0.11	0.60
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}			23.20	22.50	6	2.587	0.482	0.11	0.55

Datos de cálculo de Cuadro individual 1							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{cc} (%)
Cuadro individual 1							
Subcuadro Cuadro individual 1.1	4.87	0.48	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	21.17	30.00	0.07	0.09
Sub-grupo 1							
C1 (iluminación)	0.95	116.80	RZ1-K (AS) 3G1.5	4.11	15.75	1.46	1.56
C13 (alumbrado de emergencia)	0.05	37.42	RZ1-K (AS) 3G1.5	0.23	15.75	0.06	0.15
C2 (tomas)	3.45	71.30	RZ1-K (AS) 3G2.5	15.00	22.50	2.33	2.42
C7 (tomas)	3.45	12.34	RZ1-K (AS) 3G2.5	15.00	22.50	1.00	1.10
Subcuadro Cuadro individual 1.2	12.00	1.55	RZ1-K (AS) Multi 3G16	52.17	77.00	0.09	0.11
Sub-grupo 1							
C8 (calefacción)	5.75	3.06	RZ1-K (AS) Multi 3G6	25.00	41.00	0.23	0.34



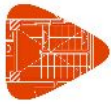
Memoria justificativa

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I_z (A)	$F_{C_{agrup}}$	R_{inc} (%)	I'_z (A)
Subcuadro Cuadro individual 1.1	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.85	-	17.85
		Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) 3G1.5	Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	1.00	-	21.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	21.00	0.75	-	15.75
		Tubo superficial D=32 mm	20.00	1.00	-	20.00
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.85	-	25.50
		Tubo superficial D=32 mm	28.00	1.00	-	28.00
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) 3G2.5	Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	1.00	-	30.00
		Bandeja lisa 50x25 mm	30.00	0.75	-	22.50
		Tubo superficial D=32 mm	28.00	1.00	-	28.00
Subcuadro Cuadro individual 1.2	RZ1-K (AS) Multi 3G16	Tubo superficial D=32 mm	77.00	1.00	-	77.00
C8 (calefacción)	RZ1-K (AS) Multi 3G6	Tubo superficial D=32 mm	41.00	1.00	-	41.00

Sobrecarga y cortocircuito 'cuadro individual 1'										
Esquema	Línea	I_z (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I_z (A)	I'_z (A)	I_{sc} (kA)	I_{cc} (kA)	I_{sc} (kA)	t_{cc} (s)	t_{cc} (s)
Cuadro individual 1			IGA: 63							
Subcuadro Cuadro individual 1.1	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	21.17	Aut: 25 {C,B',D'}	36.25	30.00	15	11.409	4.672	0.04	< 0.01
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 2 polos							
C1 (iluminación)	RZ1-K (AS) 3G1.5	4.11	Aut: 10 {C,B',D'}	14.50	15.75	10	9.382	0.228	< 0.01	0.89
C13 (alumbrado de emergencia)	RZ1-K (AS) 3G1.5	0.23	Aut: 10 {C,B',D'}	14.50	15.75	10	9.382	0.311	< 0.01	0.47
C2 (tomas)	RZ1-K (AS) 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C,B',D'}	23.20	22.50	10	9.382	0.513	< 0.01	0.49
C7 (tomas)	RZ1-K (AS) 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C,B',D'}	23.20	22.50	10	9.382	1.045	< 0.01	0.12
Subcuadro Cuadro individual 1.2	RZ1-K (AS) Multi 3G16	52.17	Aut: 63 {C,B',D'}	91.35	77.00	15	11.409	5.123	0.04	0.20
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 2 polos							
C8 (calefacción)	RZ1-K (AS) Multi 3G6	25.00	Aut: 25 {C,B',D'}	36.25	41.00	15	10.288	3.376	0.05	0.06

Leyenda

c.d.t caída de tensión (%)



Memoria justificativa

Producido por una versión educativa de CYPE

Leyenda	
$c.d.t_{ac}$	caída de tensión acumulada (%)
I_c	intensidad de cálculo del circuito (A)
I_z	intensidad máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación (A)
$F_{C_{agrup}}$	factor de corrección por agrupamiento
R_{inc}	porcentaje de reducción de la intensidad admisible por conductor en zona de riesgo de incendio o explosión (%)
I'_z	intensidad máxima admisible corregida del conductor en las condiciones de instalación (A)
I_2	intensidad de funcionamiento de la protección (A)
I_{cu}	poder de corte de la protección (kA)
I_{ccc}	intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (kA)
I_{ccp}	intensidad de cortocircuito al final de la línea (kA)
L_{max}	longitud máxima de la línea protegida por el fusible a cortocircuito (A)
P_{calc}	potencia de cálculo (kW)
t_{iccc}	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (s)
t_{iccp}	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al final de la línea (s)
t_{ficcp}	tiempo de fusión del fusible para la intensidad de cortocircuito (s)





2.2.3.- Símbolos utilizados

A continuación se muestran los símbolos utilizados en los planos del proyecto:

	Servicio monofásico		Toma de uso general doble
	Toma de uso general triple		Caja de protección y medida (CPM)
	Cuadro individual		Interruptor
	Conmutador		Subcuadro
	Toma de calefacción		Interruptor estanco



Memoria justificativa

	Luminaria de emergencia		Salida para lámpara incandescente, vapor de mercurio o similar, empotrada en techo
	Lámpara fluorescente con tres tubos		Lámpara fluorescente

Producido por una versión educativa de CYPE

3.- PLIEGO DE CONDICIONES



Pliego de condiciones

3.- PLIEGO DE CONDICIONES

3.1.- Calidad de los materiales

3.1.1.- Generalidades

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación y llevarán el marcado CE de conformidad.

Los materiales y equipos empleados en la instalación deberán ser utilizados en la forma y con la finalidad para la que fueron fabricados. Los incluidos en el campo de aplicación de la reglamentación de trasposición de las Directivas de la Unión Europea deberán cumplir con lo establecido en las mismas.

Lo no cubierto por tal reglamentación, se aplicarán los criterios técnicos preceptuados por el presente reglamento (REBT 2002). En particular, se incluirán, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso, debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

3.1.2.- Conductores y sistemas de canalización

Conductores eléctricos

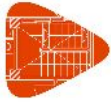
Antes de la instalación de los conductores, el instalador deberá facilitar, para cada uno de los materiales a utilizar, un certificado del fabricante que indique el cumplimiento de las normas UNE en función de los requerimientos de cada una de las partes de la instalación.

En caso de omisión por parte del instalador de lo indicado en el párrafo anterior, quedará a criterio de la dirección facultativa el poder rechazar lo ejecutado con dichos materiales, en cuyo caso el instalador deberá reponer los materiales rechazados sin sobrecargo alguno, facilitando antes de su reposición dichos certificados.

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

- Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.
- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo - verde para el conductor de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

Conductores de neutro



Pliego de condiciones

La sección del conductor de neutro, según la Instrucción ITC-BT-19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, y para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y los posibles desequilibrios, será como mínimo igual a la de las fases. Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm² para cobre y de 16 mm² para aluminio.

Conductores de protección

Cuando la conexión de la toma de tierra se realice en el nicho de la caja general de protección (CGP), por la misma conducción por donde discurra la línea general de alimentación se dispondrá el correspondiente conductor de protección.

Según la Instrucción ITC-BT-26, en su apartado 6.1.2, los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC-BT-19 en su apartado 2.3.

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atravesase partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

Tubos protectores

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60°C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.
- 70°C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la Instrucción ITC-BT-21, en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante.

3.1.2.1.- Línea general de alimentación



Pliego de condiciones

3.1.2.2.- Derivaciones individuales

Los conductores a utilizar estarán formados por:

- Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.

Según la Instrucción ITC BT 16, con objeto de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes, se deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control. El color de identificación de dicho cable será el rojo, y su sección mínima será de 1,5 mm².

3.1.2.3.- Instalación interior

Los conductores eléctricos empleados en la ejecución de los circuitos interiores estarán formados por:

3.2.- Normas de ejecución de las instalaciones

3.2.1.- Cajas Generales de Protección

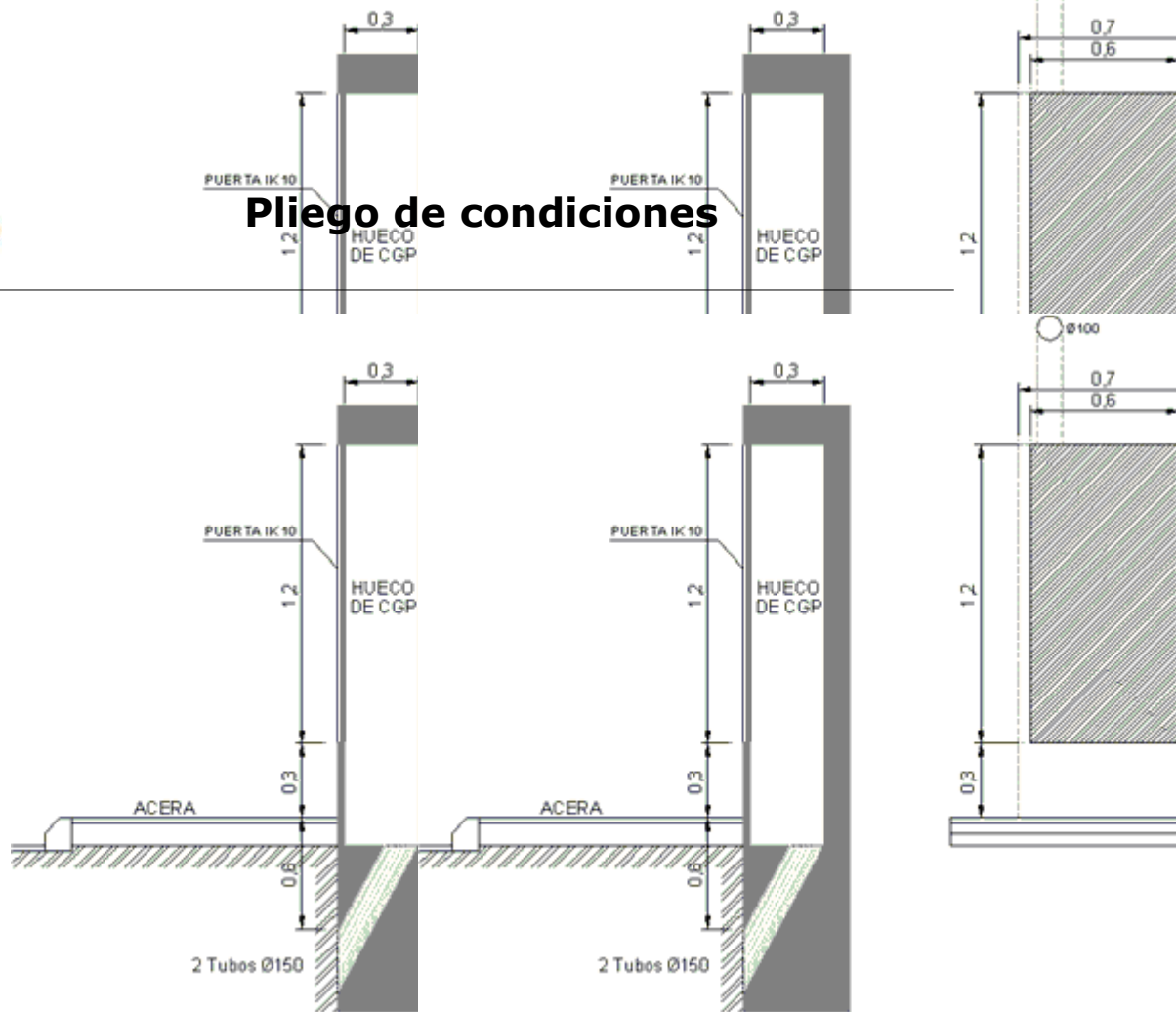
Caja general de protección

El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases y dispondrá de un borne de conexión a tierra para su refuerzo.

La parte inferior de la puerta se encontrará, al menos, a 30 cm del suelo, tal y como se indica en el siguiente esquema:



Pliego de condiciones



División educativa de CYPE

La situación será aquella que quede más cerca de la red de distribución pública, quedando protegida adecuadamente de otras instalaciones de agua, gas, teléfono u otros servicios, según se indica en las instrucciones ITC-BT-06 y ITC-BT-07.

Las cajas generales de protección (CGP) se situarán en zonas de libre acceso permanente. Si la fachada no linda con la vía pública, la CGP se situará en el límite entre las propiedades pública y privada.

En este caso, se situarán en el linde de la parcela con la vía pública, según se refleja en el documento 'Planos'.

Las cajas generales de protección contarán con un borne de conexión para su puesta a tierra.

3.2.2.- Sistemas de canalización

Prescripciones generales

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086-2-2

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de



Pliego de condiciones

colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Tubos en montaje superficial

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta además las siguientes prescripciones:

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0,50 m. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no será superior al 2%.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

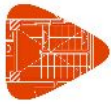
En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos de los mismos separados entre sí 5 cm aproximadamente, uniéndose posteriormente mediante manguitos deslizantes con una longitud mínima de 20 cm.

Tubos empotrados

Cuando los tubos se coloquen empotrados se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos, el espesor puede reducirse a 0.5 cm.



Pliego de condiciones

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o "tes" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

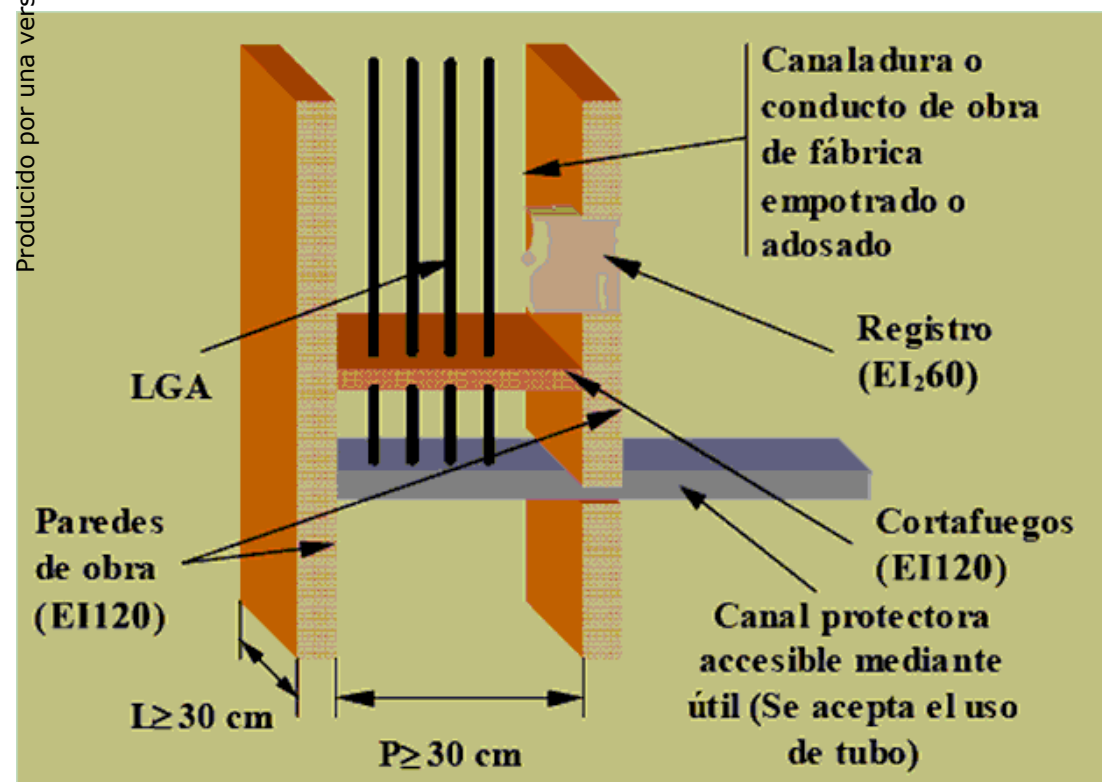
Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

Línea general de alimentación

Cuando la línea general de alimentación discorra verticalmente, lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común, salvo que dichos recintos sean protegidos, conforme a lo establecido en el CTE DB SI.

La canaladura o conducto será registrable y precintable en cada planta, con cortafuegos al menos cada tres plantas. Sus paredes tendrán una resistencia al fuego de EI 120 según CTE DB SI. Las dimensiones mínimas del conducto serán de 30x30 cm. y se destinará única y exclusivamente a alojar la línea general de alimentación y el conductor de protección.

Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego EI2 60 conforme al CTE DB SI y no serán accesibles desde la escalera o zona de uso común cuando estos sean recintos protegidos.





Pliego de condiciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Cuando el tramo vertical no comunique plantas diferentes, no será necesario realizar dicho tramo en canaladura, sino que será suficiente colocarlo directamente empotrado o en superficie, estando alojados los conductores bajo tubo o canal protectora.

Derivaciones individuales

Los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm. Cuando, por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones individuales, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta.

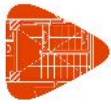
En cualquier caso, para atender posibles ampliaciones, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales.

Las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común. Si esto no es posible, quedarán determinadas sus servidumbres correspondientes.

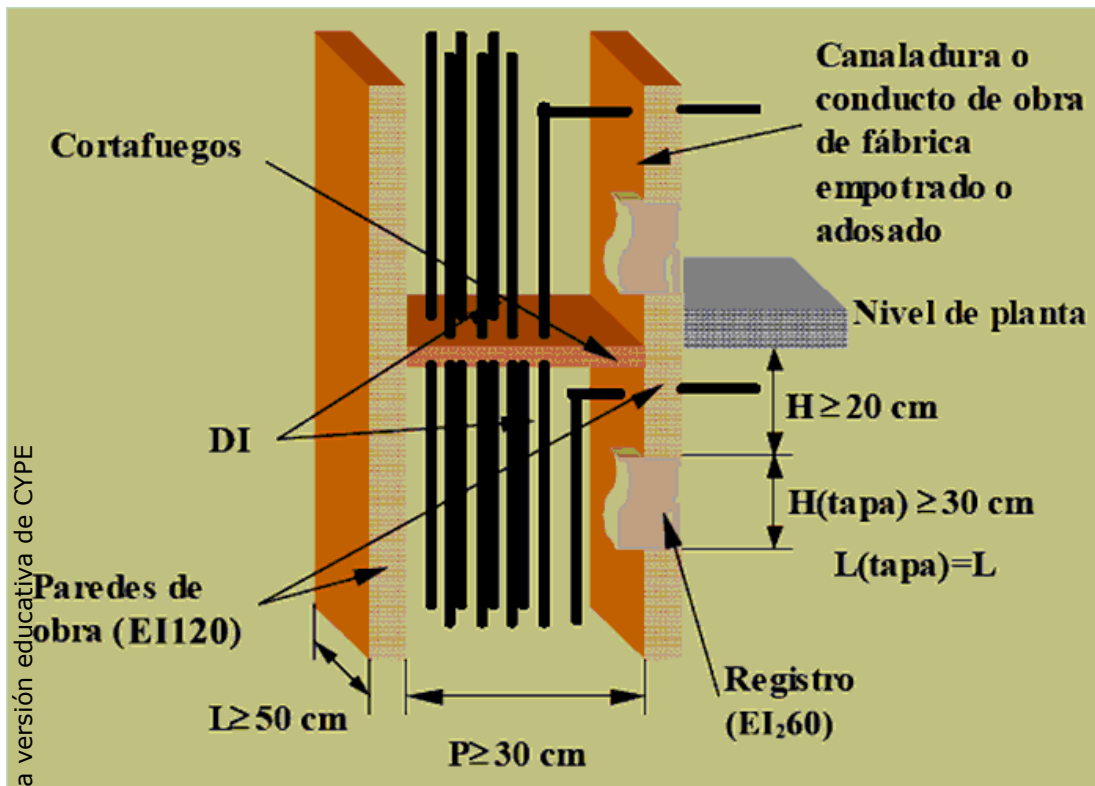
Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego EI 120, preparado exclusivamente para este fin. Este conducto podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos, conforme a lo establecido en el CTE DB SI.

Se dispondrán, además, elementos cortafuegos cada 3 plantas y tapas de registro precintables de la dimensión de la canaladura y de resistencia al fuego EI2 60 conforme al CTE DB SI.

La altura mínima de las tapas de registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo, tal y como se indica en el gráfico siguiente:



Pliego de condiciones



Las dimensiones de la canaladura vendrán dadas por el número de tubos protectores que debe contener. Dichas dimensiones serán las indicadas en la tabla siguiente:

Número de derivaciones	Anchura L (m)	
	Profundidad P = 0,15m (Una fila)	Profundidad P = 0,30m (Dos filas)
Hasta 12	0.65	0.50
13 - 24	1.25	0.65
25 - 36	1.85	0.95
37 - 48	2.45	1.35

Para más derivaciones individuales de las indicadas se dispondrá el número de conductos o canaladuras necesario.

Los sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios y serán 'no propagadores de la llama'. Los elementos de conducción de cables, de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

3.2.3.- Centralización de contadores

Las centralizaciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.



Pliego de condiciones

Cuando existan envolventes, estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan cualquier manipulación interior, pudiendo constituir uno o varios conjuntos. Los elementos constituyentes de la centralización que lo precisen estarán marcados de forma visible para permitir una fácil y correcta identificación del suministro a que corresponden.

La centralización de contadores estará formada por módulos destinados a albergar los siguientes elementos:

- Interruptor omnipolar de corte en carga.
- Embarrado general.
- Fusibles de seguridad.
- Aparatos de medida.
- Embarrado general de protección.
- Bornes de salida y puesta a tierra.
- Contador de servicios generales.

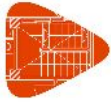
Sobre el módulo que aloja al interruptor omnipolar se colocará el módulo correspondiente a los servicios generales.

Se utilizarán materiales y conductores no propagadores de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida conforme a la norma UNE 21027-9 (si el material es termoestable) o a la norma UNE 211002 (si el material es termoplástico).

Dispondrán, además, del cableado necesario para los circuitos de mando y control con el objetivo de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes. El cable tendrá las mismas características que las indicadas en el párrafo anterior, su color será rojo y tendrá una sección de 1,5 mm².

Complirá las siguientes condiciones:

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano del edificio (salvo cuando existan centralizaciones por planta), empotrado o adosado sobre un paramento de la zona común de la entrada, lo más próximo a ella y a la canalización para las derivaciones individuales.
- No tendrá bastidores intermedios que dificulten la instalación o lectura de los contadores y demás dispositivos.
- Desde la parte más saliente del armario hasta la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,5 m como mínimo.
- Los armarios tendrán una característica parallamas mínima E 30.
- Las puertas de cierre dispondrán de la cerradura normalizada por la empresa suministradora.



Pliego de condiciones

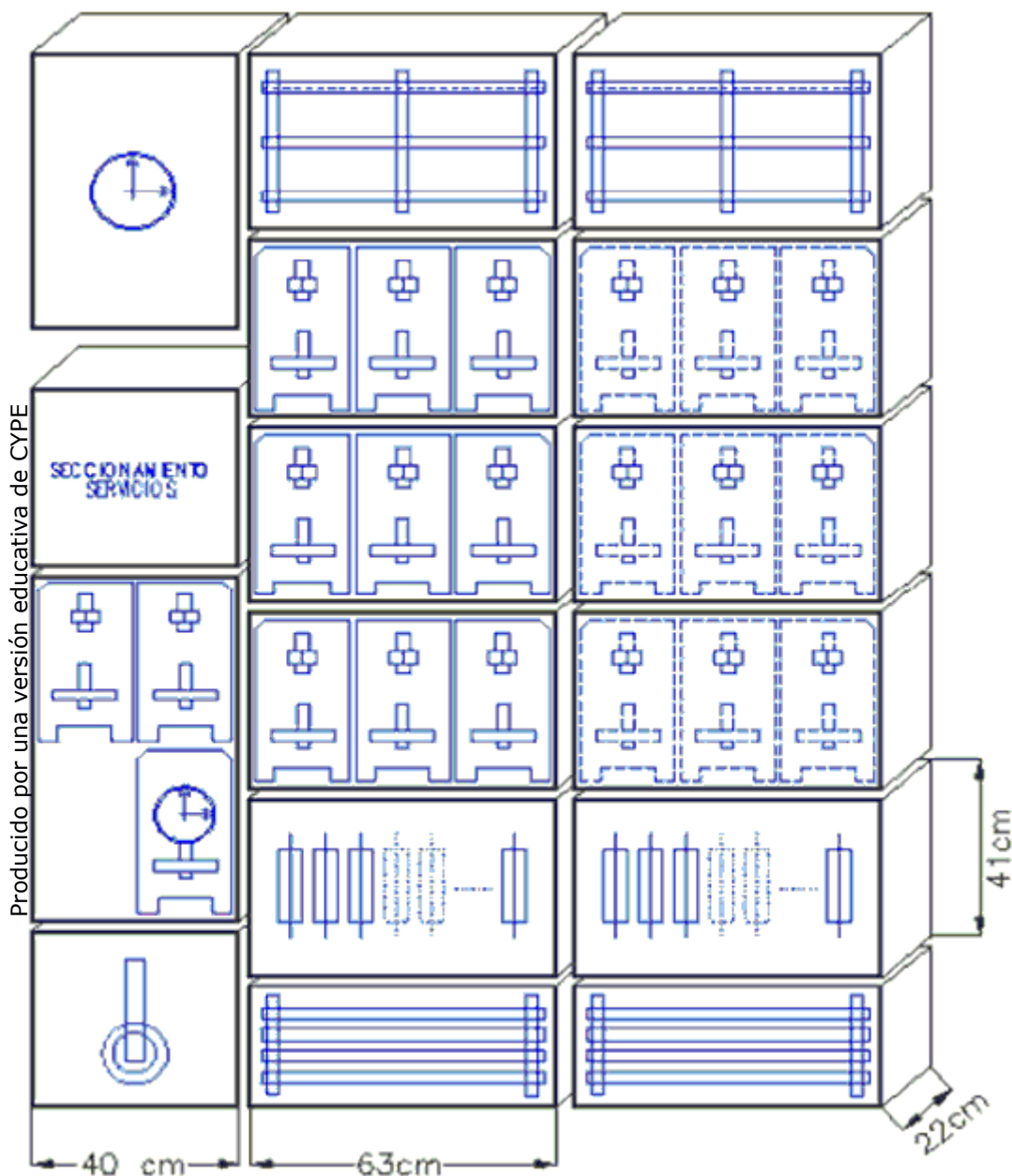
- Dispondrá de ventilación e iluminación suficiente. En sus inmediaciones se instalará un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio. Igualmente, se colocará una base de enchufe (toma de corriente) con toma de tierra de 16 A para servicios de mantenimiento.

Los recintos cumplirán, además, con las condiciones técnicas especificadas por la compañía suministradora, y su situación será la reflejada en el documento 'Planos'.

Las dimensiones de los módulos componentes de la centralización se indican a continuación, siendo el número de módulos, en cada caso, el indicado en los puntos anteriores:



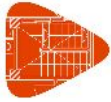
Pliego de condiciones



3.2.4.- Cajas de empalme y derivación

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.



Pliego de condiciones

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

2.5.- Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

2.6.- Aparatos de protección

Protección contra sobreintensidades

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

Aplicación

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

Protección contra cortocircuitos

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito



Pliego de condiciones

antes de que ésta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

Situación y composición

Se instalarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del abonado. Se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores, y en el que se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local, y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

Normas aplicables

Pequeños interruptores automáticos (PIA)

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.

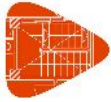
Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe estar marcado, de forma visible e indeleble, con las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada, sin el símbolo A, precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B, C o D), por ejemplo B16.



Pliego de condiciones

- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N".

Interruptores automáticos de baja tensión

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna, o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado, de forma visible e indeleble, con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada (In).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y |, si se emplean símbolos.

También llevarán marcado aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998.

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2:1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.



Pliego de condiciones

Características principales de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su sustitución con la instalación bajo tensión sin peligro alguno.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.
- Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

Protección contra sobretensiones transitorias de origen atmosférico

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

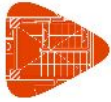
En redes TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

Protección contra contactos directos e indirectos

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 -4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.



Pliego de condiciones

- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados.
- 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s}$$

Siendo:

R: Resistencia de puesta a tierra (Ω).

V_c : Tensión de contacto máxima (24V en locales húmedos y 50V en los demás casos).

I_s : Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

3.2.7.- Instalaciones interiores que contengan una bañera o ducha.

Todas aquellas instalaciones interiores de viviendas, locales comerciales, oficinas o cualquier otro local destinado a fines análogos que contengan una bañera o ducha, se ejecutarán según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-27.

Para este tipo de instalaciones se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones:

- VOLUMEN 0: Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 estará delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0,05 m por encima del suelo.



Pliego de condiciones

- VOLUMEN 1: Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.
- VOLUMEN 2: Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- VOLUMEN 3: Esta limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

Para el volumen 0 el grado de protección necesario será el IPX7, y no está permitida la instalación de mecanismos.

En el volumen 1, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los equipos de bañeras de hidromasaje y en baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Podrán ser instalados aparatos fijos como calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 2, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los baños comunes en los que se puedan producir chorros durante su limpieza. Se permite la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE EN 60742 o UNE EN 61558-2-5. Se podrán instalar también todos los aparatos permitidos en el volumen 1, luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles de hidromasaje que cumplan con su normativa aplicable, y que además estén protegidos con un diferencial de valor no superior a 30 mA.

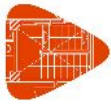
En el volumen 3, el grado de protección necesario será el IPX5 en los baños comunes cuando se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Se podrán instalar bases y aparatos protegidos por dispositivos de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no férreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial, deben estar conectados entre sí. La sección mínima de estos últimos estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

3.2.8.- Instalación de puesta a tierra

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se ejecutará según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

Naturaleza y secciones mínimas



Pliego de condiciones

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

En todos los casos, los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección de, al menos, 2,5 mm² si disponen de protección mecánica y 4 mm² si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

Tendido de los conductores

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualesquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

3.2.9.- Instalaciones en garajes

Generalidades

Según lo indicado en la instrucción ITC BT 29 en su apartado 4.2, los talleres de reparación de vehículos y los garajes en que puedan estar estacionados más de cinco vehículos serán considerados como un emplazamiento peligroso de Clase I, y se les dará la distinción de zona 1, en la que se prevé que haya de manera ocasional la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire con sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.



Pliego de condiciones

Las instalaciones y equipos destinados a estos locales cumplirán las siguientes prescripciones:

- Por tratarse de emplazamientos peligrosos, las instalaciones y equipos de garajes para estacionamiento de más de cinco vehículos deberán cumplir las prescripciones señaladas en la Instrucción ITC-BT-29.
- No se dispondrá dentro de los emplazamientos peligrosos ninguna instalación destinada a la carga de baterías.
- Se colocarán cierres herméticos en las canalizaciones que atraviesen los límites verticales u horizontales de los emplazamientos peligrosos. Las canalizaciones empotradas o enterradas en el suelo se considerarán incluidas en el emplazamiento peligroso cuando alguna parte de las mismas penetre o atraviese dicho emplazamiento.
- Las tomas de corriente e interruptores se colocarán a una altura mínima de 1,50 m sobre el suelo a no ser que presenten una cubierta especialmente resistente a las acciones mecánicas.
- Los equipos eléctricos que se instalen deberán ser de las Categorías 1 ó 2.

Estos locales pueden presentar también, total o parcialmente, las características de un local húmedo o mojado y, en tal caso, deberán satisfacer igualmente lo señalado para las instalaciones eléctricas en éstos.

La ventilación, ya sea natural o forzada, se considera suficientemente asegurada cuando:

- Ventilación natural: Admisible solamente en garajes con fachada al exterior en semisótano, o con "patio inglés". En este caso, las aberturas para ventilación deberán de ser permanentes, independientes de las entradas de acceso, y con una superficie mínima de comunicación al exterior de 0,5% de la superficie del local del garaje.
- Ventilación forzada: Para todos los demás casos, es decir, para garajes en sótanos. En estos casos la ventilación será suficiente cuando se asegure una renovación mínima de aire de $15 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$.

Cuando la superficie del local en su conjunto sea superior a 1000 m^2 , en los aparcamientos públicos debe asegurarse el funcionamiento de los dispositivos de renovación del aire, con un suministro complementario, siendo obligatorio disponer de aparatos detectores de CO que accionen automáticamente la instalación de ventilación.

3.2.10.- Alumbrado

Alumbrados especiales

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, como mínimo, dos líneas diferentes, con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.



Pliego de condiciones

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

- Con alumbrado de emergencia: Los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Con alumbrado de señalización: Los estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.
- Con alumbrado de reemplazamiento: En quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

Alumbrado general

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimentan. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1,8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0,90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, no será superior al 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

3.2.11.- Motores

Según lo establecido en la instrucción ITC-BT-47, los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de éstas.

Para evitar un calentamiento excesivo, los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. En el caso de que los conductores de conexión alimenten a varios motores, estos estarán dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas en sus fases. En los motores trifásicos, además, debe estar cubierto el riesgo de falta de tensión en una de sus fases.



Pliego de condiciones

3.3.- Pruebas reglamentarias

3.3.1.- Comprobación de la puesta a tierra

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

3.3.2.- Resistencia de aislamiento

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a $1000 \cdot U$, siendo 'U' la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y no inferior a 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.

3.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

La propiedad recibirá, a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones, y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

Las instalaciones del garaje serán revisadas anualmente por instaladores autorizados libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación. El instalador extenderá un boletín de reconocimiento de la indicada revisión, que será entregado al propietario de la instalación, así como a la delegación correspondiente del Ministerio de Industria y Energía.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno esté más seco, reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

3.5.- Certificados y documentación

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

3.6.- Libro de órdenes

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

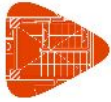


Pliego de condiciones

Fdo.

Producido por una versión educativa de CYPE

4.- MEDICIÓN Y PRESUPUESTO



Medición y presupuesto

4.- MEDICIÓN Y PRESUPUESTO PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES

Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.1	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local, de caja de protección y medida CPM3-S4, de hasta 63 A de intensidad, para 2 contadores trifásicos, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación empotrada. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	365,83	365,83

Producido por una versión educativa de CYPE

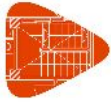


Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES

Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.2	m	A) Descripción: Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	462,66	0,94	434,90
1.3	m	A) Descripción: Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	250,92	1,04	260,96

Producido por una versión educativa de CYPE



Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.4	m	A) Descripción: Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	27,30	3,79	103,47
1.5	m	A) Descripción: Suministro e instalación de cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G1,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	533,75	1,36	725,90

Producido por una versión educativa de CYPE

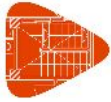


Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES

Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.6	m	A) Descripción: Suministro e instalación de cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G2,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	362,65	1,73	627,38
1.7	m	A) Descripción: Suministro e instalación de cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	3,20	2,34	7,49

Producido por una versión educativa de CYPE



Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.8	m	A) Descripción: Suministro e instalación de cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	35,90	3,86	138,57
1.9	m	A) Descripción: Suministro e instalación de cable multipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G16 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	1,55	8,17	12,66

Producido por una versión educativa de CYPE

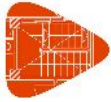


Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.10	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de cuadro secundario Subcuadro Cuadro individual 2.2 formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento de dispositivos individuales de mando y protección. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Colocación de la caja para el cuadro secundario. Conexionado. Montaje de los componentes.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	291,09	291,09
11	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de cuadro secundario Subcuadro Cuadro individual 2.3 formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento de dispositivos individuales de mando y protección. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Colocación de la caja para el cuadro secundario. Conexionado. Montaje de los componentes.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	291,09	291,09

Producido por una versión educativa de CYPE



Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.12	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de cuadro secundario Subcuadro Cuadro individual 2.1 formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento de dispositivos individuales de mando y protección. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Colocación de la caja para el cuadro secundario. Conexionado. Montaje de los componentes.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	273,14	273,14
13	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de cuadro secundario Subcuadro Cuadro individual 1.2 formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento de dispositivos individuales de mando y protección. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Colocación de la caja para el cuadro secundario. Conexionado. Montaje de los componentes.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	329,91	329,91

Producido por una versión educativa de CYPE

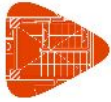


Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.14	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de cuadro secundario Subcuadro Cuadro individual 1.1 formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento de dispositivos individuales de mando y protección. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Colocación de la caja para el cuadro secundario. Conexionado. Montaje de los componentes.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	426,29	426,29
15	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de cuadro individual formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) (no incluido en este precio) en compartimento independiente y precintable, 1 interruptor general automático (IGA) tetrapolar (4P) y otros dispositivos generales e individuales de mando y protección. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Colocación de la caja para el cuadro. Conexionado. Montaje de los componentes.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	300,62	300,62

Producido por una versión educativa de CYPE



Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.16	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de cuadro individual formado por caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) (no incluido en este precio) en compartimento independiente y precintable, 1 interruptor general automático (IGA) tetrapolar (4P) y otros dispositivos generales e individuales de mando y protección. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Colocación de la caja para el cuadro. Conexionado. Montaje de los componentes.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	396,39	396,39
1.17	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de componentes para la red eléctrica de distribución interior de subcuadro: mecanismos gama media con tecla o tapa de color blanco, marco de color blanco y embellecedor de color blanco; cajas de empotrar con tornillos de fijación. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montados, conexionados y probados.</p> <p>B) Incluye: Colocación de cajas de empotrar. Colocación de mecanismos.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	11,37	11,37

Producido por una versión educativa de CYPE

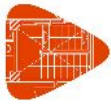


Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES

Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.18	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de componentes para la red eléctrica de distribución interior de subcuadro: mecanismos gama media con tecla o tapa de color blanco, marco de color blanco y embellecedor de color blanco; cajas de empotrar con tornillos de fijación, cajas de derivación con tapas y regletas de conexión. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montados, conexionados y probados.</p> <p>B) Incluye: Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Colocación de mecanismos.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	402,86	402,86
19	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de componentes para la red eléctrica de distribución interior de subcuadro: mecanismos gama media con tecla o tapa de color blanco, marco de color blanco y embellecedor de color blanco y monobloc de superficie (IP 55); cajas de empotrar con tornillos de fijación, cajas de derivación con tapas y regletas de conexión. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montados, conexionados y probados.</p> <p>B) Incluye: Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Colocación de mecanismos.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	391,67	391,67

Producido por una versión educativa de CYPE



Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.20	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de componentes para la red eléctrica de distribución interior de subcuadro: mecanismos gama media con tecla o tapa de color blanco, marco de color blanco y embellecedor de color blanco; cajas de empotrar con tornillos de fijación, cajas de derivación con tapas y regletas de conexión. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montados, conexionados y probados.</p> <p>B) Incluye: Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Colocación de mecanismos.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	562,50	562,50
21	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de componentes para la red eléctrica de distribución interior de subcuadro: mecanismos gama media con tecla o tapa de color blanco, marco de color blanco y embellecedor de color blanco; cajas de empotrar con tornillos de fijación, cajas de derivación con tapas y regletas de conexión. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montados, conexionados y probados.</p> <p>B) Incluye: Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Colocación de mecanismos.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	599,03	599,03

Producido por una versión educativa de CYPE

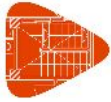


Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES

Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.22	m	A) Descripción: Suministro e instalación de canalización fija en superficie de canal protectora de acero, de 50x95 mm. Incluso p/p de accesorios. Totalmente montada. B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la canal. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	5,46	26,60	145,24
23	m	A) Descripción: Suministro e instalación de canalización fija en superficie de de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro. Incluso p/p de accesorios y piezas especiales. Totalmente montada. B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	835,11	2,99	2.496,98
24	m	A) Descripción: Suministro e instalación de canalización fija en superficie de bandeja perforada de acero galvanizado, de 50x25 mm. Incluso p/p de accesorios. Totalmente montada. B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	110,22	6,85	755,01

Producido por una versión educativa de CYPE



Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.25	m	A) Descripción: Suministro e instalación de canalización empotrada en elemento de construcción térmicamente aislante de tubo curvable de poliamida, exento de halógenos, transversalmente elástico, corrugado, de color gris, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 320 N, con grado de protección IP 547. Totalmente montada. B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	7,20	1,43	10,30
26	m	A) Descripción: Suministro e instalación de canalización empotrada en elemento de construcción térmicamente aislante de tubo curvable de poliamida, exento de halógenos, transversalmente elástico, corrugado, de color gris, de 25 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 320 N, con grado de protección IP 547. Totalmente montada. B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo. C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	54,96	1,93	106,07

Producido por una versión educativa de CYPE

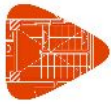


Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES

Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.27	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio compuesta por 57 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm, 8 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares de hormigón a conectar. Incluso placas acodadas de 3 mm de espesor, soldadas en taller a las armaduras de los pilares, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexiónada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Conexiónado del electrodo y la línea de enlace. Montaje del punto de puesta a tierra. Trazado de la línea principal de tierra. Sujeción. Trazado de derivaciones de tierra. Conexiónado de las derivaciones. Conexiónado a masa de la red. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	372,23	372,23

Producido por una versión educativa de CYPE



Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES

N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.28	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"; aro embellecedor de aluminio inyectado, termoesmaltado, blanco; protección IP 20 y aislamiento clase F. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexiónada y comprobada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Montaje, fijación y nivelación. Conexiónado. Colocación de lámparas y accesorios.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	65,00	165,26	10.741,90
29	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W, modelo OD-3441 3x18W HF C/P TL "ODEL-LUX"; cuerpo de luminaria de chapa de acero termoesmaltado en color blanco; óptica formada por lamas longitudinales y transversales parabólicas de aluminio semimate; balasto electrónico; protección IP 20 y aislamiento clase F. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexiónada y comprobada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Montaje, fijación y nivelación. Conexiónado. Colocación de lámparas y accesorios.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	73,00	169,59	12.380,07

Producido por una versión educativa de CYPE

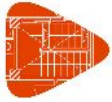


Medición y presupuesto

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES

Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.30	Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de luminaria suspendida para montaje individual, de 660x50x67 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 24 W, modelo Fil 1x24W T5 Difusor Opal "LAMP", con cuerpo de aluminio extruido RAL 9006; difusor de policarbonato opal; tapas finales; sistema de suspensión por cable de acero de 3x0,75 mm de diámetro y 4 m de longitud máxima; protección IP 42 y aislamiento clase F. Incluso lámparas, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexiónada y comprobada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Montaje, fijación y nivelación. Conexiónado. Colocación de lámparas y accesorios.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	149,71	149,71
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES:					34.110,63

Producido por una versión educativa de CYPE



Medición y presupuesto

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Nº	CAPÍTULO	IMPORTE (€)
1	INSTALACIONES	34.110,63
Presupuesto de ejecución material		34.110,63

Asciende el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TREINTA Y CUATRO MIL CIENTO DIEZ EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

ESTUDIO LUMÍNICO

ÍNDICE

1.- ALUMBRADO INTERIOR.....	2
2.- CURVAS FOTOMÉTRICAS.....	113



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

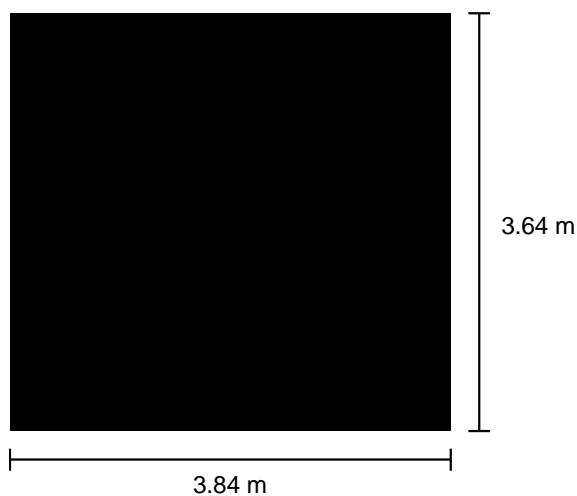
1.- ALUMBRADO INTERIOR

RECINTO			
Referencia:	Sala de Clima (Sala de máquinas)	Planta:	Sótano
Superficie:	14.0 m ²	Altura libre:	2.17 m
		Volumen:	30.4 m ³

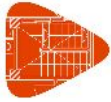
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	1.80
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Producido por una versión educativa de LUMINEX

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
------	----------	-------------	---------------------------	-------------------	-----------------	--------------------



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

1	2	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	15	99	2 x 3.0
3	1	Luminaria suspendida para montaje individual, de 660x50x67 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 24 W, modelo Fil 1x24W T5 Difusor Opal "LAMP"	1750	63	43	1 x 27.6
						Total = 33.6 W

Valores de cálculo obtenidos	
Illuminancia mínima:	21.55 lux
Illuminancia media horizontal mantenida:	84.83 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	19.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.80 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	2.40 W/m ²
Factor de uniformidad:	25.40 %



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

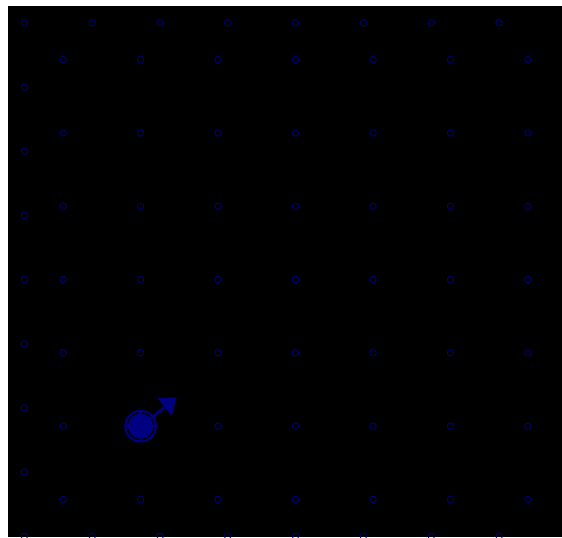
Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia

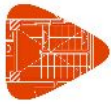


Producido por una versión educativa de CYPE

Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (21.55 lux)
- ➔ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 19.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 81)



Anejo de cálculo: Iluminación

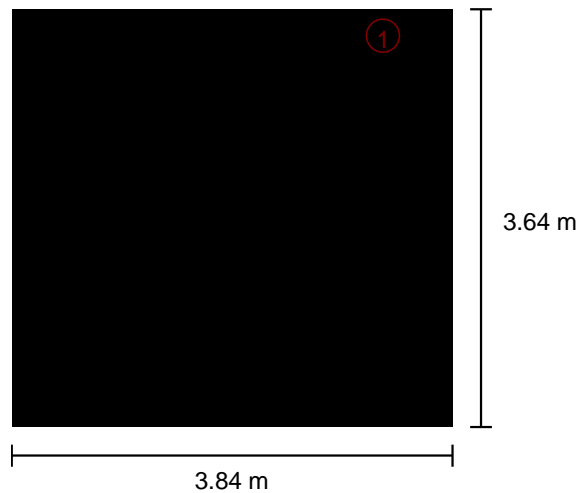
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

Producción por una versión educativa de CYPE



No	Cantidad	Descripción
	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	1.75 m



Anejo de cálculo: Iluminación

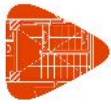
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

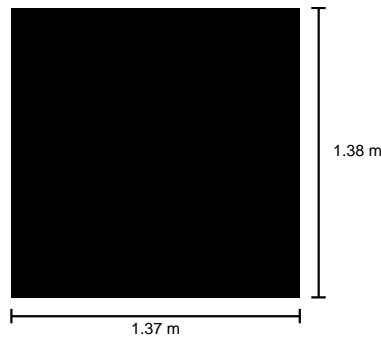
RECINTO

Referencia: Aseo sótano 1 (Aseo de planta) **Planta:** Sótano
Superficie: 1.9 m² **Altura libre:** 2.18 m **Volumen:** 4.1 m³

Alumbrado normal

Altura del plano de trabajo: 0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR): 0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos: 0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes: 0.50
Coefficiente de reflectancia en techos: 0.70
Factor de mantenimiento: 0.80
Índice del local (K): 0.32
Número mínimo de puntos de cálculo: 4

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	15	99	2 x 3.0
						Total = 6.0 W

Producido por una versión educativa de



Anejo de cálculo: Iluminación

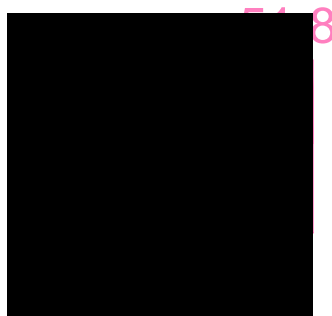
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

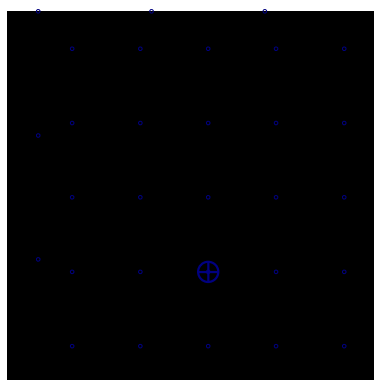
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	102.12 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	197.80 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	1.60 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	3.18 W/m ²
Factor de uniformidad:	51.63 %

Valores calculados de iluminancia

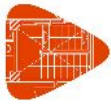
Producido por una versión educativa de CYPE



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (102.12 lux)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 37)



Anejo de cálculo: Iluminación

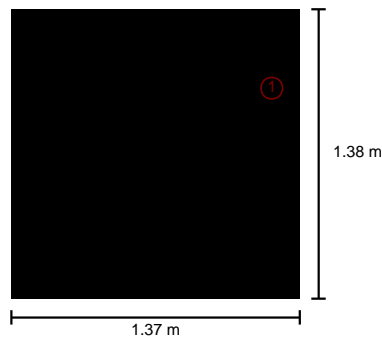
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

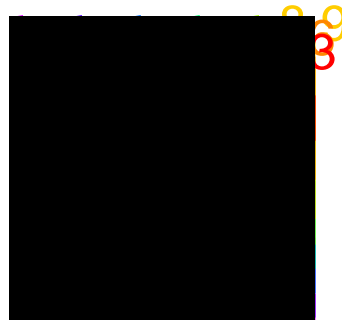
Producción por una versión educativa de CYPE



No	Cantidad	Descripción
	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	1.75 m

Valores calculados de iluminancia





Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

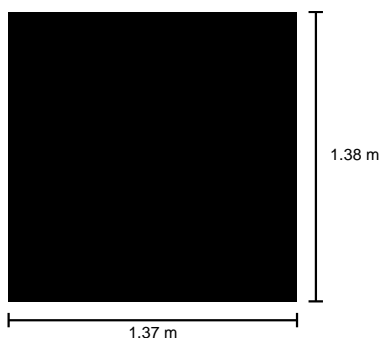
Fecha: 17/07/16

RECINTO		
Referencia: Aseo sótano 2 (Aseo de planta)	Planta:	Sótano
Superficie: 1.9 m ²	Altura libre: 2.18 m	Volumen: 4.1 m ³

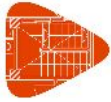
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.32
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Producido por una versión educativa de

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	15	99	2 x 3.0
						Total = 6.0 W



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

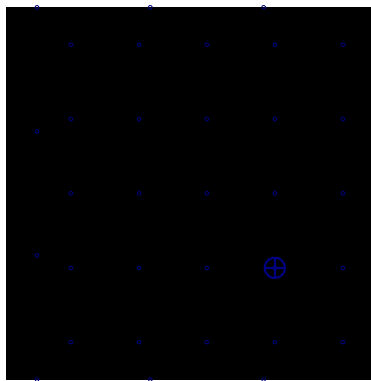
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	126.05 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	221.32 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	1.40 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	3.18 W/m ²
Factor de uniformidad:	56.95 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (126.05 lux)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 37)



Anejo de cálculo: Iluminación

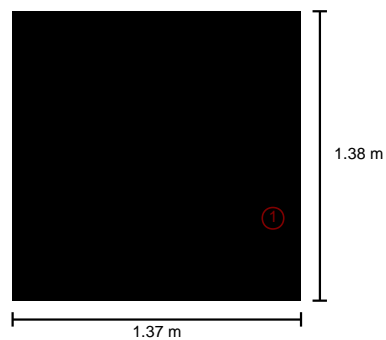
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

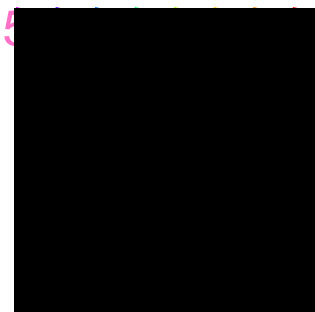
Proyecto de una escuela educativa de CYPE

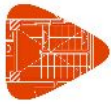


No	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	1.75 m

Valores calculados de iluminancia





Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

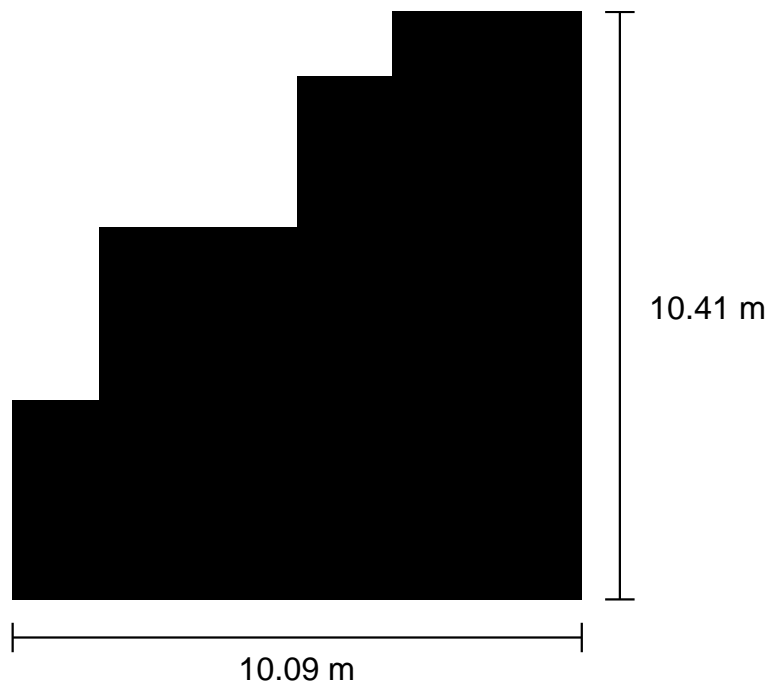
Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Sala de ensayo (Oficinas)	Planta:	Sótano
Superficie:	79.2 m ²	Altura libre:	2.17 m
		Volumen:	171.7 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	2.40
Número mínimo de puntos de cálculo:	16

Producido por una versión educativa de

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
------	----------	-------------	---------------------------	-------------------	-----------------	--------------------



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

2	13	Luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W, modelo OD-3441 3x18W HF C/P TL "ODEL-LUX"	4050	5	71	13 x 66.0
						Total = 858.0 W

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	224.35 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	491.22 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	14.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.20 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	10.84 W/m ²
Factor de uniformidad:	45.67 %

Producido por una versión de software de CYPE

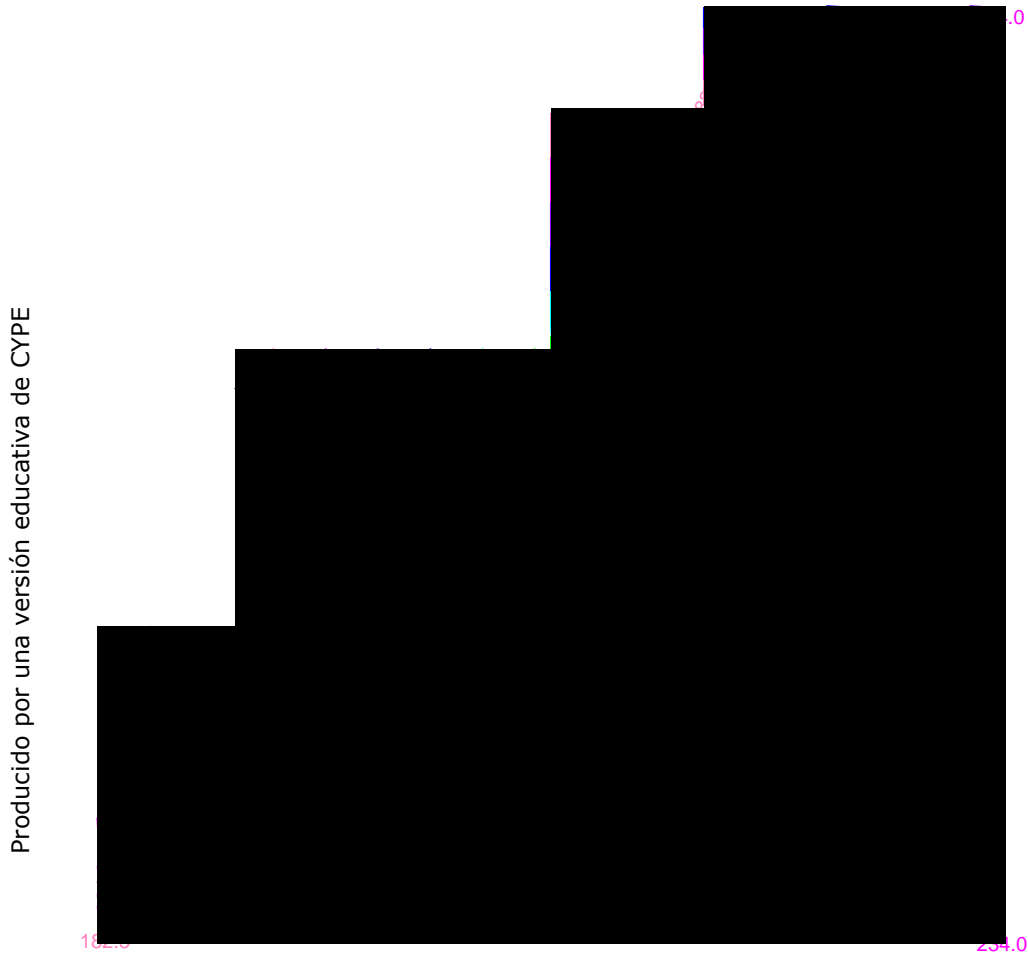


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



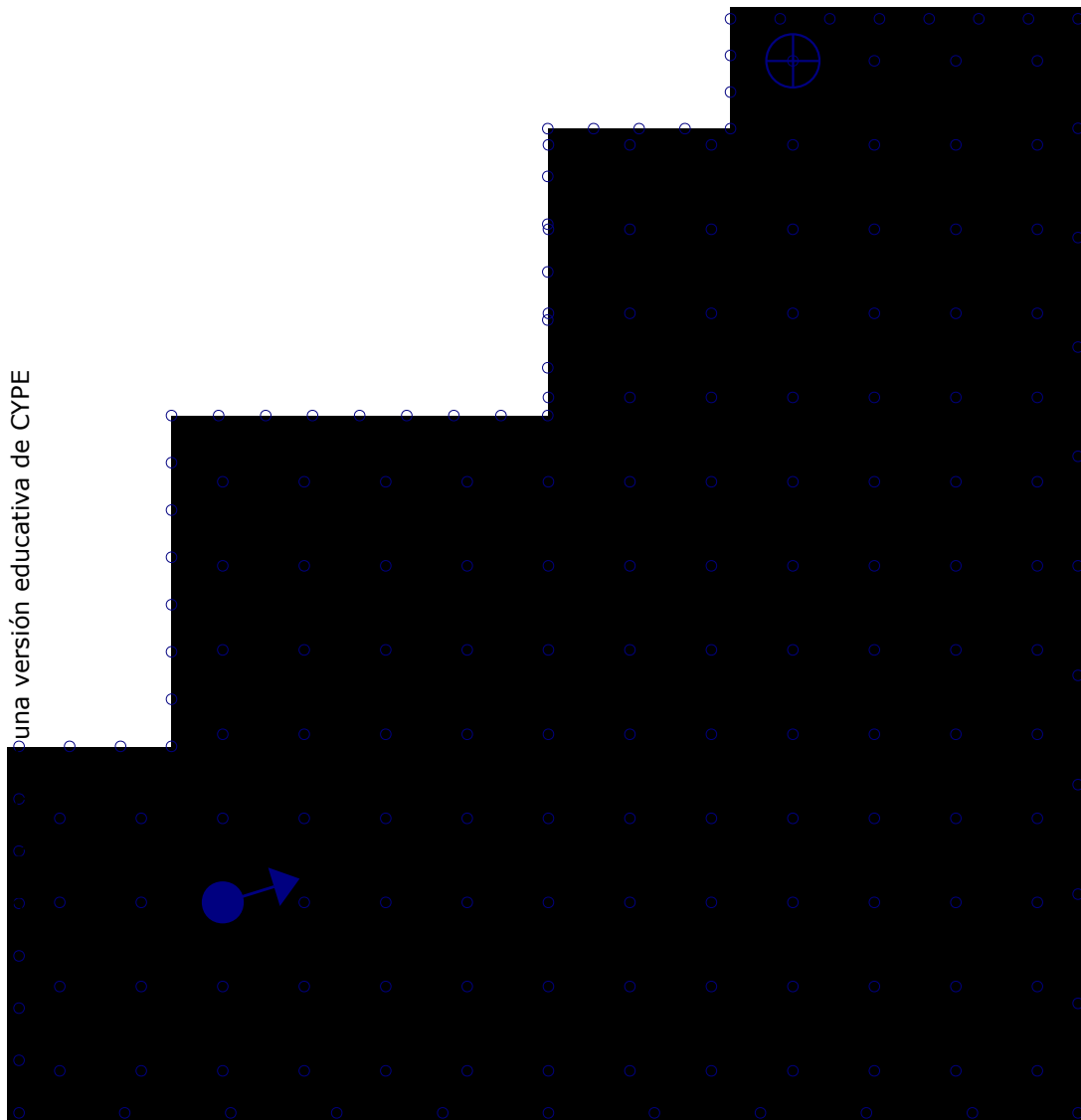


Anejo de cálculo: Iluminación

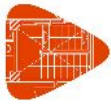
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (224.35 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 14.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 193)



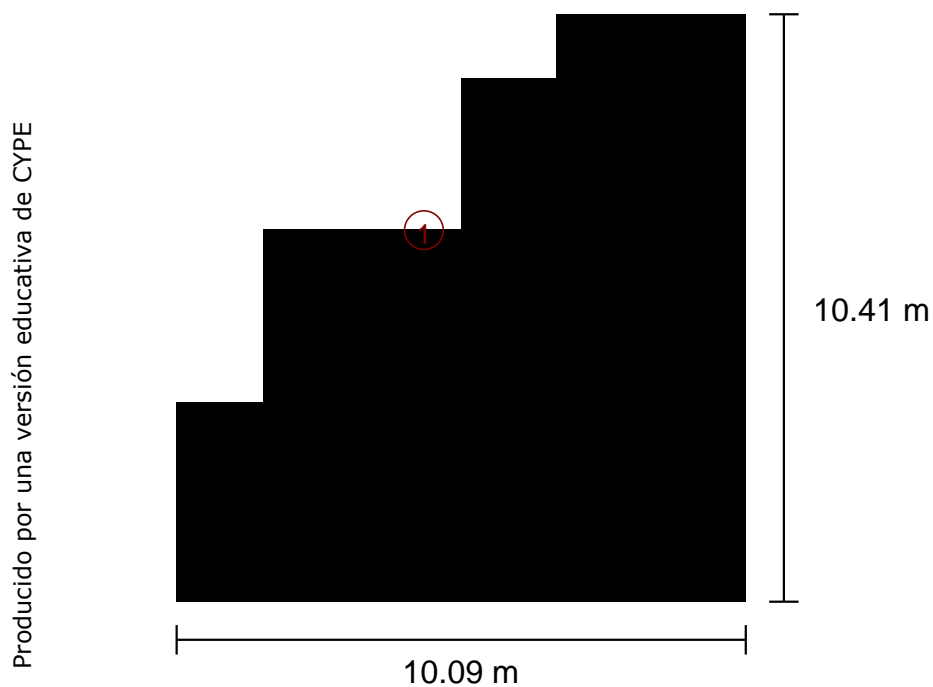
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias



Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	1.75 m



Anejo de cálculo: Iluminación

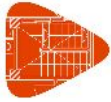
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE





Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Caja de escalera (Zona de circulación)	Planta:	Sótano
Superficie:	4.8 m ²	Altura libre:	2.31 m Volumen: 11.1 m ³

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

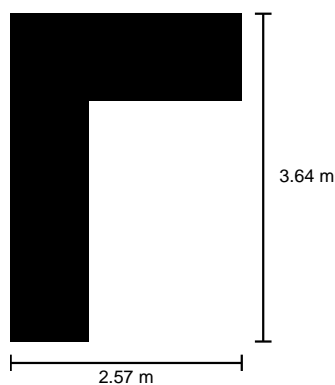
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

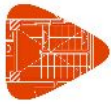
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.51
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias

Producto por una versión educativa de CYPE



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	14	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	2	99	14 x 3.0
Total = 42.0 W						



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

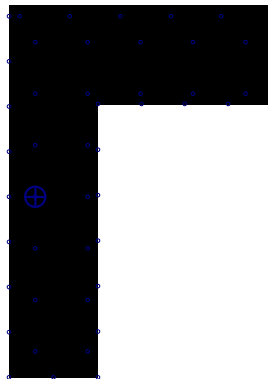
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	225.66 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	365.81 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.30 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	8.72 W/m ²
Factor de uniformidad:	61.69 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (225.66 lux)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 48)



Anejo de cálculo: Iluminación

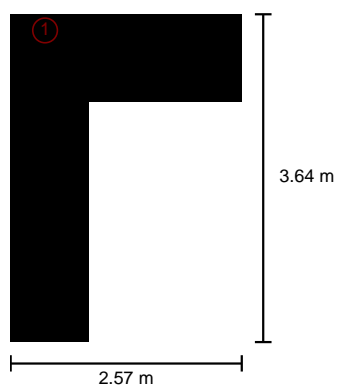
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

versión educativa de CYPE



No	Cantidad	Descripción
	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.57 m



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

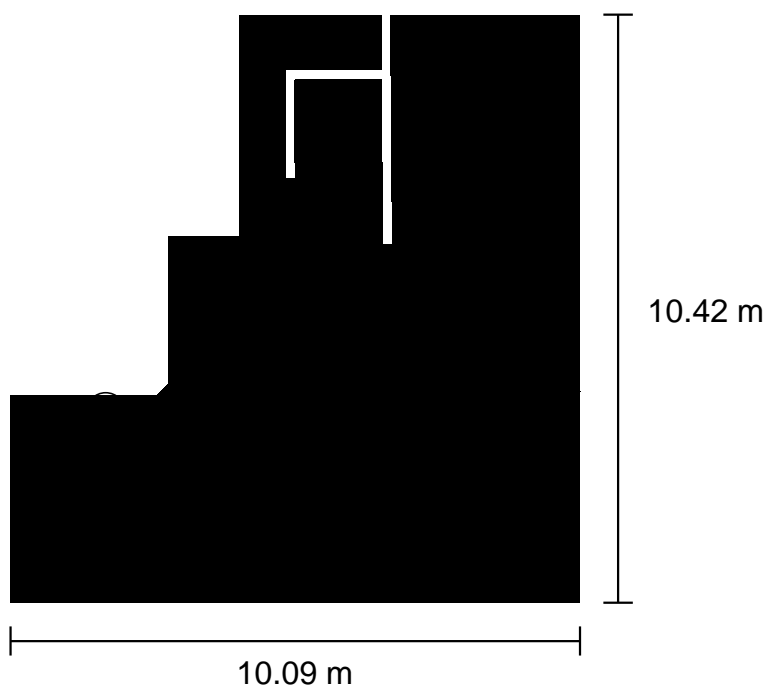
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Sala de exposiciones (Oficinas)	Planta:	Planta baja
Superficie:	80.1 m ²	Altura libre:	3.18 m
		Volumen:	254.7 m ³

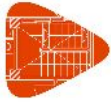
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	1.78
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
------	----------	-------------	---------------------------	-------------------	-----------------	--------------------

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

1	3	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	10	99	3 x 3.0
2	18	Luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W, modelo OD-3441 3x18W HF C/P TL "ODEL-LUX"	4050	3	71	18 x 66.0
						Total = 1197.0 W

Valores de cálculo obtenidos	
Iuminancia mínima:	113.37 lux
Iuminancia media horizontal mantenida:	616.62 lux
ndice de deslumbramiento unificado (UGR):	15.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.40 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	14.94 W/m ²
Factor de uniformidad:	18.39 %

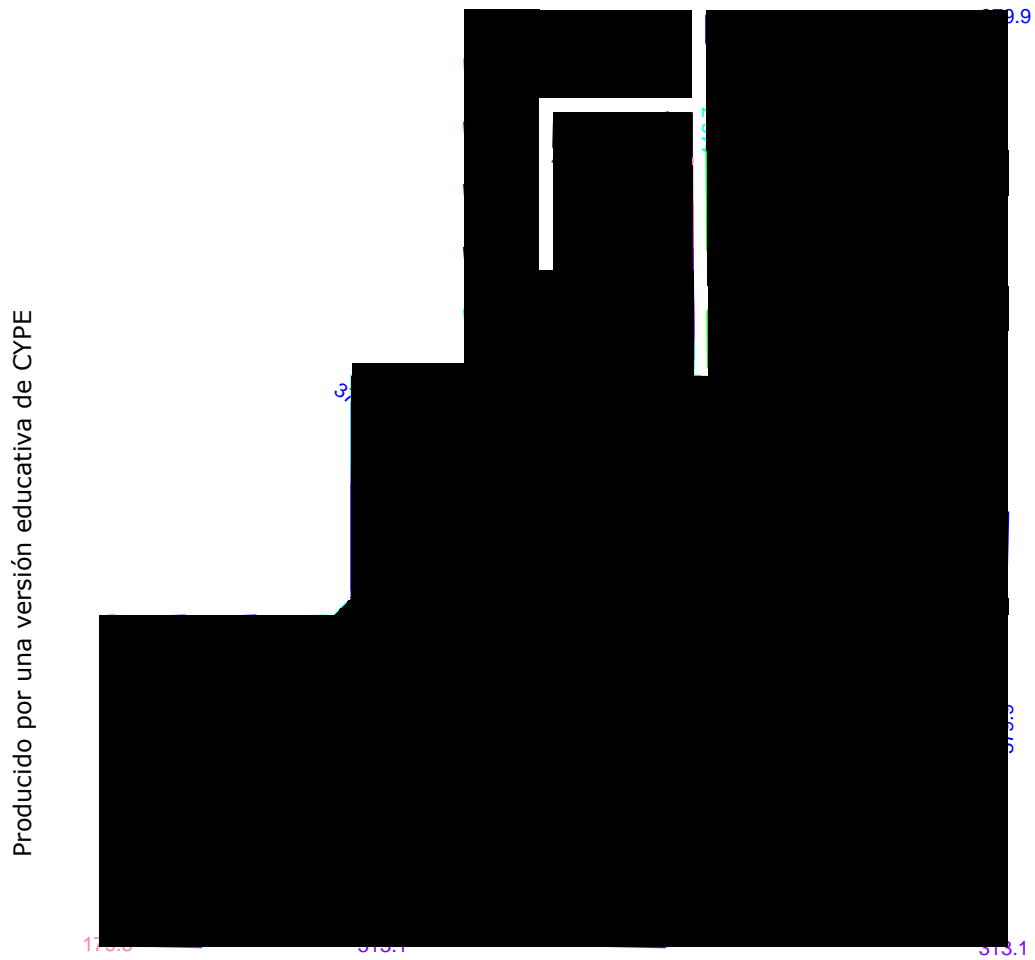


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



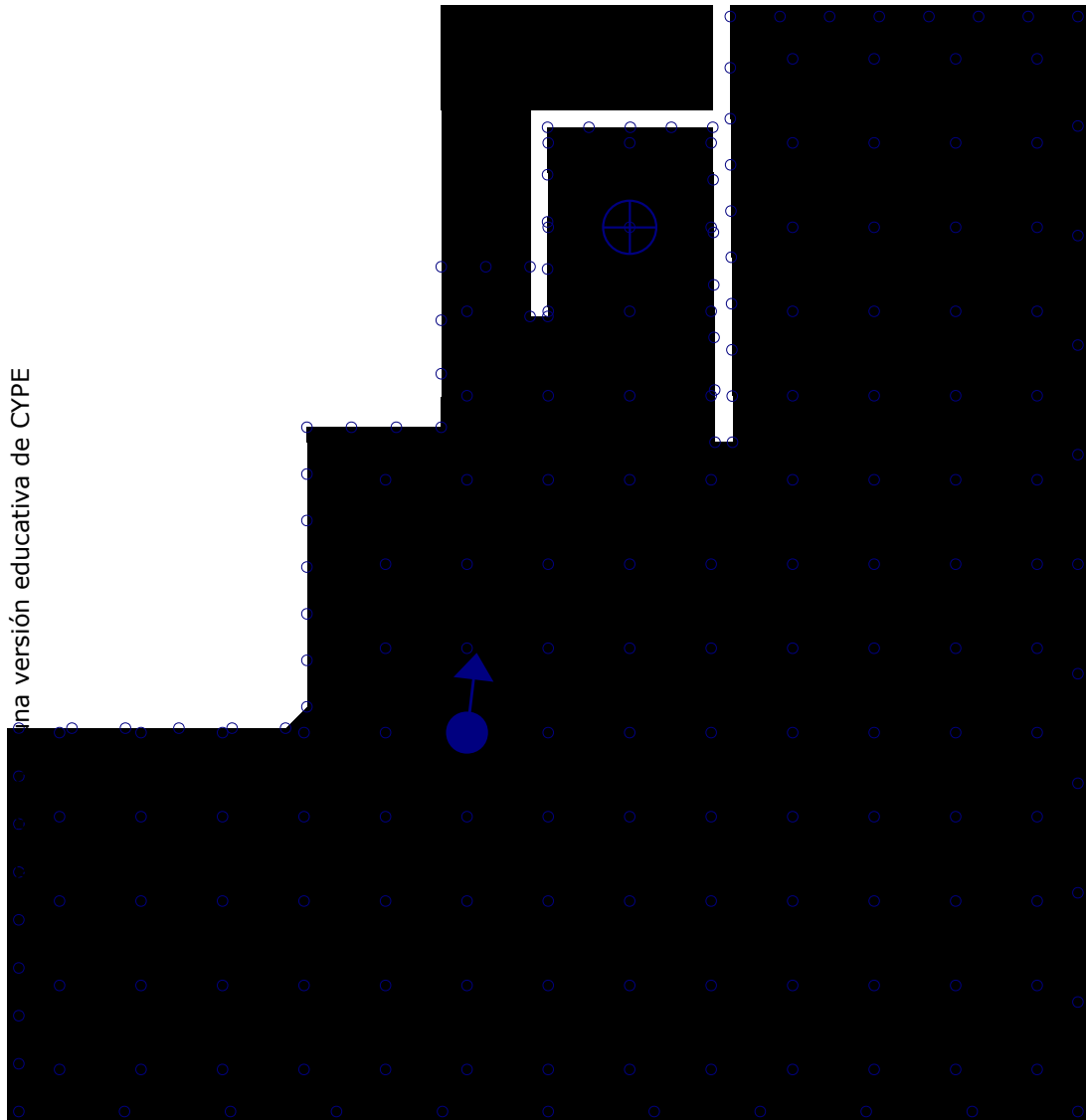


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (113.37 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 207)



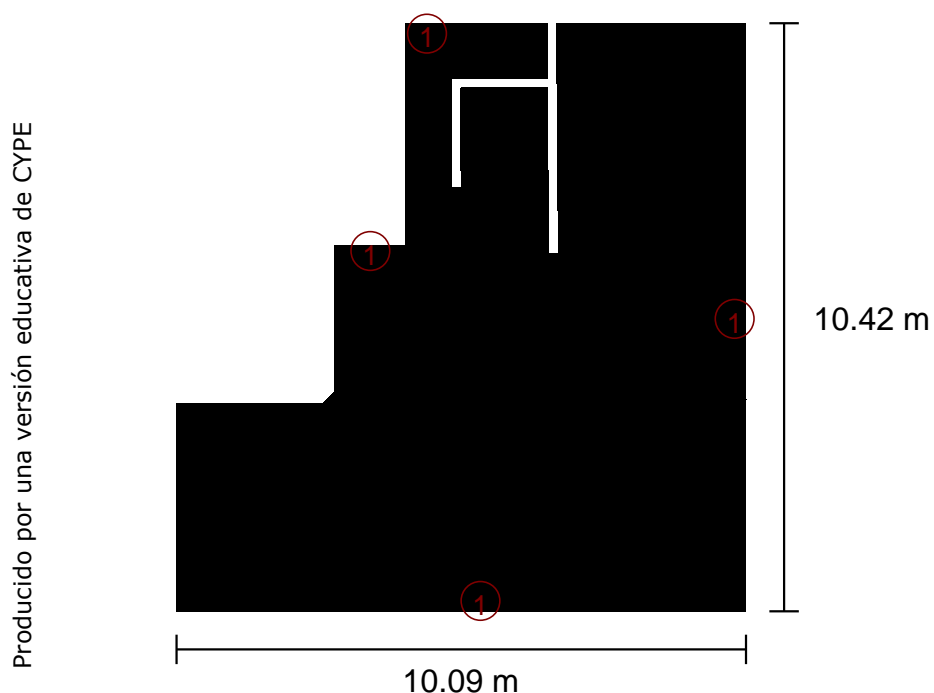
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias



Nº	Cantidad	Descripción
1	4	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.84 m

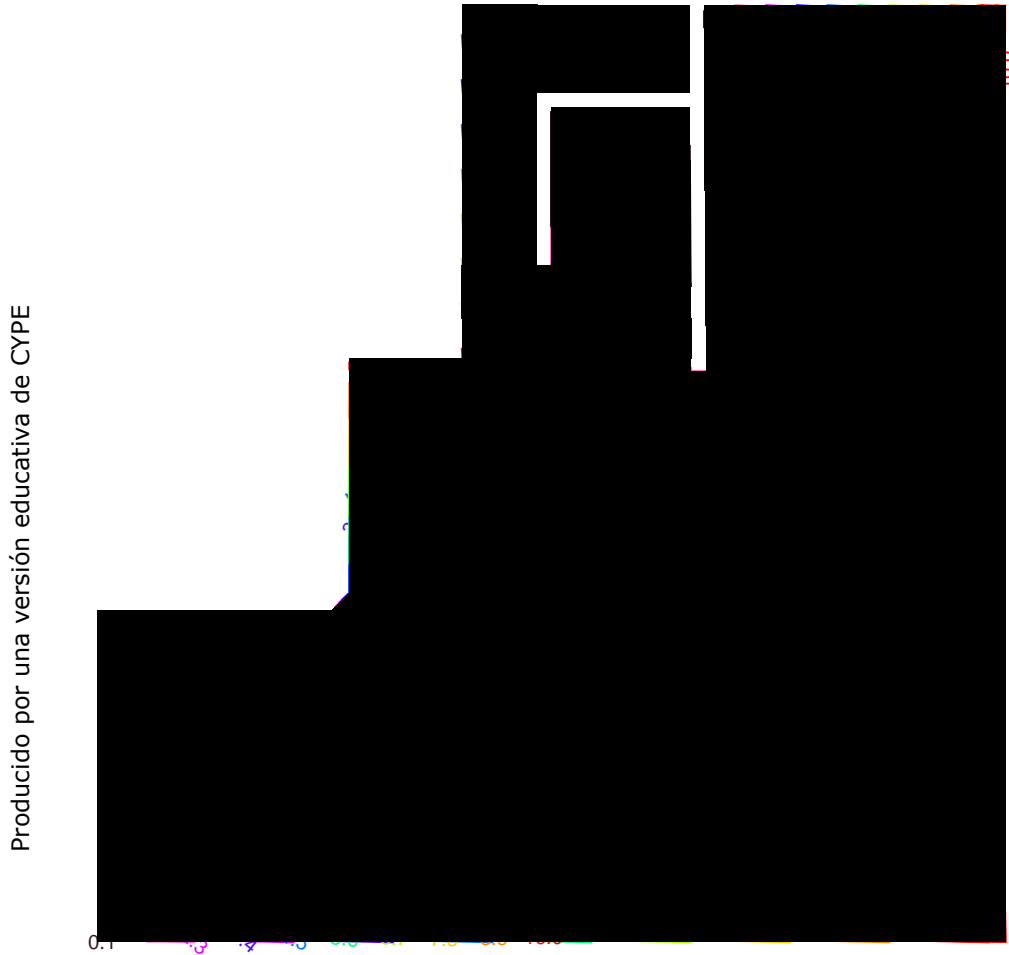


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia





Anejo de cálculo: Iluminación

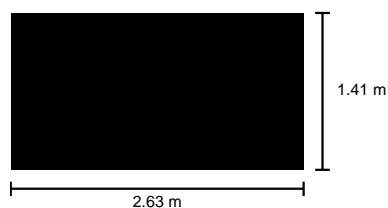
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Aseo P. baja 1 (Aseo de planta)	Planta:	Planta baja
Superficie:	3.7 m ²	Altura libre:	3.16 m Volumen: 11.7 m ³

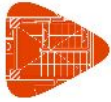
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.35
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias



tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	15	99	2 x 3.0
						Total = 6.0 W

Producción por una versión educativa de CYPE



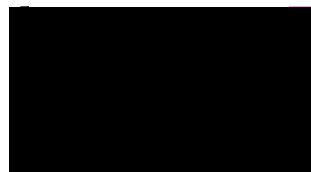
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

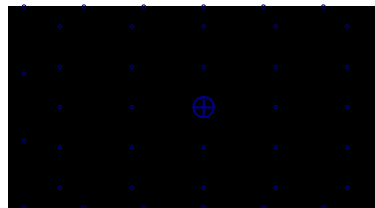
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	44.81 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	119.60 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	1.30 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	1.61 W/m ²
Factor de uniformidad:	37.47 %

Valores calculados de iluminancia



Producido por una versión educativa de CYPE

Posición de los valores pésimos calculados



Iluminancia mínima (44.81 lux)

Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 43)



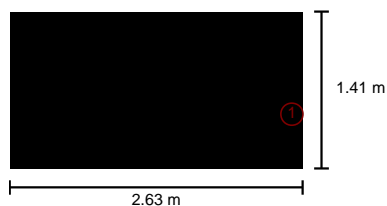
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias



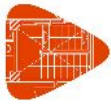
No	Cantidad	Descripción
	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Luminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Luminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.75 m

Valores calculados de iluminancia



Producción por versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

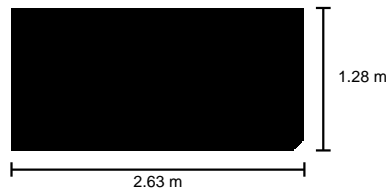
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Aseo P. baja 2 (Aseo de planta)	Planta:	Planta baja
Superficie:	3.4 m ²	Altura libre:	3.16 m Volumen: 10.6 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.33
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	15	99	2 x 3.0
						Total = 6.0 W

Producción por una versión educativa de CYPE



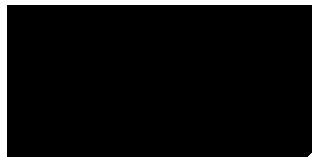
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

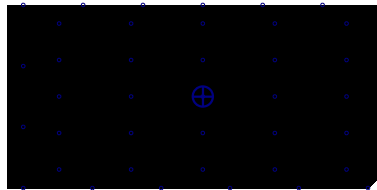
Fecha: 17/07/16

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	26.58 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	115.26 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	1.50 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	1.78 W/m ²
Factor de uniformidad:	23.06 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



Iluminancia mínima (26.58 lux)
Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 43)

Producción por una versión educativa de CYPE



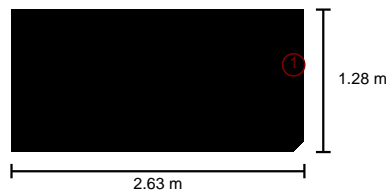
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias



Procedimiento de actualización de CYPE

No	Cantidad	Descripción
	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.75 m

Valores calculados de iluminancia





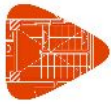
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Sala de reuniones (Oficinas)	Planta:	Planta baja
Superficie:	12.8 m ²	Altura libre:	3.16 m Volumen: 40.6 m ³

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

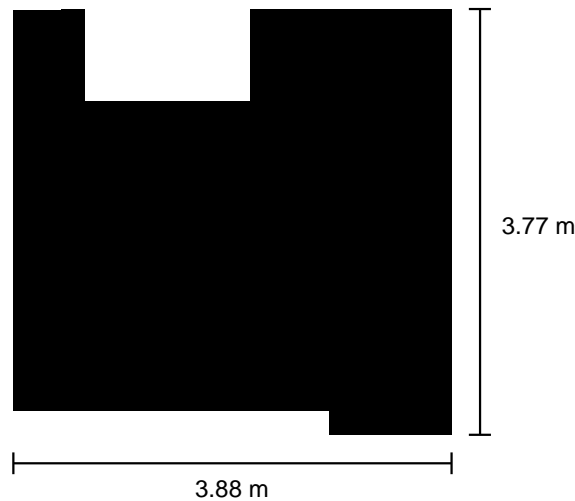
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.94
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias

Producido por una versión educativa de CYPE



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	6	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	5	99	6 x 3.0
						Total = 18.0 W



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	5.69 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	105.77 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	1.30 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	1.40 W/m ²
Factor de uniformidad:	5.38 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE



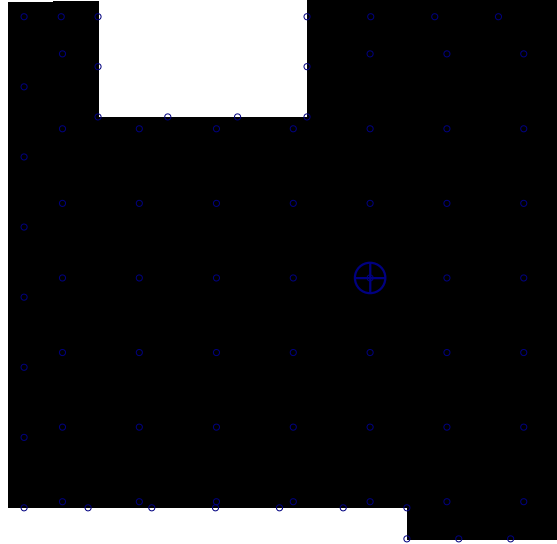


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Posición de los valores pésimos calculados



Producido por una versión educativa de CYPE

Iluminancia mínima (5.69 lux)

Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 84)



Anejo de cálculo: Iluminación

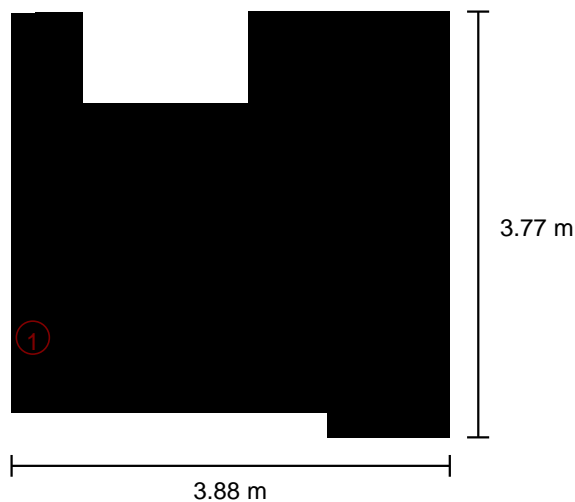
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

Producción por una versión educativa de CYPE



Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.75 m

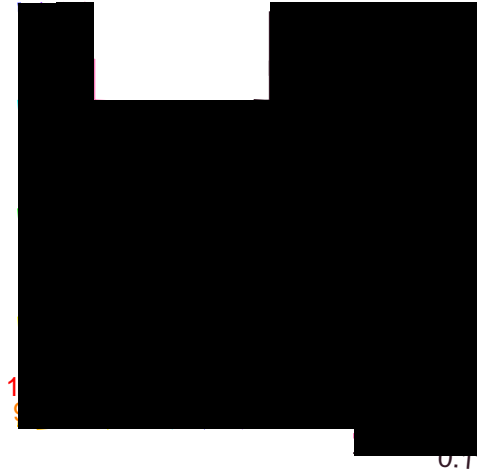


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

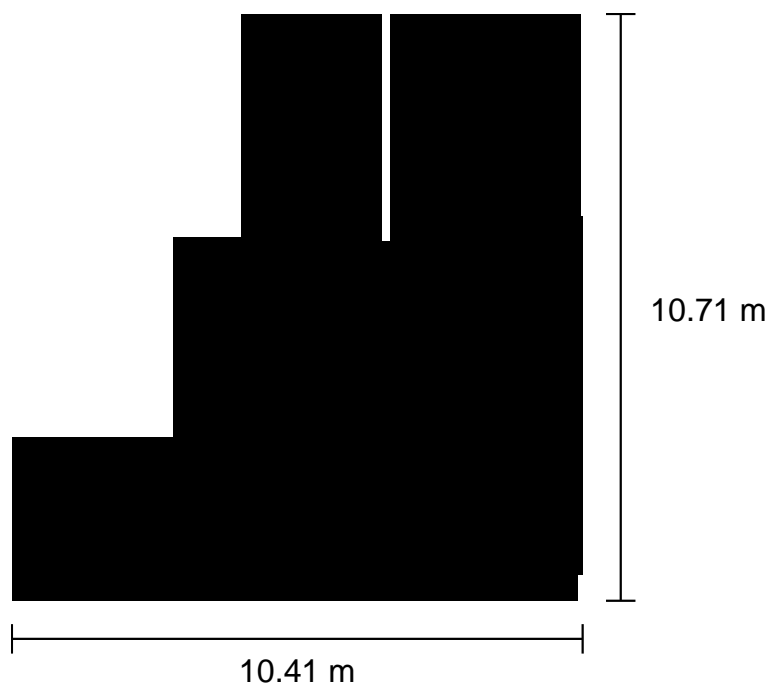
Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Zona común (Oficinas)	Planta:	Planta 1
Superficie:	82.8 m ²	Altura libre:	3.19 m
		Volumen:	263.9 m ³

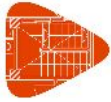
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	2.04
Número mínimo de puntos de cálculo:	16

Producido por una versión educativa de

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
------	----------	-------------	---------------------------	-------------------	-----------------	--------------------



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

1	4	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	7	99	4 x 3.0
2	17	Luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W, modelo OD-3441 3x18W HF C/P TL "ODEL-LUX"	4050	4	71	17 x 66.0
						Total = 1134.0 W

Valores de cálculo obtenidos	
Iuminancia mínima:	296.03 lux
Iuminancia media horizontal mantenida:	615.78 lux
ndice de deslumbramiento unificado (UGR):	15.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.20 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	13.69 W/m ²
Factor de uniformidad:	48.07 %



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



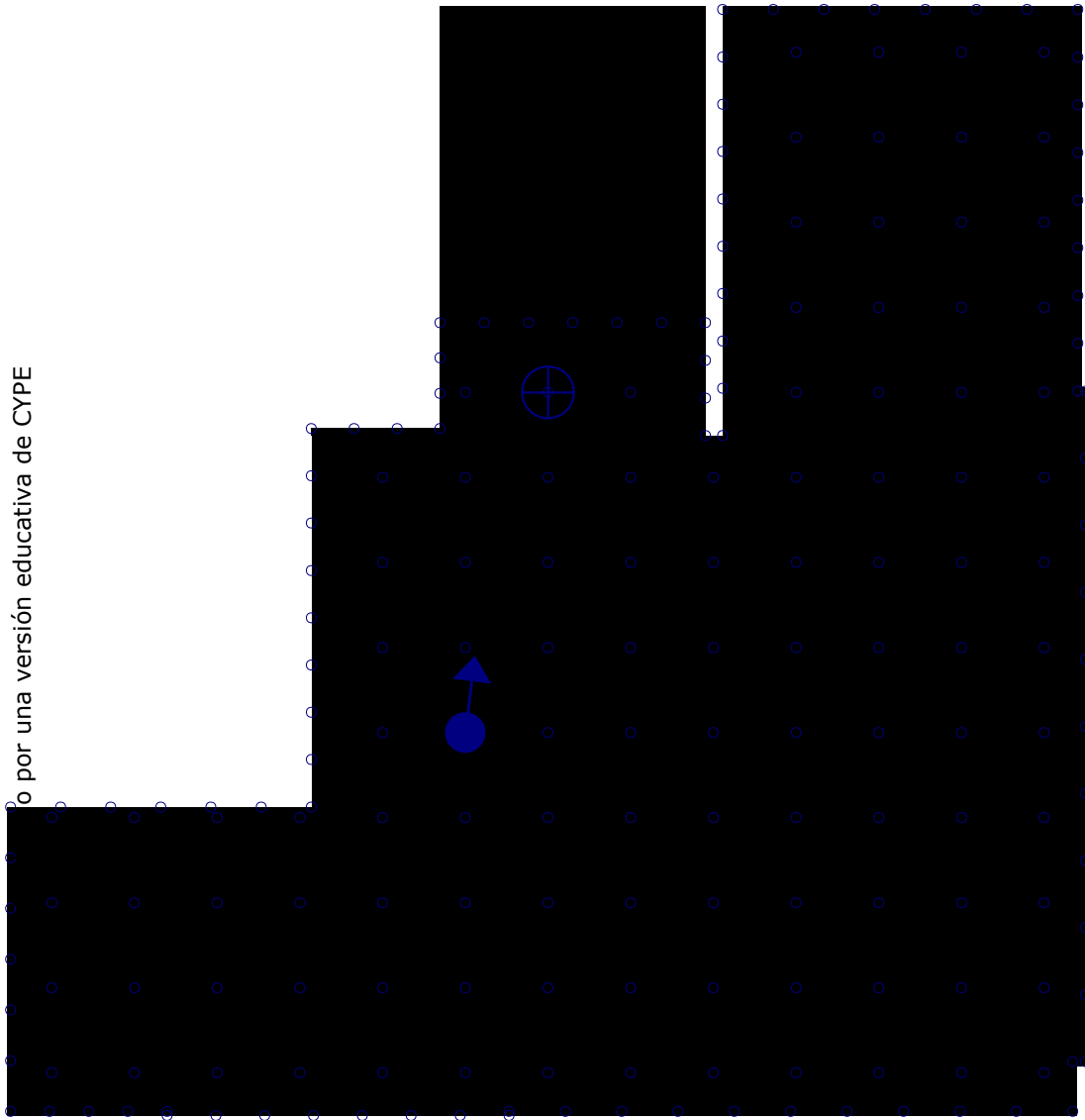


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Posición de los valores pésimos calculados



o por una versión educativa de CYPE

- ⊕ Iluminancia mínima (296.03 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 207)



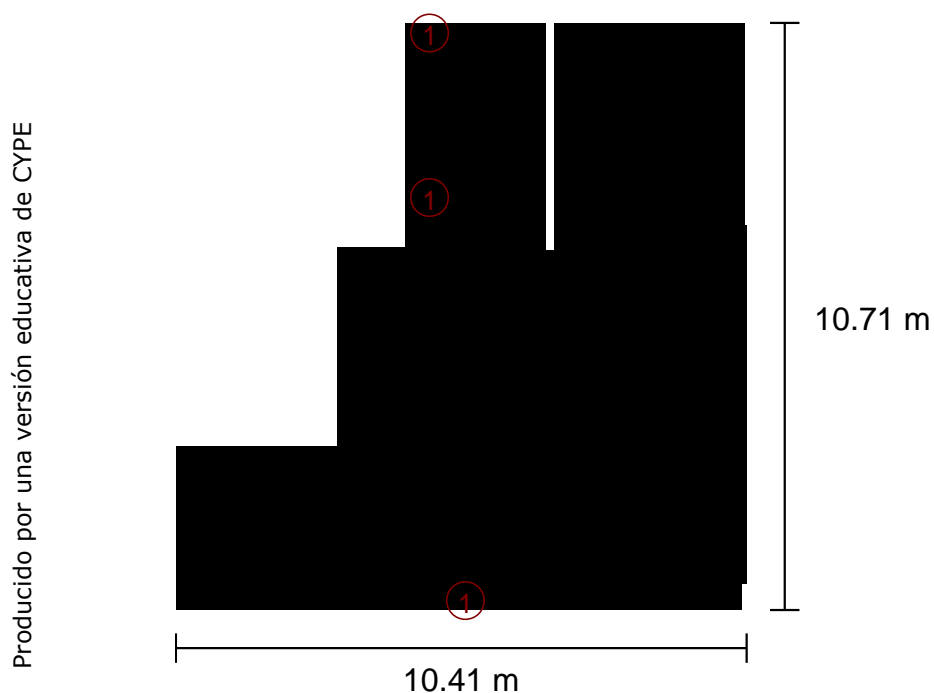
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias



Nº	Cantidad	Descripción
1	3	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.84 m



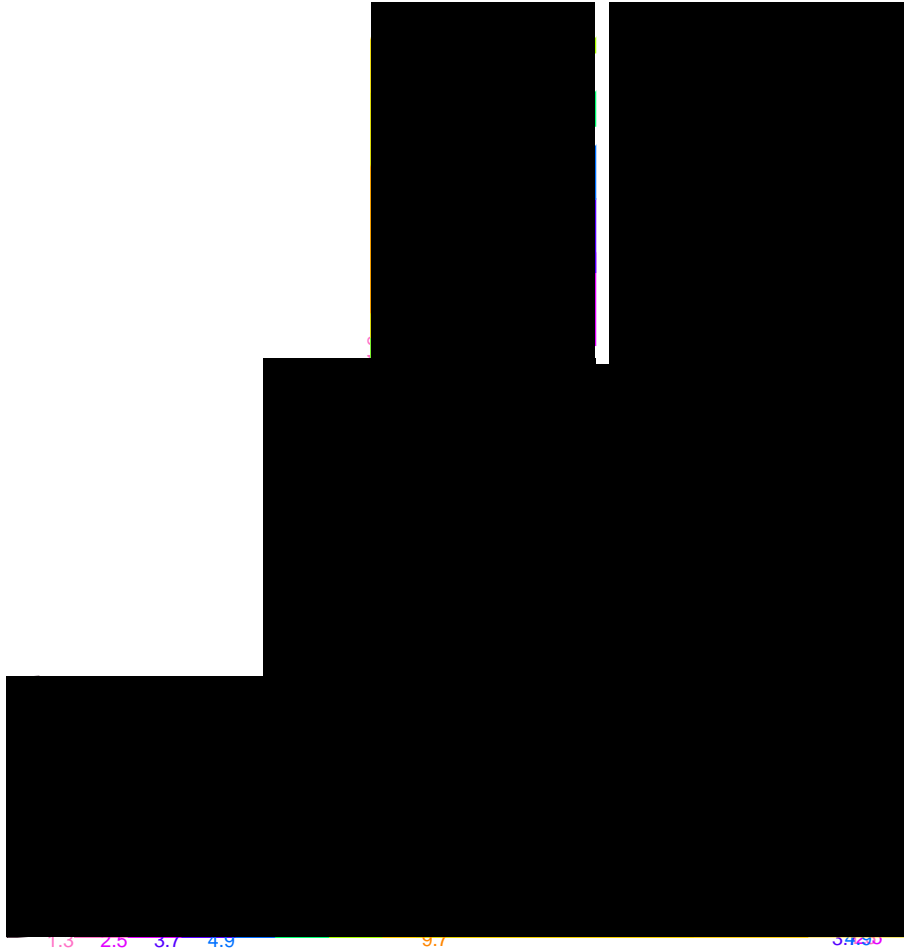
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE





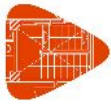
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Sala de reuniones (Oficinas)	Planta:	Planta 1
Superficie:	13.3 m ²	Altura libre:	3.16 m Volumen: 42.1 m ³

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

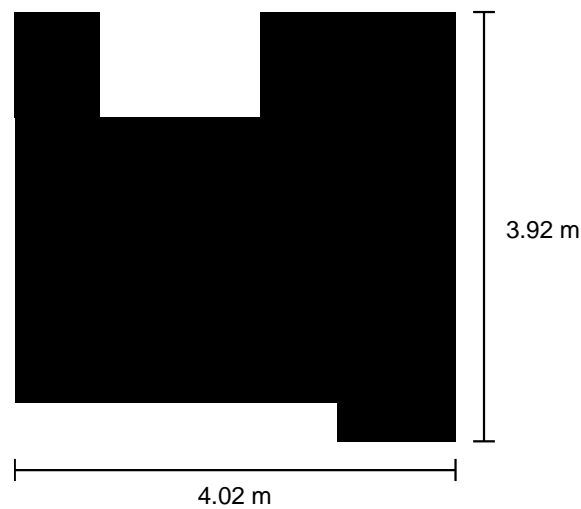
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.93
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias

Producido por una versión educativa de CYPE



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
2	4	Luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W, modelo OD-3441 3x18W HF C/P TL "ODEL-LUX"	4050	15	71	4 x 66.0
						Total = 264.0 W



Anejo de cálculo: Iluminación

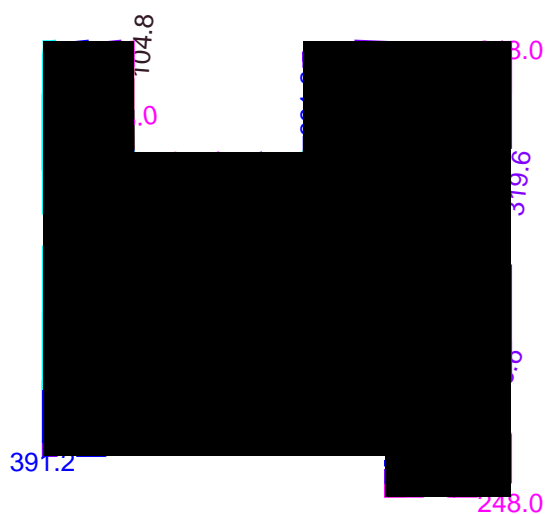
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	484.97 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	654.82 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	14.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	3.00 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	19.84 W/m ²
Factor de uniformidad:	74.06 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE



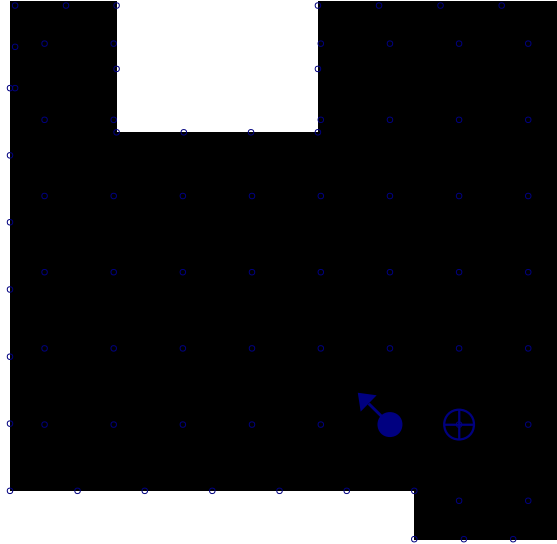


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Posición de los valores pésimos calculados



Producido por una versión educativa de CYPE

Iluminancia mínima (484.97 lux)

Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 14.00)

Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 86)



Anejo de cálculo: Iluminación

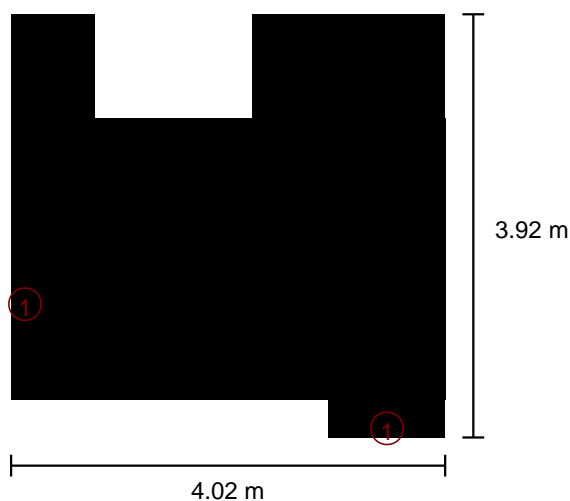
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

Producción por una versión educativa de CYPE



No	Cantidad	Descripción
	2	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.75 m

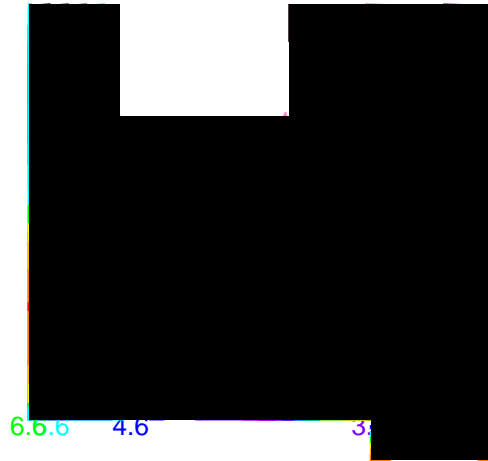


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



Producido por una versión educativa de CYPE



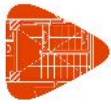
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Aseo P. 1ª 1 (Aseo de planta)	Planta:	Planta 1
Superficie:	2.8 m ²	Altura libre:	3.17 m Volumen: 8.7 m ³

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

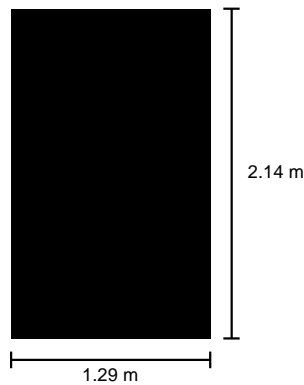
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.31
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias

Producto por una versión educativa de CYPE



Grupo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	15	99	2 x 3.0
Total = 6.0 W						



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

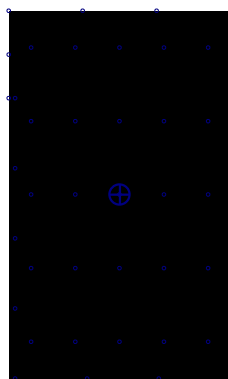
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	16.04 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	106.50 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.00 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	2.18 W/m ²
Factor de uniformidad:	15.06 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por una conversión educativa de CYPE

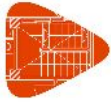


Posición de los valores pésimos calculados



⊕ Iluminancia mínima (16.04 lux)

○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 43)



Anejo de cálculo: Iluminación

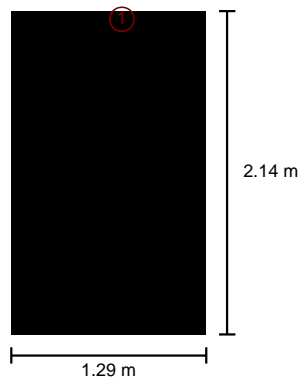
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

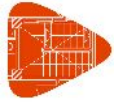
Disposición de las luminarias

No. de luminarias por una habitación



No	Cantidad	Descripción
	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.75 m



Anejo de cálculo: Iluminación

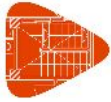
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Aseo P. 1ª 2 (Aseo de planta)	Planta:	Planta 1
Superficie:	2.8 m ²	Altura libre:	3.16 m Volumen: 8.9 m ³

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

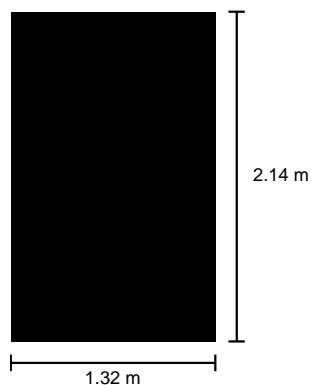
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

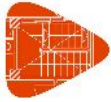
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.31
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias

Producto por una versión educativa de CYPE



tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	15	99	2 x 3.0
						Total = 6.0 W



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

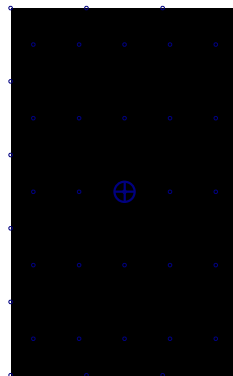
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	16.02 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	105.11 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.00 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	2.12 W/m ²
Factor de uniformidad:	15.24 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por un conversión educativa de CYPE



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (16.02 lux)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 41)



Anejo de cálculo: Iluminación

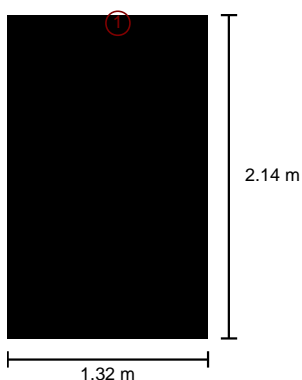
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

Resolución educativa de CYPE



No	Cantidad	Descripción
	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.75 m

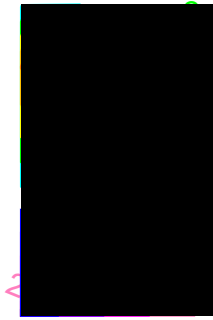


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

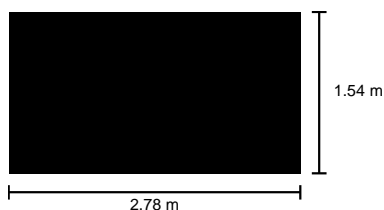
Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Sala limpieza (Aseo de planta)	Planta:	Planta 1
Superficie:	4.3 m ²	Altura libre:	3.16 m Volumen: 13.5 m ³

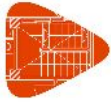
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.38
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Producción por una versión educativa de

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	15	99	2 x 3.0
						Total = 6.0 W



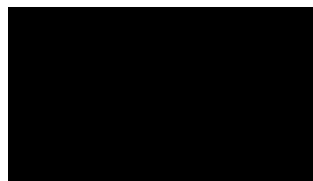
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

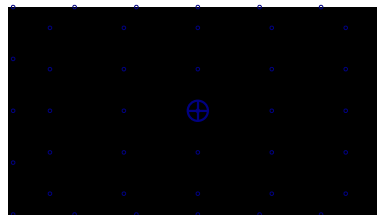
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	22.18 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	108.82 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	1.20 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	1.41 W/m ²
Factor de uniformidad:	20.39 %

Valores calculados de iluminancia



Procedido por una versión educativa de CYPE

Posición de los valores pésimos calculados



Iluminancia mínima (22.18 lux)

Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 45)



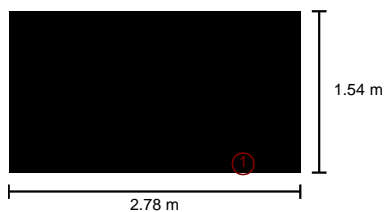
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

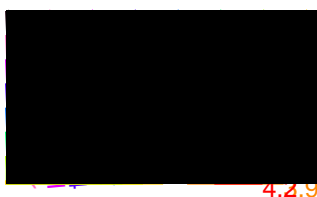
Disposición de las luminarias



No	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.75 m

Valores calculados de iluminancia





Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

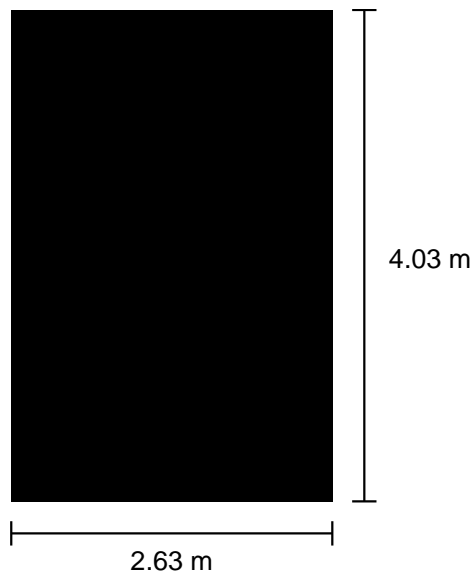
Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Sala de lectura P. 1ª (Oficinas)	Planta:	Planta 1
Superficie:	10.6 m ²	Altura libre:	3.35 m
		Volumen:	35.5 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.99
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Producido por una versión educativa de

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
------	----------	-------------	---------------------------	-------------------	-----------------	--------------------



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

2	3	Luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W, modelo OD-3441 3x18W HF C/P TL "ODEL-LUX"	4050	20	71	3 x 66.0
						Total = 198.0 W

Valores de cálculo obtenidos	
Luminancia mínima:	508.95 lux
Luminancia media horizontal mantenida:	660.67 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	14.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.80 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	18.69 W/m ²
Factor de uniformidad:	77.04 %

Producido por una visión
 Valores calculados de iluminancia



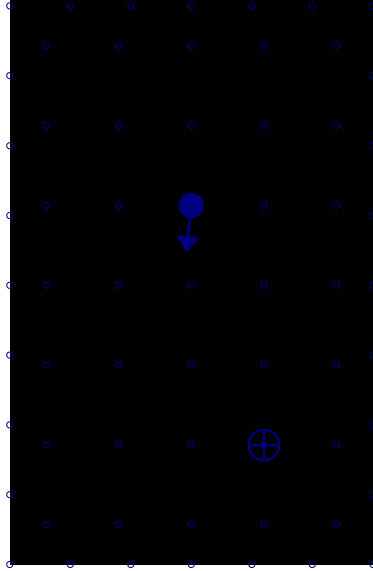


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Posición de los valores pésimos calculados



Producido por una versión educativa de CYPE

Iluminancia mínima (508.95 lux)

Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 14.00)

Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 63)



Anejo de cálculo: Iluminación

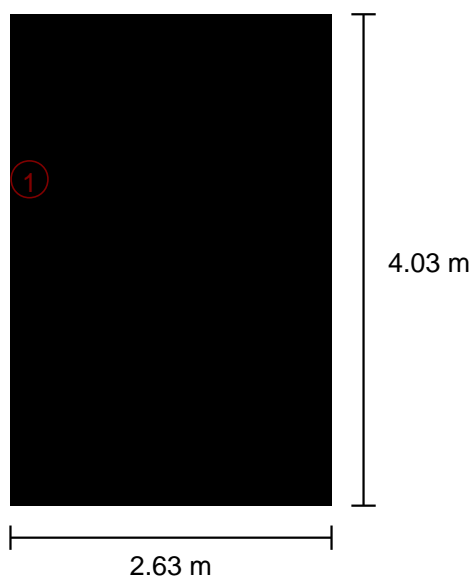
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

Procedido por una versión educativa de CYPE



No	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.75 m

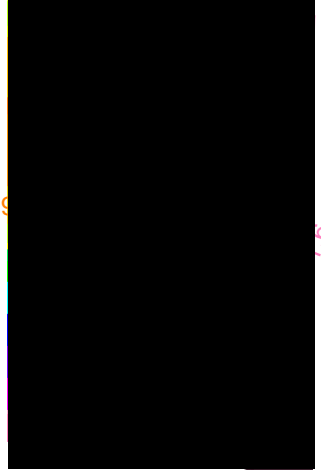


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

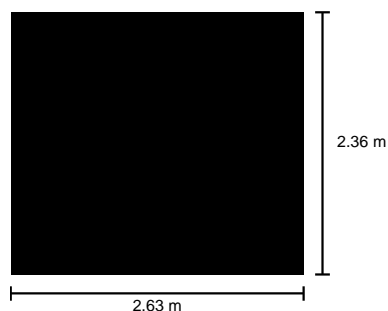
Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	Archivo (Oficinas)	Planta:	Planta 1
Superficie:	6.2 m ²	Altura libre:	3.36 m
		Volumen:	20.8 m ³

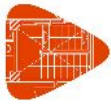
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.77
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Producido por una versión educativa de

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	3	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	10	99	3 x 3.0
						Total = 9.0 W



Anejo de cálculo: Iluminación

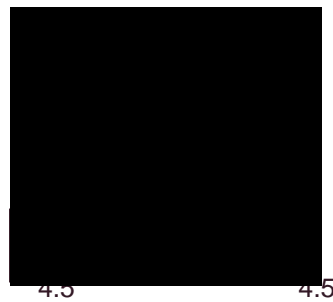
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

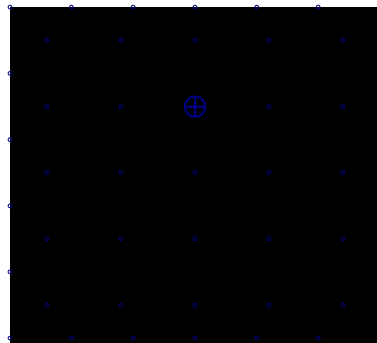
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	5.13 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	113.83 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	1.20 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	1.45 W/m ²
Factor de uniformidad:	4.50 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (5.13 lux)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 47)



Anejo de cálculo: Iluminación

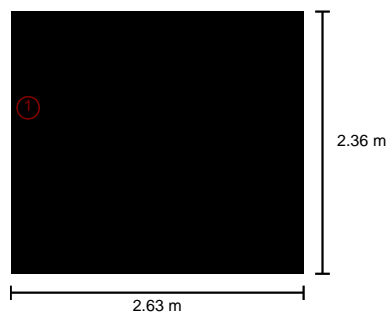
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

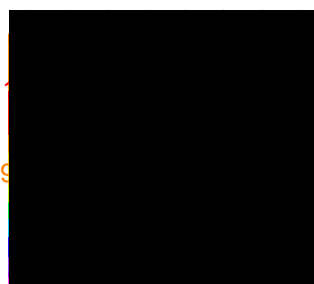
educativa de CYPE
por una versio
pro

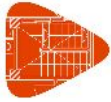


No	Cantidad	Descripción
	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.75 m

Valores calculados de iluminancia





Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	P. 2ª Sala de reuniones (Oficinas)	Planta:	Planta 2
Superficie:	10.5 m ²	Altura libre:	2.97 m Volumen: 31.3 m ³

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

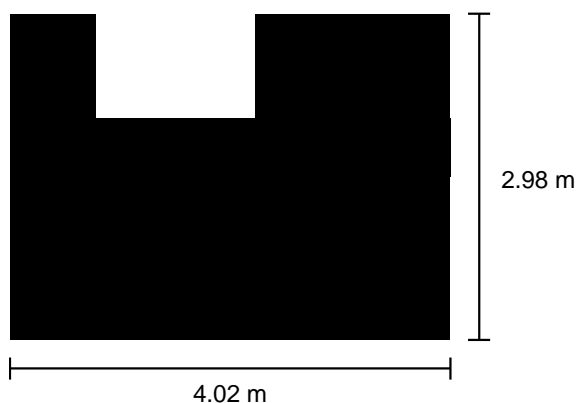
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

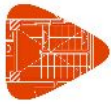
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.82
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias

Producido por una versión educativa de CYPE



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
2	3	Luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W, modelo OD-3441 3x18W HF C/P TL "ODEL-LUX"	4050	20	71	3 x 66.0
Total = 198.0 W						



Anejo de cálculo: Iluminación

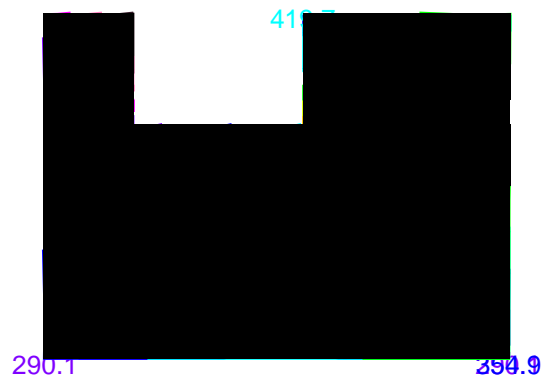
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

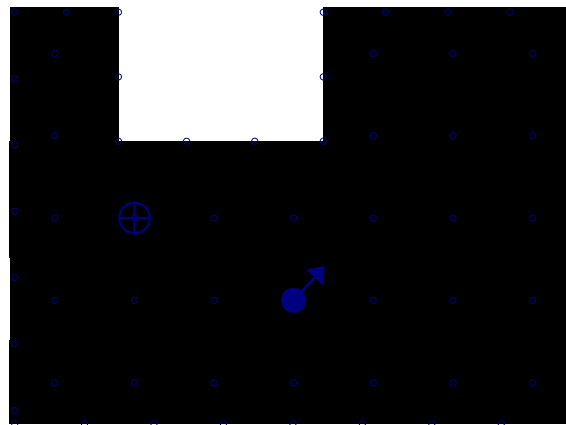
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	470.12 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	615.77 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	14.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	3.00 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	18.79 W/m ²
Factor de uniformidad:	76.35 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (470.12 lux)
- ➡ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 14.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 63)



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias



Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	3.44 m



Anejo de cálculo: Iluminación

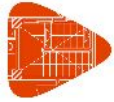
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



Producido por una versión educativa de CYPE



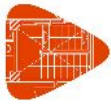
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	P. 2ª Oficina técnico (Oficinas)	Planta:	Planta 2
Superficie:	10.6 m ²	Altura libre:	2.85 m Volumen: 30.2 m ³

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

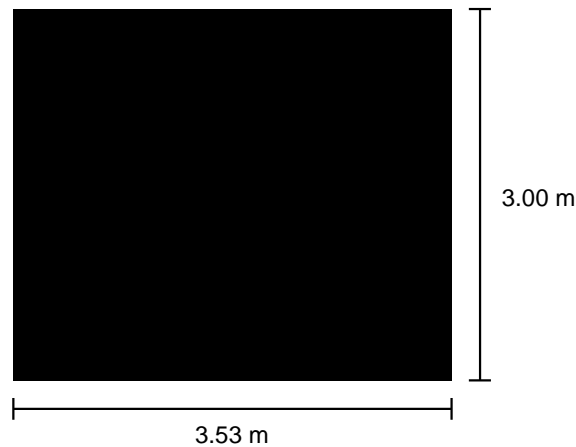
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	1.01
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

Producido por una versión educativa de CYPE



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
2	3	Luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W, modelo OD-3441 3x18W HF C/P TL "ODEL-LUX"	4050	20	71	3 x 66.0
						Total = 198.0 W



Anejo de cálculo: Iluminación

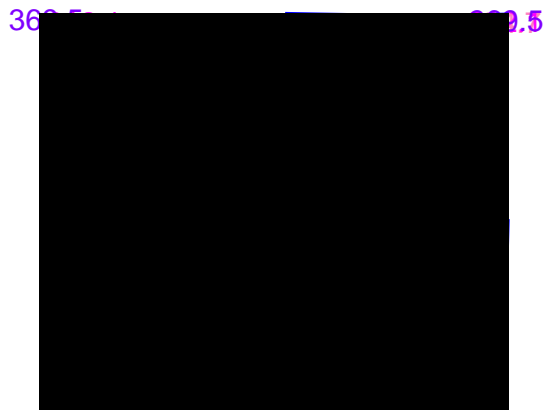
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	543.36 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	667.70 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	13.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.80 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	18.70 W/m ²
Factor de uniformidad:	81.38 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE



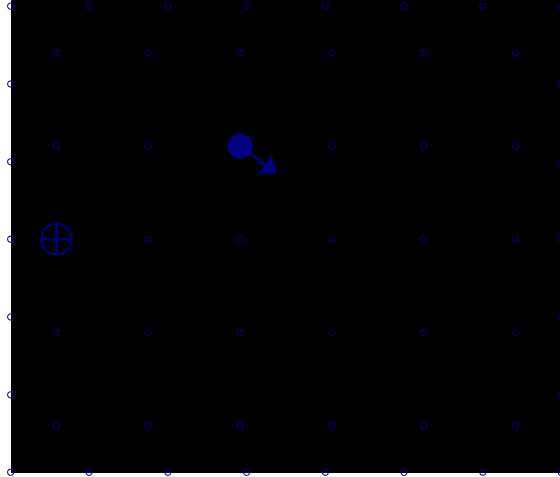


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Posición de los valores pésimos calculados



Producido por una versión educativa de CYPE

Iluminancia mínima (543.36 lux)

Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 13.00)

Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 56)



Anejo de cálculo: Iluminación

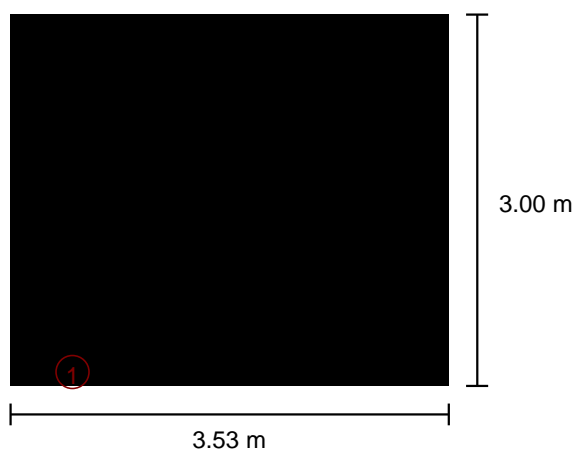
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

Producción de una versión educativa de CYPE



No	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	3.27 m



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



Producido por una versión educativa de CYPE



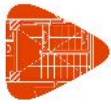
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	P. 2ª Oficina 1 (Oficinas)	Planta:	Planta 2
Superficie:	7.0 m ²	Altura libre:	2.40 m Volumen: 16.8 m ³

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

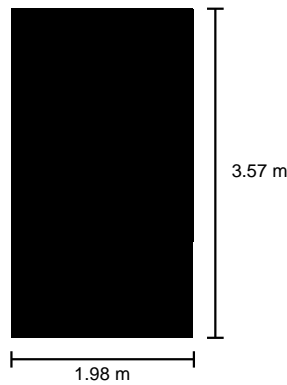
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.88
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias

Producto por una versión educativa de CYPE



Idioma	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	3	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	10	99	3 x 3.0
Total = 9.0 W						



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

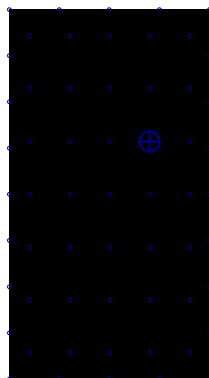
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	5.30 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	128.03 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	1.00 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	1.28 W/m ²
Factor de uniformidad:	4.14 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE

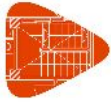


Posición de los valores pésimos calculados



⊕ Iluminancia mínima (5.30 lux)

○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 59)



Anejo de cálculo: Iluminación

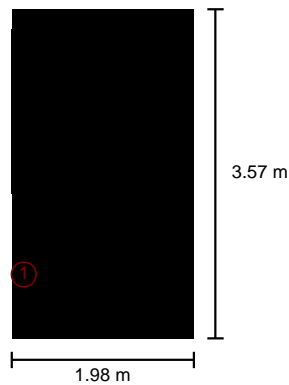
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

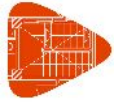
Disposición de las luminarias

versión educativa de CYPE



Nº	Cantidad	Descripción
	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iuminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iuminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.58 m

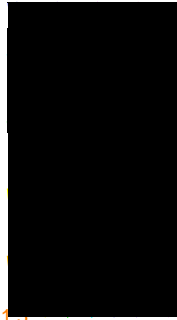


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

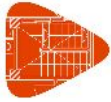
Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



11.5

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	P. 2ª Oficina 2 (Oficinas)	Planta:	Planta 2
Superficie:	7.5 m ²	Altura libre:	2.40 m Volumen: 18.0 m ³

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

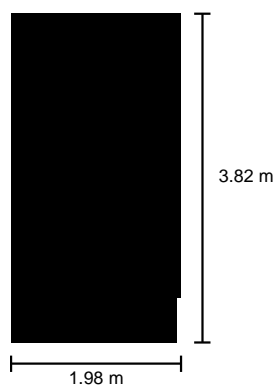
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

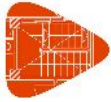
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.90
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias

Producto por una versión educativa de CYPE



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	3	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	10	99	3 x 3.0
						Total = 9.0 W



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

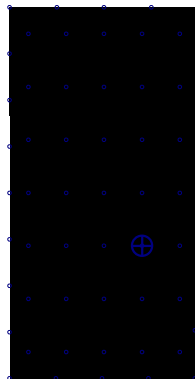
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	5.87 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	129.33 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	0.90 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	1.20 W/m ²
Factor de uniformidad:	4.54 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (5.87 lux)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 60)



Anejo de cálculo: Iluminación

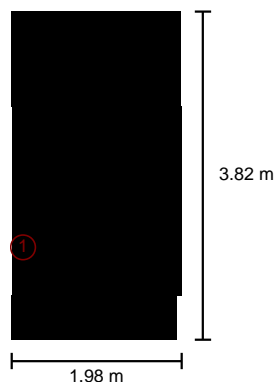
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

versión educativa de CYPE



No	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Illuminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Illuminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.58 m



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



Producido por una versión educativa de CYPE



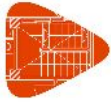
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	P. 2ª Oficina 3 (Oficinas)	Planta:	Planta 2
Superficie:	6.7 m ²	Altura libre:	2.40 m Volumen: 16.2 m ³

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

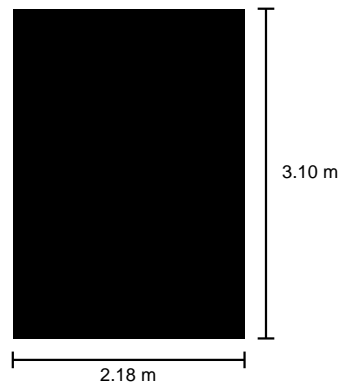
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	1.00
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

Producido por una versión educativa de CYPE



Grupo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	3	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	10	99	3 x 3.0
						Total = 9.0 W



Anejo de cálculo: Iluminación

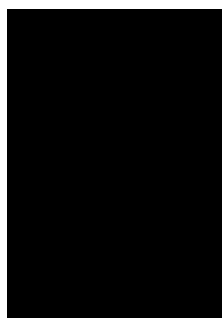
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

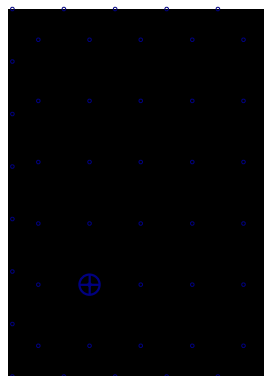
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	6.93 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	251.61 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	0.50 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	1.34 W/m ²
Factor de uniformidad:	2.75 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por una conversión educativa de CYPE

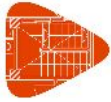


Posición de los valores pésimos calculados



⊕ Iluminancia mínima (6.93 lux)

○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 54)



Anejo de cálculo: Iluminación

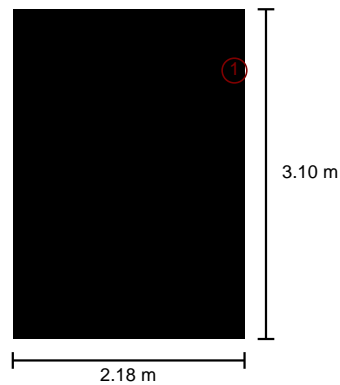
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

Procedido por una versión educativa de CYPE



Nº	Cantidad	Descripción
	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Illuminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Illuminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.66 m

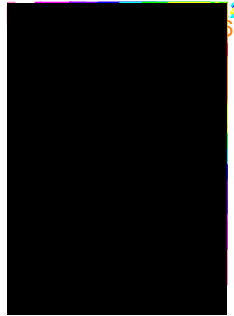


Anejo de cálculo: Iluminación

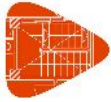
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia



Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO

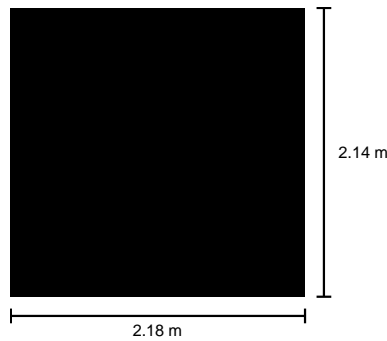
Referencia: P. 2ª Aseo 1 (Aseo de planta)	Planta: Planta 2
Superficie: 4.7 m ²	Altura libre: 2.40 m Volumen: 11.2 m ³

Alumbrado normal

Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.45
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Producido por una versión educativa de

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	4	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	7	99	4 x 3.0
Total = 12.0 W						



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	16.99 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	103.40 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.40 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	2.58 W/m ²
Factor de uniformidad:	16.44 %

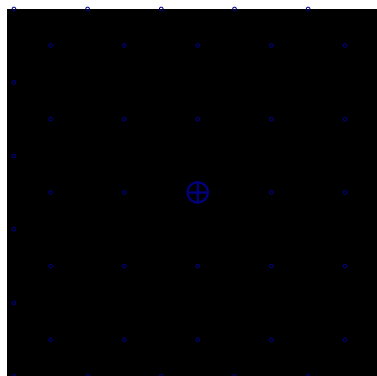
Valores calculados de iluminancia

Producido por una conversión educativa de CYPE



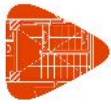
00.0

Posición de los valores pésimos calculados



⊕ Iluminancia mínima (16.99 lux)

○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 45)



Anejo de cálculo: Iluminación

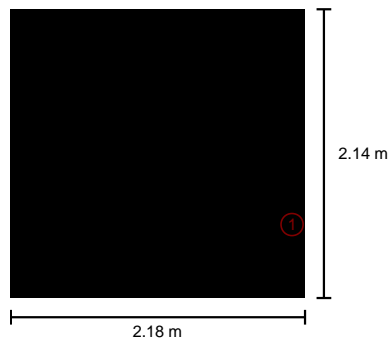
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

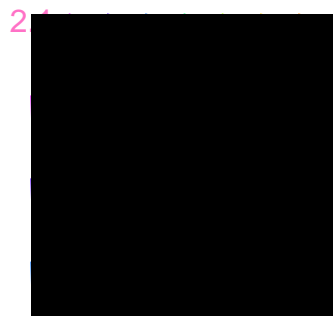
Proyecto de iluminación educativa de CYPE



No	Cantidad	Descripción
	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.66 m

Valores calculados de iluminancia





Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

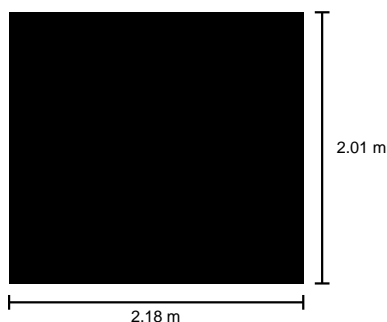
Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	P. 2ª Aseo 2 (Aseo de planta)	Planta:	Planta 2
Superficie:	4.4 m ²	Altura libre:	2.40 m
		Volumen:	10.5 m ³

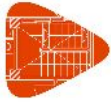
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.43
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Producido por una versión educativa de

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	4	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	7	99	4 x 3.0
						Total = 12.0 W



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

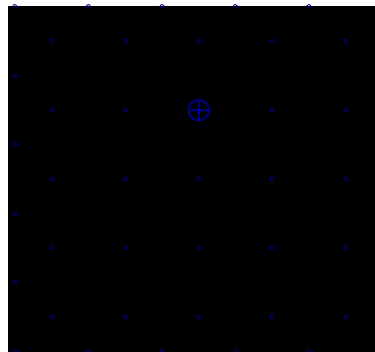
Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	19.66 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	113.16 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.40 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	2.75 W/m ²
Factor de uniformidad:	17.38 %

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (19.66 lux)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 45)



Anejo de cálculo: Iluminación

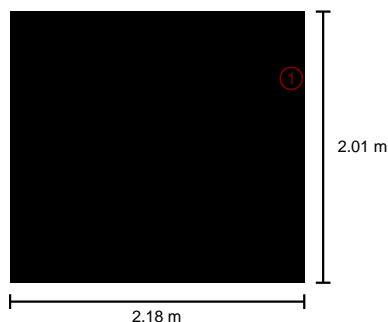
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias

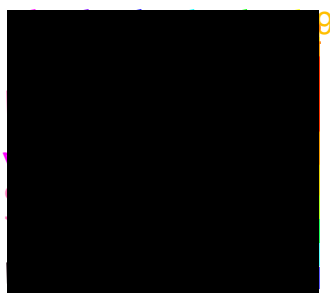
educativa de CYPE



No	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iuminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iuminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.66 m

Valores calculados de iluminancia





Anejo de cálculo: Iluminación

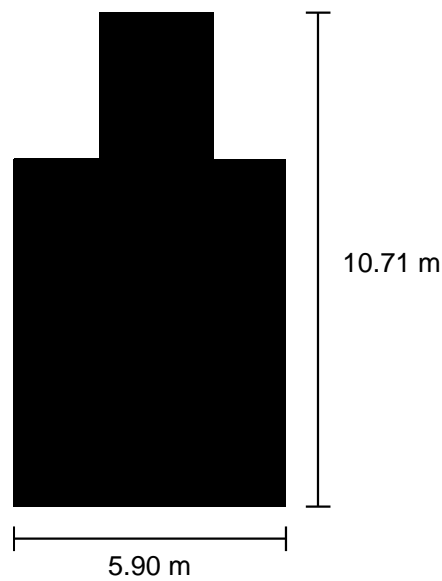
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

RECINTO			
Referencia:	P. 2ª - Zona común (Oficinas)	Planta:	Planta 2
Superficie:	52.4 m ²	Altura libre:	4.01 m Volumen: 210.4 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	1.96
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
------	----------	-------------	---------------------------	-------------------	-----------------	--------------------

Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

1	2	Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D"	89	15	99	2 x 3.0
2	12	Luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W, modelo OD-3441 3x18W HF C/P TL "ODEL-LUX"	4050	5	71	12 x 66.0
						Total = 798.0 W

versión educativa de CYPE

Valores de cálculo obtenidos	
Illuminancia mínima:	437.54 lux
Illuminancia media horizontal mantenida:	618.50 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	15.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	2.40 W/m ²
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	15.22 W/m ²
Factor de uniformidad:	70.74 %



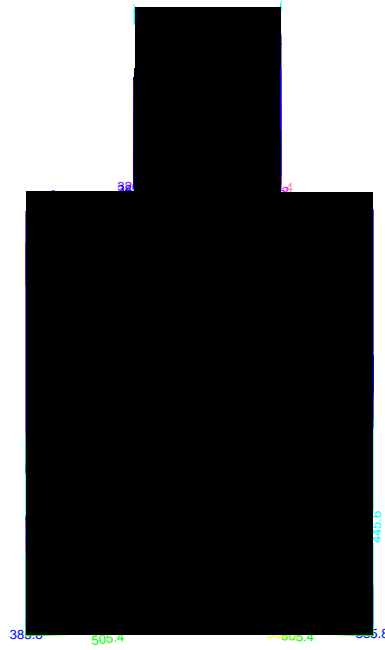
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE



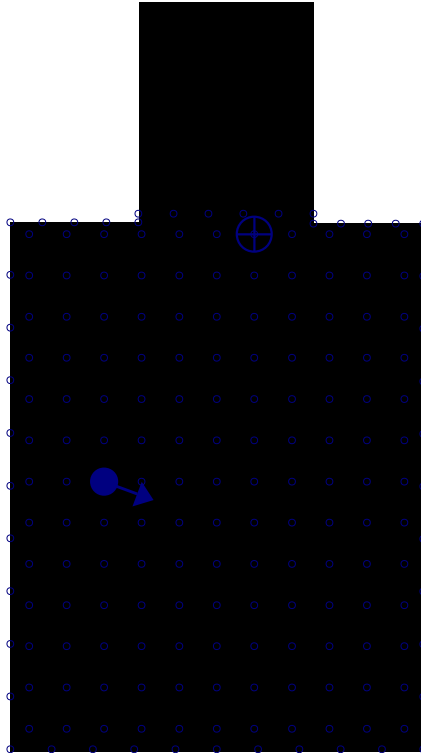


Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Posición de los valores pésimos calculados

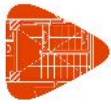


Producción por una versión educativa de CYPE

Iluminancia mínima (437.54 lux)

Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)

Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 188)



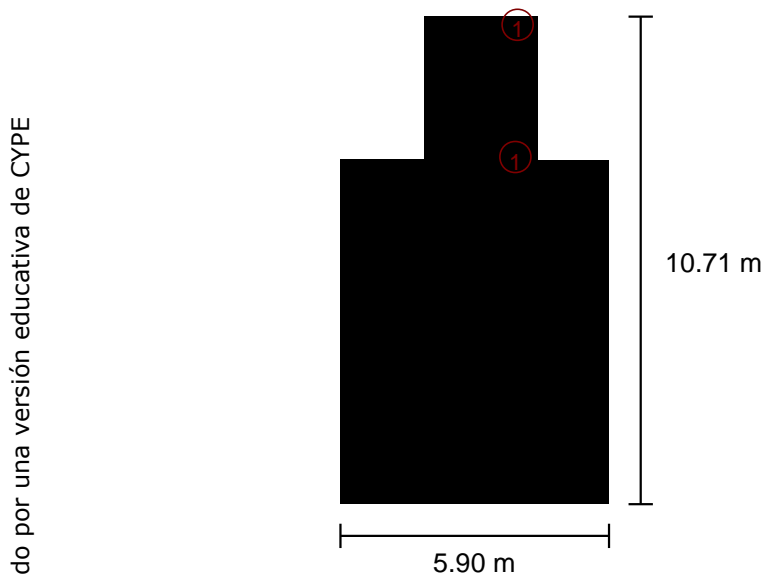
Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias



No	Cantidad	Descripción
1	2	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.00 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	100.00
Altura sobre el nivel del suelo:	4.00 m



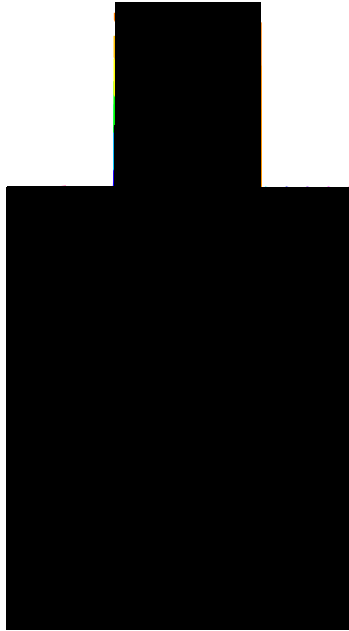
Anejo de cálculo: Iluminación

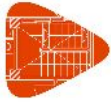
Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

Valores calculados de iluminancia

Producido por una versión educativa de CYPE





2.- CURVAS FOTOMÉTRICAS

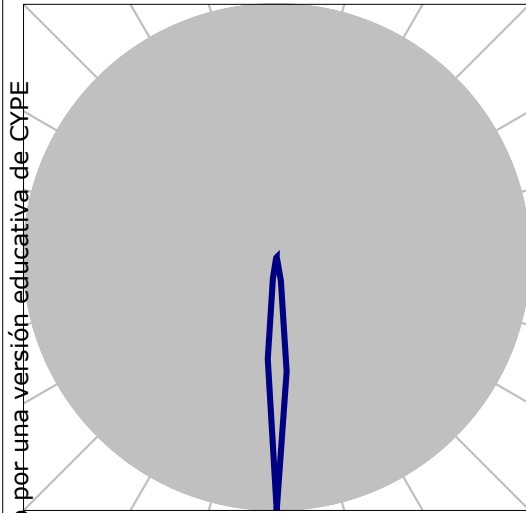
TIPOS DE LUMINARIA (Alumbrado normal)

Tipo 1

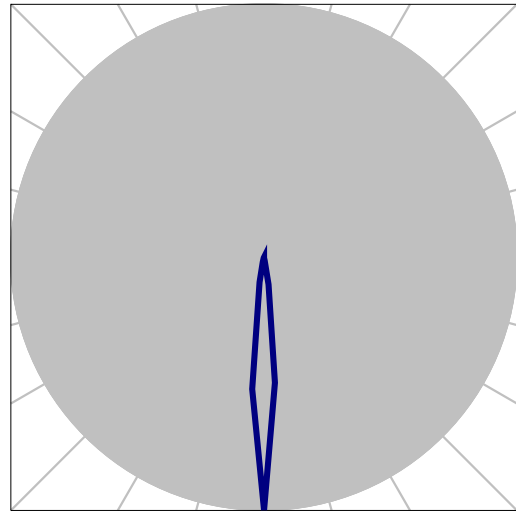
Luminaria de techo Downlight, de 81 mm de diámetro y 40 mm de altura, para 3 led de 1 W, modelo LD-DL/E-71 LED 3x1W "L&D" (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 65)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270



Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

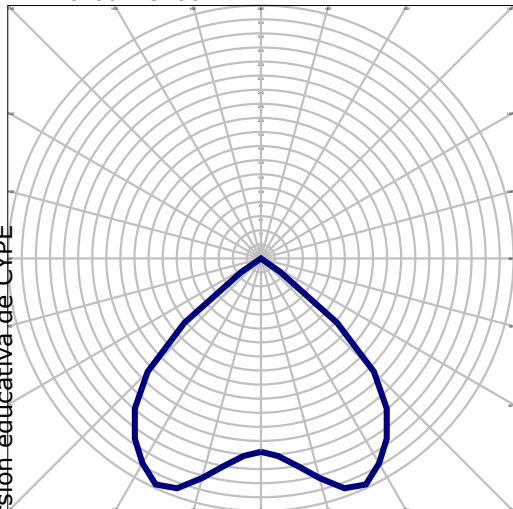
Fecha: 17/07/16

Tipo 2

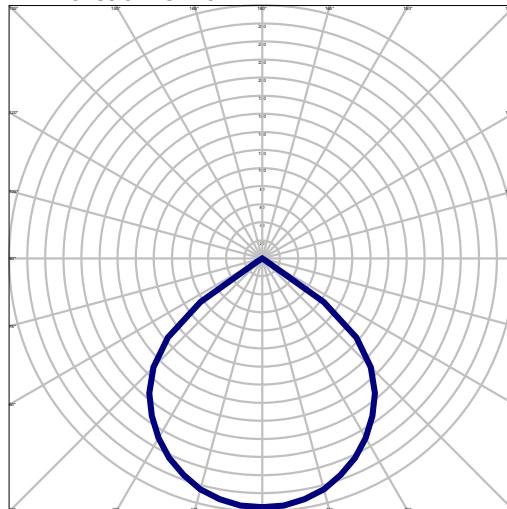
Luminaria de techo, de 597x597x85 mm, para 3 lámparas fluorescentes TL de 18 W, modelo OD-3441 3x18W HF C/P TL "ODEL-LUX" (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 73)

Curvas fotométricas

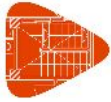
PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270



Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

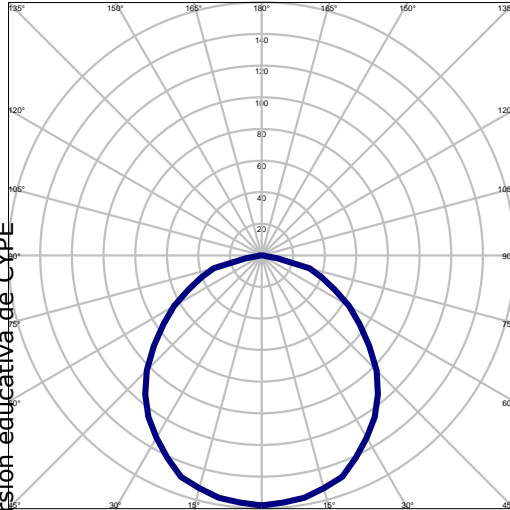
Fecha: 17/07/16

Tipo 3

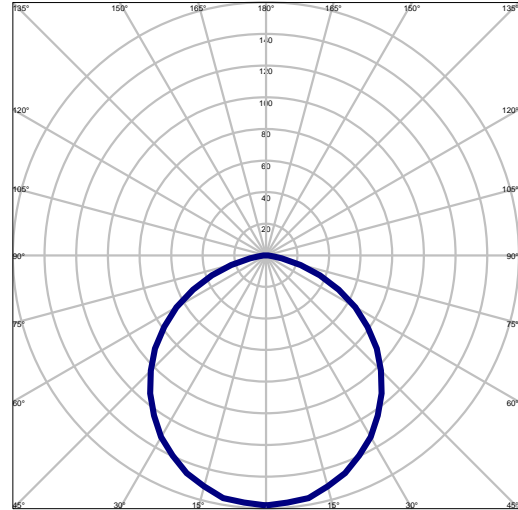
Luminaria suspendida para montaje individual, de 660x50x67 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 24 W, modelo Fil 1x24W T5 Difusor Opal "LAMP" (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 1)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270



Producido por una versión educativa de CYPE



Anejo de cálculo: Iluminación

Casa del Director 3

Fecha: 17/07/16

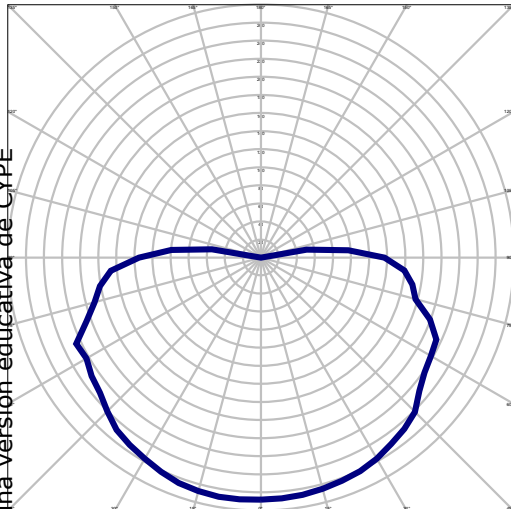
TIPOS DE LUMINARIA (Alumbrado de emergencia)

Tipo 1

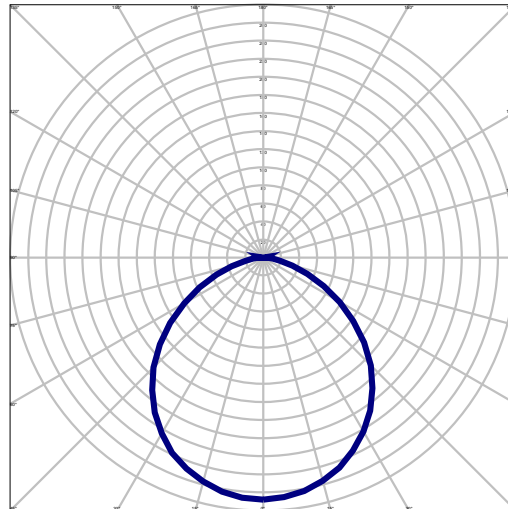
Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes
(Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 31)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270



Producido por una versión educativa de CYPE

**FICHA JUSTIFICATIVA: eficiencia energética de
las instalaciones de iluminación**

EXIGENCIA BÁSICA HE 3: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

INFORMACIÓN RELATIVA AL EDIFICIO

Tipo de uso: Pública concurrencia			
Potencia límite: 18.00 W/m ² (Para auditorios, teatros y cines el límite será 15 W/m ² .)			
Planta	Recinto	Superficie iluminada	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.

S(m ²)	P (W)
--------------------	-------

Sótano	Sala de ensayo (Oficinas)	79	858.00
Planta baja	Sala de exposiciones (Oficinas)	80	1197.00
Planta baja	Sala de reuniones (Oficinas)	13	18.00
Planta 1	Zona común (Oficinas)	83	1134.00
Planta 1	Sala de reuniones (Oficinas)	13	264.00
Planta 1	Sala de lectura P. 1ª (Oficinas)	11	198.00
Planta 1	Archivo (Oficinas)	6	9.00
Planta 2	P. 2ª Sala de reuniones (Oficinas)	11	198.00
Planta 2	P. 2ª Oficina técnico (Oficinas)	11	198.00
Planta 2	P. 2ª Oficina 1 (Oficinas)	7	9.00
Planta 2	P. 2ª Oficina 2 (Oficinas)	7	9.00
Planta 2	P. 2ª Oficina 3 (Oficinas)	7	9.00
Planta 2	P. 2ª - Zona común (Oficinas)	52	798.00
Sótano	Aseo sótano 1 (Aseo de planta)	2	6.00
Sótano	Aseo sótano 2 (Aseo de planta)	2	6.00
Planta baja	Aseo P. baja 1 (Aseo de planta)	4	6.00
Planta baja	Aseo P. baja 2 (Aseo de planta)	3	6.00
Planta 1	Aseo P. 1ª 1 (Aseo de planta)	3	6.00
Planta 1	Aseo P. 1ª 2 (Aseo de planta)	3	6.00
Planta 1	Sala limpieza (Aseo de planta)	4	6.00
Planta 2	P. 2ª Aseo 1 (Aseo de planta)	5	12.00
Planta 2	P. 2ª Aseo 2 (Aseo de planta)	4	12.00
Sótano	Sala de Clima (Sala de máquinas)	14	33.60
Sótano	Caja de escalera (Zona de circulación)	5	42.00
TOTAL		428	5040.60
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada: P_{tot}/S_{tot} (W/m ²): 11.77			

INFORMACIÓN RELATIVA A LAS ZONAS

EXIGENCIA BÁSICA HE 3: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

Administrativo en general												
VEEI máximo admisible: 3.00 W/m ²												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas	Coefficiente de transmisión luminosa del vidrio de las ventanas del local	Ángulo de sombra

		K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra	T	q (°)
Sótano	Sala de ensayo (Oficinas)	2	101	0.80	858.00	0.57	2.20	491.22	14.0	85.0	0.00	0.0
Planta baja	Sala de exposiciones (Oficinas)	2	97	0.80	1197.00	0.52	2.40	616.62	15.0	85.0	0.00	0.0
Planta baja	Sala de reuniones (Oficinas)	1	21	0.80	18.00	5.88	1.30	105.77	0.0	85.0	0.00	0.0
Planta 1	Zona común (Oficinas)	2	76	0.80	1134.00	0.54	2.20	615.78	15.0	85.0	0.02	0.0
Planta 1	Sala de reuniones (Oficinas)	1	27	0.80	264.00	2.48	3.00	654.82	14.0	85.0	0.01	0.0
Planta 1	Sala de lectura P. 1ª (Oficinas)	1	16	0.80	198.00	3.34	2.80	660.67	14.0	85.0	0.01	0.0
Planta 1	Archivo (Oficinas)	1	10	0.80	9.00	12.65	1.20	113.83	0.0	85.0	0.01	0.0
Planta 2	P. 2ª Sala de reuniones (Oficinas)	1	16	0.80	198.00	3.11	3.00	615.77	14.0	85.0	0.02	0.0
Planta 2	P. 2ª Oficina técnico (Oficinas)	1	13	0.80	198.00	3.37	2.80	667.70	13.0	85.0	0.02	0.0
Planta 2	P. 2ª Oficina 1 (Oficinas)	1	15	0.80	9.00	14.23	1.00	128.03	0.0	85.0	0.00	0.0
Planta 2	P. 2ª Oficina 2 (Oficinas)	1	15	0.80	9.00	14.37	0.90	129.33	0.0	85.0	0.00	0.0
Planta 2	P. 2ª Oficina 3 (Oficinas)	1	12	0.80	9.00	27.96	0.50	251.61	0.0	85.0	0.02	0.0
Planta 2	P. 2ª - Zona común (Oficinas)	2	108	0.80	798.00	0.78	2.40	618.50	15.0	85.0	0.06	0.0

Zonas comunes												
VEEI máximo admisible: 6.00 W/m ²												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas	Coefficiente de transmisión luminosa del vidrio de las ventanas del local	Ángulo de sombra

		K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra	T	q (°)
Sótano	Aseo sótano 1 (Aseo de planta)	0	10	0.80	6.00	32.97	1.60	197.80	0.0	85.0	0.00	0.0
Sótano	Aseo sótano 2 (Aseo de planta)	0	8	0.80	6.00	36.89	1.40	221.32	0.0	85.0	0.00	0.0
Planta baja	Aseo P. baja 1 (Aseo de planta)	0	8	0.80	6.00	19.93	1.30	119.60	0.0	85.0	0.00	0.0
Planta baja	Aseo P. baja 2 (Aseo de planta)	0	9	0.80	6.00	19.21	1.50	115.26	0.0	85.0	0.00	0.0
Planta 1	Aseo P. 1ª 1 (Aseo de planta)	0	12	0.80	6.00	17.75	2.00	106.50	0.0	85.0	0.01	0.0
Planta 1	Aseo P. 1ª 2 (Aseo de planta)	0	12	0.80	6.00	17.52	2.00	105.11	0.0	85.0	0.00	0.0
Planta 1	Sala limpieza (Aseo de planta)	0	8	0.80	6.00	18.14	1.20	108.82	0.0	85.0	0.00	0.0
Planta 2	P. 2ª Aseo 1 (Aseo de planta)	0	15	0.80	12.00	8.62	2.40	103.40	0.0	85.0	0.00	0.0
Planta 2	P. 2ª Aseo 2 (Aseo de planta)	0	15	0.80	12.00	9.43	2.40	113.16	0.0	85.0	0.00	0.0

Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas												
VEEI máximo admisible: 4.00 W/m ²												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas		

		K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra		
Sótano	Sala de Clima (Sala de máquinas)	2	26	0.80	33.60	2.52	2.80	84.83	19.0	85.0		

Zonas comunes												
VEEI máximo admisible: 6.00 W/m ²												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas		

		K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra		
Sótano	Caja de escalera (Zona de circulación)	1	9	0.80	42.00	8.71	2.30	365.81	0.0	85.0		

**FICHA JUSTIFICATIVA: seguridad frente al riesgo
causado por iluminación inadecuada**

ÍNDICE

1.- ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN.....	2
2.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	2



1.- ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN

Zona			NORMA	PROYECTO
			Iluminancia mínima [lux]	
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	20	
		Resto de zonas	20	
	Para vehículos o mixtas		20	
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	100	
		Resto de zonas	100	226
	Para vehículos o mixtas		50	
Factor de uniformidad media			fu ³ 40 %	62 %

2.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Dotación:

Contarán con alumbrado de emergencia:

<input type="checkbox"/>	Recorridos de evacuación
<input type="checkbox"/>	Aparcamientos cuya superficie construida exceda de 100 m ²
<input checked="" type="checkbox"/>	Locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección
<input type="checkbox"/>	Locales de riesgo especial
<input checked="" type="checkbox"/>	Lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado
<input checked="" type="checkbox"/>	Las señales de seguridad

Disposición de las luminarias:

	NORMA	PROYECTO
Altura de colocación	h ³ 2 m	H = 2.57 m

Se dispondrá una luminaria en:

<input checked="" type="checkbox"/>	Cada puerta de salida.
<input type="checkbox"/>	Señalando el emplazamiento de un equipo de seguridad.
<input type="checkbox"/>	Puertas existentes en los recorridos de evacuación.
<input checked="" type="checkbox"/>	Escaleras (cada tramo recibe iluminación directa).
<input checked="" type="checkbox"/>	En cualquier cambio de nivel.
<input checked="" type="checkbox"/>	En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

Características de la instalación:

Será fija.
Dispondrá de fuente propia de energía.
Entrará en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en las zonas de alumbrado normal.
El alumbrado de emergencia en las vías de evacuación debe alcanzar, al menos, el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de 5 segundos y el 100% a los 60 segundos.

**Condiciones de servicio que se deben garantizar (durante una hora desde el fallo):**

		NORMA	PROYECTO
L	Vías de evacuación de anchura $\leq 2m$	Iluminancia en el eje central	
		Iluminancia en la banda central	
L	Vías de evacuación de anchura $> 2m$	Pueden ser tratadas como varias bandas de anchura $\leq 2m$	

		NORMA	PROYECTO
L	Relación entre iluminancia máxima y mínima a lo largo de la línea central		
	Puntos donde estén situados: equipos de seguridad, instalaciones de protección contra incendios y cuadros de distribución del alumbrado.	Iluminancia ≥ 5 luxes	
	Valor mínimo del Índice de Rendimiento Cromático (Ra)	Ra ≥ 40	Ra = 80.00

Iluminación de las señales de seguridad:

		NORMA	PROYECTO
	Luminancia de cualquier área de color de seguridad	$\geq 2 \text{ cd/m}^2$	3 cd/m^2
	Relación entre la luminancia máxima/mínima dentro del color blanco o de seguridad	$\leq 10:1$	10:1
	Relación entre la luminancia L_{blanca} , y la luminancia $L_{\text{color}} > 10$	$\geq 5:1$	
		$\leq 15:1$	10:1
	Tiempo en el que se debe alcanzar cada nivel de iluminación	$\geq 50\%$	--> 5 s
		100%	--> 60 s

Producido por una versión educativa de CYPE

ANEXO II

CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO

Project Summary

Ubicación y clima	
Proyecto	TFG - Casa del Director
Dirección	Avda. 1º de Junio S/N Venta de Baños CP: 34200 PALENCIA
Tiempo de cálculo	viernes, 24 de junio de 2016 19:04
Tipo de informe	Estándar
Latitud	41.92°
Longitud	-4.49°
Temp. seca verano	36 °C
Temp. húmeda verano	20 °C
Temp. seca invierno	-4 °C
Oscilación media diaria	16 °C

Building Summary

Entradas	
Tipo de edificio	Biblioteca
Área (m ²)	413
Volumen(m ³)	1,020.68
Resultados calculados	
Valor máximo de carga total de refrigeración (W)	45,000
Valor máximo de refrigeración (mes y hora)	Julio 16:00
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	39,046
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	5,954
Capacidad máxima de refrigeración (W)	45,000
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	3,186.0
Valor máximo de carga de calefacción (W)	11,439
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	2,292.7
Sumas de comprobación	
Densidad de la carga de refrigeración (W/m ²)	108.88
Densidad del flujo de refrigeración (L/(s·m ²))	7.71
Flujo/carga de refrigeración (L/(s·kW))	70.80
Área/carga de refrigeración (m ² /kW)	9.18
Densidad de la carga de calefacción (W/m ²)	27.68
Densidad del flujo de calefacción (L/(s·m ²))	5.55

Zone Summary - Por defecto

Entradas	
Área (m²)	413
Volumen(m³)	1,020.68
Posición de ajuste de refrigeración	23 °C
Posición de ajuste de calefacción	21 °C
Temperatura de suministro de aire	12 °C
Número de personas	133
Infiltración(L/s)	53.9
Tipo de cálculo de volumen de aire	Multizona - plataforma caliente / plataforma fría
Humedad relativa	46.00% (Calculated)
Psicometría	
Mensaje psicométrico	None
Serpentín de refrigeración ingresando en el intervalo de temperatura seca	23 °C
Serpentín de refrigeración ingresando en el intervalo de temperatura húmeda	16 °C
Serpentín de refrigeración abandonando el intervalo de temperatura seca	10 °C
Serpentín de refrigeración abandonando el intervalo de temperatura húmeda	10 °C
Temperatura seca de mezcla de aire	23 °C
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	45,000
Valor máximo de refrigeración (mes y hora)	Julio 16:00
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	39,046
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	5,954
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	3,186.0
Valor máximo de carga de calefacción (W)	11,439
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	2,292.7
Valor máximo de flujo de aire de ventilación (L/s)	0.0
Sumas de comprobación	
Densidad de la carga de refrigeración (W/m²)	108.88
Densidad del flujo de refrigeración (L/(s·m²))	7.71
Flujo/carga de refrigeración (L/(s·kW))	70.80
Área/carga de refrigeración (m²/kW)	9.18
Densidad de la carga de calefacción (W/m²)	27.68
Densidad del flujo de calefacción (L/(s·m²))	5.55
Densidad de ventilación (L/(s·m²))	0.00
Ventilación/persona (L/s)	0.0

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	12,025	26.72%	25,834	46.71%
Ventana	6,284	13.97%	2,164	3.91%
Puerta	1,085	2.41%	2,418	4.37%
Cubierta	1,979	4.40%	1,391	2.51%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	543	1.21%	1,570	2.84%
Ventilación	0	0.00%	0	0.00%
Iluminación	4,181	9.29%	-4,181	-7.56%
Potencia	4,717	10.48%	-4,717	-8.53%
Personas	13,039	28.98%	-13,039	-23.57%
Plénium	0	0.00%		
Calor del ventilador	1,146	2.55%		
Recalentamiento	0	0.00%		
Total	45,000	100%	11,439	100%

Por defecto Spaces

Nombre de espacio	Área (m²)	Volumen (m³)	Valor máximo de carga de refrigeración (W)	Flujo de aire de refrigeración (L/s)	Valor máximo de carga de calefacción (W)	Flujo de aire de calefacción (L/s)
<u>1 Cuarto Clima</u>	13	30.29	1,226	89.1	2,274	173.4
<u>3 Aseo hombres</u>	2	4.27	255	18.6	427	32.8
<u>4 Aseo mujeres</u>	2	4.27	255	18.6	427	32.8
<u>2 Sala de ensayo</u>	76	171.13	8,119	589.9	6,111	655.2
<u>8 Aseo mujeres</u>	3	8.93	331	24.0	397	33.3
<u>6 Cocina</u>	13	35.90	1,975	143.5	2,192	176.9
<u>7 Aseo hombres</u>	4	9.75	365	26.5	459	38.1
<u>5 Sala de exposiciones</u>	73	199.36	11,408	828.8	4,406	664.6
<u>14 Aseo mujeres</u>	3	7.37	196	14.3	141	14.7
<u>12 Sala de Reuniones</u>	15	39.22	2,337	169.8	-326	59.2
<u>11 Sala de lectura</u>	10	27.22	661	48.0	150	32.2
<u>10 Archivo</u>	6	15.86	341	24.8	211	18.4
<u>9 Zona común</u>	74	198.91	5,769	419.1	-2,508	127.0
<u>15 Sala limpieza</u>	4	11.53	65	4.7	19	4.2
<u>13 Aseo hombres</u>	3	7.81	99	7.2	-45	2.5
<u>18 Altillo almacén</u>	16	17.91	1,568	113.9	221	57.7
<u>17 Oficina Técnico</u>	10	24.93	700	50.8	80	27.3
<u>24 Sala de Reuniones</u>	12	28.02	1,647	119.6	-540	28.9
<u>19 Oficina 1</u>	7	17.28	382	27.8	-45	12.2
<u>21 Oficina 3</u>	7	15.46	839	61.0	94	20.3
<u>20 Oficina 2</u>	7	16.32	337	24.5	-104	7.4
<u>16 Zona común</u>	44	108.11	4,449	323.2	-2,700	51.1
<u>23 Aseo mujeres</u>	4	10.09	257	18.6	50	11.1
<u>22 Aseo hombres</u>	5	10.75	272	19.7	49	11.6

Space Summary - 1 Cuarto Clima

Entradas	
Área (m²)	13
Volumen(m³)	30.29
Área de muro (m²)	29
Área de cubierta (m²)	0
Área de puerta (m²)	5
Área de partición (m²)	0
Área de ventana (m²)	0
Área de claraboya (m²)	0
Carga de iluminación(W)	174
Carga de potencia(W)	145
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	2.8
Tipo de espacio	Sala de maquinaria - Instalación de manufactura
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	1,226
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	1,231
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	-5
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	89.1
Valor máximo de carga de calefacción (W)	2,274
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	173.4

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	911	74.30%	2,318	83.51%
Ventana	0	0.00%	0	0.00%
Puerta	35	2.86%	124	4.47%
Cubierta	0	0.01%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	29	2.33%	83	2.97%
Iluminación	130	10.61%	-130	-4.68%
Potencia	108	8.83%	-108	-3.90%
Personas	13	1.05%	-13	-0.46%
Plénium	0	0.00%		
Total	1,226	100%	2,274	100%

Space Summary - 3 Aseo hombres

Entradas	
Área (m²)	2
Volumen(m³)	4.27
Área de muro (m²)	4
Área de cubierta (m²)	0
Área de puerta (m²)	3
Área de partición (m²)	0
Área de ventana (m²)	0
Área de claraboya (m²)	0
Carga de iluminación(W)	12
Carga de potencia(W)	11
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	0.4
Tipo de espacio	Vestuarios/Casilleros - Gimnasio
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	255
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	241
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	14
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	18.6
Valor máximo de carga de calefacción (W)	427
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	32.8

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	202	79.21%	466	88.62%
Ventana	0	0.00%	0	0.00%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	0	0.00%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	4	1.41%	10	1.97%
Iluminación	9	3.60%	-9	-1.75%
Potencia	8	3.24%	-8	-1.57%
Personas	32	12.54%	-32	-6.09%
Plénium	0	0.00%		
Total	255	100%	427	100%

Space Summary - 4 Aseo mujeres

Entradas	
Área (m ²)	2
Volumen(m ³)	4.27
Área de muro (m ²)	4
Área de cubierta (m ²)	0
Área de puerta (m ²)	3
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	0
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	12
Carga de potencia(W)	11
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	0.4
Tipo de espacio	Vestuarios/Casilleros - Gimnasio
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	255
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	241
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	14
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	18.6
Valor máximo de carga de calefacción (W)	427
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	32.8

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	202	79.21%	466	88.62%
Ventana	0	0.00%	0	0.00%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	0	0.00%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	4	1.41%	10	1.97%
Iluminación	9	3.60%	-9	-1.75%
Potencia	8	3.24%	-8	-1.57%
Personas	32	12.54%	-32	-6.09%
Plénium	0	0.00%		
Total	255	100%	427	100%

Space Summary - 2 Sala de ensayo

Entradas	
Área (m²)	76
Volumen(m³)	171.13
Área de muro (m²)	98
Área de cubierta (m²)	0
Área de puerta (m²)	8
Área de partición (m²)	0
Área de ventana (m²)	0
Área de claraboya (m²)	0
Carga de iluminación(W)	1,064
Carga de potencia(W)	1,228
Número de personas	20
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	9.5
Tipo de espacio	Biblioteca-Audiovisual - Biblioteca-Audiovisual
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	8,119
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	7,372
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	747
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	589.9
Valor máximo de carga de calefacción (W)	6,111
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	655.2

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	4,485	55.24%	9,107	70.25%
Ventana	0	0.00%	0	0.00%
Puerta	107	1.32%	151	1.17%
Cubierta	5	0.07%	3	0.02%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	95	1.18%	276	2.13%
Iluminación	831	10.23%	-831	-6.41%
Potencia	959	11.81%	-959	-7.40%
Personas	1,637	20.16%	-1,637	-12.62%
Plénium	0	0.00%		
Total	8,119	100%	6,111	100%

Space Summary - 8 Aseo mujeres

Entradas	
Área (m ²)	3
Volumen(m ³)	8.93
Área de muro (m ²)	5
Área de cubierta (m ²)	0
Área de puerta (m ²)	2
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	1
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	21
Carga de potencia(W)	19
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	0.5
Tipo de espacio	Vestuarios/Casilleros - Gimnasio
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	331
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	305
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	25
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	24.0
Valor máximo de carga de calefacción (W)	397
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	33.3

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	176	53.11%	418	73.04%
Ventana	63	18.98%	53	9.23%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	0	0.00%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	5	1.47%	14	2.45%
Iluminación	16	4.95%	-16	-2.86%
Potencia	15	4.45%	-15	-2.57%
Personas	56	17.04%	-56	-9.84%
Plénium	0	0.00%		
Total	331	100%	397	100%

Space Summary - 6 Cocina

Entradas	
Área (m ²)	13
Volumen(m ³)	35.90
Área de muro (m ²)	31
Área de cubierta (m ²)	0
Área de puerta (m ²)	4
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	2
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	172
Carga de potencia(W)	215
Número de personas	3
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	3.0
Tipo de espacio	Preparación de alimentos
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	1,975
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	1,947
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	28
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	143.5
Valor máximo de carga de calefacción (W)	2,192
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	176.9

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	748	37.89%	2,220	75.01%
Ventana	751	38.01%	119	4.01%
Puerta	62	3.14%	150	5.05%
Cubierta	0	0.00%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	30	1.54%	88	2.96%
Iluminación	130	6.58%	-130	-4.39%
Potencia	162	8.23%	-162	-5.49%
Personas	91	4.62%	-91	-3.08%
Plénium	0	0.00%		
Total	1,975	100%	2,192	100%

Space Summary - 7 Aseo hombres

Entradas	
Área (m²)	4
Volumen(m³)	9.75
Área de muro (m²)	6
Área de cubierta (m²)	0
Área de puerta (m²)	2
Área de partición (m²)	0
Área de ventana (m²)	1
Área de claraboya (m²)	0
Carga de iluminación(W)	23
Carga de potencia(W)	21
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	0.6
Tipo de espacio	Vestuarios/Casilleros - Gimnasio
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	365
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	337
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	28
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	26.5
Valor máximo de carga de calefacción (W)	459
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	38.1

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	201	55.12%	485	74.69%
Ventana	63	17.20%	53	8.13%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	0	0.00%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	6	1.54%	16	2.49%
Iluminación	18	4.89%	-18	-2.75%
Potencia	16	4.40%	-16	-2.47%
Personas	61	16.85%	-61	-9.47%
Plénium	0	0.00%		
Total	365	100%	459	100%

Space Summary - 5 Sala de exposiciones

Entradas	
Área (m ²)	73
Volumen(m ³)	199.36
Área de muro (m ²)	105
Área de cubierta (m ²)	3
Área de puerta (m ²)	15
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	10
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	1,022
Carga de potencia(W)	1,180
Número de personas	37
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	10.2
Tipo de espacio	Zona de exposiciones - Centro de congresos
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	11,408
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	9,731
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	1,677
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	828.8
Valor máximo de carga de calefacción (W)	4,406
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	664.6

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	3,849	33.74%	7,884	52.76%
Ventana	1,551	13.60%	475	3.18%
Puerta	454	3.98%	915	6.13%
Cubierta	183	1.60%	104	0.70%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	102	0.90%	296	1.98%
Iluminación	797	6.99%	-797	-5.34%
Potencia	921	8.07%	-921	-6.16%
Personas	3,550	31.12%	-3,550	-23.76%
Plénium	0	0.00%		
Total	11,408	100%	4,406	100%

Space Summary - 14 Aseo mujeres

Entradas	
Área (m ²)	3
Volumen(m ³)	7.37
Área de muro (m ²)	6
Área de cubierta (m ²)	0
Área de puerta (m ²)	3
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	1
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	18
Carga de potencia(W)	16
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	0.6
Tipo de espacio	Vestuarios/Casilleros - Gimnasio
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	196
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	176
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	20
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	14.3
Valor máximo de carga de calefacción (W)	141
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	14.7

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	18	9.11%	46	16.17%
Ventana	63	31.94%	53	18.49%
Puerta	37	19.07%	97	33.84%
Cubierta	0	0.00%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	6	3.14%	18	6.23%
Iluminación	14	6.88%	-14	-4.73%
Potencia	12	6.18%	-12	-4.25%
Personas	47	23.68%	-47	-16.28%
Plénium	0	0.00%		
Total	196	100%	141	100%

Space Summary - 12 Sala de Reuniones

Entradas	
Área (m ²)	15
Volumen(m ³)	39.22
Área de muro (m ²)	31
Área de cubierta (m ²)	0
Área de puerta (m ²)	10
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	2
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	203
Carga de potencia(W)	156
Número de personas	8
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	3.0
Tipo de espacio	Sala de reuniones/Multiuso
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	2,337
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	1,944
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	394
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	169.8
Valor máximo de carga de calefacción (W)	-326
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	59.2

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	97	4.15%	213	10.38%
Ventana	854	36.52%	119	5.79%
Puerta	168	7.19%	442	21.57%
Cubierta	0	0.00%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	31	1.31%	88	4.30%
Iluminación	174	7.44%	-174	-8.48%
Potencia	134	5.72%	-134	-6.52%
Personas	881	37.68%	-881	-42.95%
Plénium	0	0.00%		
Total	2,337	100%	-326	100%

Space Summary - 11 Sala de lectura

Entradas	
Área (m ²)	10
Volumen(m ³)	27.22
Área de muro (m ²)	19
Área de cubierta (m ²)	0
Área de puerta (m ²)	4
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	4
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	130
Carga de potencia(W)	163
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	1.9
Tipo de espacio	Zona de lectura - Biblioteca
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	661
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	626
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	35
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	48.0
Valor máximo de carga de calefacción (W)	150
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	32.2

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	78	11.86%	154	19.61%
Ventana	245	37.12%	260	33.00%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	0	0.00%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	19	2.86%	55	6.94%
Iluminación	103	15.54%	-103	-13.05%
Potencia	128	19.43%	-128	-16.32%
Personas	87	13.20%	-87	-11.09%
Plénium	0	0.00%		
Total	661	100%	150	100%

Space Summary - 10 Archivo

Entradas	
Área (m²)	6
Volumen(m³)	15.86
Área de muro (m²)	15
Área de cubierta (m²)	0
Área de puerta (m²)	2
Área de partición (m²)	0
Área de ventana (m²)	2
Área de claraboya (m²)	0
Carga de iluminación(W)	51
Carga de potencia(W)	19
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	1.4
Tipo de espacio	Almacén activo
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	341
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	344
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	-3
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	24.8
Valor máximo de carga de calefacción (W)	211
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	18.4

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	69	20.36%	130	40.07%
Ventana	200	58.54%	96	29.46%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	0	0.00%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	14	4.23%	42	12.81%
Iluminación	38	11.07%	-38	-11.59%
Potencia	14	4.15%	-14	-4.35%
Personas	6	1.65%	-6	-1.73%
Plénium	0	0.00%		
Total	341	100%	211	100%

Space Summary - 9 Zona común

Entradas	
Área (m ²)	74
Volumen(m ³)	198.91
Área de muro (m ²)	82
Área de cubierta (m ²)	0
Área de puerta (m ²)	15
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	7
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	793
Carga de potencia(W)	1,190
Número de personas	30
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	7.9
Tipo de espacio	Exposiciones - Museo
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	5,769
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	4,587
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	1,181
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	419.1
Valor máximo de carga de calefacción (W)	-2,508
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	127.0

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	394	6.83%	723	11.65%
Ventana	715	12.39%	356	5.74%
Puerta	221	3.84%	539	8.69%
Cubierta	2	0.03%	1	0.01%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	80	1.38%	230	3.71%
Iluminación	677	11.74%	-677	-10.91%
Potencia	1,016	17.62%	-1,016	-16.37%
Personas	2,664	46.18%	-2,664	-42.92%
Plénium	0	0.00%		
Total	5,769	100%	-2,508	100%

Space Summary - 15 Sala limpieza

Entradas	
Área (m ²)	4
Volumen(m ³)	11.53
Área de muro (m ²)	5
Área de cubierta (m ²)	0
Área de puerta (m ²)	2
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	0
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	37
Carga de potencia(W)	14
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	0.5
Tipo de espacio	Almacén activo
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	65
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	65
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	0
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	4.7
Valor máximo de carga de calefacción (W)	19
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	4.2

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	20	29.95%	47	46.59%
Ventana	0	0.00%	0	0.00%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	0	0.00%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	5	6.99%	13	12.96%
Iluminación	27	41.30%	-27	-26.49%
Potencia	10	15.49%	-10	-9.94%
Personas	4	6.27%	-4	-4.02%
Plénium	0	0.00%		
Total	65	100%	19	100%

Space Summary - 13 Aseo hombres

Entradas	
Área (m ²)	3
Volumen(m ³)	7.81
Área de muro (m ²)	2
Área de cubierta (m ²)	0
Área de puerta (m ²)	2
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	0
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	19
Carga de potencia(W)	17
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	0.2
Tipo de espacio	Vestuarios/Casilleros - Gimnasio
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	99
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	75
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	23
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	7.2
Valor máximo de carga de calefacción (W)	-45
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	2.5

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	15	15.48%	30	25.85%
Ventana	0	0.00%	0	0.00%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	0	0.00%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	2	1.98%	6	4.80%
Iluminación	16	15.89%	-16	-13.35%
Potencia	14	14.29%	-14	-12.00%
Personas	52	52.37%	-52	-44.00%
Plénium	0	0.00%		
Total	99	100%	-45	100%

Space Summary - 18 Altillo almacén

Entradas	
Área (m ²)	16
Volumen(m ³)	17.91
Área de muro (m ²)	10
Área de cubierta (m ²)	22
Área de puerta (m ²)	0
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	0
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	229
Carga de potencia(W)	264
Número de personas	2
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	1.0
Tipo de espacio	Biblioteca (heredado de tipo de construcción)
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	1,568
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	1,480
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	88
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	113.9
Valor máximo de carga de calefacción (W)	221
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	57.7

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	43	2.77%	101	6.92%
Ventana	0	0.00%	0	0.00%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	896	57.16%	711	48.72%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	10	0.62%	28	1.93%
Iluminación	195	12.45%	-195	-13.38%
Potencia	225	14.36%	-225	-15.44%
Personas	198	12.65%	-198	-13.60%
Plénium	0	0.00%		
Total	1,568	100%	221	100%

Space Summary - 17 Oficina Técnico

Entradas	
Área (m ²)	10
Volumen(m ³)	24.93
Área de muro (m ²)	23
Área de cubierta (m ²)	2
Área de puerta (m ²)	2
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	1
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	123
Carga de potencia(W)	168
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	2.3
Tipo de espacio	Oficina - Recintos cerrados
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	700
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	679
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	21
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	50.8
Valor máximo de carga de calefacción (W)	80
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	27.3

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	153	21.86%	198	27.68%
Ventana	108	15.37%	56	7.87%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	99	14.09%	77	10.83%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	23	3.25%	66	9.18%
Iluminación	108	15.40%	-108	-15.06%
Potencia	147	21.01%	-147	-20.55%
Personas	63	9.03%	-63	-8.83%
Plénium	0	0.00%		
Total	700	100%	80	100%

Space Summary - 24 Sala de Reuniones

Entradas	
Área (m ²)	12
Volumen(m ³)	28.02
Área de muro (m ²)	24
Área de cubierta (m ²)	3
Área de puerta (m ²)	2
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	1
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	164
Carga de potencia(W)	126
Número de personas	6
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	2.3
Tipo de espacio	Sala de reuniones/Multiuso
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	1,647
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	1,328
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	319
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	119.6
Valor máximo de carga de calefacción (W)	-540
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	28.9

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	88	5.33%	207	14.96%
Ventana	405	24.59%	56	4.08%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	170	10.31%	89	6.47%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	24	1.43%	68	4.92%
Iluminación	141	8.53%	-141	-10.18%
Potencia	108	6.56%	-108	-7.83%
Personas	712	43.24%	-712	-51.57%
Plénium	0	0.00%		
Total	1,647	100%	-540	100%

Space Summary - 19 Oficina 1

Entradas	
Área (m ²)	7
Volumen(m ³)	17.28
Área de muro (m ²)	6
Área de cubierta (m ²)	3
Área de puerta (m ²)	2
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	0
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	87
Carga de potencia(W)	118
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	0.6
Tipo de espacio	Oficina - Recintos cerrados
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	382
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	364
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	18
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	27.8
Valor máximo de carga de calefacción (W)	-45
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	12.2

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	32	8.26%	64	15.86%
Ventana	0	0.00%	0	0.00%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	121	31.69%	96	24.01%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	6	1.63%	18	4.49%
Iluminación	76	19.79%	-76	-18.85%
Potencia	103	27.00%	-103	-25.72%
Personas	44	11.62%	-44	-11.07%
Plénium	0	0.00%		
Total	382	100%	-45	100%

Space Summary - 21 Oficina 3

Entradas	
Área (m ²)	7
Volumen(m ³)	15.46
Área de muro (m ²)	12
Área de cubierta (m ²)	3
Área de puerta (m ²)	2
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	1
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	78
Carga de potencia(W)	107
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	1.2
Tipo de espacio	Oficina - Recintos cerrados
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	839
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	825
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	14
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	61.0
Valor máximo de carga de calefacción (W)	94
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	20.3

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	44	5.28%	112	22.55%
Ventana	405	48.27%	56	11.33%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	176	21.01%	93	18.65%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	12	1.42%	34	6.91%
Iluminación	68	8.14%	-68	-13.74%
Potencia	93	11.10%	-93	-18.75%
Personas	40	4.77%	-40	-8.06%
Plénium	0	0.00%		
Total	839	100%	94	100%

Space Summary - 20 Oficina 2

Entradas	
Área (m ²)	7
Volumen(m ³)	16.32
Área de muro (m ²)	1
Área de cubierta (m ²)	3
Área de puerta (m ²)	3
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	0
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	82
Carga de potencia(W)	112
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	0.1
Tipo de espacio	Oficina - Recintos cerrados
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	337
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	318
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	19
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	24.5
Valor máximo de carga de calefacción (W)	-104
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	7.4

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	11	3.31%	13	3.99%
Ventana	0	0.00%	0	0.00%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	114	33.70%	90	28.42%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	1	0.40%	4	1.23%
Iluminación	72	21.21%	-72	-22.49%
Potencia	98	28.93%	-98	-30.67%
Personas	42	12.45%	-42	-13.20%
Plénium	0	0.00%		
Total	337	100%	-104	100%

Space Summary - 16 Zona común

Entradas	
Área (m ²)	44
Volumen(m ³)	108.11
Área de muro (m ²)	25
Área de cubierta (m ²)	0
Área de puerta (m ²)	14
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	8
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	620
Carga de potencia(W)	477
Número de personas	23
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	2.4
Tipo de espacio	Sala de reuniones/Multiuso
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	4,449
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	3,223
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	1,226
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	323.2
Valor máximo de carga de calefacción (W)	-2,700
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	51.1

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	118	2.65%	261	6.23%
Ventana	863	19.40%	412	9.84%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	0	0.00%	0	0.00%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	24	0.55%	71	1.69%
Iluminación	490	11.02%	-490	-11.71%
Potencia	377	8.48%	-377	-9.01%
Personas	2,576	57.91%	-2,576	-61.52%
Plénium	0	0.00%		
Total	4,449	100%	-2,700	100%

Space Summary - 23 Aseo mujeres

Entradas	
Área (m²)	4
Volumen(m³)	10.09
Área de muro (m²)	6
Área de cubierta (m²)	2
Área de puerta (m²)	2
Área de partición (m²)	0
Área de ventana (m²)	0
Área de claraboya (m²)	0
Carga de iluminación(W)	28
Carga de potencia(W)	25
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	0.6
Tipo de espacio	Vestuarios/Casilleros - Gimnasio
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	257
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	223
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	33
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	18.6
Valor máximo de carga de calefacción (W)	50
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	11.1

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	34	13.35%	83	30.40%
Ventana	0	0.00%	0	0.00%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	104	40.42%	61	22.21%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	6	2.38%	18	6.43%
Iluminación	21	8.15%	-21	-7.61%
Potencia	19	7.33%	-19	-6.85%
Personas	73	28.37%	-73	-26.50%
Plénium	0	0.00%		
Total	257	100%	50	100%

Space Summary - 22 Aseo hombres

Entradas	
Área (m ²)	5
Volumen(m ³)	10.75
Área de muro (m ²)	7
Área de cubierta (m ²)	2
Área de puerta (m ²)	2
Área de partición (m ²)	0
Área de ventana (m ²)	0
Área de claraboya (m ²)	0
Carga de iluminación(W)	30
Carga de potencia(W)	27
Número de personas	1
Incremento de calor sensible/persona (W)	73
Incremento de calor latente/persona (W)	59
Flujo de aire de infiltración (L/s)	0.6
Tipo de espacio	Vestuarios/Casilleros - Gimnasio
Resultados calculados	
Valor máximo de carga de refrigeración (W)	272
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (W)	236
Valor máximo de carga latente de refrigeración (W)	36
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (L/s)	19.7
Valor máximo de carga de calefacción (W)	49
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (L/s)	11.6

Componentes	Refrigeración		Calefacción	
	Cargas (W)	Porcentaje del total	Cargas (W)	Porcentaje del total
Muro	35	13.02%	86	29.80%
Ventana	0	0.00%	0	0.00%
Puerta	0	0.00%	0	0.00%
Cubierta	110	40.50%	65	22.38%
Claraboya	0	0.00%	0	0.00%
Partición	0	0.00%	0	0.00%
Infiltración	6	2.35%	18	6.37%
Iluminación	22	8.20%	-22	-7.70%
Potencia	20	7.38%	-20	-6.93%
Personas	78	28.56%	-78	-26.82%
Plénium	0	0.00%		
Total	272	100%	49	100%