



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

DESARROLLO DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN INDUSTRIAL MEDIANTE BIM

Alumno: Miguel Antonio López Martín

Tutor: Prof. D. Francisco Javier Gallego Álvarez
Dpto.: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Septiembre, 2016



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Don Francisco Javier Gallego Álvarez , tutor del Proyecto Fin de Grado titulado: “Desarrollo de un proyecto de construcción industrial mediante BIM”, que presenta Miguel Antonio López Martín, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Septiembre de 2016

El alumno:

Los tutores:

Miguel Antonio López Martín

Francisco Javier Gallego Álvarez

ÍNDICE

1. RESUMEN	4
2. INTRODUCCIÓN	5
3. OBJETIVOS	5
4. TECNOLOGÍA BIM	6
4.1 Necesidad de una nueva manera de trabajar.....	6
4.2 Niveles de desarrollo	8
4.3 Beneficios e Inconvenientes del BIM.....	11
4.4 Software BIM: Autodesk Revit 2016.....	12
4.5 Conocimiento del BIM es España	15
5. CONDICIONES DE LA EDIFICACIÓN	17
5.1 Localización del edificio	17
5.2 Requisitos del edificio	19
6. GENERACIÓN DEL MODELO	20
6.1 Modelado estructural	20
6.2 Modelado arquitectónico	50
6.3 Inclusión de topografía y emplazamiento	78
7. DOCUMENTACIÓN PARA EL PROYECTO.....	86
7.1 Obtención de planos	86
7.2 Obtención de mediciones.....	93
7.3 Obtención de imágenes	97
8. CONSIDERACIONES FINALES.....	103
8.1 Ventajas de la metodología BIM frente a la tradicional.....	103
8.2 Conclusiones generales.....	106
BIBLIOGRAFÍA	108
ÍNDICE DE IMÁGENES	109
ANEXOS	113
ANEXO I: PLANOS.....	114
Plano 1: Planta General de cimentación.....	115
Plano 2: Cubierta.....	116
Plano 3: Distribución Planta Baja Nave.	117
Plano 4: Distribución Planta Baja Oficinas.....	118
Plano 5: Distribución Planta 1ª Oficinas.	119
Plano 6: Alzados.	120

Plano 7: Perspectiva	121
ANEXO II: TABLAS DE PLANIFICACIÓN.....	122
Tabla de planificación 1: Armazón Estructural	123
Tabla de planificación 2: Cimentación Estructural	123
Tabla de planificación 3: Muros	123
Tabla de planificación 4: Suelos	125
Tabla de planificación 5: Techos	125
Tabla de planificación 6: Puertas.....	125
Tabla de planificación 7: Ventanas.....	125
Tabla de planificación 8: Aparatos Sanitarios	126
Tabla de planificación 9: Mobiliario.....	126
Tabla de planificación 10: Barandillas	126
Tabla de planificación 11: Luminarias.....	126

1. RESUMEN

El BIM (Building Information Modelling) es una herramienta tecnológica para la gestión de proyectos a través de un modelo digital 3D, que reduce costes, acorta tiempos de diseño y producción y mejora la calidad de los proyectos de ingeniería, arquitectura y construcción.

En este TFG se pretende realizar un estudio centrado en, por un lado, diseñar, modelar y gestionar la información para un proyecto de ejecución de edificación industrial mediante la utilización de la tecnología BIM y, por otro lado, el de analizar las ventajas e inconvenientes al aplicar la metodología BIM respecto a la utilizada tradicionalmente (CAD).

Para ello, en primer lugar se realiza una revisión bibliográfica sobre el estado del conocimiento de la tecnología BIM, las ventajas frente al CAD, el software utilizado para el estudio y el estado de la implantación del BIM en España.

A continuación, partiendo de unos hipotéticos requisitos de edificación, se modela sin tener en cuenta cálculos estructurales ni de instalaciones una construcción 3D que satisfaga dichos requisitos. En dicho modelado se incluyen los modelos estructural y arquitectónico para terminar con la inclusión del entorno y la georreferenciación del modelo.

Con el modelo realizado, se obtiene documentos susceptibles de incluir en un supuesto proyecto como son planos, imágenes Render y mediciones mediante tablas de planificación, viendo que para unos resultados adecuados será necesario el uso de otros programas o complementos.

Por último, en base a lo realizado se sacarán conclusiones específicas sobre las ventajas del BIM introducidas al principio para continuar con unas conclusiones globales sobre la temática y terminar con una impresión personal tras la realización del estudio.

2. INTRODUCCIÓN

En el presente Trabajo Final de Grado (en adelante “TFG”) se realiza el estudio del posible desarrollo de un proyecto de construcción industrial usando la metodología BIM, esta tecnología supone todo una revolución en la manera de proyectar en la construcción y su conocimiento es cada vez más demandado por las constructoras y estudios.

Primeramente se habla de esta nueva metodología y de lo que aporta frente al CAD para continuar con el modelado del armazón estructural y el modelado arquitectónico de una construcción propuesta. Para dichos modelados no se tiene en cuenta la normativa española puesto que esta nueva metodología está llamada a tener un uso global y, por tanto, es aplicable a cualquier normativa. Al no considerarse la norma española, se obtiene un resultado mucho más genérico.

Por último, se modela la topografía del entorno de la parcela escogida y se georreferencia el modelo. Se obtienen planos, mediciones e imágenes de la construcción propuesta a modo de resultados de este estudio. Para terminar se sacan conclusiones en base a lo realizado teniendo en cuenta que todo lo referente a este TFG se realizará íntegramente con software BIM.

3. OBJETIVOS

En este TFG hay dos objetivos principales que son, por un lado, el de diseñar, modelar y gestionar la información para un proyecto de ejecución de edificación industrial mediante la utilización de la tecnología BIM y, por otro lado, el de analizar las ventajas e inconvenientes al aplicar la metodología BIM respecto a la utilizada tradicionalmente (CAD).

Estos objetivos principales van íntegramente relacionados con otros objetivos formativos, es necesario complementar las competencias adquiridas en asignaturas relacionadas con la construcción y la elaboración de proyectos. Para la elaboración de este TFG, es necesario adquirir competencias cada vez más demandadas en el mundo profesional relacionado con la construcción y que poco a poco se incluyen en

las escuelas de ingeniería y arquitectura como son las relacionadas con la tecnología BIM.

4. TECNOLOGÍA BIM

En este apartado se estudia y define la tecnología en la que se apoya el presente TFG, el BIM, así como temáticas derivadas de su origen como los niveles de detalle, se habla de los beneficios e inconvenientes que aporta esta tecnología respecto al conocimiento anterior y del software utilizado para la creación del modelo 3D de este TFG. Por último, se trata el estado del conocimiento y la implementación de la tecnología BIM en España.

4.1 Necesidad de una nueva manera de trabajar

El origen del diseño asistido por ordenador (CAD) fue una gran revolución en su época, se pasó de realizar diseños y planos sobre el papel a tener la posibilidad de hacerlo bajo soporte informático.

A la vez que este cambio fue una revolución para la metodología llevada hasta la fecha, a su vez supuso un esfuerzo a los profesionales de todos los sectores (ingenieros, arquitectos, topógrafos...) de adaptación a esta nueva metodología. Tras esta adaptación y con el paso de los años, las herramientas CAD se encuentran implantadas con mucha fuerza tanto en estudios como consultorías y escuelas de Ingeniería y Arquitectura con personal cada vez más cualificado y capaz.

En lo referente a la construcción, la utilización de estas técnicas se traduce en la obtención de planos 2D y por tanto en representaciones de la idea de edificación del proyectista sobre una parte concreta de la misma como pueden ser un alzado de una fachada, una planta de una distribución de espacios, un detalle constructivo, una distribución de elementos para una instalación de climatización etc.

Estas representaciones son creadas independientemente unas de otras, aunque sí es cierto que bien estudiadas y cuidadas por el proyectista pero independientes entre sí al fin y al cabo, lo que hace que si se miraran dichos planos detenidamente se encontraran ciertas incoherencias. Con esta tecnología basada en la

representación se puede dar el caso de que si al tomar unas representaciones dependientes de otras, la base tuviera un error de diseño este se propagara.

Estas incoherencia y errores de diseño suelen aparecer en la fase con construcción en la que la responsabilidad de solucionarlos recaen en el Director de Obra y en el constructor, recayendo en alguno de estos o en el promotor el coste derivado de los cambios a realizar y que no estaban previstos ni en el presupuesto del proyecto ni en la oferta del constructor.

Los sectores de la producción industrial hace años que han abandonado esta tecnología basada en la representación en beneficio de una basada en el diseño en base a objetos paramétricos y desde hace tiempo se desarrollan metodologías de trabajo y aplicaciones que van en la dirección de emplear modelos coordinados entre sí de tal manera que los errores y las tareas redundantes disminuyan [1].

Si se quería llegar más lejos y atajar el problema de la descripción de un proyecto a través de modelos no conectados, era necesario idear una nueva generación de aplicaciones que trabajasen con bases de datos que en vez de con un sinfín de representaciones literales (2D o 3D), contuvieran objetos paramétricos con información multidisciplinar. Estas bases de datos se conocen genéricamente como Modelos de Información y en el caso del modelado de edificios, BIM (Building Information Modelling) [1].

BIM se refiere al conjunto de metodologías de trabajo y herramientas caracterizado por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continúa; empleando una o más bases de datos compatibles que contengan toda la información en lo referente al edificio que se pretende diseñar, construir o usar. Esta información puede ser de tipo formal, pero también puede referirse a aspectos como los materiales empleados y sus calidades físicas, los usos de cada espacio, la eficiencia energética de los cerramientos, etc. [1].

Con la tecnología BIM se abre la posibilidad de un trabajo en el que pueden intervenir un grupo multidisciplinar de profesionales (ingenieros, arquitectos, técnicos...) a la vez que, mediante esta tecnología se puede hacer más participativo

tanto al cliente como al constructor puesto que pueden obtener de una manera visual una idea más que clara de lo que se proyecta.

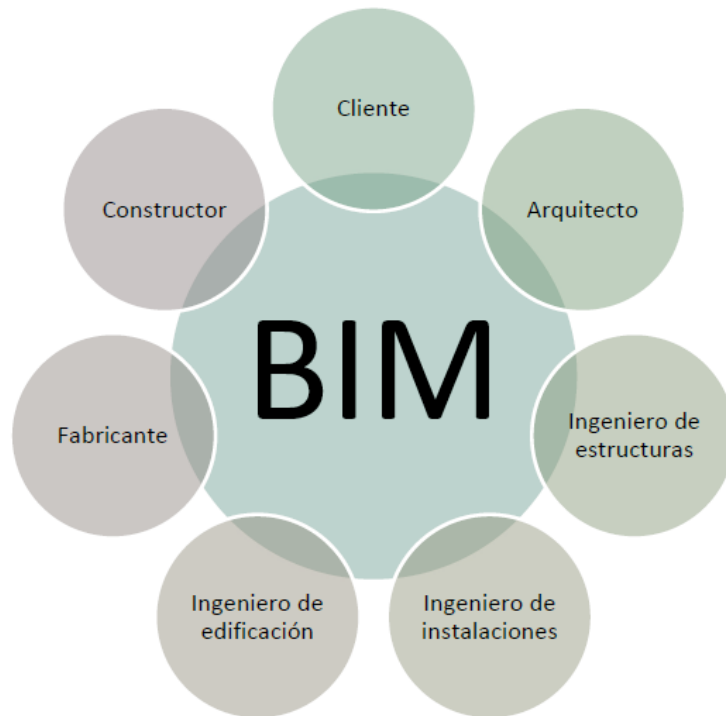


Figura 1. BIM como herramienta colaborativa [2].

4.2 Niveles de desarrollo

La tecnología BIM puede ser implementada en un proyecto de diferentes formas. Estas se resumen en un "Modelo de madurez BIM" (figura 2) desarrollado por Mervyn Richards y Mark Bew.

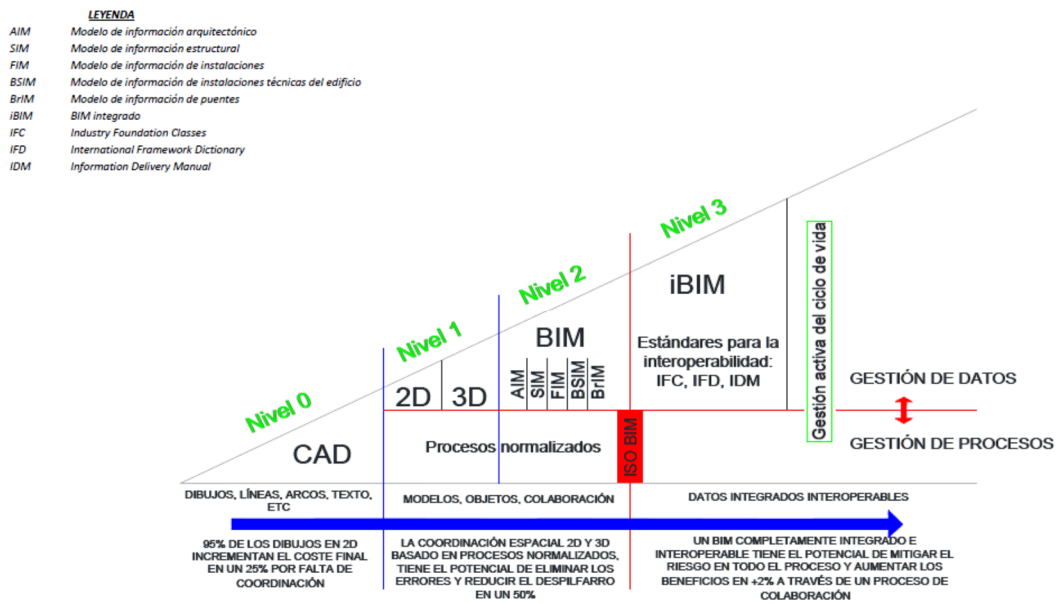


Figura 2. Modelo de madurez BIM [3].

De este diagrama se puede sacar 4 niveles diferenciados:

Nivel 0: Este nivel se basa en confiar toda la información a los archivos CAD en 2D con pocos, o ningunos, estándares o procesos comunes en relación al uso de CAD. La mayoría de los promotores y diseñadores de nuestro país han alcanzado y trabajan en este nivel [2].

Nivel 1: Comienza con la introducción de prácticas para la gestión de la producción, la distribución y la calidad de la información de la construcción, incluyendo los generados por sistemas CAD, usando un proceso normalizado para la colaboración [4].

Nivel 2: En este nivel los equipos de diseño están integrados y coordinados, y se requiere la presentación de información del modelo en formato 3D. Estos modelos 3D pueden ser plenamente integrados o pueden ser realizados por separado, pero el desarrollo del diseño debe ser gestionado y coordinado por una norma o estándar. El uso del BIM se hace imprescindible para una total coordinación entre los diferentes modelos del diseño (arquitectónico, estructural y conjunto de instalaciones) [2].

Nivel 3: Supone la integración de los datos en servicios web que permitan la colaboración y la interoperabilidad. Es el nivel más avanzado por el momento [4].

Como se ha podido apreciar, a partir del tercer nivel se hace necesario la creación de un modelo BIM 3D, la existencia de este modelo hace que surjan dos nuevos conceptos: Nivel de desarrollo (Level of Development) y Nivel de detalle (Level of Detail).

El nivel de desarrollo (LOD) es una referencia que permite a los profesionales de la industrial de la construcción, ingeniería y arquitectura especificar y articular con un alto nivel de claridad el contenido y la fiabilidad de los modelos de Construcción BIM en las distintas etapas del proceso de diseño y construcción. Esta clara articulación permite a los autores del modelo definir lo que sus modelos reproducen de manera fiable y permite a los usuarios intermedios entender claramente la utilidad y las limitaciones de los modelos que están recibiendo [5].

Sobre esta temática hay países que han definido los distintos LOD de manera oficial para el uso de ellos en los modelos BIM. Este es el caso del Reino Unido en el que mediante su Protocolo de Tecnología BIM en el Reino Unido (*UK BIM Technology Protocol*) define seis niveles distintos de LOD [6]:

LOD 1 (Symbolic): Representación simbólica de un objeto que puede o no estar a escala o tiene algunos valores dimensionales. Este nivel es particularmente relevante para los símbolos eléctricos que no pueden existir como un objeto 3D.

LOD 2 (Conceptual): Representación con nivel mínimo de detalle para que el objeto sea absolutamente identificable, por ejemplo, cualquier tipo de silla. En este nivel se muestra la representación tridimensional superficial.

LOD 3 (Generic): Un modelo genérico del objeto, suficientemente modelado como para identificar el tipo de componentes y materiales. Normalmente el LOD 3 contiene nivel de detalle 2D adecuado a la escala usada y las dimensiones del objeto pueden ser aproximadas.

LOD 4 (Specific): Un modelo específico del objeto con dimensiones exactas, suficientemente modelado como para identificar componentes y materiales. En este nivel, el modelo representa una etapa de producción o pre-construcción por la que es adecuado para la adquisición y análisis de costes.

LOD 5 (Construction): Modelo detallado y específico del objeto en el que se especifican los requisitos y elementos de construcción. En este nivel se deben incluir todos los subcomponentes necesarios representados de manera adecuada para permitir la construcción. Solo se utiliza LOD 5 cuando en una vista 3D en una escala suficiente se considera el detalle necesario debido a la proximidad de la cámara.

LOD 6 (As Built): Representación modelada con precisión del objeto construido. En este nivel cualquier irregularidad o excentricidades de construcción deben ser modeladas.

Una vez definido el nivel de desarrollo conviene definir el nivel de detalle para concluir este apartado, este concepto no define otra cosa sino el nivel de detalle con el que se muestran los elementos (pilares, muros, puertas, ventanas, etc.).

4.3 Beneficios e Inconvenientes del BIM

En los apartados anteriores se ha estado hablando de ventajas de la tecnología BIM que se pueden resumir en los siguientes puntos para los cuales se ha tomado de referencia a [5]:

Visualización 3D: esta tecnología permite tener un modelo 3D del proyecto que facilita su comprensión.

Construcción virtual: uno de los problemas del CAD era el de las incoherencias entre los planos que aparecían en la fase de construcción, con esta tecnología se pueden prever estas incoherencias y solucionarlas sobre el modelo 3D de la construcción.

Trabajo colaborativo: esta es la mayor ventaja de esta tecnología puesto que permite el trabajo de equipos multidisciplinares sobre un mismo modelo.

Modificaciones: al trabajar un equipo sobre un mismo modelo, este está en constante cambio. Esta tecnología hace que este modelo pueda ser actualizado periódicamente de manera que estos cambios pueden ser vistos sobre el modelo en, prácticamente tiempo real

Datos: la tecnología BIM trabaja con elementos con características y propiedades incluidas en una base de datos, esto hace que al elaborar un proyecto se puedan obtener datos de interés fiables como mediciones para posteriormente obtener un presupuesto aproximado.

Como toda nueva tecnología no solo tiene ventajas sino que también tiene inconvenientes que podemos resumir en los siguientes puntos:

Software y Hardware: actualmente las empresas poseen software de diseño 2D y 3D con todos los gastos que ello supone (licencias, mantenimiento...), optar por un cambio hacia la metodología BIM significaría optar por la instalación de paquetes más caros. Además, los programas BIM requieren de requerimientos computacionales mayores por lo que las empresas tendrían que invertir en nuevos equipos.

Formación: para las empresas no solo es suficiente en software y hardware sino que tendrán que invertir en la formación de sus empleados en esta nueva tecnología.

Transición dibujo-modelo: Cuando se migra desde un entorno basado en dibujo con CAD a un entorno basado en modelado BIM, se produce un cambio en el flujo de trabajo que rodea lo que solían ser las tareas de dibujo simples. La transición desde el CAD tradicional da lugar a un incremento del nivel de responsabilidad del diseñador para asegurar que todos los componentes del sistema se coordinan con los demás profesionales del diseño y que los errores se reduzcan al mínimo. [5]

Compatibilidad: al ser la tecnología BIM una tecnología relativamente novedosa la compatibilidad de los programas BIM con otros entornos (programas de cálculo estructural, de diseño, de gestión de proyectos...) aún no está consolidada por lo que implantar un paquete BIM en una empresa o institución no es del todo rentable si no compatibiliza con el software que se posee.

4.4 Software BIM: Autodesk Revit 2016

Para la elaboración del modelo BIM que se obtendrá en este TFG se utilizará el software **Autodesk Revit 2016** bajo licencia estudiantil.

Revit es un programa dirigido a profesionales de la construcción: equipo de diseño (ingenieros, arquitectos y aparejadores), jefes de obra, contratistas, subcontratistas, fabricantes, interioristas, decoradores, promotores y propietarios. [7]

Revit es tan personalizable y tan desarrollable que cualquier actividad de tipo constructivo tiene cabida en la tecnología BIM. Sólo hay que planificarla e implementarla para obtener el máximo rendimiento [7].

El modelo sobre el que se trabaja es una base de datos cualificada y cuantificada.

Cualificada porque los elementos de modelado intervinientes tienen unas características físicas determinadas, pues están compuestos por materiales y agrupados en sistemas constructivos definidos. Con la ayuda de Revit u otros programas incorporados o plugins podemos simular el comportamiento del edificio ante diversas acciones: análisis estructural, análisis energético, de viento, de iluminación, de cumplimiento urbanístico, etc. En atención a las propiedades de los objetos [7].

Cuantificada porque Revit obtiene valores reales de las cantidades de elementos que intervienen: materiales o tipos de familias.

Al ser una base única con múltiples representaciones (vistas, planos, leyendas, detalles, tablas de planificación...) los cambios son automáticos y unívocos, lo que se traduce en mejoras considerables de productividad, coordinación y reducción de errores.

Revit posee una interfaz intuitiva y de fácil manejo (figura 3) en la que hay partes diferenciadas y de mayor importancia que se pasan a describir brevemente:

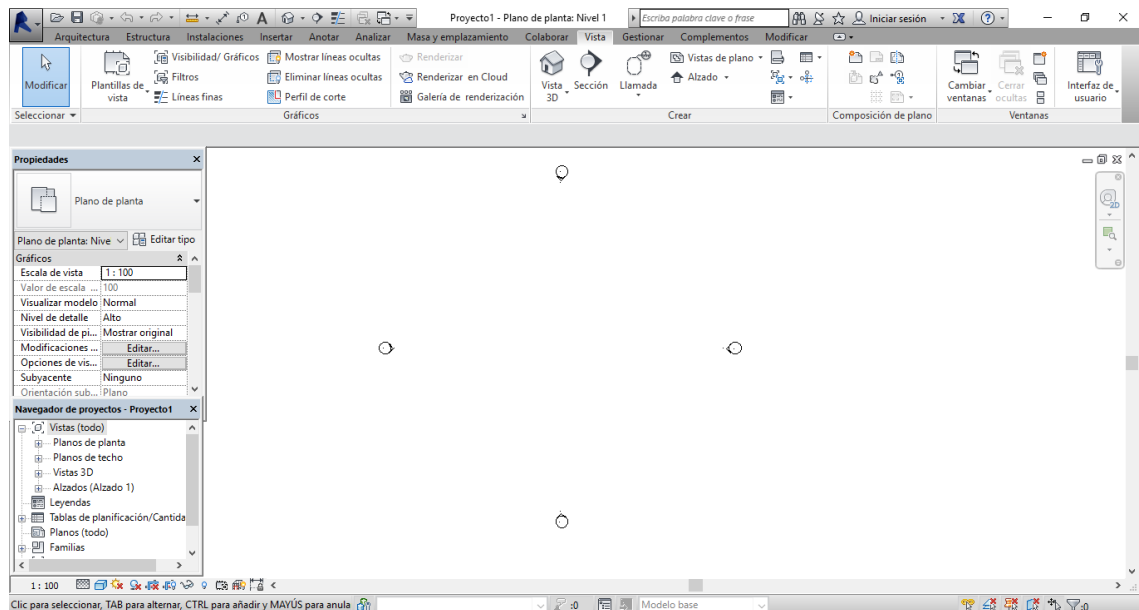


Figura 3. Interfaz de Revit.

- En primer lugar se muestra arriba a la izquierda el **menú de la aplicación** bajo el icono de una "R". En él, se pueden ejecutar acciones como crear un nuevo proyecto, abrir uno existente, guardar el actual etc.

- A la derecha del menú de la aplicación se tiene una serie de iconos pequeños que forman la **barra de herramientas de acceso rápido**, en este elemento personalizable se pueden incluir las opciones más usadas por el usuario (guardar, vista 3D, abrir...)

- A la derecha del todo se incluye el **InfoCenter**, herramienta creada por Autodesk para vincular nuestros proyectos con A360, aplicación de Autodesk en la nube. Para acceder a él se requiere ser usuario registrado en Autodesk.

- Debajo de estas opciones se encuentran las **fichas**, estas están diferenciadas por las distintas disciplinas que son de utilidad con este software (arquitectura, estructura, instalaciones, vista...).

- Dentro de cada ficha, al hacer click sobre ella se despliega su **cinta de opciones**, esta cinta de opciones está dividida por **grupos**.

- Entrando en la parte central de la interfaz se encuentran a la izquierda dos elementos esenciales: el **navegador de proyectos** y la **ventana de propiedades**.

La primera ventana es aquella en la que se guarda la información relevante del proyecto (vistas, planos, tablas de planificación, etc.) para poder tener acceso a ellas en cualquier momento, la segunda es la ventana que muestra las propiedades del elemento o vista seleccionados y apareciendo características relevantes de la vista o elemento seleccionado.

- La parte central y la ocupa la **ventana de dibujo**, sitio en el que se va a desarrollar todo el proyecto.

- En la parte superior derecha de la ventana de dibujo se encuentra la **barra de navegación**, esta barra permite el movimiento y giros por la vista en la que se esté en cada momento.

- Por último, en la parte inferior de la ventana de dibujo y con pequeños iconos se ve la **barra de controles de vista**, en ella se pueden modificar de manera rápida parámetros como el nivel de detalle de la vista, la escala, el tipo de visualización, la visualización o no de algunos elementos, etc.

4.5 Conocimiento del BIM en España

La implantación de la tecnología BIM ha ido creciendo en los últimos años en las empresas privadas buscando ser más competitivas y adaptarse al cambio lo antes posible, pero no fue hasta el catorce de julio del pasado año (2015) cuando el Ministerio de Fomento mediante una nota de prensa en su página web [8] oficializaba la constitución de la Comisión de la implantación de la metodología BIM buscando entre otros fines el mayor y mejor posicionamiento de la industria española en el mundo como se decía en la citada nota de prensa.

Todos los avances que realiza esta comisión para la implantación de esta metodología queda reflejada en la página web creada por el Ministerio de Fomento para tal fin [9], en esta web se muestra resumido el plan de acción en diez puntos:

- Impulsar la implantación de BIM en la industria de la construcción española a partir de la creación de un Grupo de Trabajo con una participación abierta a todo el sector, tanto público como privado.
- Fomentar el uso de BIM en todo el ciclo de vida de las Infraestructuras.

- Sensibilizar a las Administraciones Públicas en el establecimiento de requisitos BIM en las licitaciones de infraestructuras con el objetivo de reducir sus costes.
- Establecer un calendario para la adaptación de normativa para el empleo generalizado de BIM.
- Desarrollar los estándares nacionales que posibiliten el uso homogéneo de BIM.
- Realizar el mapa académico de la formación BIM en España y promover su inclusión en planes de estudio.
- Promover la digitalización de los trabajos derivados del desarrollo de las infraestructuras, desterrando el formato físico, con el consiguiente ahorro económico y medioambiental.
- Fomentar la aplicación de "Open BIM", es decir que todas las operaciones relacionadas con BIM se basen en estándares abiertos y universales, interoperables entre sí.
- Apoyar un mayor y mejor posicionamiento de la industria española en el mundo a través del empleo de la metodología BIM.
- Afianzar la participación de España en los foros de decisión internacionales.

Para conseguir estos objetivos, la comisión creada para la implantación del BIM en España ha propuesto la hoja de ruta (figura 4) que se encuentra publicada en la web anteriormente mencionada donde se detallan los pasos a seguir hasta el total uso del BIM en las licitaciones públicas.



Figura 4. Hoja de ruta de Implantación del BIM en España [9].

Actualmente el proceso se encuentra en la primera parte de la ruta ya que aún no se ha aprobado la normativa y estándares BIM pero se muestra como es una hoja de ruta ambiciosa en cuanto al uso de BIM lo que denota la gran importancia que tendrá en nuestro país el conocimiento de esta metodología.

5. CONDICIONES DE LA EDIFICACIÓN

En este apartado se habla de la situación y los requisitos impuestos para el edificio, estos aspectos se definen para poder tener unos requisitos realistas sobre la posible construcción. Además, los datos geográficos servirán para georreferenciar en el apartado posterior el modelo.

5.1 Localización del edificio

La parcela tomada en la que se realiza el estudio de la construcción objeto de este TFG se encuentra en el Polígono Industrial Cañada de la Fuente de la localidad Jiennense de Martos, la parcela está en el encuentro entre las calles Vílchez y Rompeserones. Las coordenadas de dicha parcela son **37.698732° N -3.970565° O**. En las figuras 5, 6 y 7 se muestra la ubicación de la parcela desde distintas amplitudes y en la figura 8 se muestra un esquema más exacto de la misma.



Figura 5. Situación de la parcela I (Google Maps).

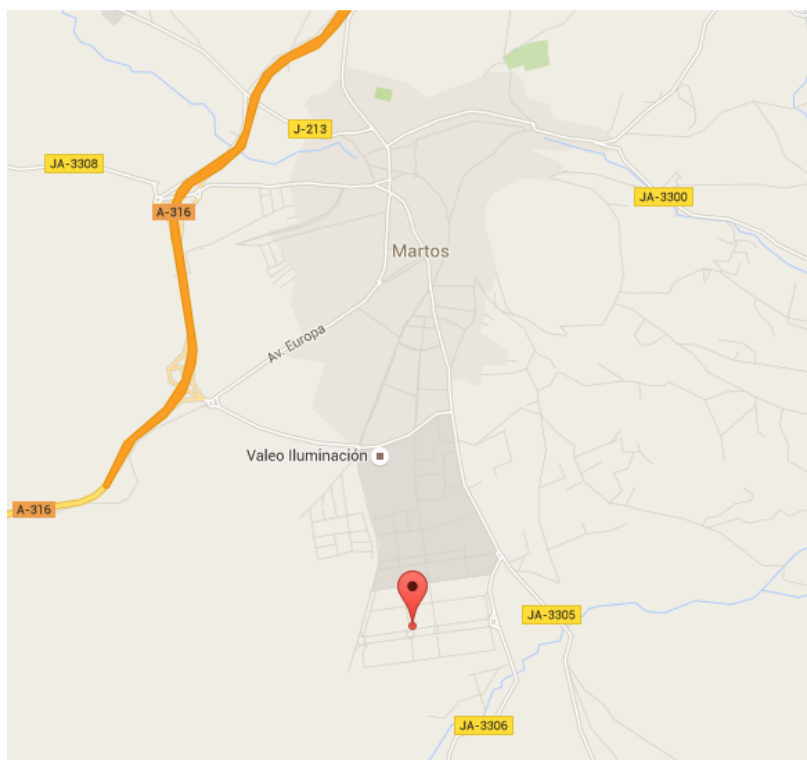


Figura 6. Situación de la parcela II (Google Maps).

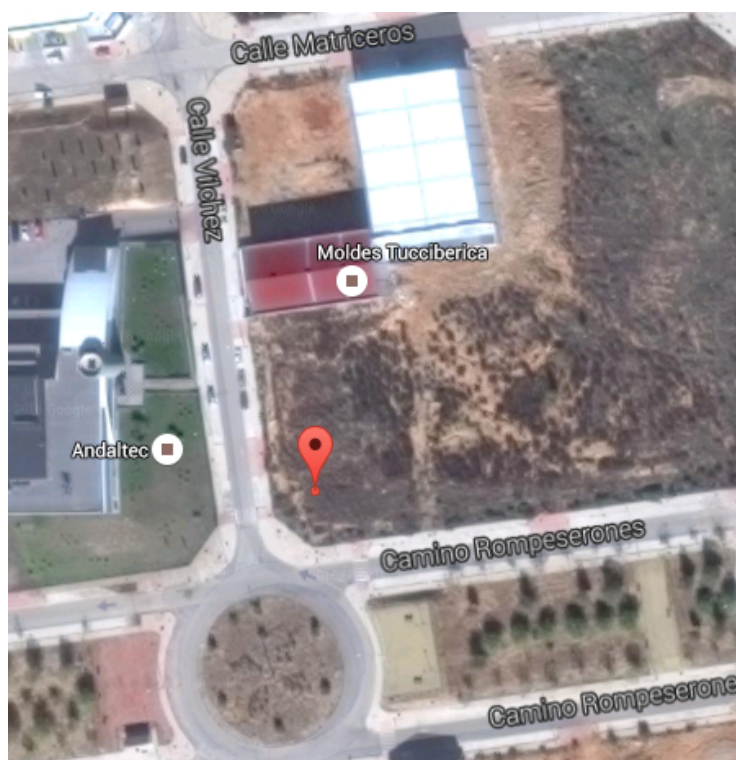


Figura 7. Situación de la parcela III (Google Maps).

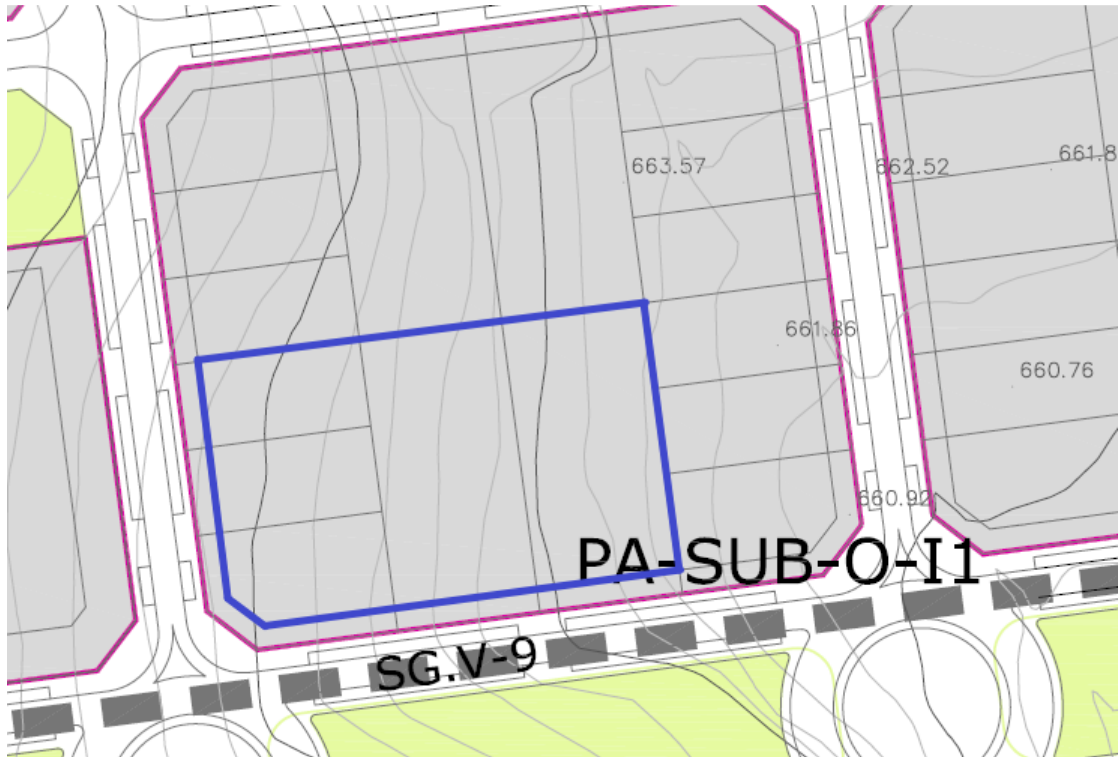


Figura 8. Situación de la parcela IV (PGOU de Martos).

La parcela en cuestión tiene unas dimensiones aproximadas (suponiendo la rectangular) de $60 \times 98 \text{ m}$ y tiene una superficie de 5830 m^2 .

5.2 Requisitos del edificio

Para esta edificación se solicita un espacio para almacenaje de elementos no peligrosos dentro de cajas que puedan ser transportadas dentro de la instalación para tal fin así como espacios destinados para oficinas en el que haya equipamiento para posibilitar el trabajo individual y también espacio destinado como sala de reuniones. También se requerirán aseos diferenciados por sexos,

Para solventar los requerimientos se propone una nave industrial destinada al almacenaje mediante estructura metálica intentando aprovechar al máximo el espacio que se destine para tal fin.

La zona destinada a oficinas se propone como un edificio anexo a la nave anteriormente mencionada en su parte frontal mediante estructura de hormigón armado buscando ante todo, la satisfacción de los requerimientos.

Además, para la construcción hay que tener en cuenta lo que el PGOU [10] de la localidad determina para este tipo de suelo, en este caso debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Retranqueo mínimo del plano de fachada de 5 m (Art. 8.53).
- Retranqueo mínimo a linderos laterales y trasero de 3 m (Art. 8.53).
- Ocupación máxima del 80% de la superficie de la parcela (Art. 8.54).
- Altura máxima en plantas igual a dos (baja + 1) (Art. 8.55).
- Altura máxima en metros igual a 12 m (Art. 8.55).
- Altura libre mínima en cualquier planta sobre rasante igual a 2,50 m (Art. 8.55).
- Altura mínima de fachada a vial igual a 6 metros (Art. 8.55).
- Coeficiente de edificabilidad igual a un (1) metro cuadrado construido por cada metro cuadrado de parcela (Art. 8.56).

6. GENERACIÓN DEL MODELO

En este apartado se genera el modelo 3D de la construcción propuesta para satisfacer las condiciones expuestas en el apartado anterior. En primer lugar se modela el almacén estructural de la edificación.

Partiendo del modelo estructural se genera el modelo arquitectónico donde se verá un posible acabado final de la obra. El modelo conjunto (estructura y arquitectura) se complementa con el modelado de la topografía y emplazamiento de la zona generando un modelo georreferenciado.

6.1 Modelado estructural

En este apartado se desarrolla el proceso llevado a cabo para el modelado del almacén estructural de la edificación haciendo, en primer lugar, el módulo de

almacenaje realizado con estructura metálica y, en segundo lugar, el módulo de oficinas realizado con estructura de hormigón armado.

Para comenzar, partiendo de un proyecto en blanco, el primer paso a llevar a cabo es el de generar los niveles y rejillas de nuestro proyecto. Los primeros definen las distintas plantas o referencias del proyecto y las segundas sirven de cuadrícula y referencia para la colocación de pilares, muros etc.

Por defecto Revit proporciona varios niveles que más adelante se modifican, cada nivel está vinculado a un plano de planta. Para poder colocar las rejillas se necesita estar en un plano de planta. Para colocarlas se usa el Nivel 1 (Figura 9) que por defecto el programa lo coloca en cota 0.

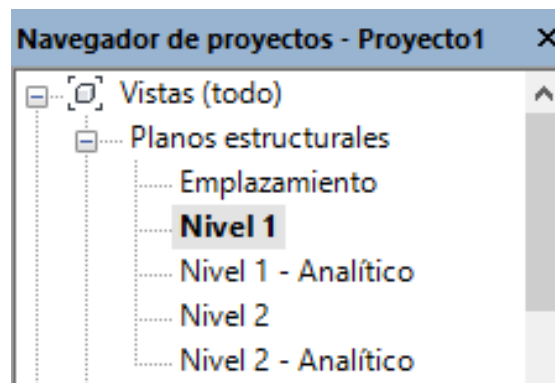


Figura 9. Selección de planta.

Una vez en esta vista de planta, la colocación de las rejillas se hace desde la ficha "Estructura" dentro del grupo "Referencia" (Figura 10). Con esta herramienta se pueden colocar las rejillas que se necesiten separadas unas de otras lo que se estime oportuno, en la figura 11 se muestran las rejillas creadas para la propuesta del modelo.



Figura 10. Opción "Rejilla".

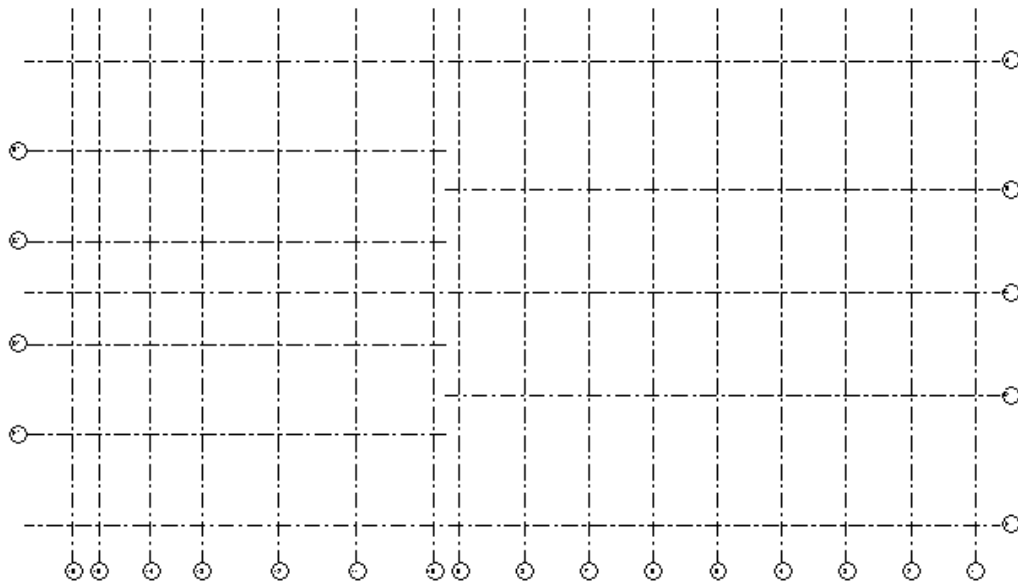


Figura 11. Rejillas del proyecto.

Las rejillas están nombradas de manera que las horizontales se corresponden con letras y las verticales con números.

El siguiente paso es la creación de niveles, para ello se debe ir a una vista de alzado, se toma el alzado sur (figura 12). Una vez en este alzado, para colocar los distintos niveles se va a la misma ficha “Estructura” y, en el grupo “Referencia”, se usa la opción “Nivel” (figura 13). En la figura 14 se muestran los distintos niveles tomados.

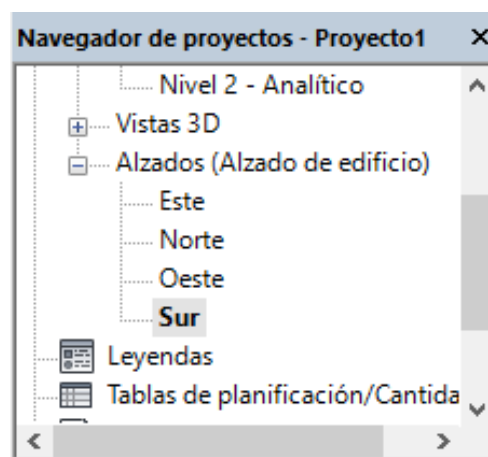


Figura 12. Elección de alzado.



Figura 13. Opción "Nivel".

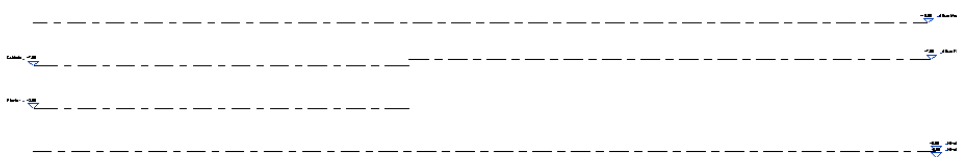


Figura 14. Niveles del proyecto.

En el modelo se han incluido 6 niveles: los niveles 0 y -1 hacen referencia a las cotas de nivel (cota 0) y sobre la que se va a apoyar la cimentación. Referentes al módulo de almacenaje se han dispuesto dos niveles más, uno de ellos haciendo referencia a la altura máxima que se desea en los pilares (7,50 m) y el segundo haciendo referencia a la altura máxima de cornisa que se desea (10,50 m). En lo que se refiere al módulo de oficinas, se han incluido otros 2 niveles más: el primero hace referencia a la base de la primera planta de oficinas (3,50 m) y el segundo a la base de la cubierta (7 m).

Para comenzar con el modelado de la zona de estructura metálica se colocan los pilares. Para ello partiendo de la ficha "Estructura" se elige la opción "Pilar" (figura 15). Al seleccionarla, en la ventana de propiedades aparecen los parámetros de interés para la colocación de los pilares (figura 16) como los niveles de referencia superior e inferior, si se mueven con las rejillas, material...

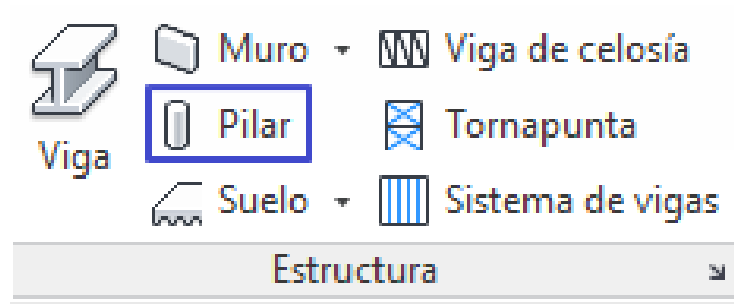


Figura 15. Opción "Pilar".

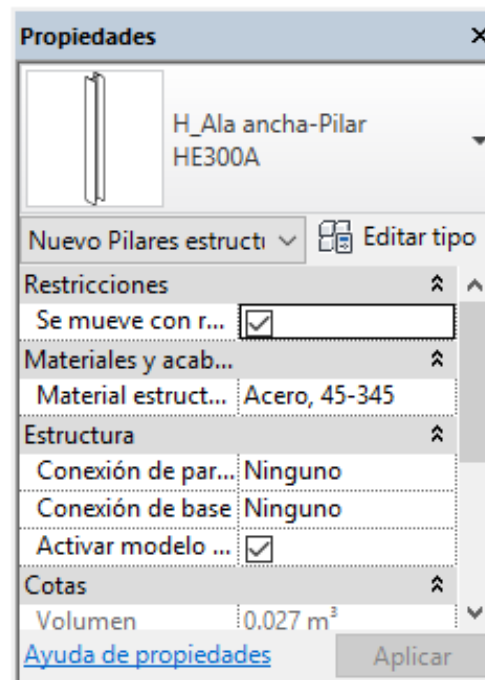


Figura 16. Ventana "Propiedades" para pilar metálico.

Para los pilares metálicos se proponen perfiles HEA 300. Si el perfil no estuviera escogido por defecto, mediante la opción "Editar tipo" que se ve en la figura 16, se pueden cargar nuevos perfiles.

Para que la colocación de los pilares esté perfectamente vinculada a las rejillas se usa la opción "En rejillas" dentro de la ficha "Modificar" (figura 17) que aparece. Estos pilares se colocan con su base en el Nivel 0 y de altura máxima el nivel anteriormente mencionado de 7,50 m. Además se colocan cuatro pilares hastiales en los alzados frontal y trasero.



Figura 17. Opción "En rejillas".

En las figuras 18 y 19 se muestra un recorte en planta de la solución y la solución completa en 3D de la colocación de estos pilares respectivamente.

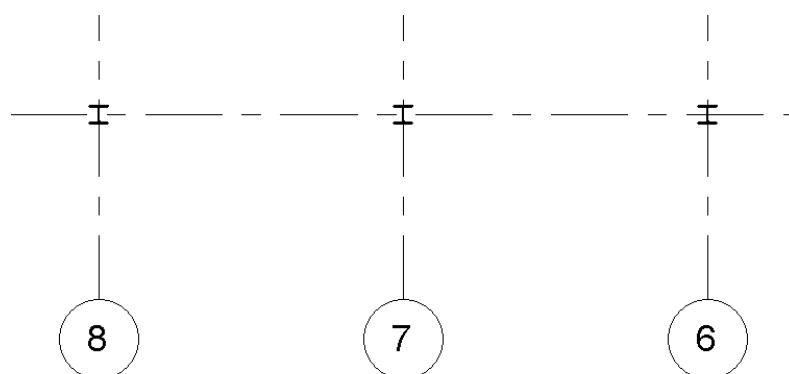


Figura 18. Vista estructural 2D (I).

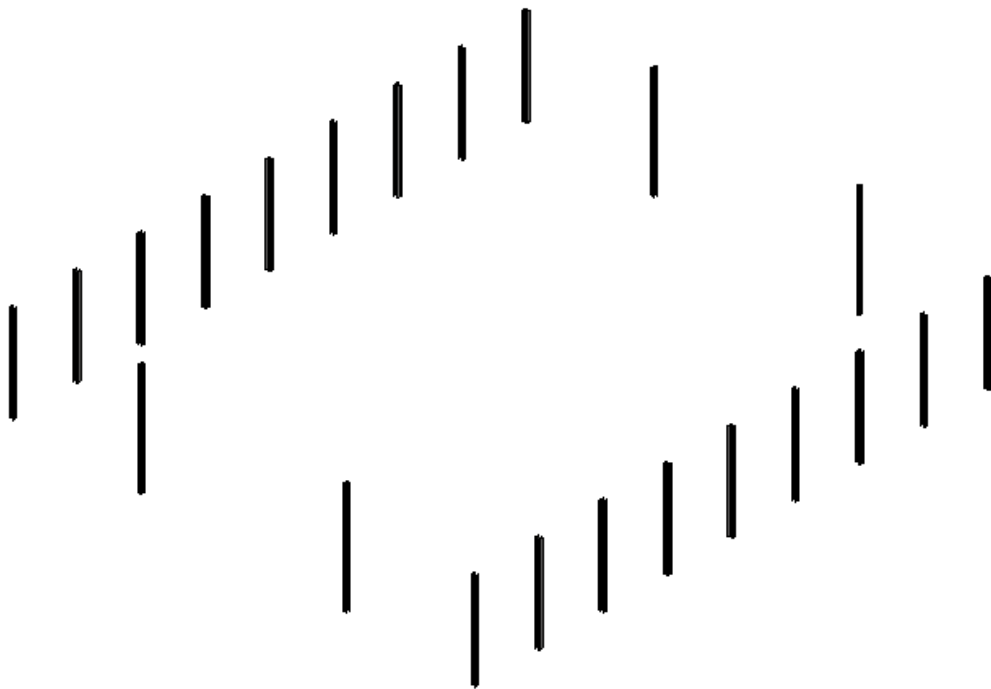


Figura 19. Vista estructural 3D (I).

Para continuar se introducen las zapatas aisladas de cimentación, para ello se hace uso de la opción “Aislada” dentro del grupo “Cimentación” (figura 20), se seleccionan en primera instancia zapatas de dimensiones 1,5 x 1,5 x 0,5 m en la ventana de propiedades (figura 21). Se colocan en planta en la base de los pilares suponiendo que se haya hecho un informe geotécnico sobre el terreno en el que diga que se puede cimentar sobre el nivel del terreno.

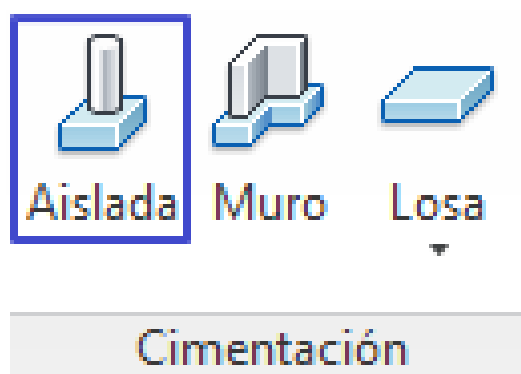


Figura 20. Opción “Aislada”.

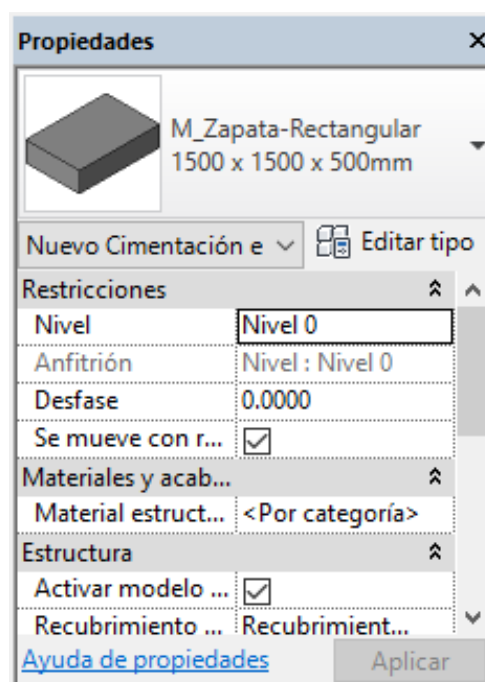


Figura 21. Ventana "Propiedades" para zapata.

En la figura 22 se muestra un corte del resultado en 2D y en la figura 23 se muestra el resultado de esta acción en 3D

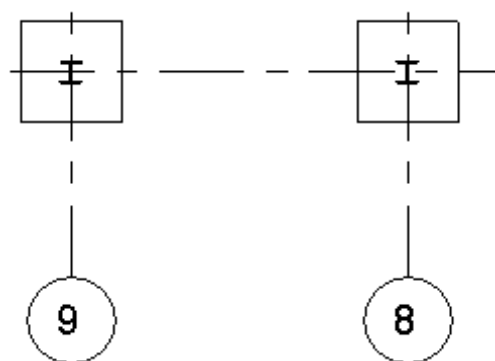


Figura 22. Vista estructural 2D (II).

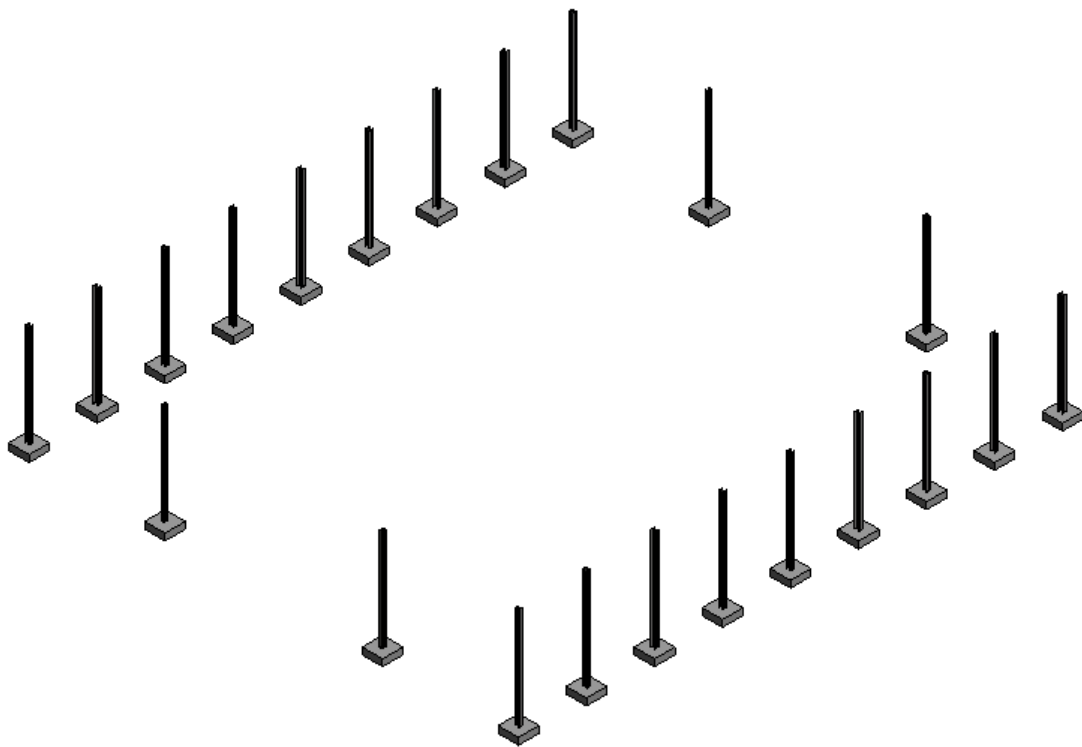


Figura 23. Vista estructural 3D (II).

Para completar el apartado de la cimentación se introducen las vigas de arriostramiento entre zapatas, al ser la zona de la campiña una zona de baja actividad sísmica se propone un atado unidireccional de las zapatas mediante vigas de 30 x 40 cm (figura 25).

Para introducirlas se hace uso de la opción “Viga” dentro de la ficha “Estructura” (figura 24). El acabado en 2D y 3D se muestran en las figuras 26 y 27 respectivamente.

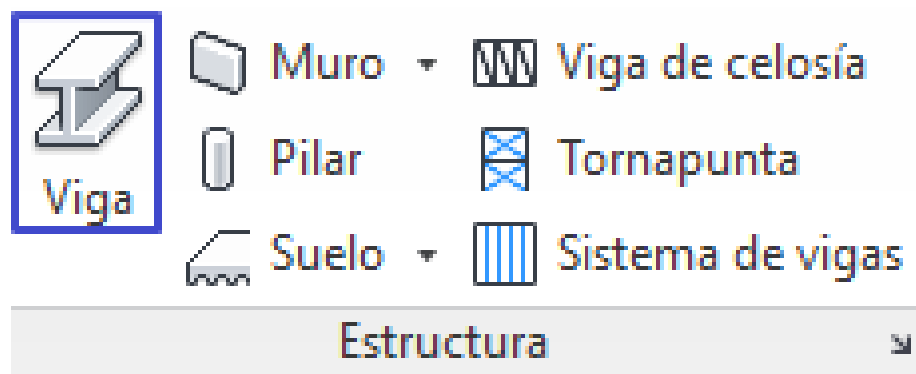


Figura 24. Opción “Viga”.

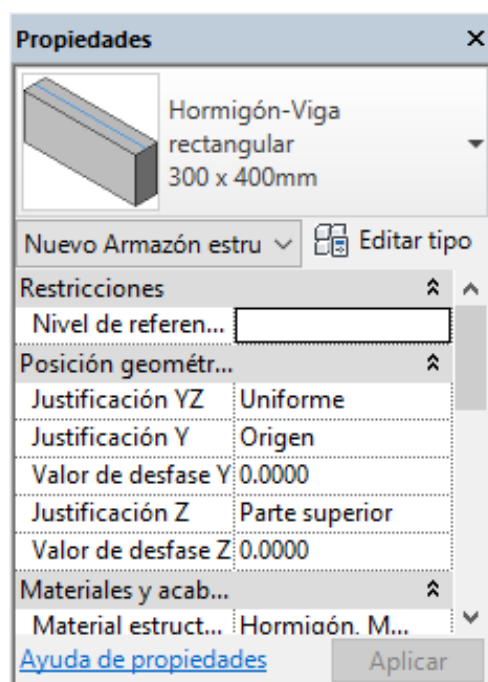


Figura 25. Ventana "Propiedades" para viga riostra de hormigón.

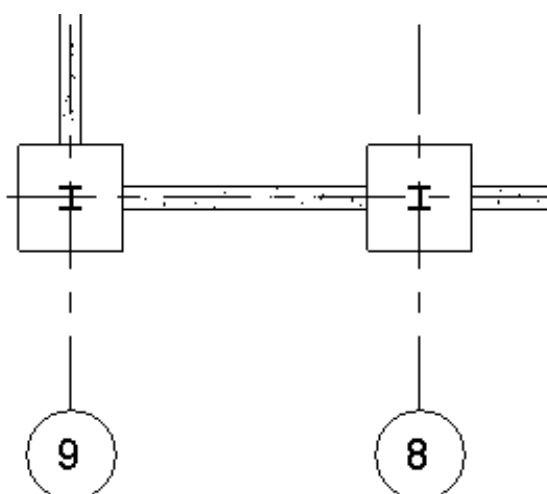


Figura 26. Vista estructural 2D (III).

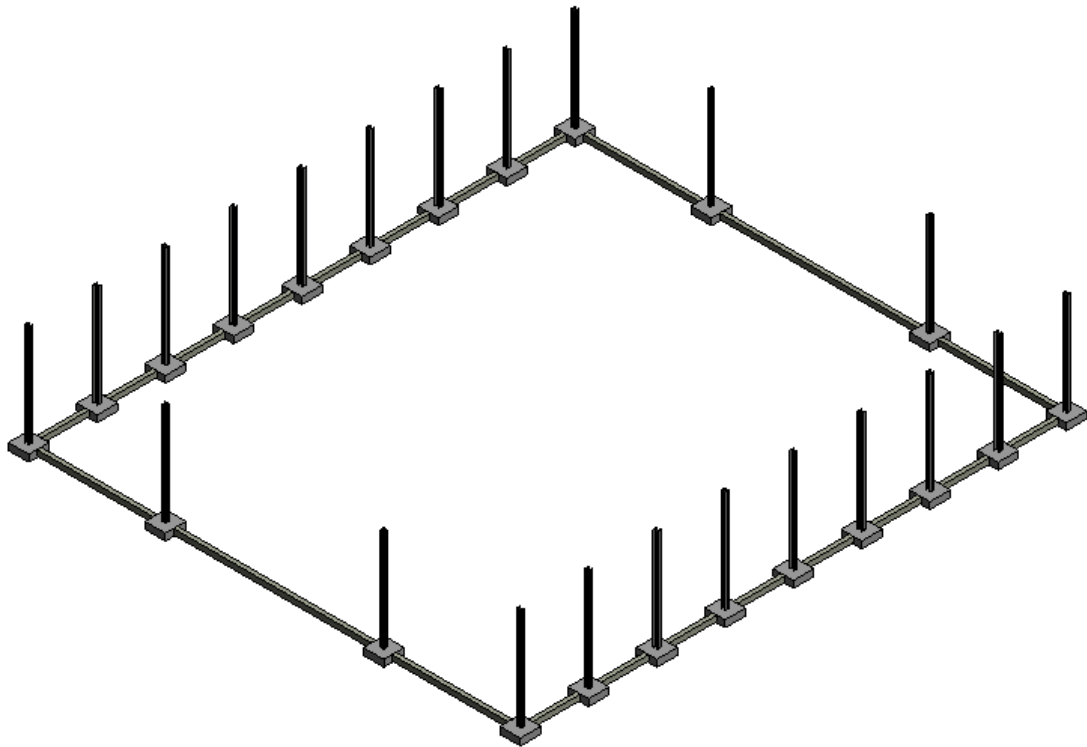


Figura 27. Vista estructural 3D (III).

A continuación se incluye el atado entre pilares mediante vigas, para ello se hace uso de la opción “Viga” dentro de la ficha “Estructura” (figura 24) estas vigas se incluyen en el nivel “Altura Pilares” y se usarán perfiles IPN 280 (figura 28). En las figuras 29 y 30 se muestra el resultado en 2D y 3D.

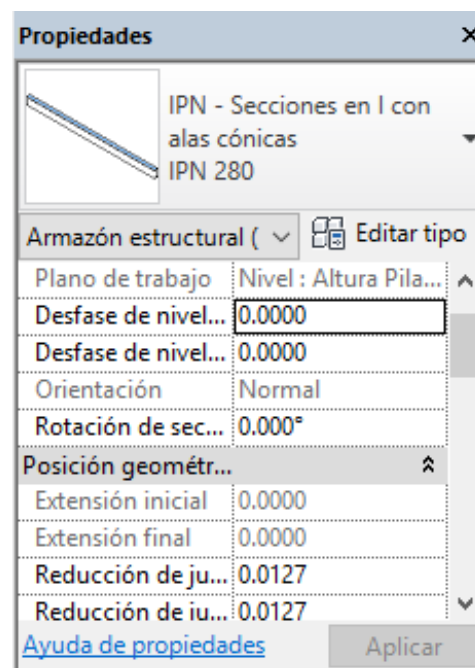


Figura 28. Ventana “Propiedades” para viga metálica (I).

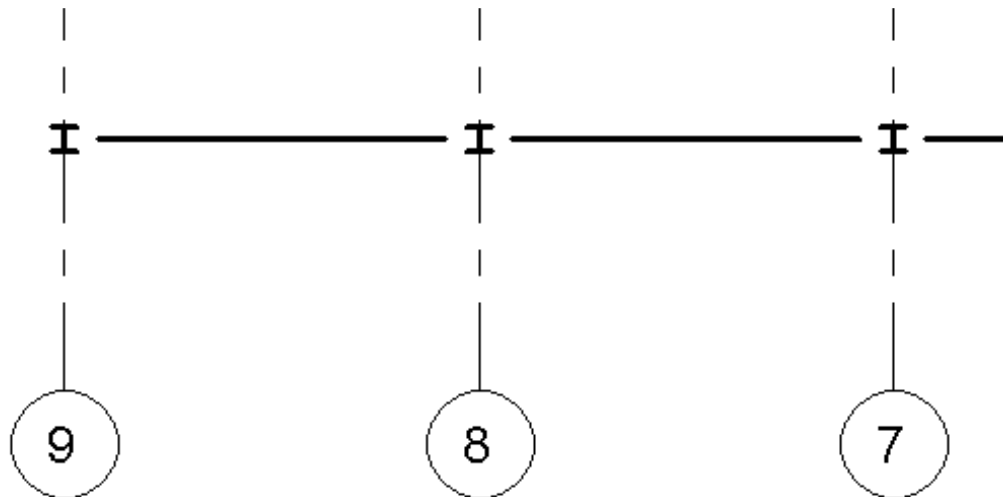


Figura 29. Vista estructural 2D (IV).

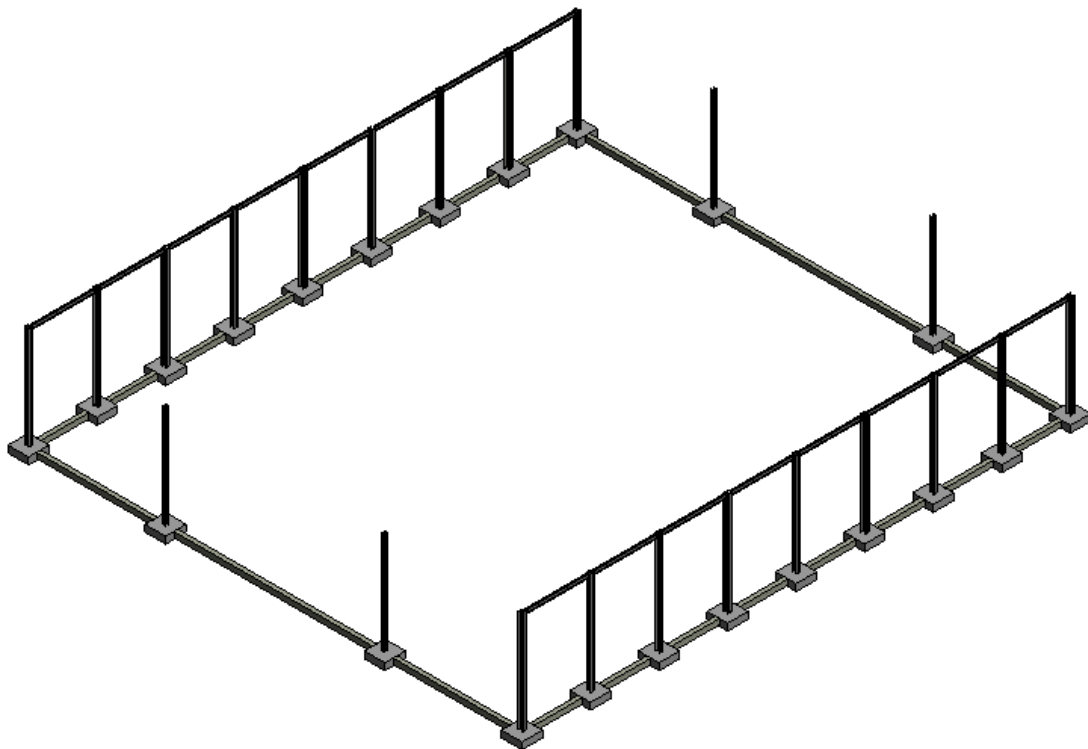


Figura 30. Vista estructural 3D (IV).

Siguiendo con la creación del modelo estructural se incluyen los dinteles de cubierta, para ello se vuelve a usar la opción “Viga” (figura 24) pero esta vez desde un alzado (se elegirá el oeste). El programa solicita la elección de un plano de trabajo, se toma el plano que contiene a la rejilla 9 (figura 31). Para los dinteles se escogen perfiles IPE 450 (figura 32) y el resultado en 2D y 3D se puede ver en las figuras 33 y 34.

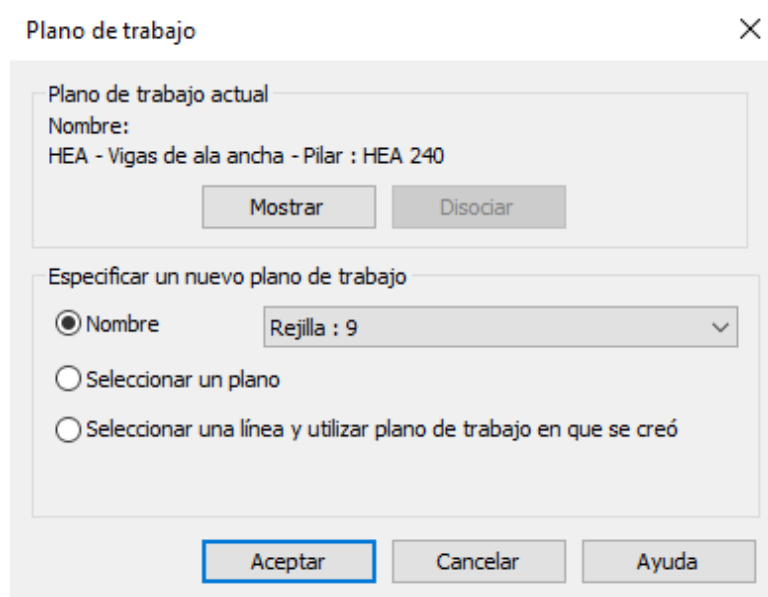


Figura 31. Cuadro de diálogo "Plano de trabajo".

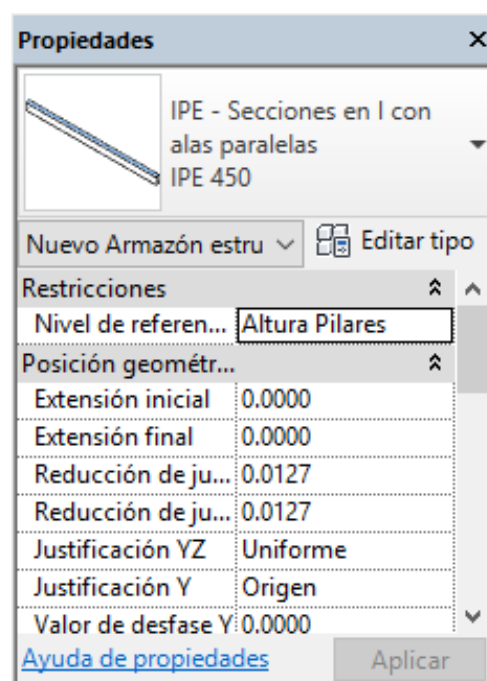


Figura 32. Ventana "Propiedades" para viga metálica (II).

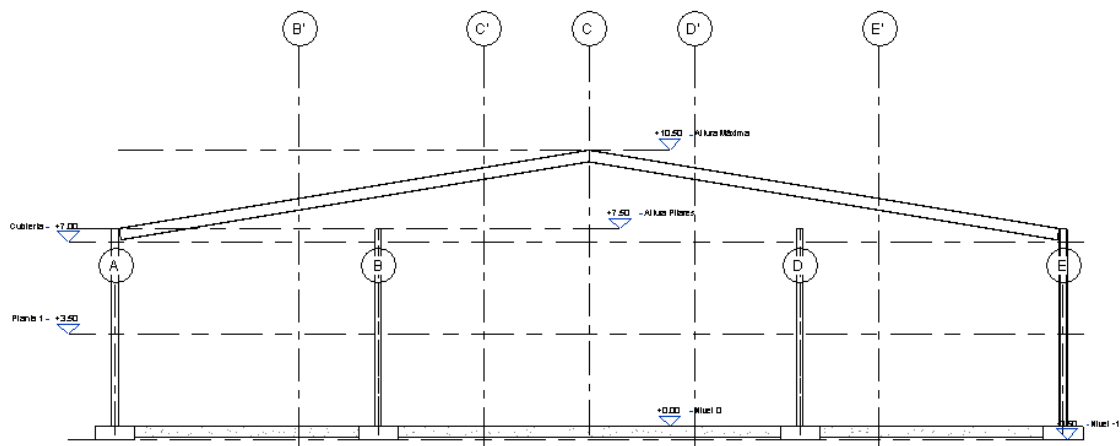


Figura 33. Vista estructural 2D (V).

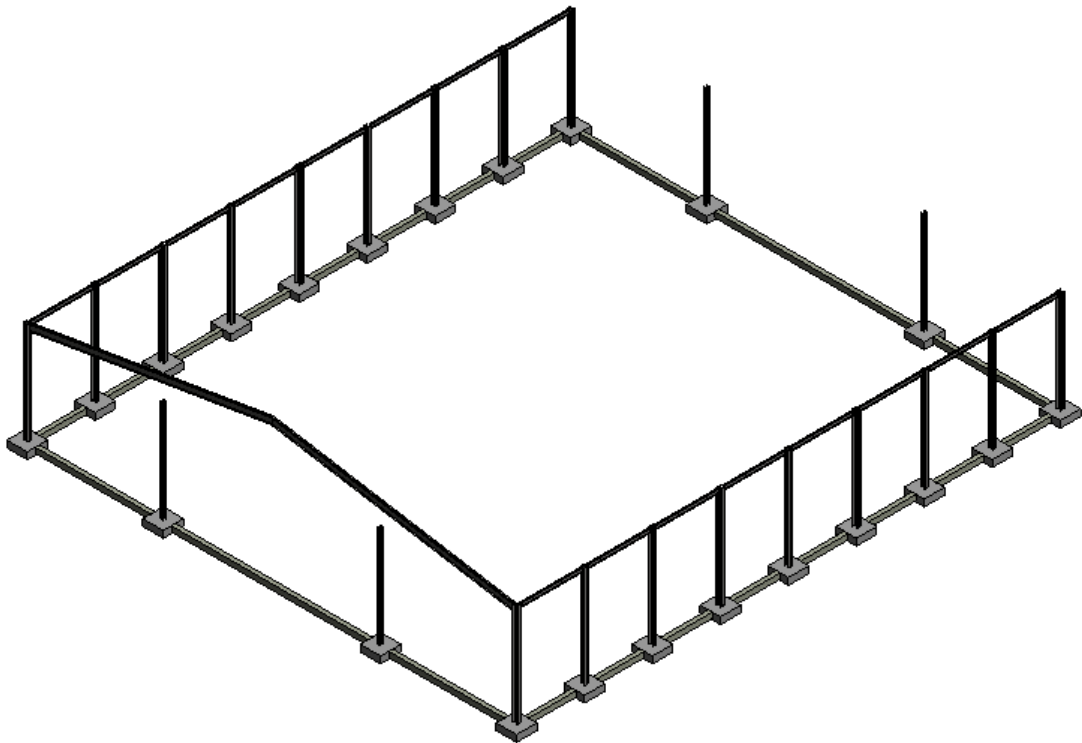


Figura 34. Vista estructural 3D (V).

Como se muestra en la última imagen, solo se ha formado un pórtico, para formar todos los pórticos se hace uso de la opción "Copiar" dentro de la ficha "Modificar" (figura 35). Al copiar, Revit pide la distancia de desfase entre un elemento y otro, esta distancia es conocida de la creación de rejillas (5 m). En la figura 36 se muestra el resultado 3D de esta acción.



Figura 35. Opción "Copiar".

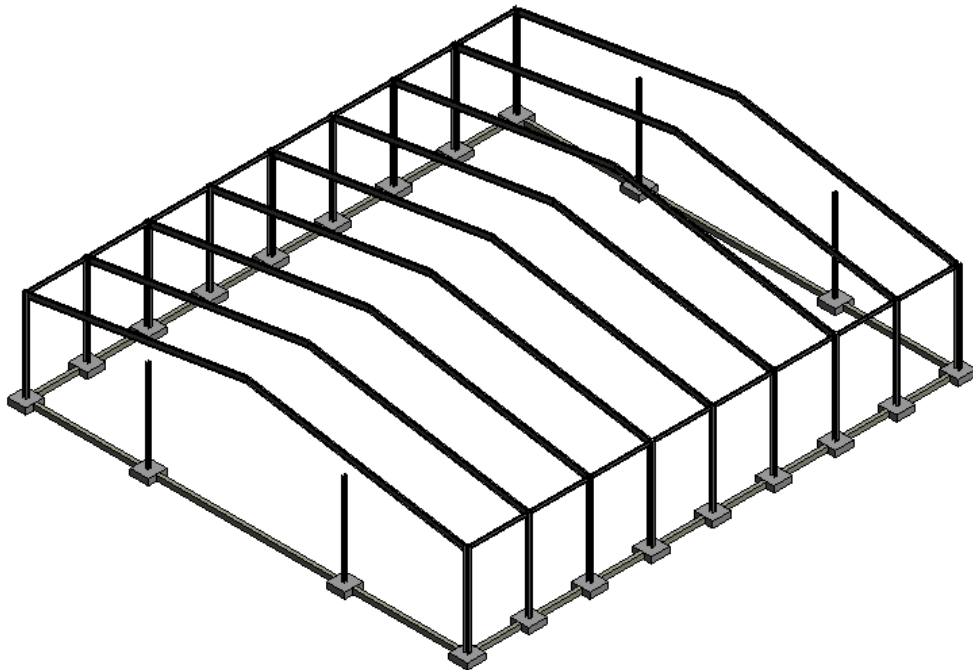


Figura 36. Vista estructural 3D (VI).

Falta por unir los distintos pórticos desde la cumbrera, esto se hace nuevamente mediante una viga, usando nuevamente un perfil IPN 280 introduciéndolo desde la vista de planta "Altura Máxima", tras introducir esta nueva viga el estado de la propuesta de edificación queda como se muestra en la figura 37.

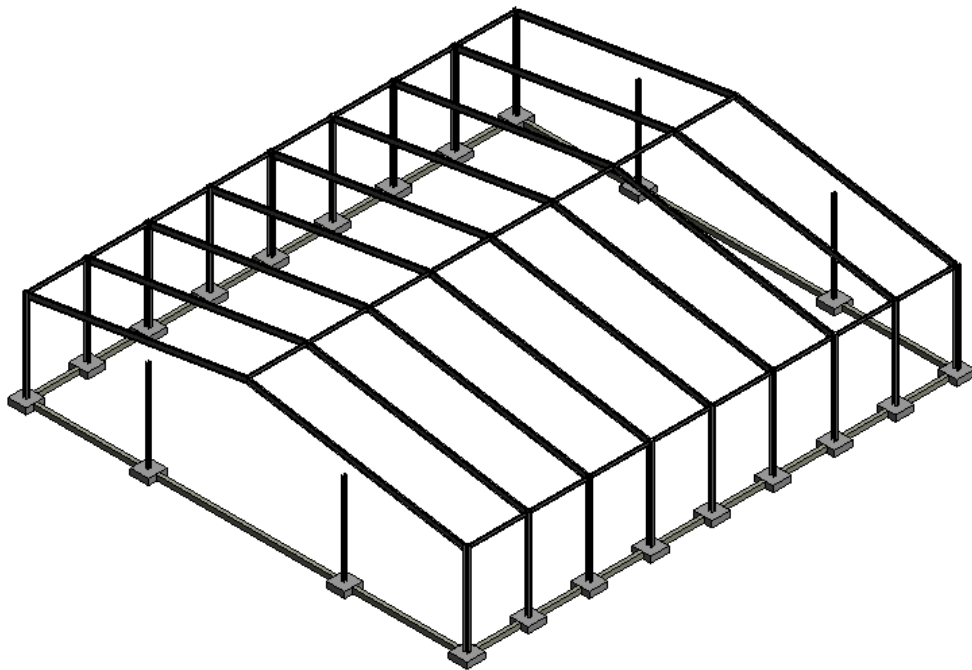


Figura 37. Vista estructural 3D (VII).

Se muestra como los pilares hastiales no llegan a los dinteles de cubierta, esto es debido a que cuando se colocaron se les colocó la restricción superior de pertenecer al nivel "Altura Pilares". Esta restricción se puede modificar con la herramienta "Enlazar parte superior" (figura 38) que aparece en la ficha "Modificar" al pulsar sobre el pilar y pulsando sobre el dintel de cubierta para enlazarlo. El acabado final de los pilares hastiales se muestra en la figura 39.

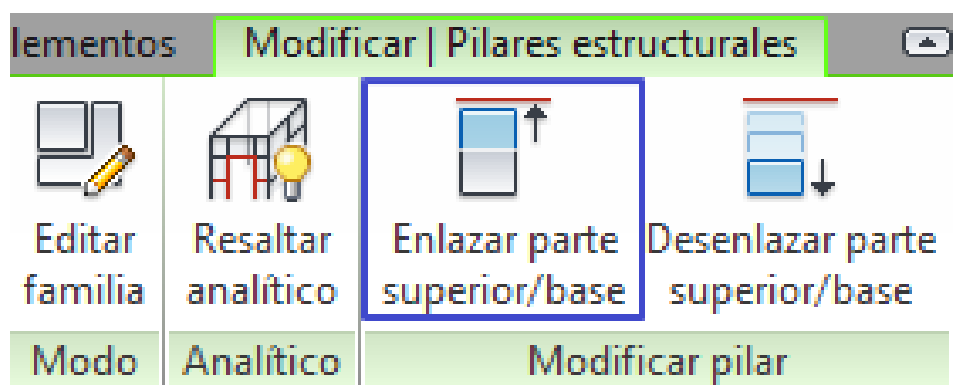


Figura 38. Opción "Enlazar parte superior/base".

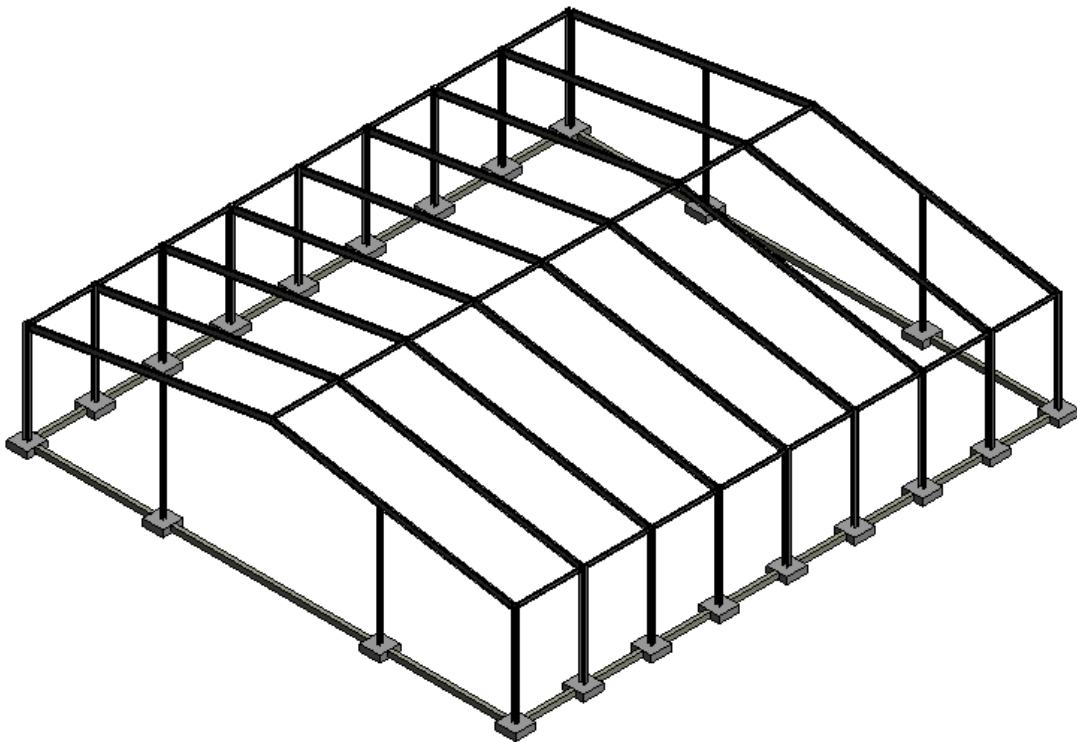


Figura 39. Vista estructural 3D (VIII).

El siguiente paso es el de la inclusión de las correas que soportarán el peso de la cubierta junto con las acciones que se deriven de ella. Para introducirlas entre dos pórticos en primer lugar se debe elegir el plano de colocación puesto que este es sobre los dinteles de cubierta y este plano no está definido por ninguna rejilla ni nivel, para elegirlo se hace uso de la opción “Definir” (figura 40) incluida en la ficha “Estructura”, tras esto aparece el cuadro de diálogo “Plano de trabajo” (figura 31) donde esta vez se elige la segunda opción (seleccionar un plano). El plano seleccionado es el coincidente con una de las alas superiores de cualquier dintel de cubierta, tras seleccionarlo, se puede ver que está correctamente seleccionando usando la opción “Mostrar” (figura 41) dentro de la misma lista de opciones que se tenían anteriormente. El plano seleccionado se puede ver en la figura 42.

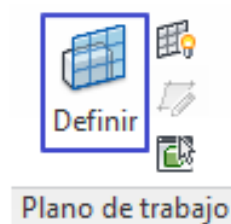


Figura 40. Opción “Definir”.

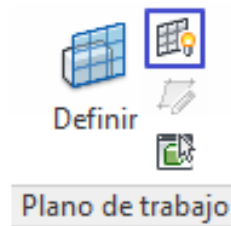


Figura 41. Opción "Mostrar".

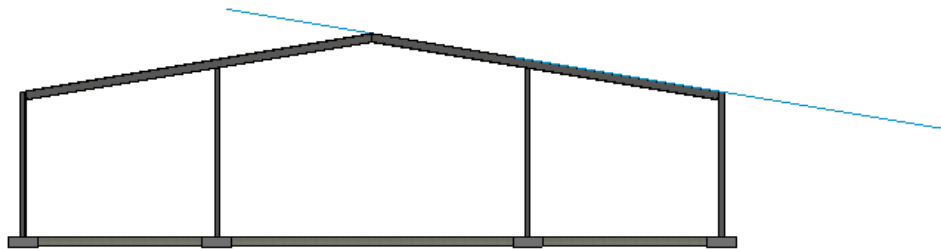


Figura 42. Plano de colocación de correas.

Una vez elegido el plano, para introducir las correas se hace uso de la herramienta "Sistema de vigas" dentro de la ficha "Estructura" (figura 43), al seleccionarla, la disposición de las vigas es configurable de distintas maneras (número fijo de vigas, distancia fija...) así como la elección del perfil y la justificación de este (una captura de esta ventana se muestra en la figura 44). En nuestra propuesta se toman perfiles UPN 120 (figura 45) colocando un número fijo de vigas por vano (12).



Figura 43. Opción "Sistema de vigas".

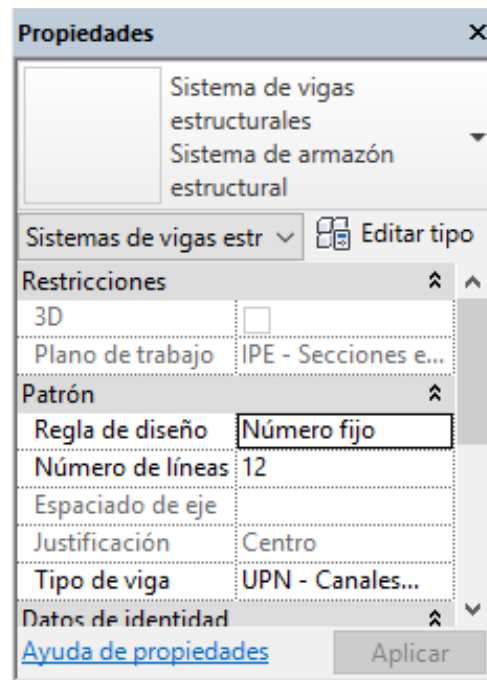


Figura 44. Ventana “Propiedades” para Sistema de Vigas estructurales.

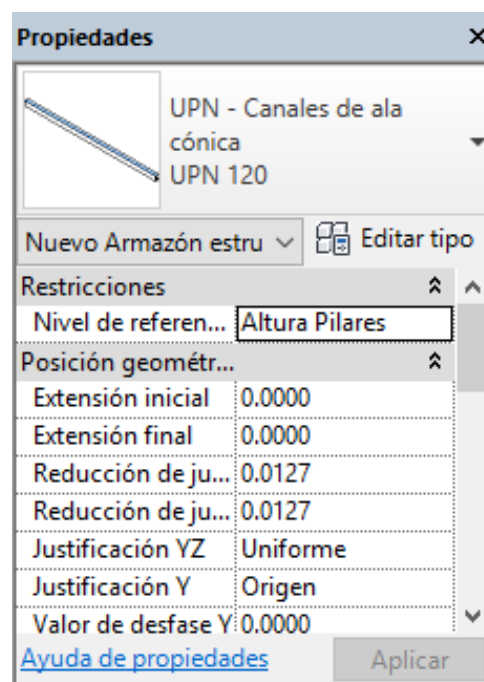


Figura 45. Ventana “Propiedades” para viga metálica (III).

Para poder colocar las correas correctamente se seleccionan las vigas y dinteles sobre las que irán colocadas. Revit proporciona diversas opciones para su colocación en la ficha “Modificar”, en este caso se escoge la opción “Seleccionar soportes” (figura 46). Hay que tener en cuenta que, eligiendo esta opción, el primer soporte que se

escoge es el que define la dirección de las vigas. En las figuras 47 y 48 se muestra una vista de los soportes escogidos y el resultado 3D respectivamente.

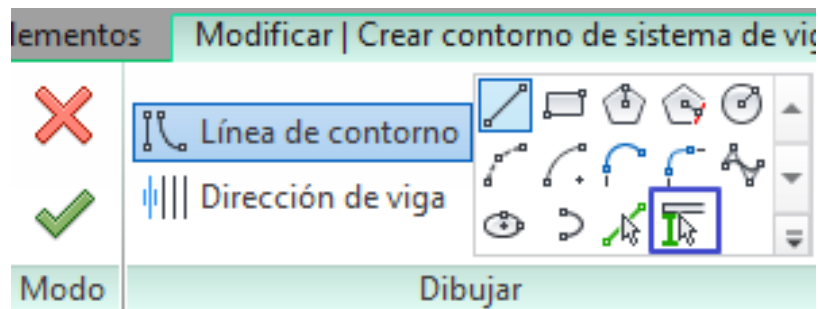


Figura 46. Opción "Seleccionar soportes".

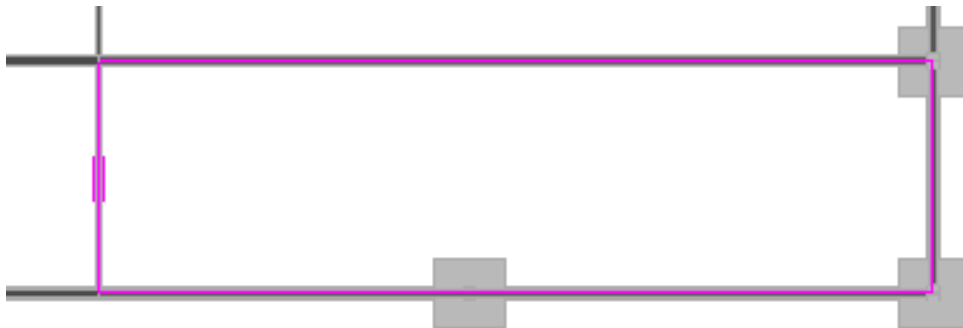


Figura 47. Soportes para correas.

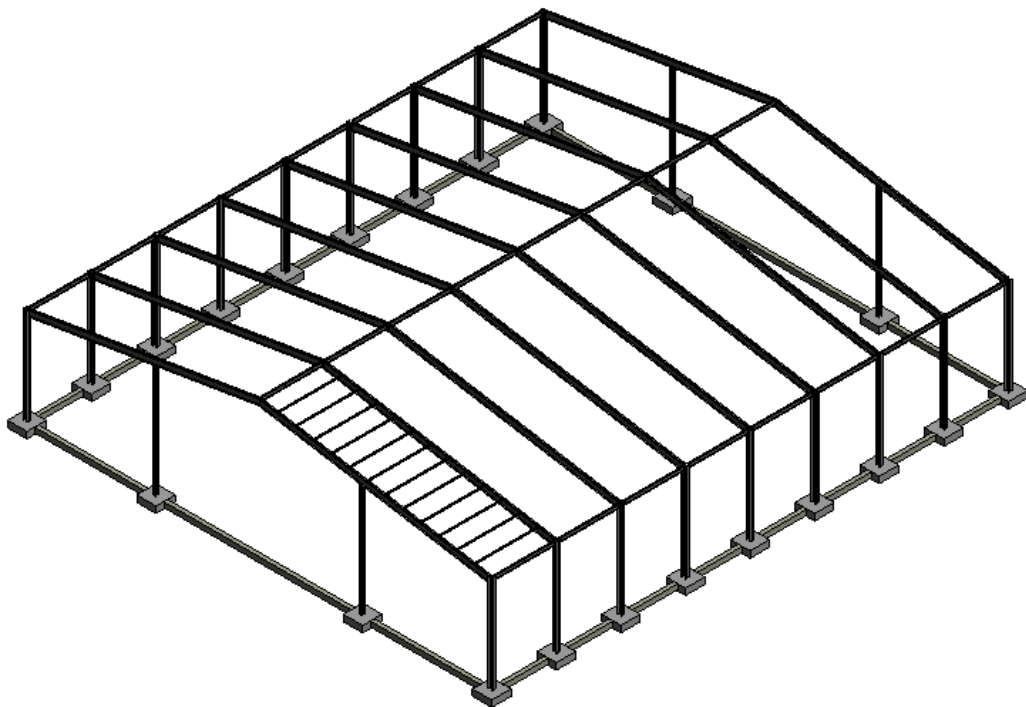


Figura 48. Vista estructural 3D (IX).

Para completar la cubierta puede hacerse de distintas maneras. La primera opción es la de proceder de manera iterativa con los mismos pasos realizados hasta ahora teniendo en cuenta que para realizar el otro lado de la cubierta habría que cambiar el plano de trabajo. La segunda manera y más rápida debido a las características geométricas de la construcción es la de hacer uso de dos opciones de la ficha "Modificar": "Copiar" (figura 35) y "Reflejar-Seleccionar eje" (figura 49). El acabado final 3D se muestra en la figura 50.

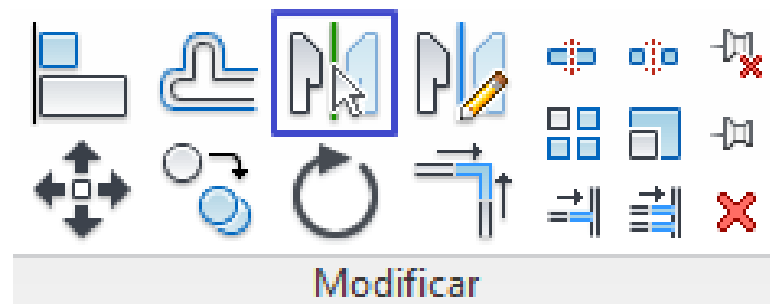


Figura 49. Opción "Reflejar-Seleccionar eje".

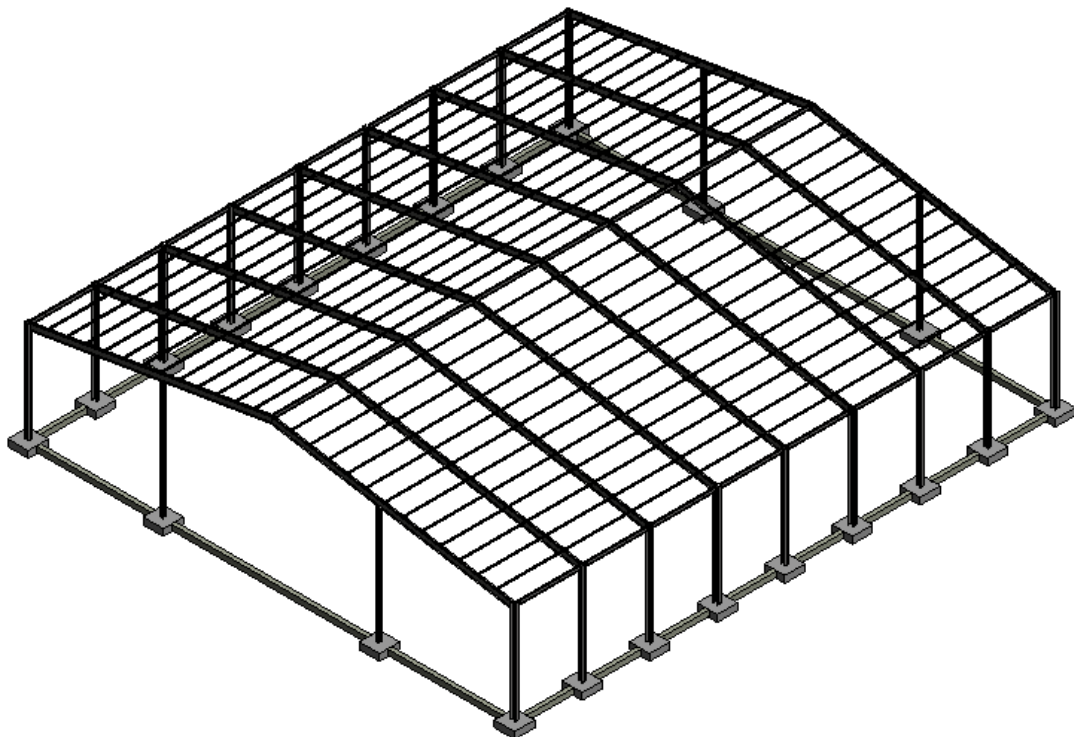


Figura 50. Vista estructural 3D (X).

Para terminar con el modelado de la parte metálica de la estructura destinada a almacenaje se incluyen las tornapuntas para asegurar que la estructura sea intraslacional. Para introducirlas se hace uso de la opción "Tornapunta" dentro de la

ficha "Estructura" (figura 51), como perfiles para estos elementos se proponen perfiles L-50x50x5 (figura 52) y para introducirlas se hace desde la vista 3D del modelo por lo que debe estar pulsado el botón "Forzado de Cursor 3D", tras esto sólo basta con ir colocando los perfiles en las posiciones deseadas. El resultado 3D se muestra en la figura 53.



Figura 51. Opción "Tornapunta".

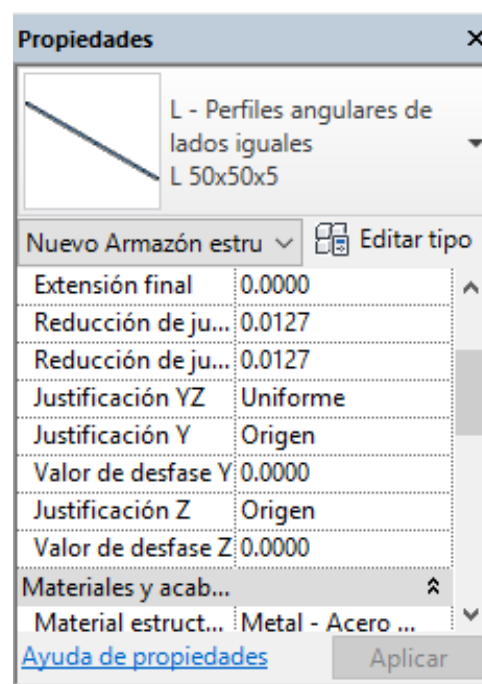


Figura 52. Ventana "Propiedades" para Tornapunta.

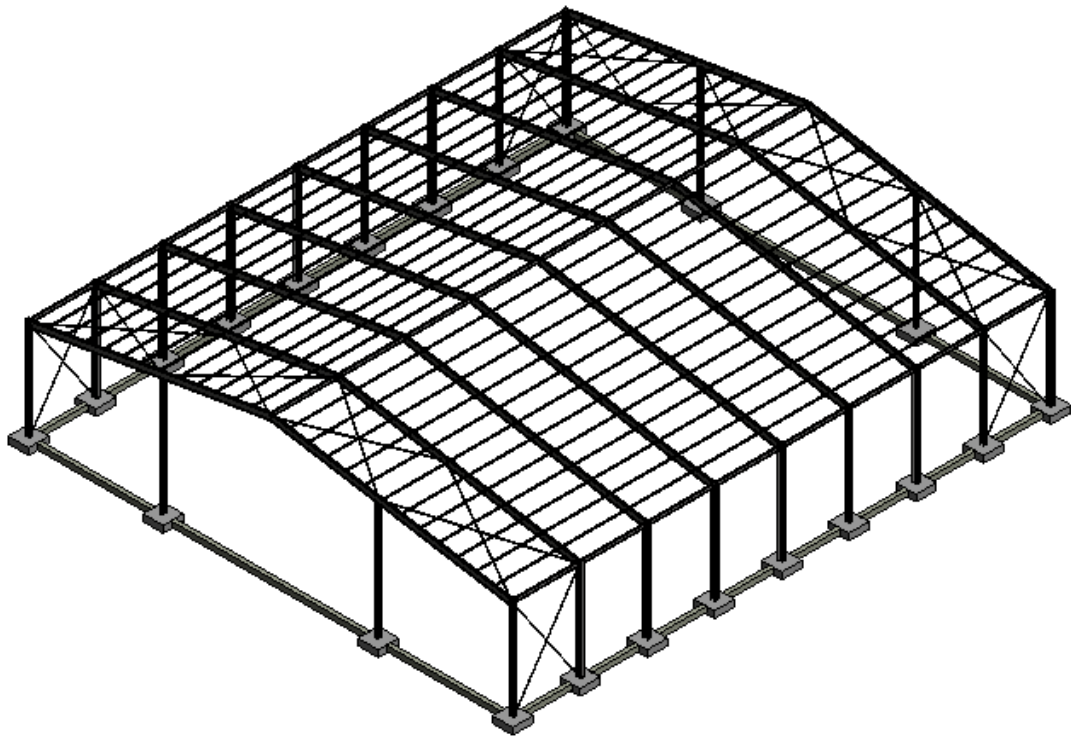


Figura 53. Vista estructural 3D (XI).

Con esto queda modelado la estructura de la parte destinada a almacenaje, a partir de aquí se modela la otra parte, la destinada a oficinas. Esta parte es una parte adjunta con propuesta de estructura en hormigón armado.

Como se hizo en el caso de la estructura metálica, en primer lugar se colocan los pilares del modelo, haciendo uso de la herramienta "Pilar" (figura 15) y tomando de referencia en las rejillas colocadas.

Se proponen dos tipos de pilares: cuadrados de 40x40 cm (figura 54) para los pilares interiores del edificio y redondos de 45 cm de diámetro (figura 55) para los exteriores, la restricción superior de los pilares es la del nivel "Cubierta". En las figura 56 y 57 se muestra una vista parcial 2D de los pilares colocados y una vista 3D del modelo completo.

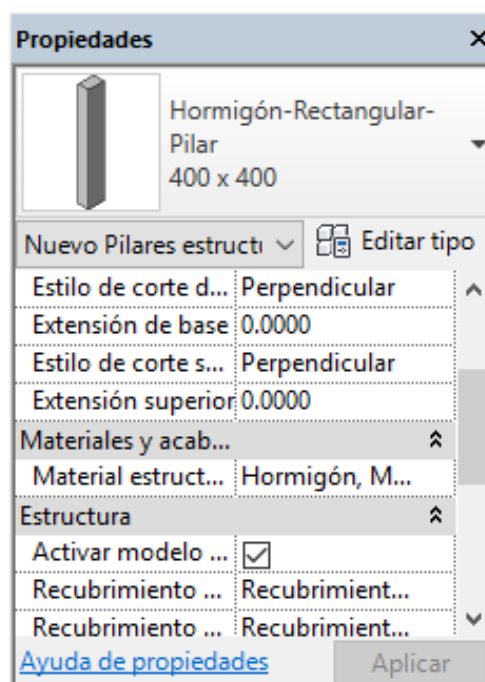


Figura 54. Ventana "Propiedades" para pilar de hormigón (I).

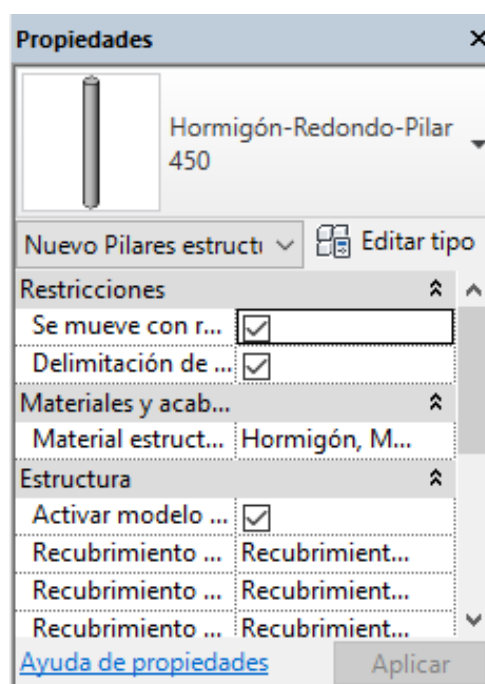


Figura 55. Ventana "Propiedades" para pilar de hormigón (II).

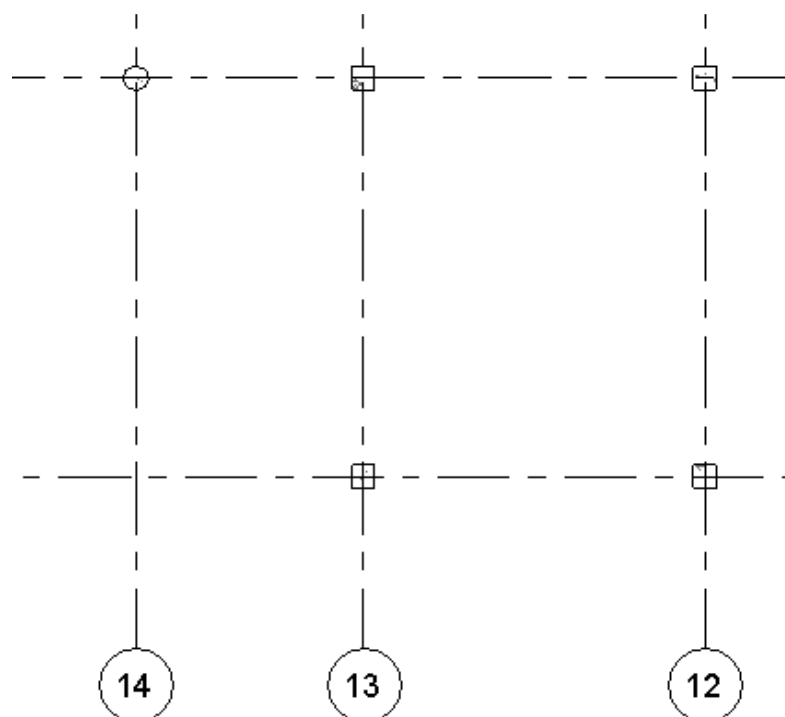


Figura 56. Vista estructural 2D (VI).

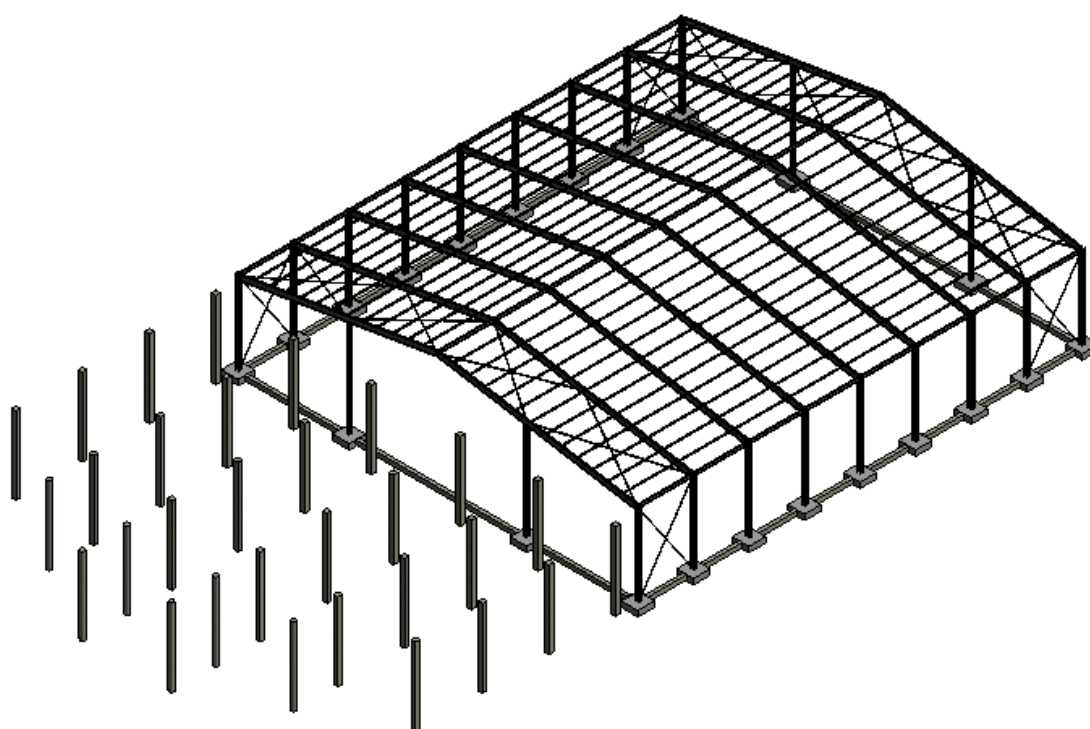


Figura 57. Vista estructural 3D (XII).

A continuación, como ya se hizo anteriormente, se propone la cimentación usando zapatas y vigas de atado similares a las de la otra parte de la edificación

(figuras 21 y 25) haciendo uso de las herramientas “Aislada” (figura 20) y “Viga” (figura 24). En las figuras 58 y 59 se muestran resultados 2D y 3D obtenidos.

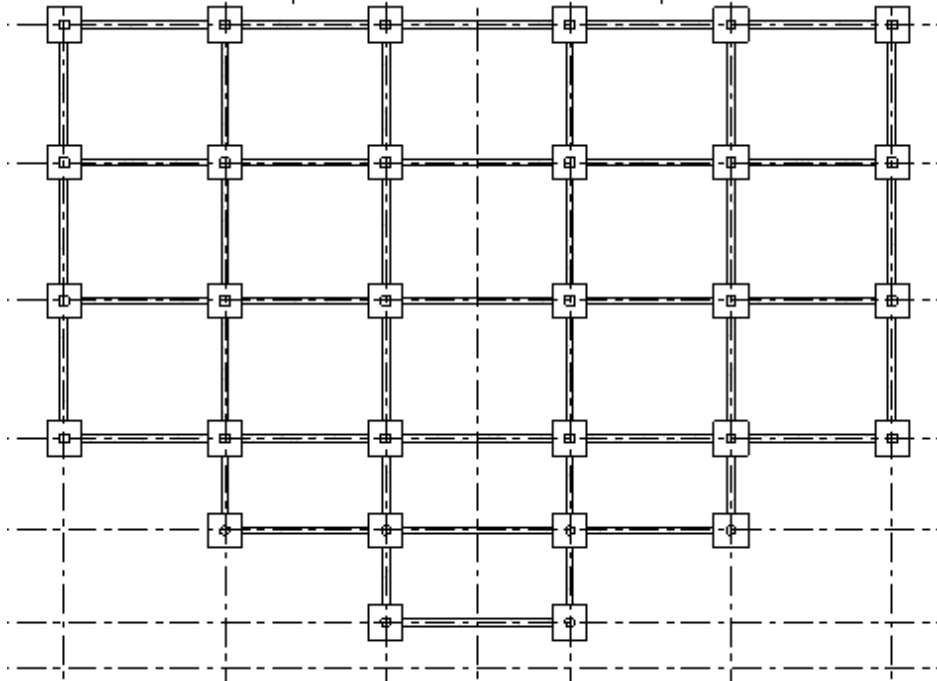


Figura 58. Vista estructural 2D (VII).

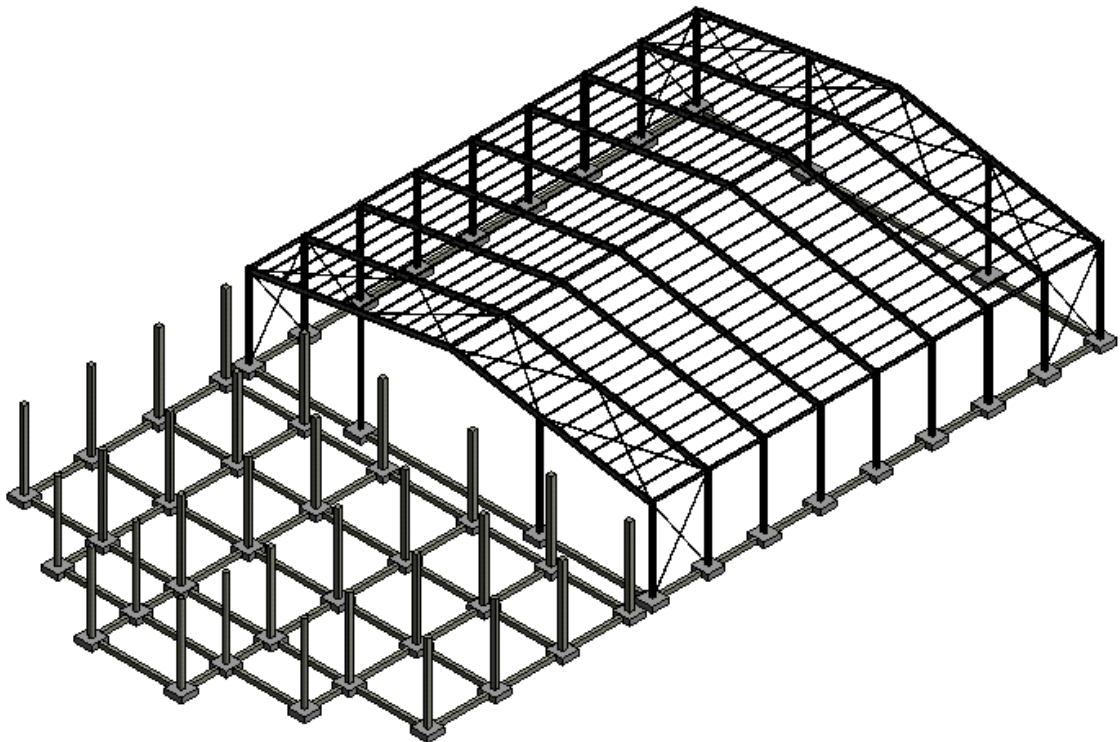


Figura 59. Vista estructural 3D (XIII).

Para continuar con el modelado de la estructura es necesaria la inclusión de los forjados pertenecientes a la primera planta y a la cubierta, esto se hace desde la opción "Suelo" dentro de la ficha "Estructura" eligiendo entre las distintas opciones "Suelo: estructural" (figura 60), para ambos forjados se propone un forjado de hormigón comercial (figura 61).

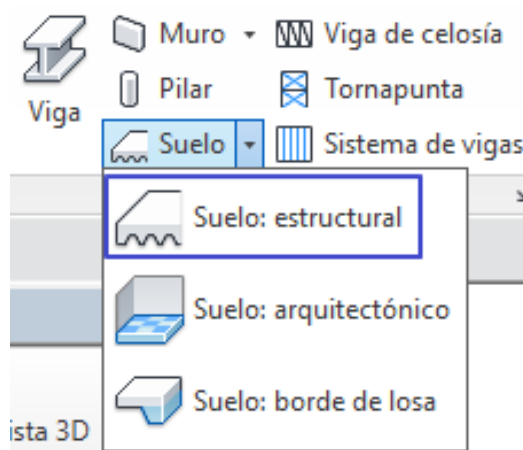


Figura 60. Opción "Suelo: estructural".

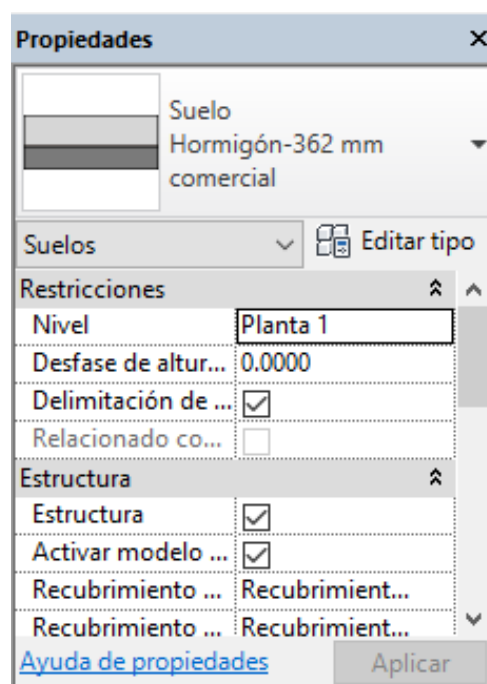


Figura 61. Ventana "Propiedades" para suelo estructural.

Al elegir el tipo de forjado Revit solicita que se incluya la forma que este va a tener, en las figuras 62 y 63 se muestran la vista 2D y 3D del forjado de la primera planta y en las figuras 64 y 65 las referentes a la cubierta.

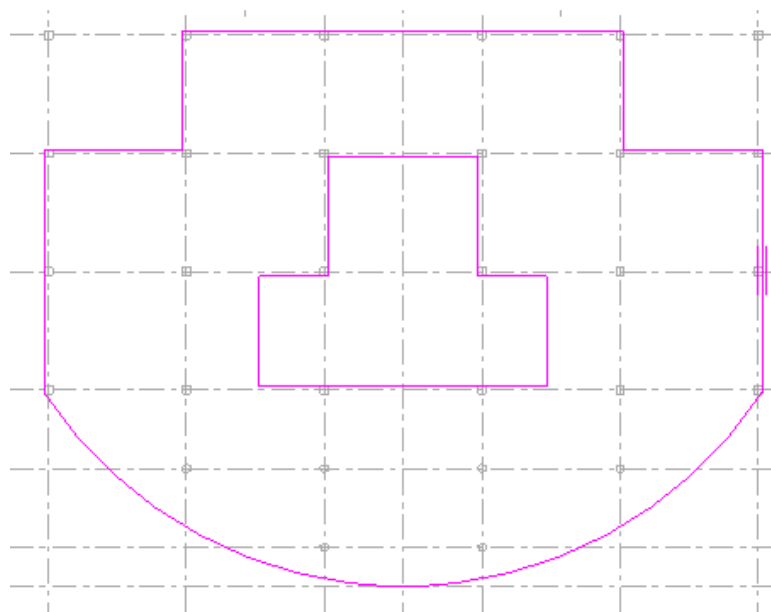


Figura 62. Contorno de forjado (I).

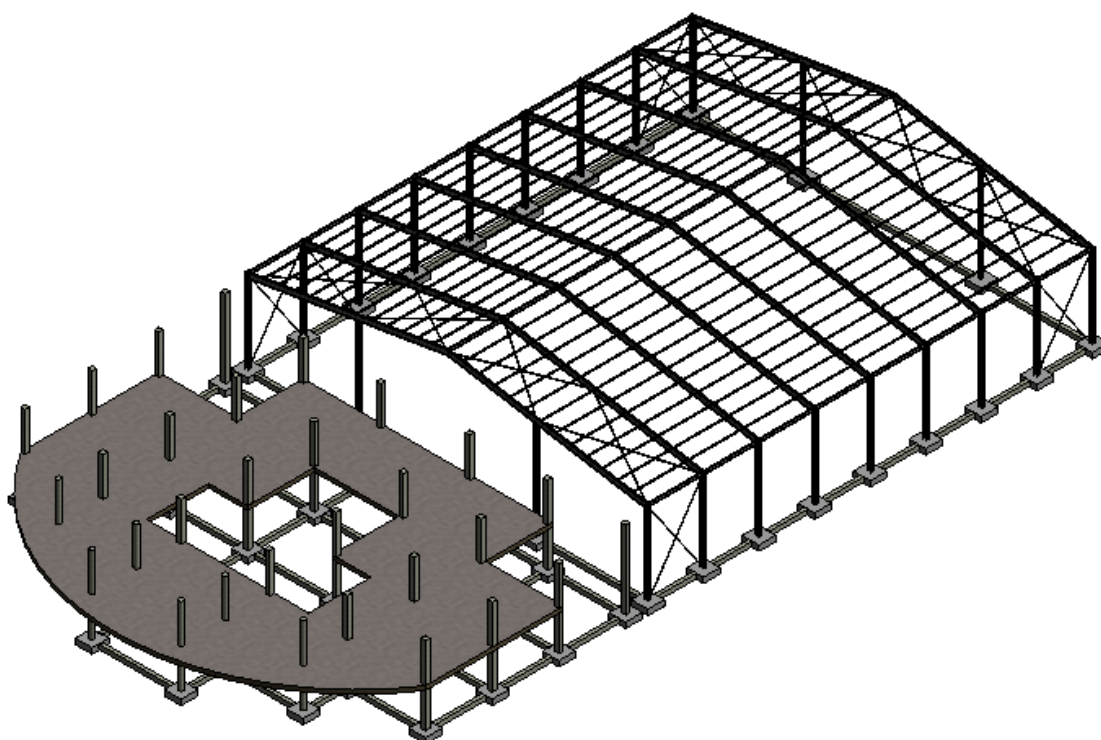


Figura 63. Vista estructural 3D (XIV).

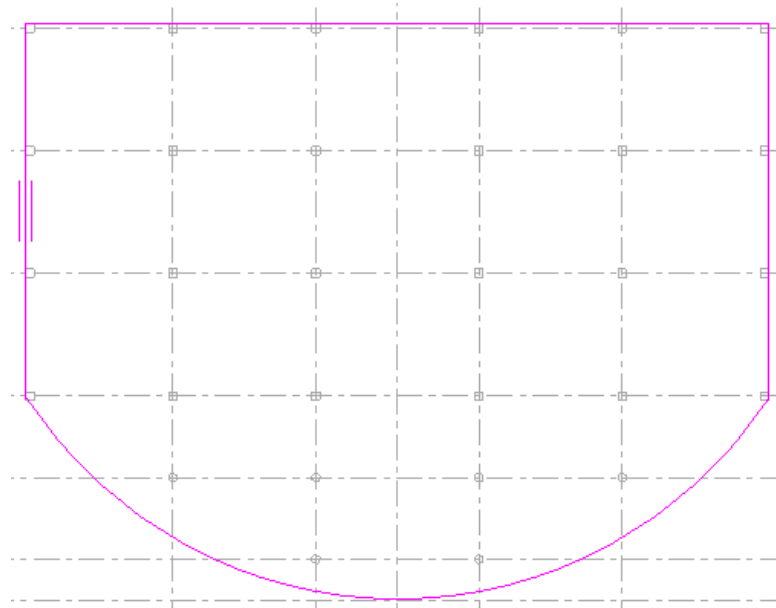


Figura 64. Contorno de forjado (II).

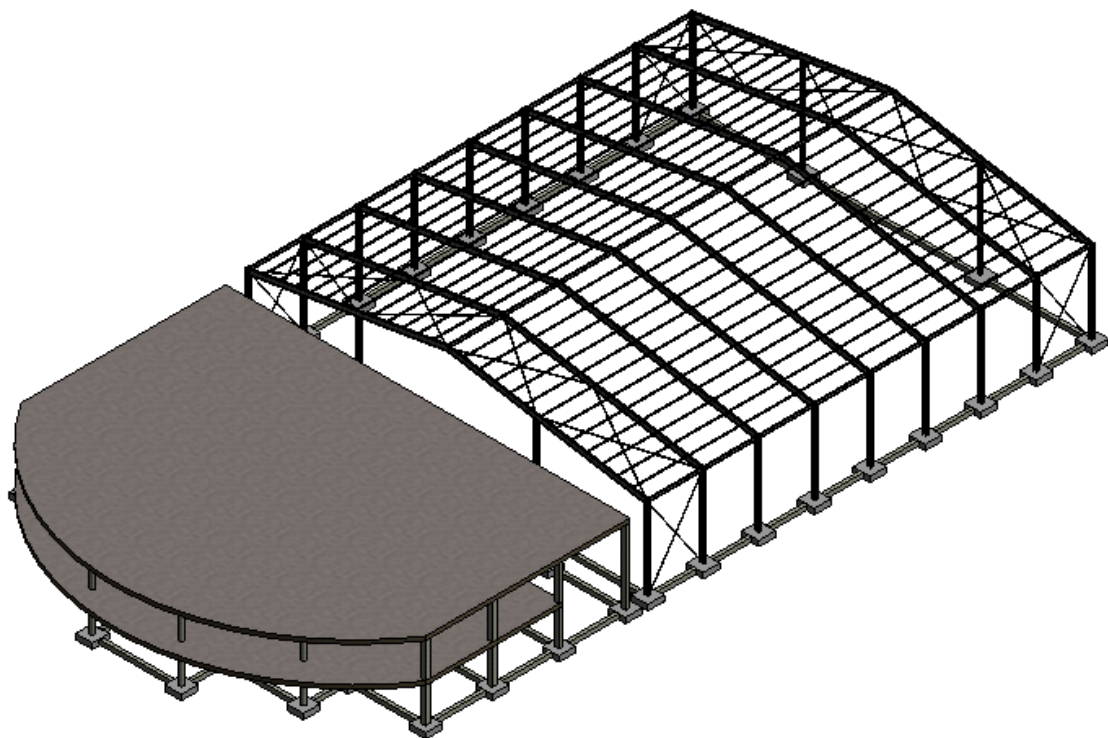


Figura 65. Vista estructural 3D (XV).

Se ha podido observar como en la primera planta se han dejado aberturas para la colocación de escalera y barandillas para la visualización desde esta planta de lo que ocurra en la zona central de la planta baja.

Con este último paso queda definido el modelo estructural de la edificación que se propone para los fines que se persiguen y hasta aquí puede parecer como si Revit hubiera funcionado prácticamente como un programa de dibujo. Esto no es así puesto que Revit nos devuelve el modelo analítico que se utilizará para resolver la estructura en Software específico de cálculo de estructuras. Este modelo analítico 3D se muestra en la figura 66.

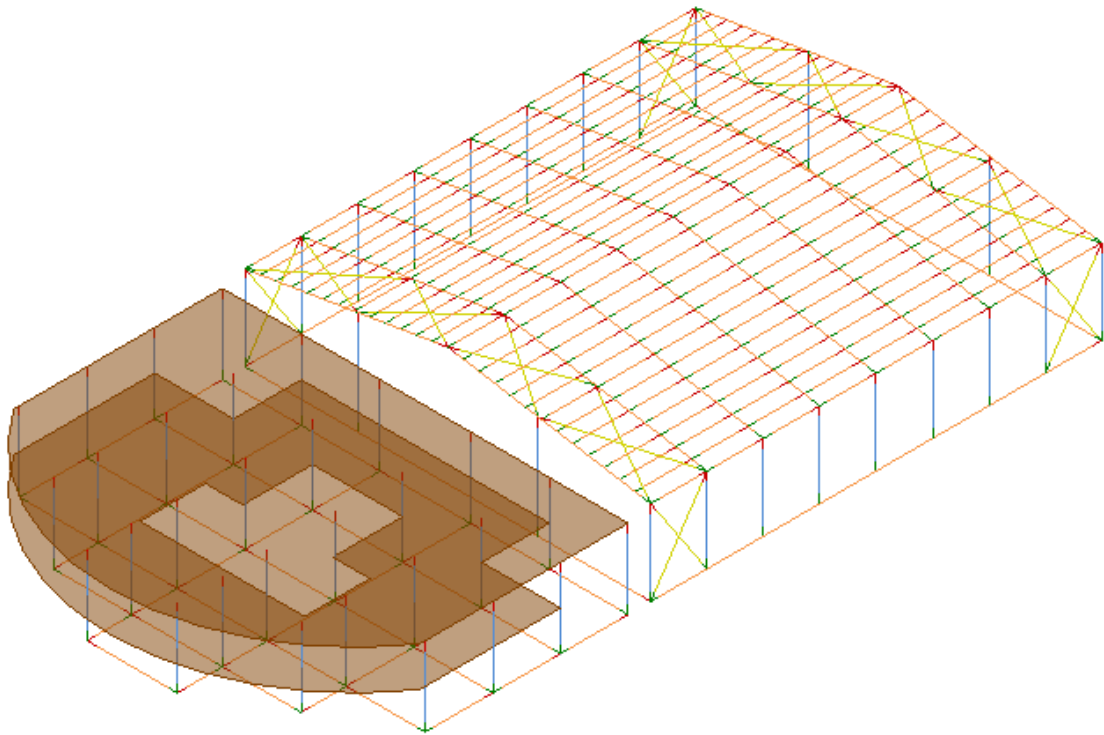


Figura 66. Modelo analítico 3D.

Esta es una de las grandes ventajas que presenta este software ya que se va generando el modelo analítico de una estructura a la vez que se obtiene información visual sobre la misma y que, como se dirá más adelante, puede ser combinada con la parte arquitectónica de la edificación.

En las nuevas versiones de este software se sigue profundizando en el preprocesado del cálculo estructural tal y como se ve en la ficha “Analizar” (figura 67) ya que permite la inclusión de condiciones de contorno y cargas por ejemplo. Esta parte aún está en evolución por lo que, de momento, sigue siendo más fiable la realización de estas tareas en software específico.

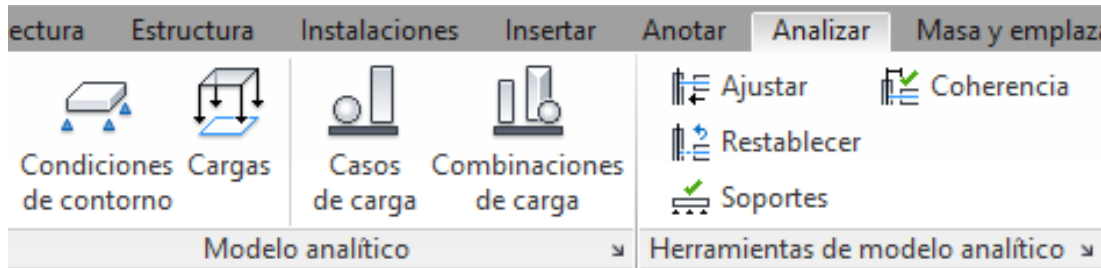


Figura 67. Ficha "Analizar"

6.2 Modelado arquitectónico

En este apartado, partiendo del modelo estructural realizado de la edificación, se modela el diseño arquitectónico yendo desde menor a mayor detalle de la posible posterior construcción, colocando elementos como mobiliario, puertas, ventanas entre otros hasta obtener un modelo 3D de la edificación.

Va a quedar latente una de las ventajas de la metodología BIM que se había comentado en el apartado correspondiente de este TFG, es decir, la posibilidad de colaboración entre equipos multidisciplinares sobre un mismo proyecto (modelo).

Revit proporciona dos maneras de llevar a cabo la colaboración entre distintas disciplinas, una de ellas es la de vincular otros archivos de Revit u otros programas compatibles. Esta vinculación se puede hacer mediante la ficha "Insertar" (figura 68) que es la opción que se ha tomado para la realización del modelo de este TFG y que más adelante se explicará la manera de hacerla.

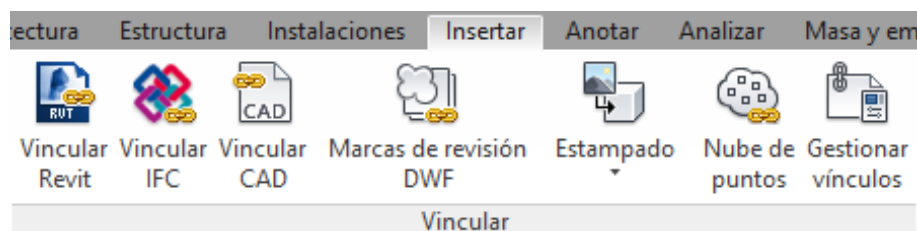


Figura 68. Ficha "Insertar".

La otra opción para la colaboración entre distintas disciplinas es la de generar distintos subproyectos a partir de un proyecto global y central que incluye a todos los demás. Esta "división" del proyecto se realiza desde la ficha "Colaborar" (figura 69) mediante la opción "Subproyectos". Al hacer click sobre ella se abre un cuadro de diálogo (figura 70) en el que se pueden generar tantos subproyectos como se deseen

y para tantas disciplinas como se considere oportuno (estructura, cerramientos, instalación eléctrica, instalación de climatización...).

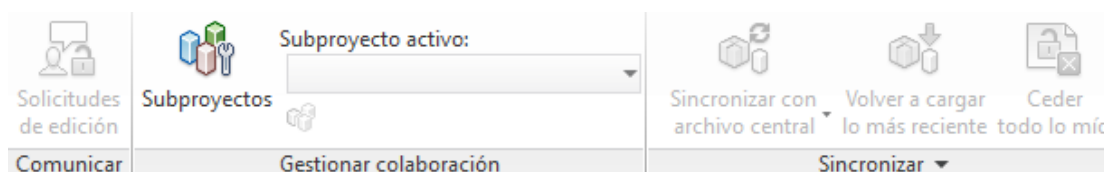


Figura 69 (I). Ficha "Colaborar".

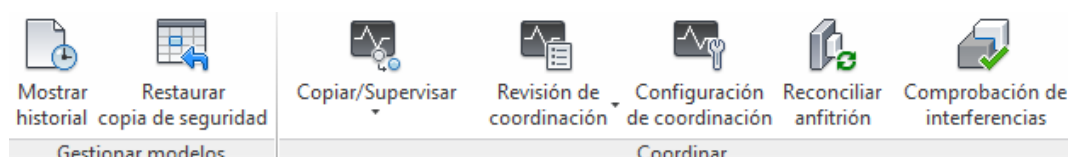


Figura 69 (II). Ficha "Colaborar".

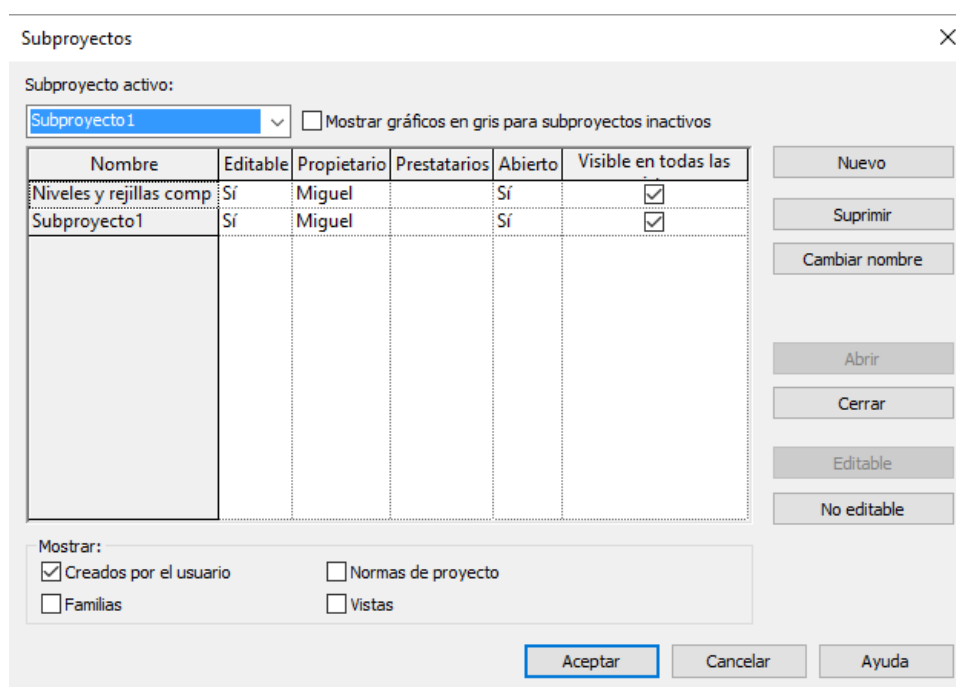


Figura 70. Cuadro de diálogo "Subproyectos".

Todos estos subproyectos están vinculados a un archivo central que prácticamente en tiempo real se va actualizando, esta herramienta permite el trabajo de un equipo cuyos miembros pueden estar en cualquier parte del mundo siempre y cuando el archivo central como los subproyectos se encuentren en la nube mediante uno de los muchos sistemas de almacenamiento conocidos pero teniendo en cuenta que la actualización del proyecto es dependiente de la capacidad de los servidores del sistema de coordinación que se elija.

En la ficha “Colaborar” (figura 69) se ve como una vez que los subproyectos estén creados se activarán diversas opciones para gestionar la coordinación y, entre otros aspectos, por ejemplo se pueden comprobar las interferencias entre distintos subproyectos. Esta opción es de gran utilidad puesto que soluciona una de las problemáticas que presenta el diseño 2D (CAD) ya que sobre el modelo 3D se advierten estas interferencias y son fácilmente solucionables evitando así, encontrarlas durante la construcción con el gasto que supone solucionarlas.

Como se comentó anteriormente, la vinculación en este TFG entre las distintas partes se realiza desde la ficha “Insertar”, más exactamente mediante la opción “Vincular Revit” (figura 71).

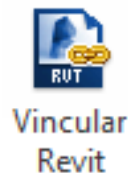


Figura 71. Opción “Vincular Revit”.

Es de interés señalar que esta opción no permite analizar el modelado como partes relacionadas sino que se interpretan como unos modelos BIM dentro de otros por lo que cada modelo 3D es independiente, por ejemplo, cada uno tendrá sus niveles y rejillas aunque, en este caso, se toman los mismos que en el modelado estructural. Al tratarse de modelos independientes, problemas como las interferencias entre elementos no se abordan aunque para los requisitos de este TFG no es de interés puesto que la mayoría de las interferencias que se pudieran ocasionar son debidas a las instalaciones, temática que no se aborda.

Para crear el modelo arquitectónico se abre un nuevo proyecto de Revit aunque esta vez tomando una plantilla arquitectónica y generando los mismos niveles y rejillas del modelo estructuras (figuras 11 y 14). Vinculando el modelo estructural desde el principio se va a evitar un mayor consumo de recursos que si se vinculará tras el modelado arquitectónico puesto que el archivo anfitrión es más pequeño. Al pulsar sobre la opción “Vincular Revit” el programa solicita buscar el archivo de Revit que se quiere vincular, una vez vinculado se pueden configurar algunos parámetros del

vínculo haciendo uso de la opción “Gestionar Vínculos” (figura 72) donde aparece el cuadro de diálogo de la figura 73.

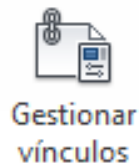


Figura 72. Opción “Gestionar Vínculos”.

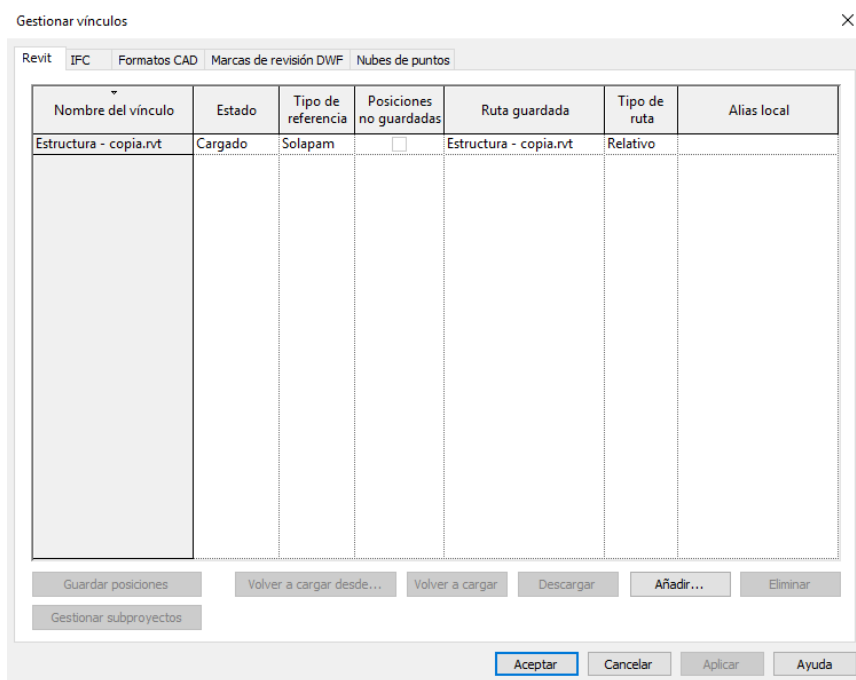


Figura 73. Cuadro de diálogo “Gestionar Vínculos”.

Al realizar la vinculación se puede comprobar que el modelo estructural se ha incluido como un todo haciendo uso de la vista 3D y colocando el puntero sobre el modelo vinculado (figura 74).

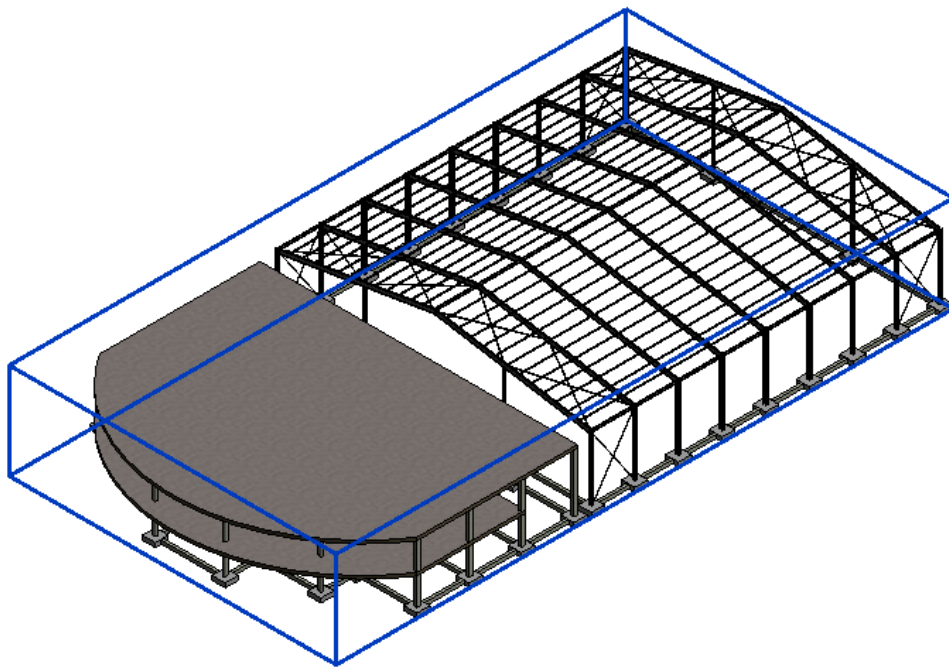


Figura 74. Modelo estructural 3D vinculado.

Para el modelado arquitectónico se va a comenzar por la inclusión de elementos genéricos, es decir muros y cubiertas genéricos que incluye Revit, con esto se obtiene un modelo con un nivel de detalle suficiente para poder ver la distribución de los espacios y una idea del acabado arquitectónico propuesto.

Para que se pueda ver el modelado arquitectónico con más claridad se ocultará de la vista el archivo vinculado que contiene la estructura, con la ventaja de que, una vez que se termine el modelado arquitectónico, al estar este vinculado, sólo basta con mostrar el archivo. Para ocultarlo se hace click con el botón secundario sobre el conjunto 3D y dentro de las opciones que se abren se pulsa sobre la opción "Ocultar en vista: Elementos" (Figura 75).

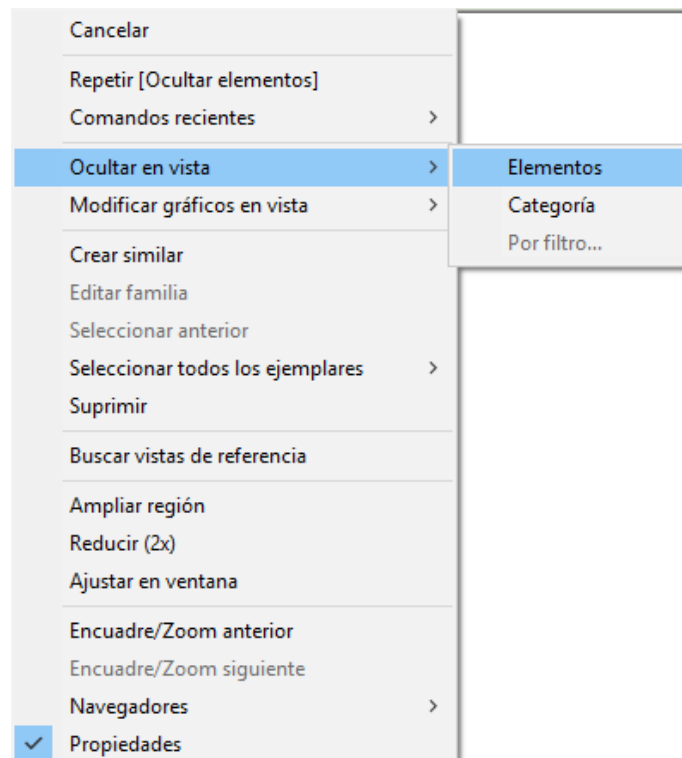


Figura 75. Opción "Ocultar en vista: Elementos".

En primer lugar se modelan los cerramientos de las fachadas, dejando libre la parte frontal de la edificación puesto que para esta parte se propone un muro con panel acristalado que se incluye más adelante. Para incluir estos muros genéricos se hace uso de la opción "Muro: arquitectónico" (figura 76) dentro de la ficha "Arquitectura" y se proponen muros genéricos de 30cm (figura 77).

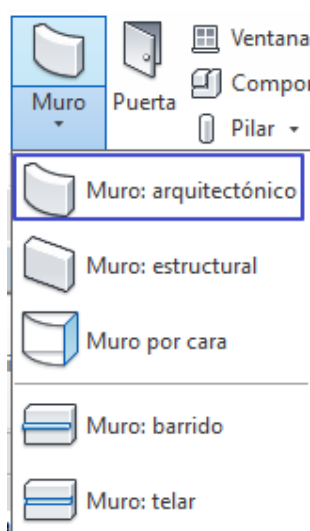


Figura 76. Opción "Muro: arquitectónico".

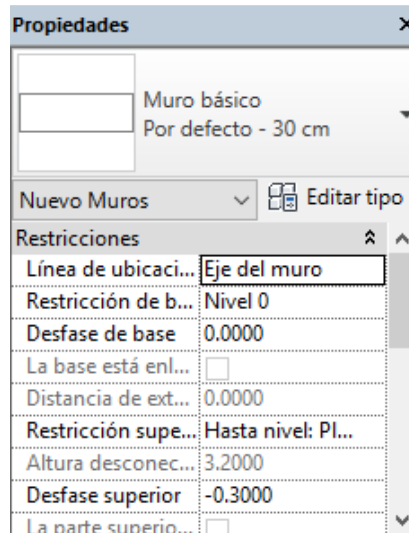


Figura 77. Ventana "Propiedades" para muro (I).

Para la zona de oficinas se ponen restricciones superiores hasta llegar a zona de la cubierta excepto en la zona frontal puesto que para cada planta el modelado del cerramiento es distinto y para la zona de almacenaje, en un principio se ponen restricciones superiores iguales a la altura de los pilares ya que, posteriormente, cuando se incluya la cubierta de esta parte, se modifican los muros frontal y trasero. En la figura 78 se muestra un recorte de la vista 2D de la colocación de un muro en planta y en la 79 una vista 3D del acabado de esta acción.

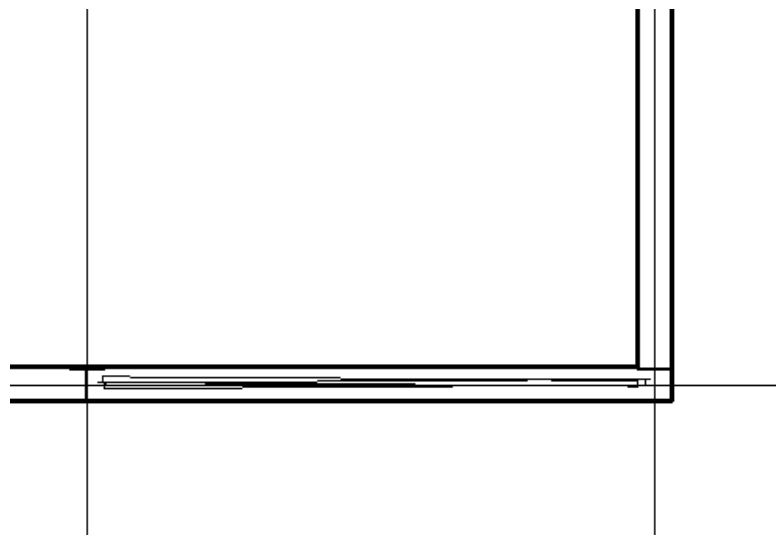


Figura 78. Vista Arquitectónica 2D (I).

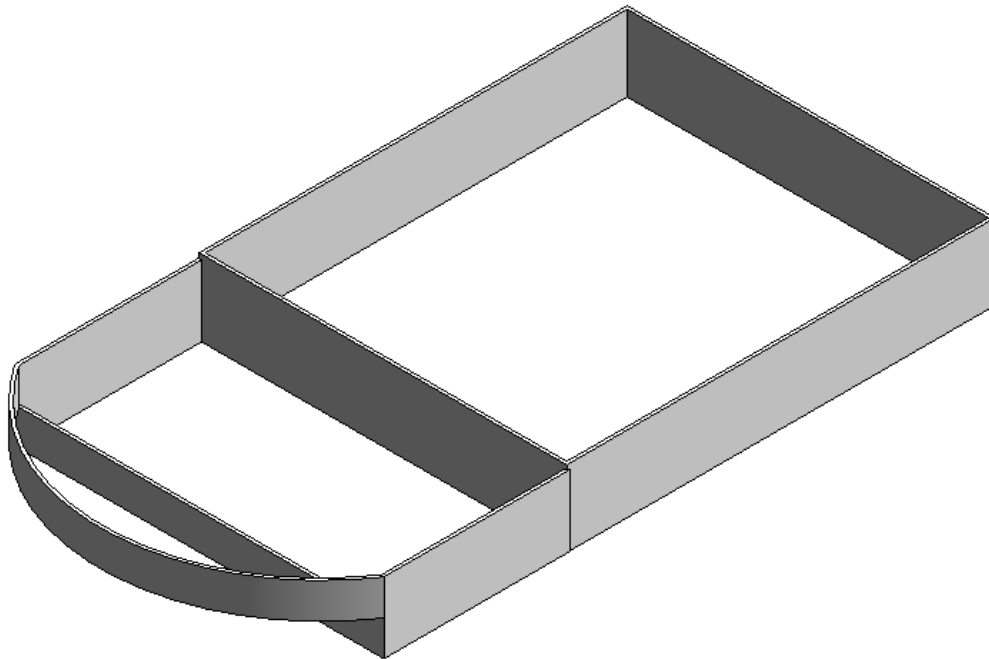


Figura 79. Vista Arquitectónica 3D (I).

Ahora se incluye el suelo para delimitar dentro del modelo arquitectónico las distintas plantas, se hace mediante la opción “Suelo: arquitectónico” (figura 80) dentro de la ficha “Estructura” donde se propone un suelo genérico (figura 81) tomando la misma forma que el forjado supuesto en el modelado estructural. En la figura 82 se muestra la vista 3D del acabado de esta acción.

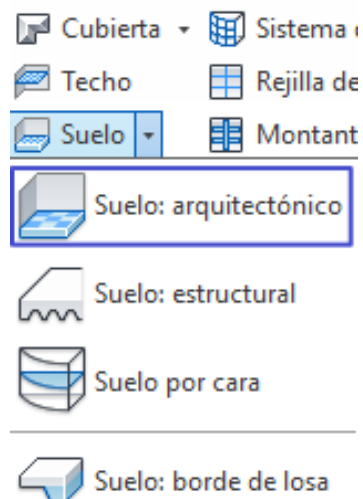


Figura 80. Opción “Suelo: arquitectónico”.

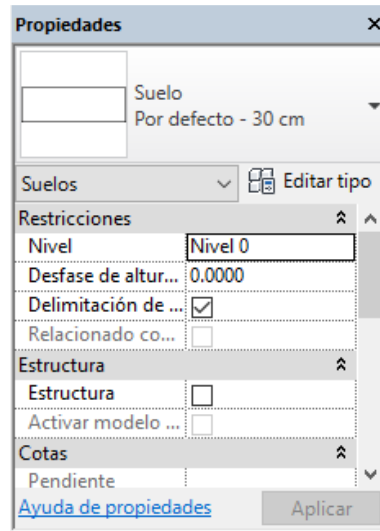


Figura 81. Ventana "Propiedades" para suelo genérico.

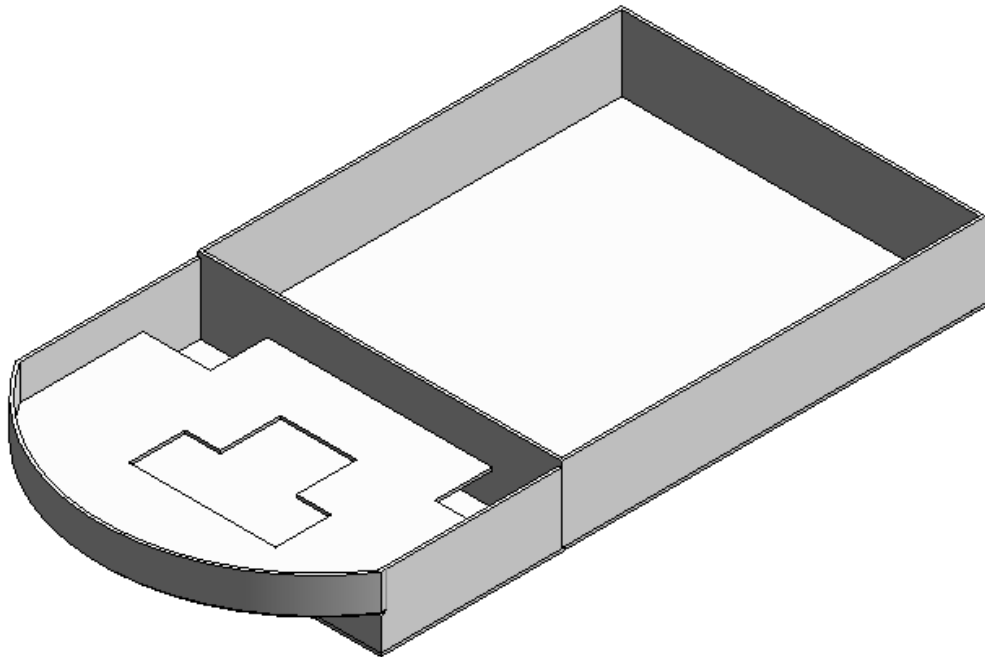


Figura 82. Vista Arquitectónica 3D (II).

Para continuar se colocan las cubiertas de ambas partes de la edificación, se hace uso de la opción "Cubierta por extrusión" (figura 83) dentro de la ficha "Arquitectura" donde en ambos casos se opta por una cubierta genérica (figura 84). En las figuras 85 y 86 se muestran los bocetos de las cubiertas de ambas partes y en la figura 87 una vista 3D del acabado.

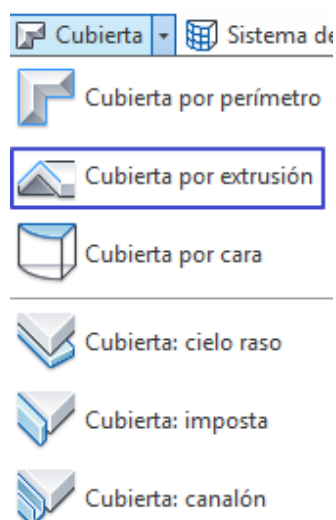


Figura 83. Opción “Cubierta por extrusión”.

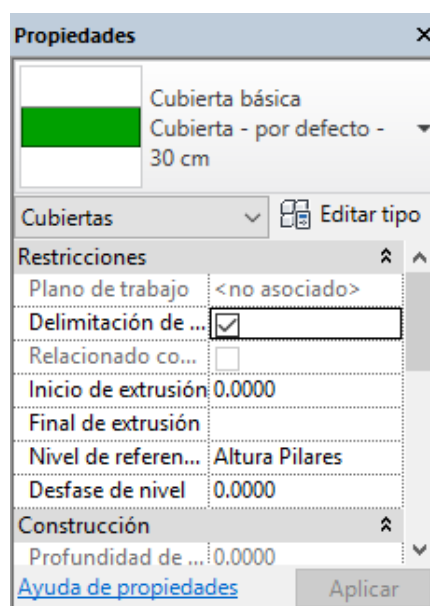


Figura 84. Ventana “Propiedades” para cubierta genérica.

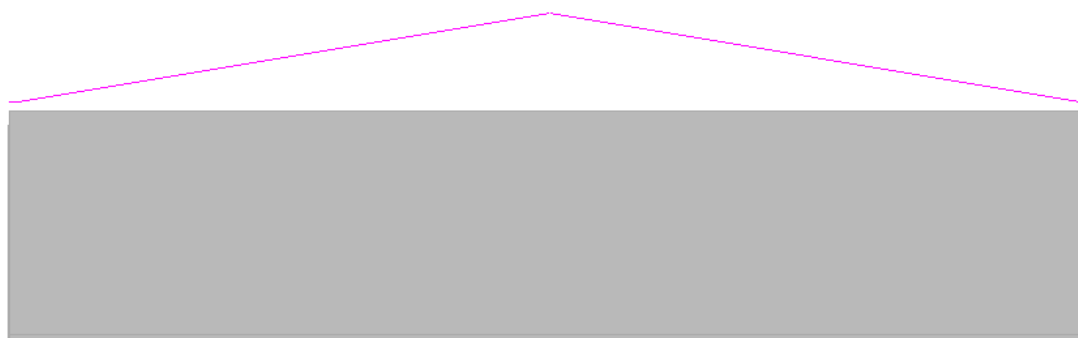


Figura 85. Boceto de cubierta arquitectónica (I).

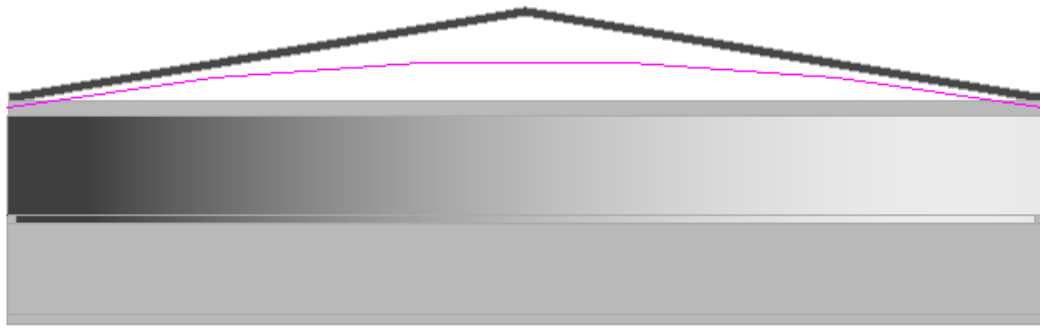


Figura 86. Boceto de cubierta arquitectónica (II).

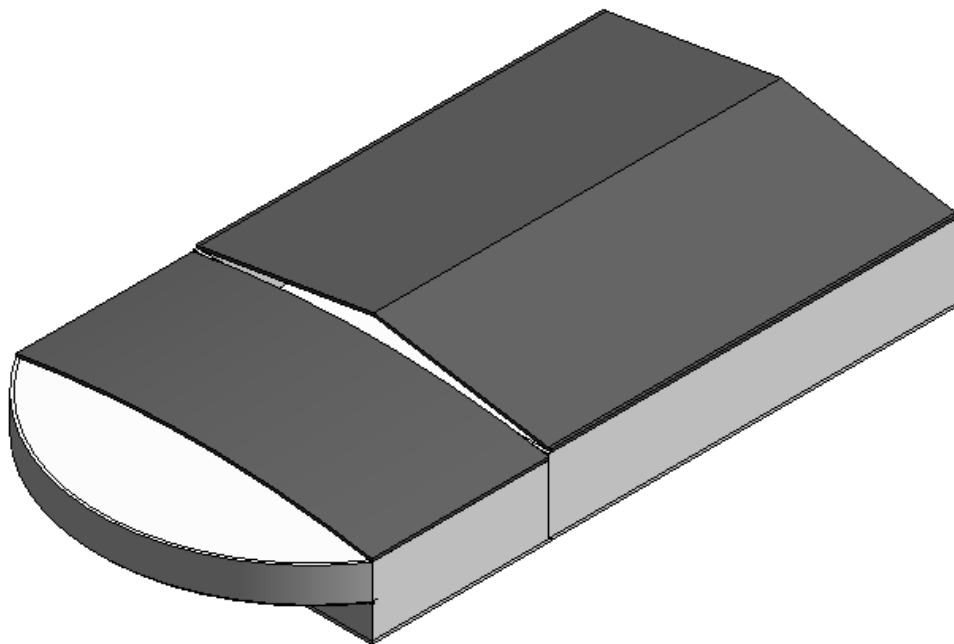


Figura 87. Vista Arquitectónica 3D (III).

Una vez colocadas las cubiertas, se modifican las restricciones superiores de algunos muros para obtener un acabado deseando. En la figura 88 se muestra el resultado 3D con estas modificaciones.

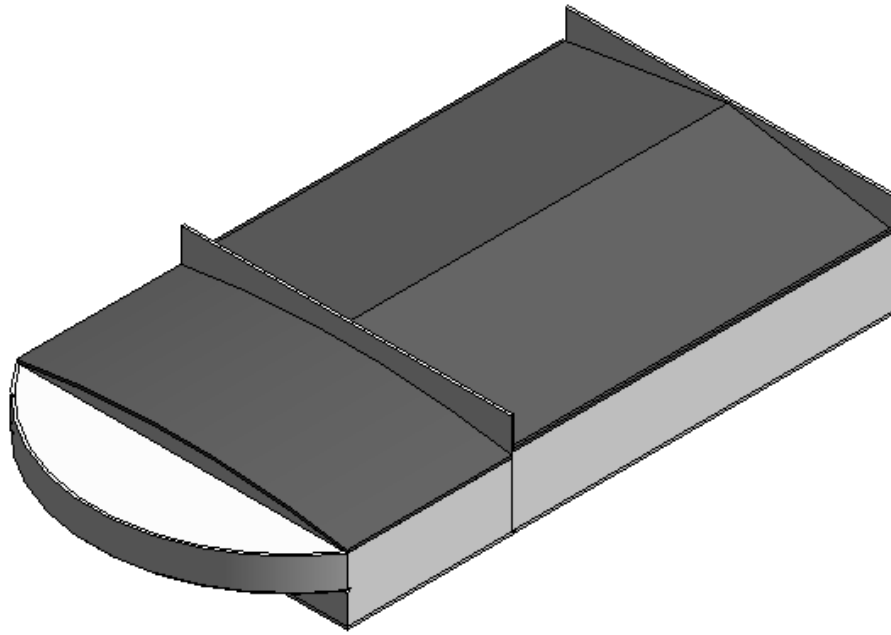


Figura 88. Vista Arquitectónica 3D (IV).

Llegados a este punto se tiene una muestra de la apariencia exterior de la edificación propuesta aunque sin olvidar que se ha realizado con elementos genéricos. Para continuar se realiza el modelado de la propuesta de distribución de espacios en la edificación teniendo en cuenta que en la parte de oficinas se dispondrán de espacios para alojamiento de distintos departamentos así como de baños separados por sexos y una sala de reuniones en la planta superior. En la zona destinada a almacenaje se proponen espacios destinados a aseos y un pequeño espacio para una pequeña oficina de gestión. Para todas las particiones, de momento, se usan muros genéricos.

En las figuras 89 y 91 se muestran vistas 2D de las distribuciones de los distintos espacios mencionados mostrándose en la primera la distribución de la zona de almacenaje y la distribución de la planta baja del módulo de hormigón y, en la segunda, la distribución de la primera planta de dicho módulo y, en las figuras 90 y 92, vistas 3D donde se ven la distribución mostrada en las figuras anteriores.

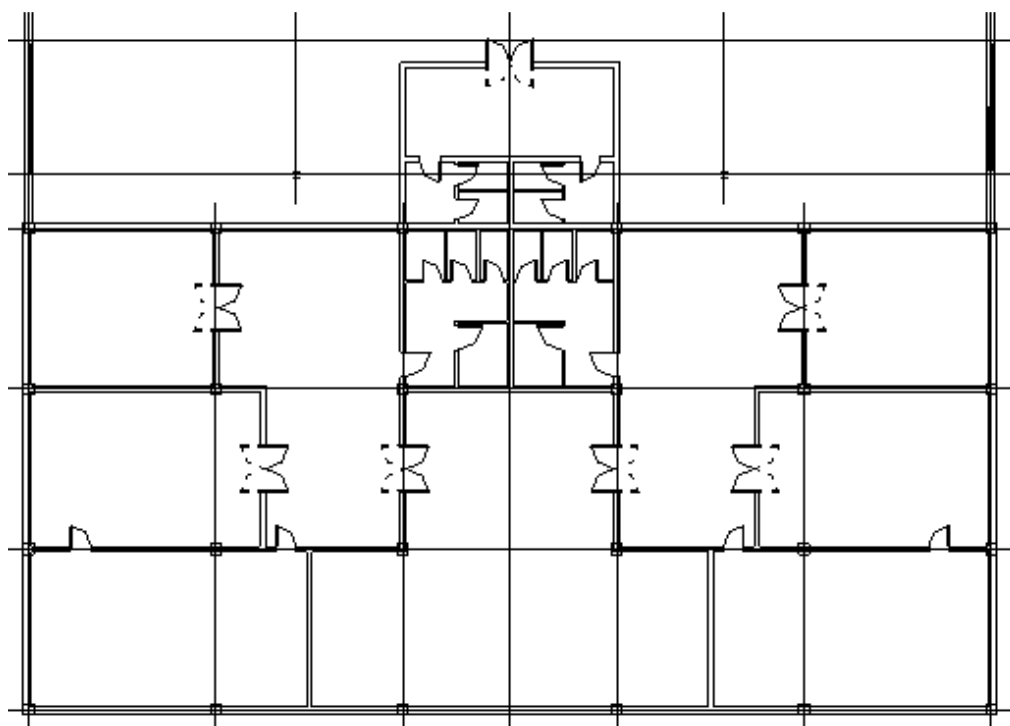


Figura 89. Vista Arquitectónica 2D (II).

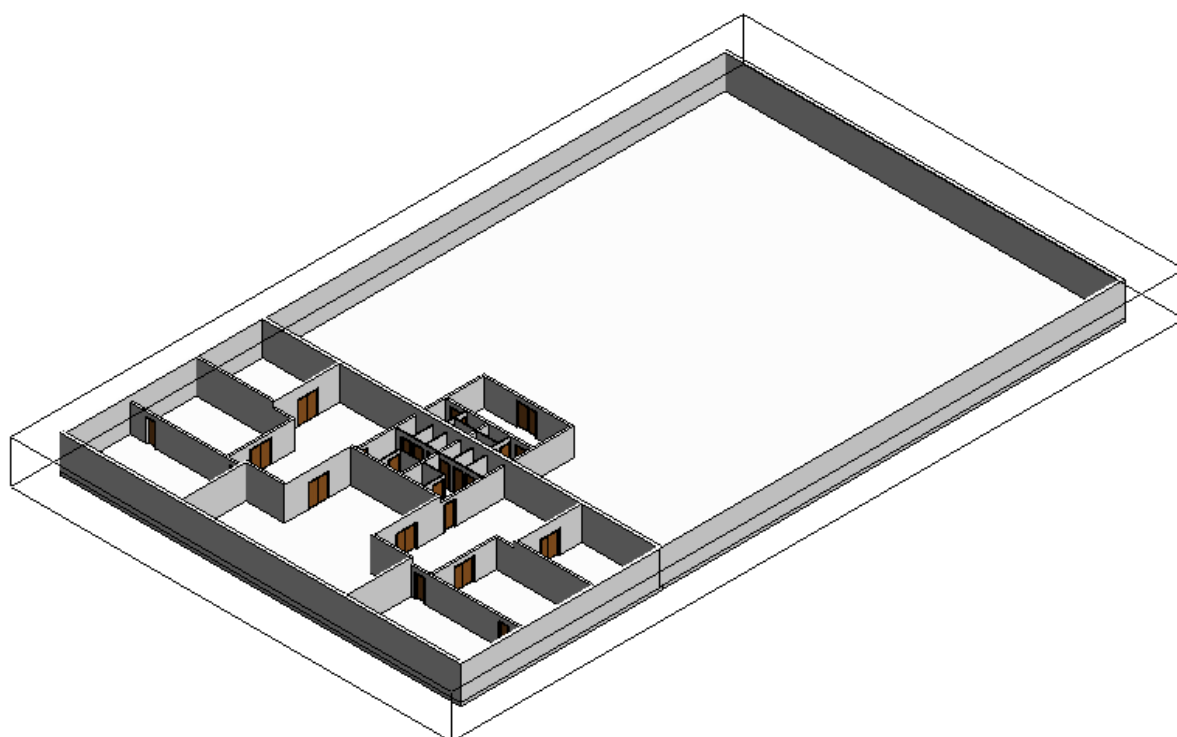


Figura 90. Vista Arquitectónica 3D (V).

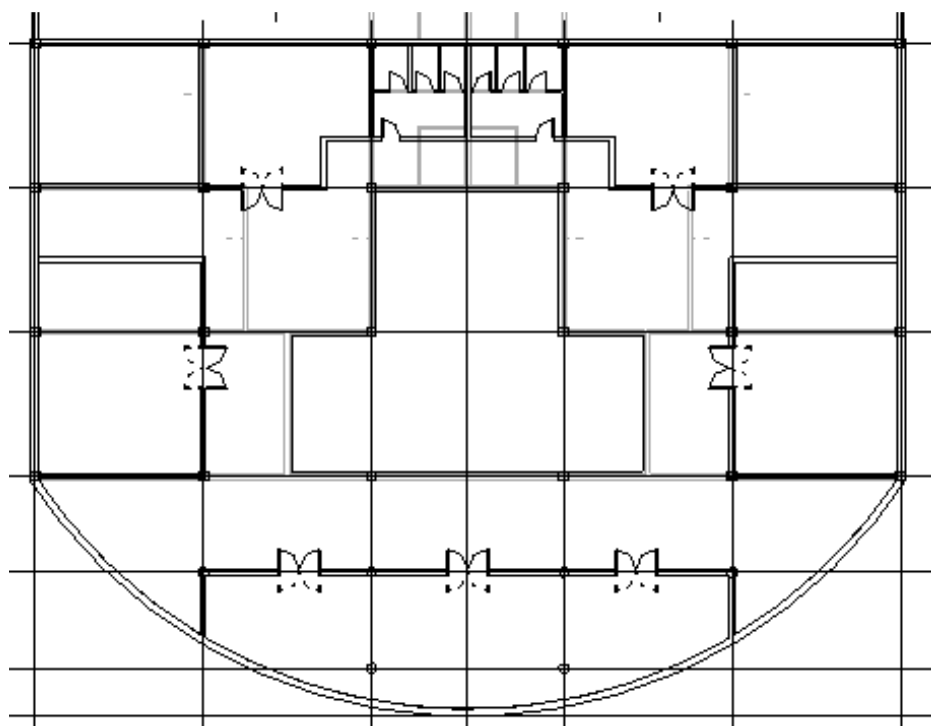


Figura 91. Vista Arquitectónica 2D (III).

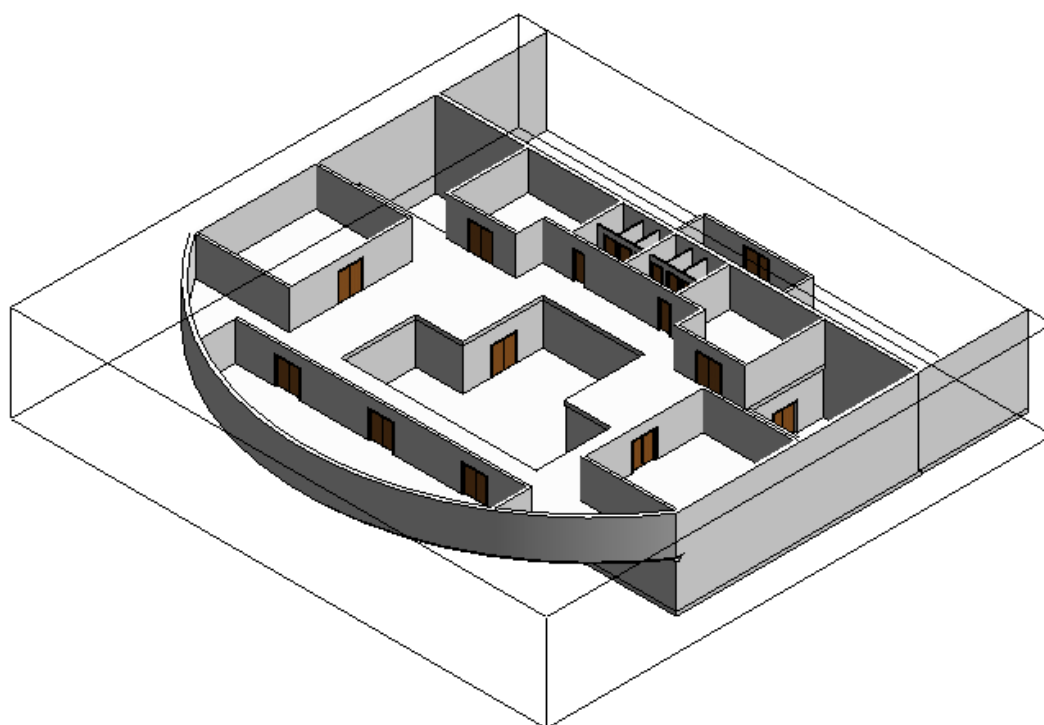


Figura 92. Vista Arquitectónica 3D (VI).

En las vistas anteriores además se muestra la colocación de puertas por las que se accede a los distintos espacios, está colocación se ha realizado mediante la opción “Puerta” (figura 93) dentro de la ficha “Arquitectura” y para los dos tipos de puertas

colocadas (una y dos hojas) se han usado tipos lo más genéricos posibles dentro de la biblioteca de elementos que aporta Revit (figuras 94 y 95).

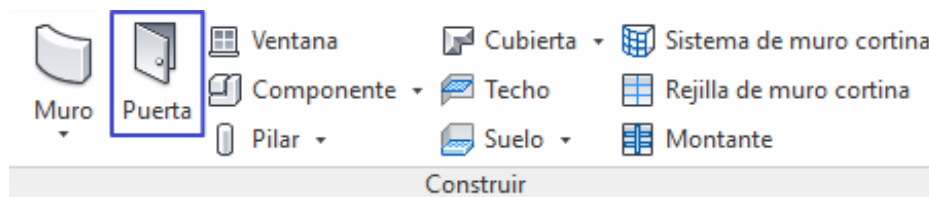


Figura 93. Opción "Puerta".

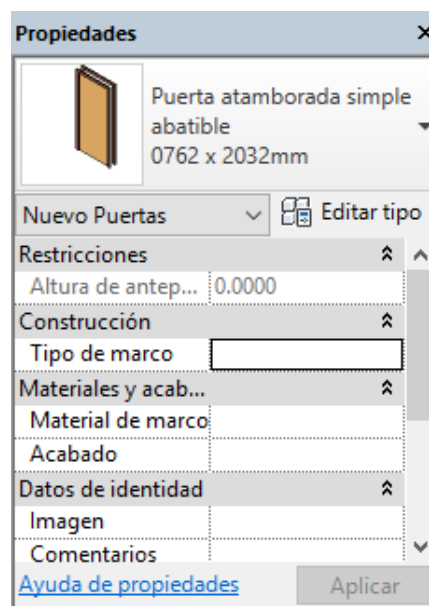


Figura 94. Ventana "Propiedades" de puerta (I).

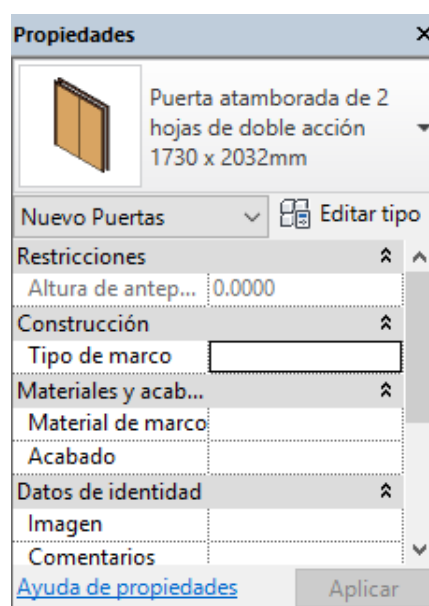


Figura 95. Ventana "Propiedades" de puerta (II).

A continuación se incluyen ventanas y las escaleras entre plantas, para ello se hace uso de las opciones “Ventana” (figura 96) y “Escalera por boceto” (figura 97) ambas dentro de la ficha “Arquitectura”. Se proponen ventanas pivotantes genéricas (figura 98) y escalera estándar de hormigón (figura 99) aunque más adelante será modificada. En la figura 100 se muestra una vista 2D donde se ven ambos elementos incluidos y en las figuras 101 y 102 vistas 3D del modelo para poder apreciar los elementos incluidos.



Figura 96. Opción “Ventana”.

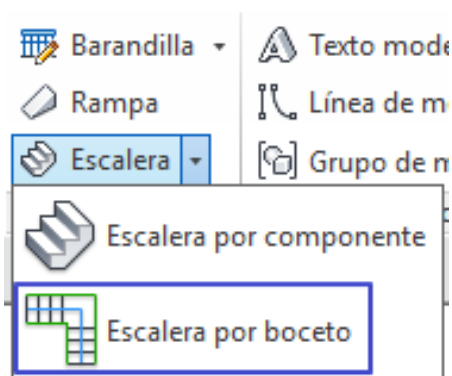


Figura 97. Opción “Escalera por boceto”

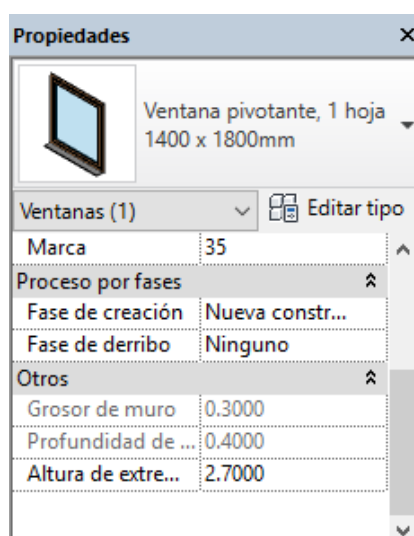


Figura 98. Ventana “Propiedades” de ventana (I).

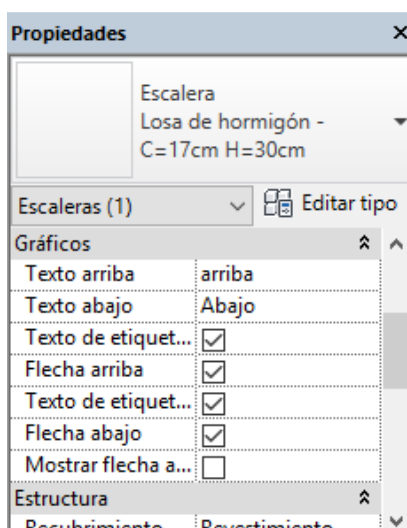


Figura 99. Ventana "Propiedades" de escalera (I).

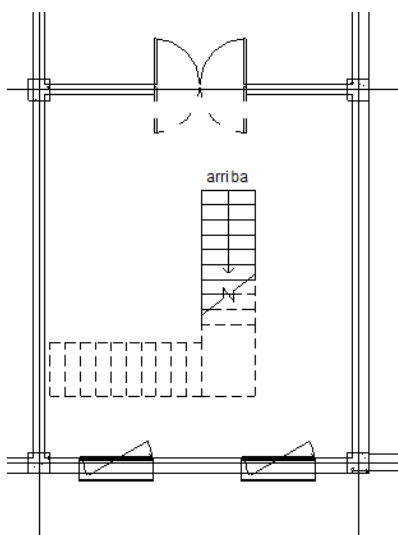


Figura 100. Vista Arquitectónica 2D (IV).

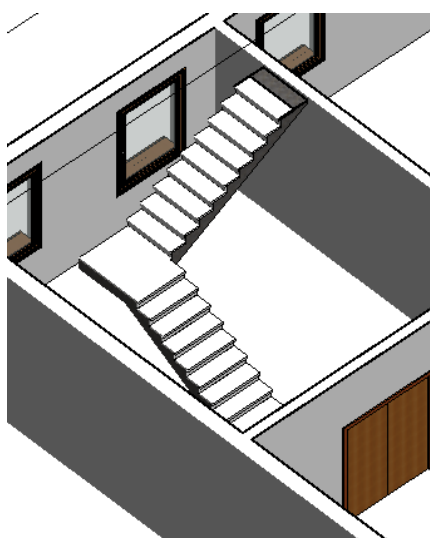


Figura 101. Vista Arquitectónica 3D (VII).

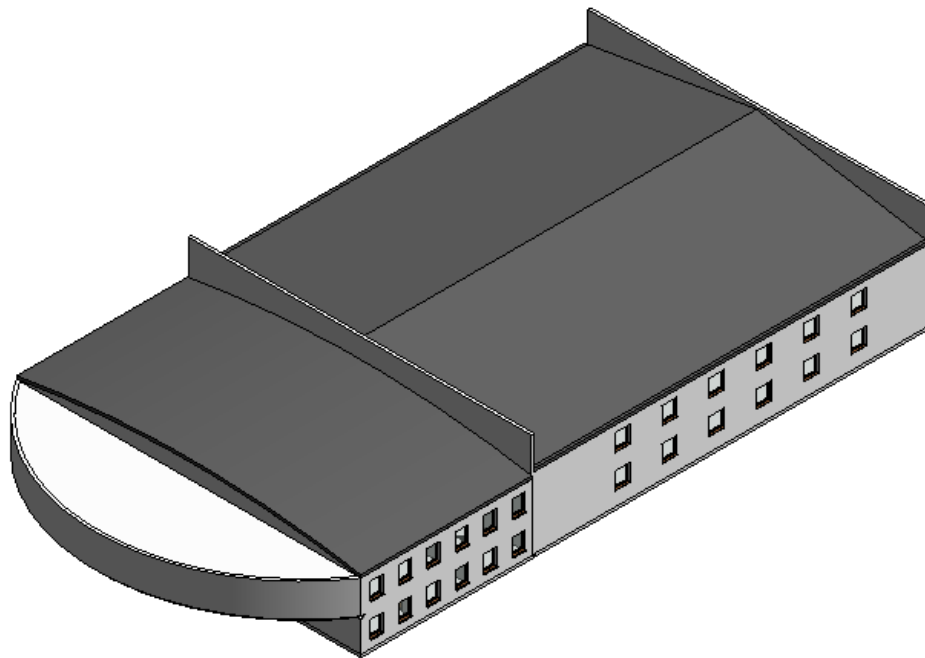


Figura 102. Vista Arquitectónica 3D (VIII).

Para terminar con el modelado genérico del edificio se incluirán los techos de las diferentes particiones usando la opción “Techo” (figura 103) de la ficha “Arquitectura”, se propone un falso techo de yeso (figura 104). Además se colocarán luminarias por mero tema estético puesto que en el presente TFG no se pretende incluir instalaciones, éstas se colocarán desde la opción “Luminaria” (figura 105) dentro de la ficha “Instalaciones”. Se proponen cuadros lineales genéricos de luz (figura 106) excepto en los espacios de inodoros que se colocarán pequeñas luminarias redondas (figura 107), descartando en la colocación la zona destinada a almacenaje. En las figuras 108 y 109 se muestran vistas 2D de la colocación de dichas luminarias.

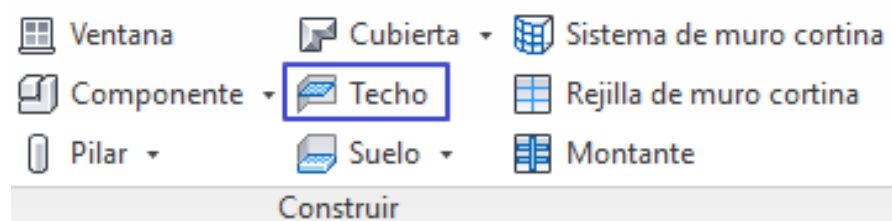


Figura 103. Opción “Techo”.

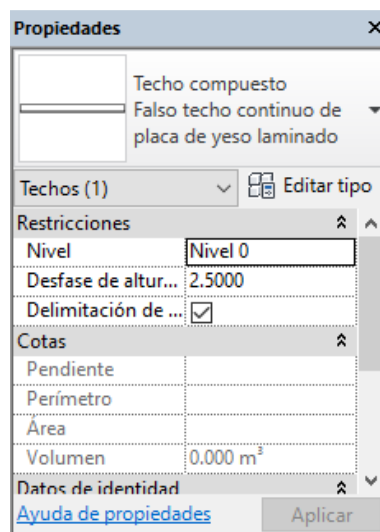


Figura 104. Ventana "Propiedades" para techo (I).

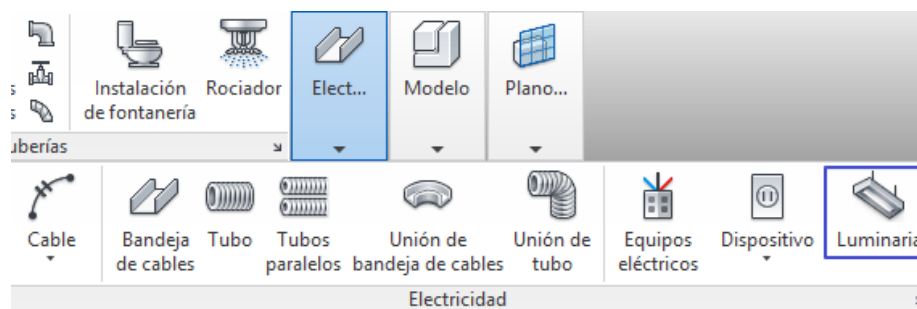


Figura 105. Opción "Luminaria".

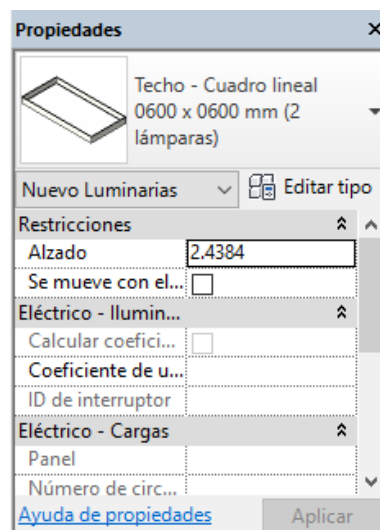


Figura 106. Ventana "Propiedades" para luminaria (I).

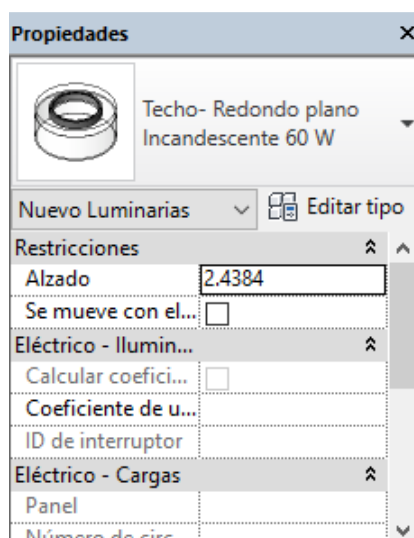


Figura 107. Ventana "Propiedades" para luminaria (II).

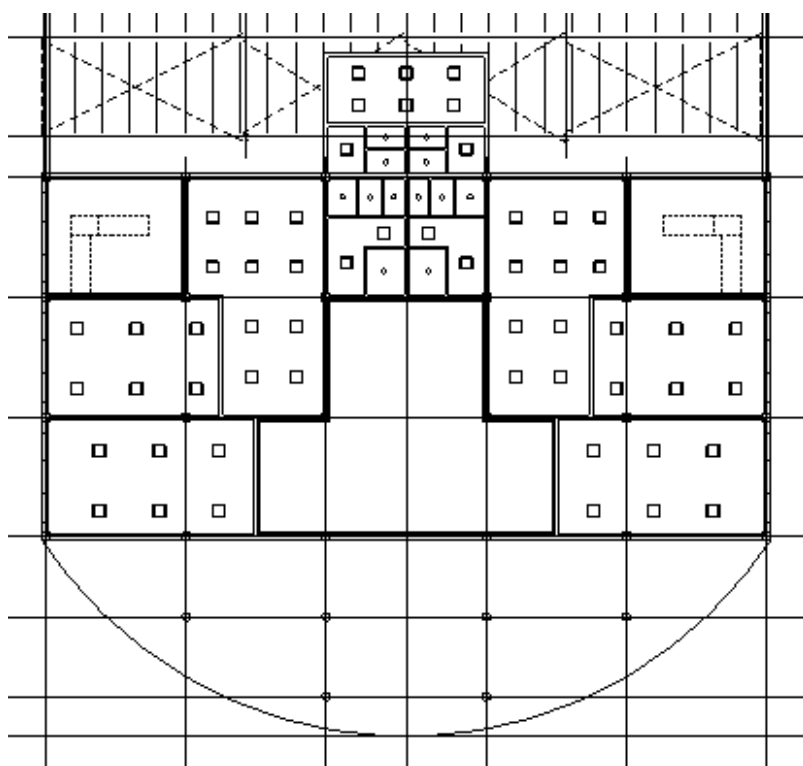


Figura 108. Vista Arquitectónica 2D (V).

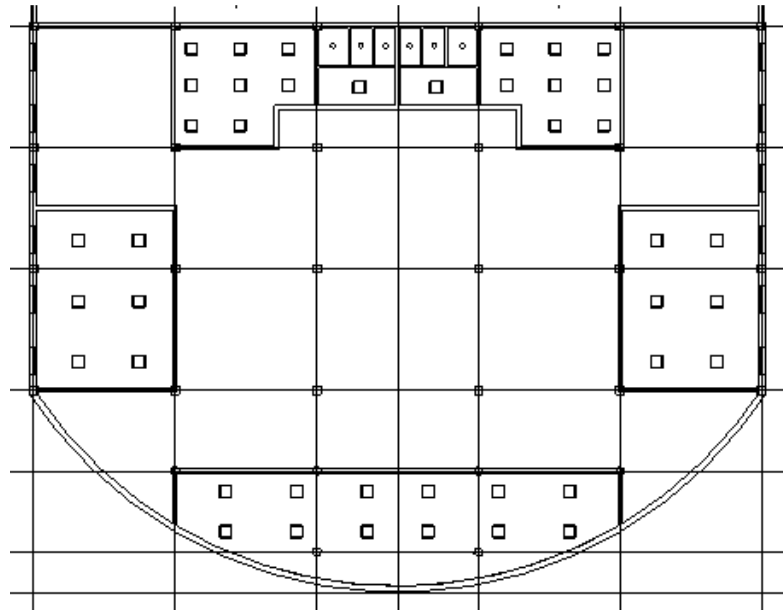


Figura 109. Vista Arquitectónica 2D (VI).

Con esto queda terminado el modelado genérico de la edificación y este sería suficiente para obtener una idea general de lo que se pretende construir. A continuación, y para terminar el modelado arquitectónico, se definen muros (dentro de los incluidos en la biblioteca de Revit) más realistas y con unas características determinadas en lugar de los genéricos definidos hasta ahora. Además, se equipa la edificación con mobiliario y elementos básicos dando al modelo de una visión más realista.

En primer lugar se sustituyen los muros de cerramientos y particiones (excepto el cerramiento frontal), para esta labor se toma un muro de fachada ventilada con aislamiento exterior (figura 110) para los cerramientos y muros de partición con capa de yeso (figura 111) para las particiones.

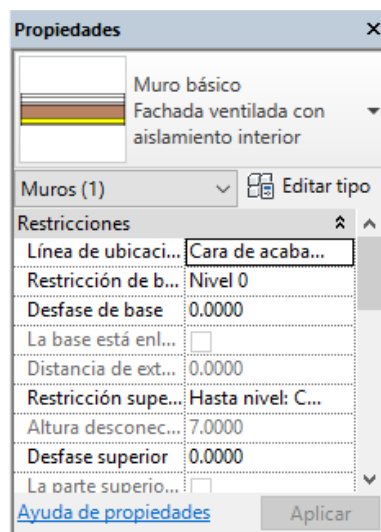


Figura 110. Ventana “Propiedades” para muro (II).

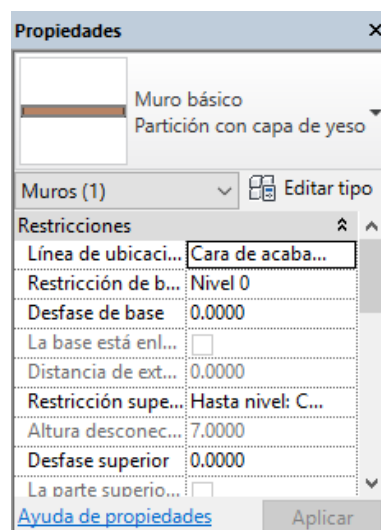


Figura 111. Ventana “Propiedades” para muro (III).

Para completar la colocación de muros se realizan los referentes a la parte frontal de la edificación. Para esta parte se proponen paneles acristalados eligiendo como tipo de muro el “Muro cortina”, en este caso se definirá un tipo de muro con paneles oscurecidos de dimensiones 150x200 cm (figura 112). Para la zona de entrada al edificio se usa un panel acristalado configurado al gusto puesto que se desea incluir una puerta, para ello se incluye un panel acristalado (figura 113) sin montantes. Para colocar los montantes al gusto se hacen uso de las opciones para muro cortina (figura 114) que se encuentra dentro de la ficha “Arquitectura” colocando en primer lugar las rejillas al gusto con la opción “Rejilla de muro cortina”. Los montantes se pueden incluir desde la opción “Montante” o bien, como se ha realizado aquí, mediante el cuadro de

diálogo (figura 115) que aparece al pulsar sobre la opción “Editar tipo” que se muestra en la figura 113.

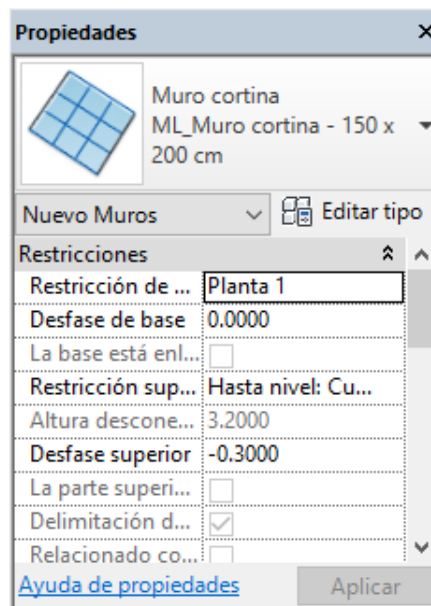


Figura 112. Ventana “Propiedades” para muro (IV).

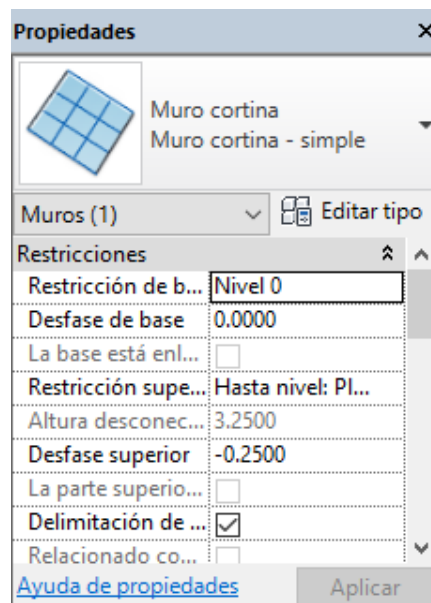


Figura 113. Ventana “Propiedades” para muro (V).

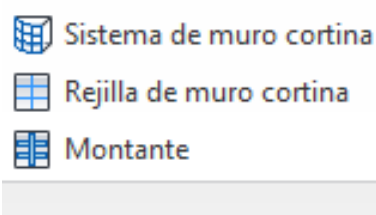


Figura 114. Opciones para muros cortina.

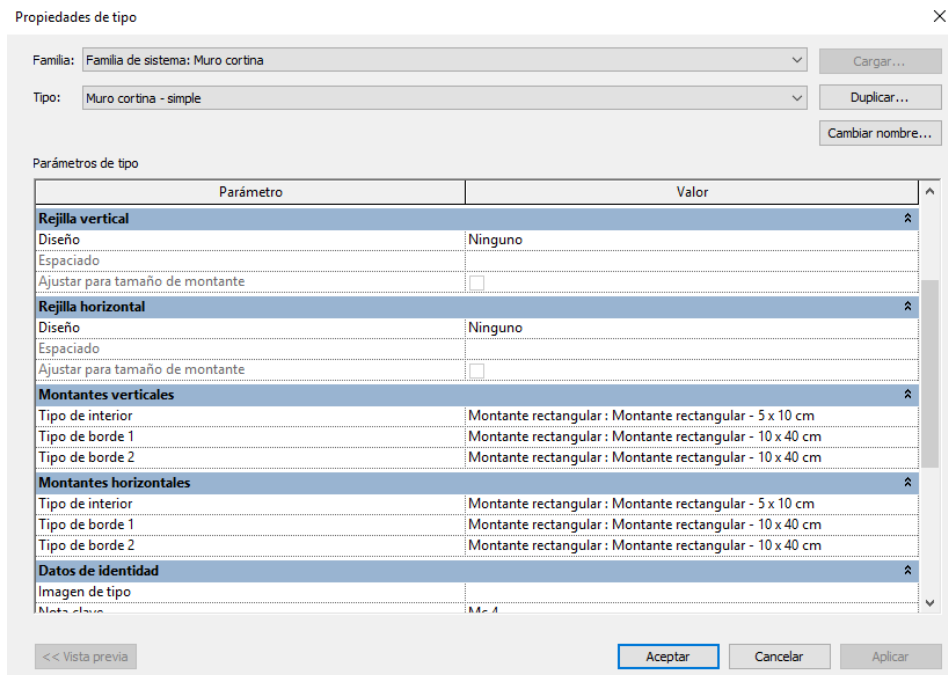


Figura 115. Cuadro de diálogo "Propiedades de tipo".

En la figura 116 se muestra el resultado de las rejillas colocadas para la colocación de la puerta (figura 117), además se muestra el acabado exterior de estas acciones en la figura 118. En el interior del edificio se ha hecho uso de estas herramientas de muro cortina para la inclusión de paneles acristalados para que pueda ser visible la zona de almacenaje desde la zona de oficinas como se muestra en la figura 119.

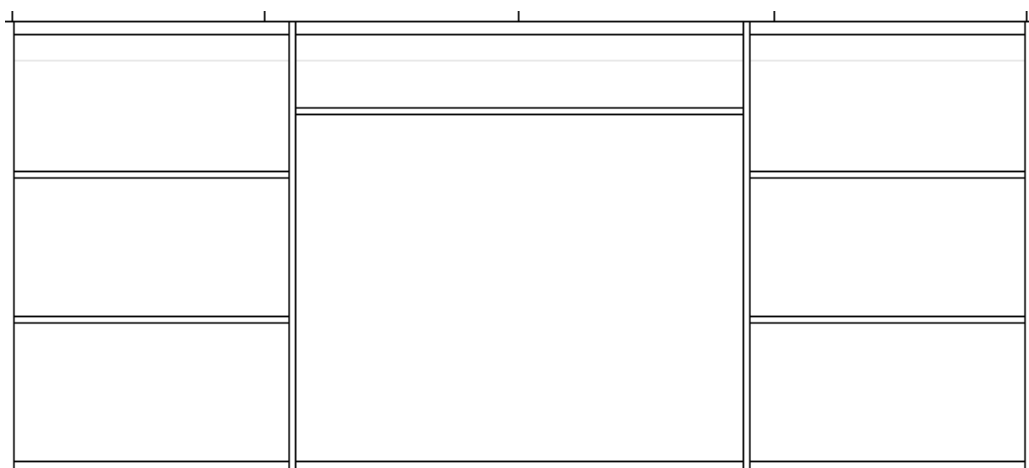


Figura 116. Vista Arquitectónica 2D (VII).

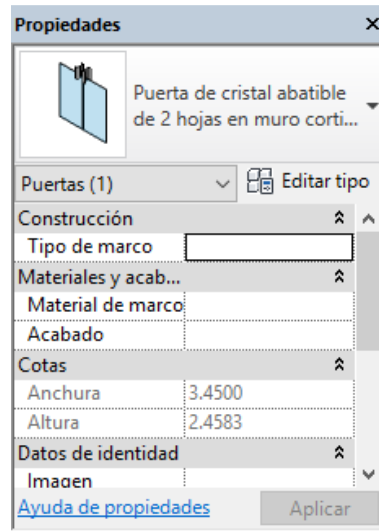


Figura 117. Ventana "Propiedades" para puerta (III).

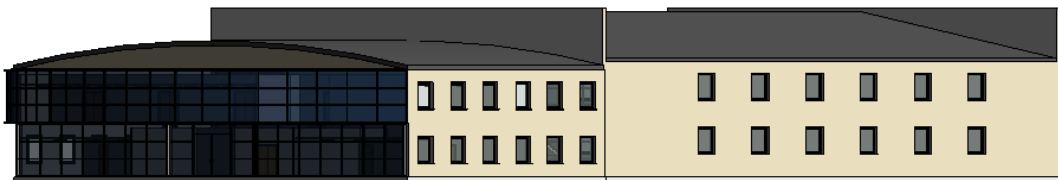


Figura 118. Vista Arquitectónica 3D (IX).

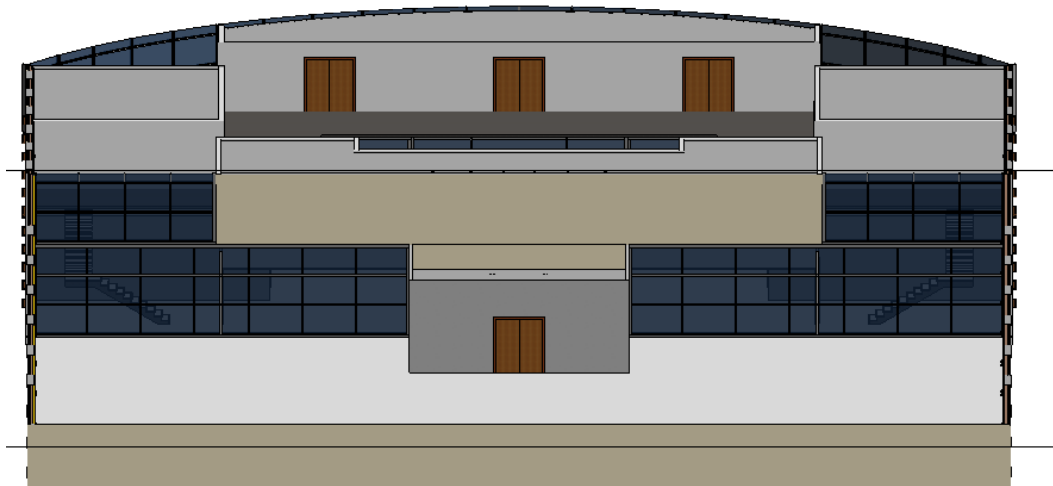


Figura 119. Vista Arquitectónica 3D (X).

Como penúltimo paso de este modelado se coloca una escalera más específica con un montante central (figura 120) y se colocan barandillas con paneles de vidrio (figura 121) en la primera planta haciendo uso de las opciones para barandillas (figura 122) incluidas en la ficha "Arquitectura", se usa la opción "Colocar en anfitrión" para

su colocación en las escaleras y la opción “Boceto de camino” para su colocación en los bordes de forjado. En la figura 123 se muestra una muestra 2D de uno de los caminos creados y en la figura 124 una vista 3D donde se pueden apreciar las novedades introducidas.

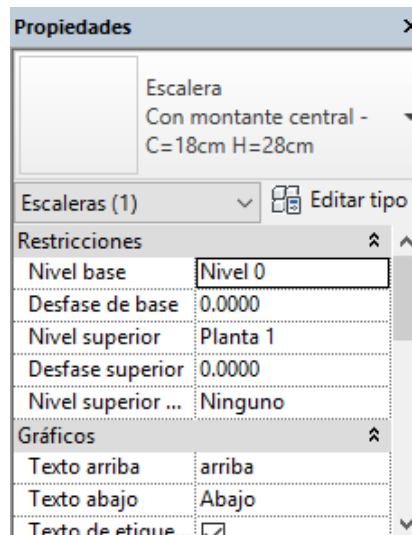


Figura 120. Ventana “Propiedades” para escalera (II).

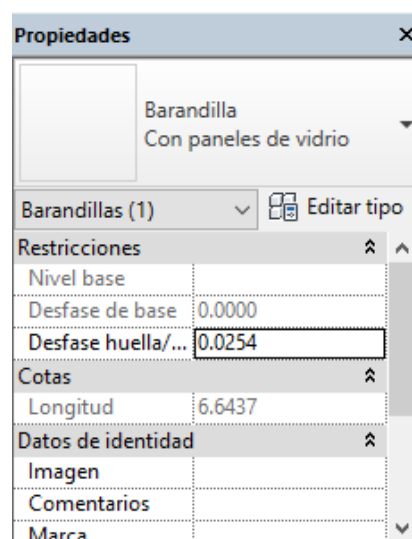


Figura 121. Ventana “Propiedades” para barandilla (I).

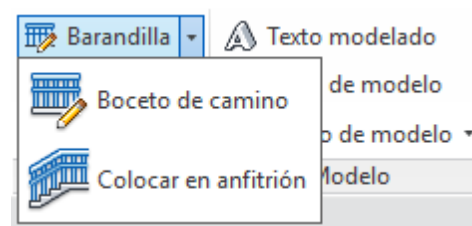


Figura 122. Opciones de barandilla.

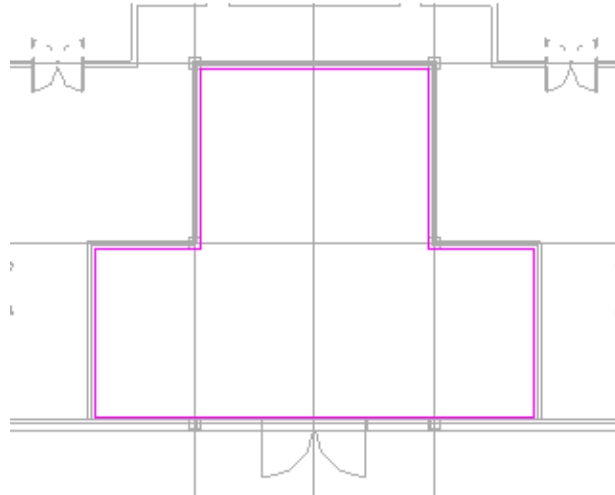


Figura 123. Boceto de camino de barandilla.

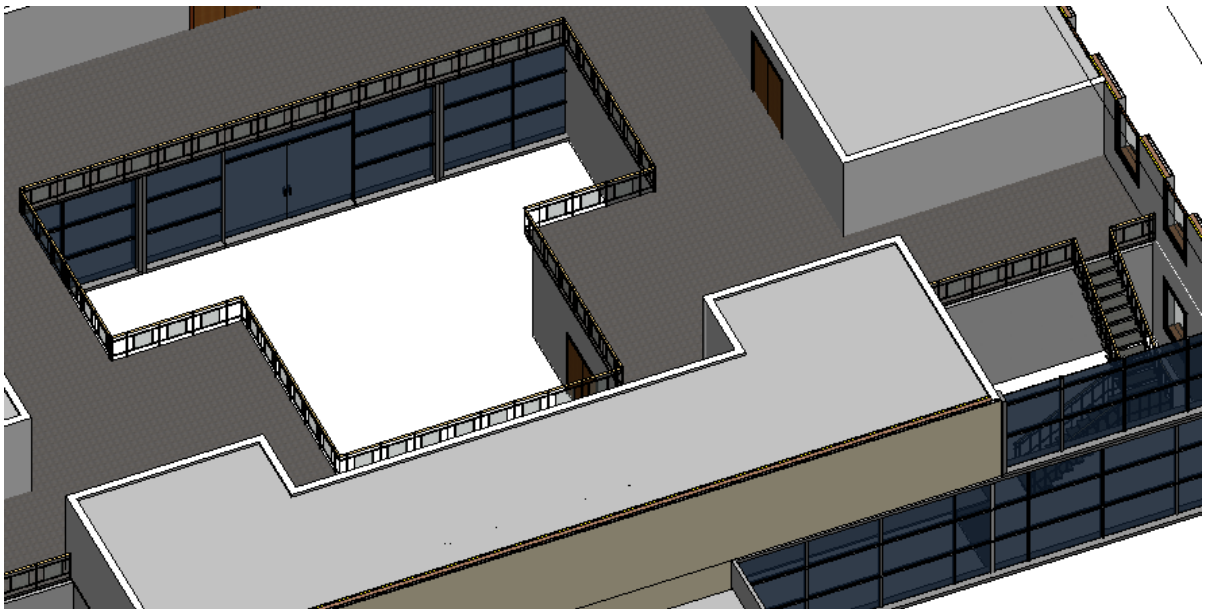


Figura 124. Vista Arquitectónica 3D (XI).

Como último paso del modelado arquitectónico se introducen algunos elementos de mobiliario o accesorios (sillas, mesas, urinarios...) utilizando elementos incluidos en la biblioteca de Revit. Para incluirlos, primeramente hay que cargarlos en el programa, para ello se hace uso de la opción "Componente" dentro la ficha "Arquitectura". En las figuras 125 y 126 se muestran vistas 2D donde se ven los elementos introducidos (se va a obviar alguna vista 3D de estos puesto que más adelante se incluyen imágenes donde aparecen).

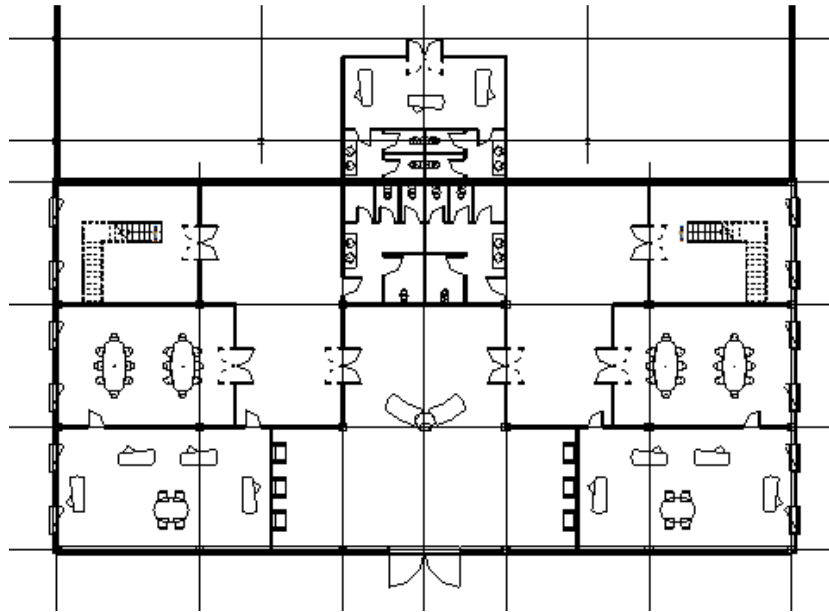


Figura 125. Vista Arquitectónica 2D (VIII).

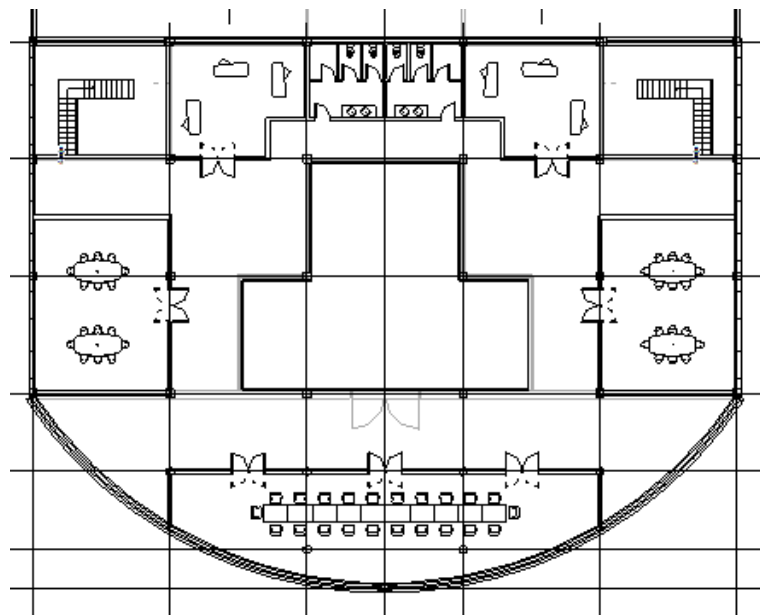


Figura 126. Vista Arquitectónica 2D (IX).

Este modelo se puede completar mucho más puesto que se pueden incluir cubiertas, puertas, ventanas, acabados, componentes y demás elementos determinados, pero esos complementos se realizarían con fin de crear un proyecto real con unos requisitos reales de materiales y acabados. Se ha descartado completar de esta manera el modelo debido al fin de este TFG que es el de realizar un estudio de lo que aporta el BIM a la construcción industrial.

En el caso de haber elegido completar el modelo de la manera comentada se podría haber realizado de dos maneras: usando componentes ya definidos (por ejemplo por empresas) u optando por definirlos por el usuario, acción que puede ser realizada desde el mismo programa mediante la creación de familias o usando otros programas de diseño como Autodesk Inventor con vinculación BIM.

Para finalizar se superpone el modelo estructural vinculado al principio de este apartado obteniendo un modelo 3D de la construcción propuesta que se muestra en la figura 127.

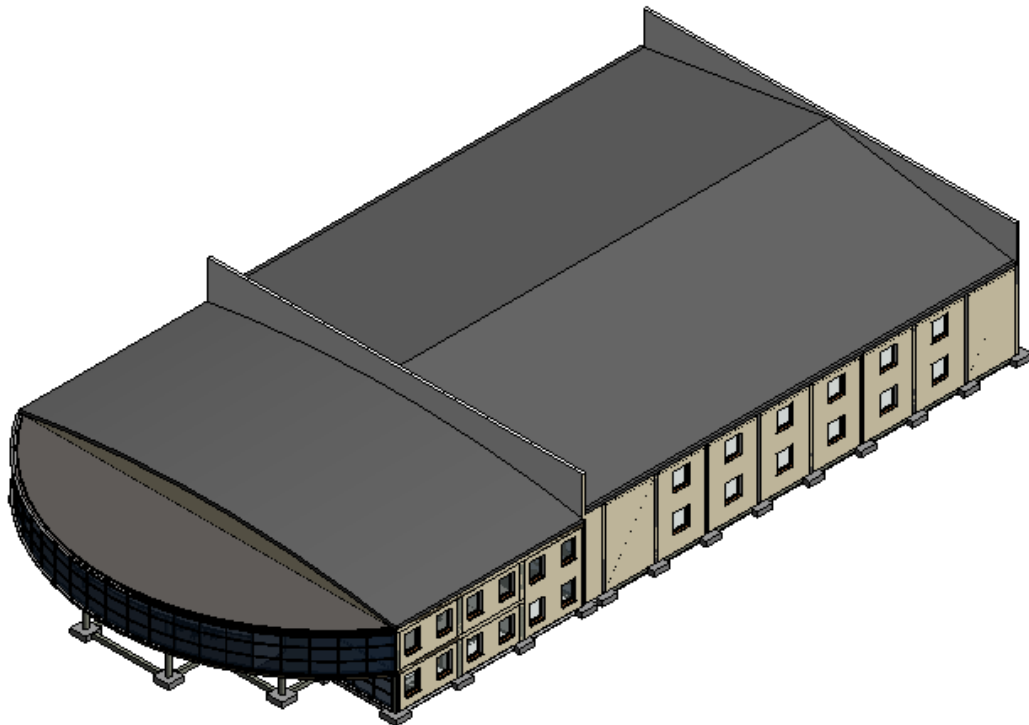


Figura 127. Vista Arquitectónica 3D (XII).

6.3 Inclusión de topografía y emplazamiento

En este apartado se realiza el modelado del terreno y alrededores sobre el que se asentaría el modelo propuesto. Además, usando los datos geográficos conocidos de su hipotética situación se va a georreferenciar el modelo obteniendo así lo que sería un modelo perfectamente definido.

Para modelar el terreno sobre el que se apoya la edificación, se hace uso de la ficha "Masa y emplazamiento", más concretamente la parte referida al emplazamiento

(figura 128) donde las opciones que se encuentran desactivadas se activan al incluir una superficie topográfica.

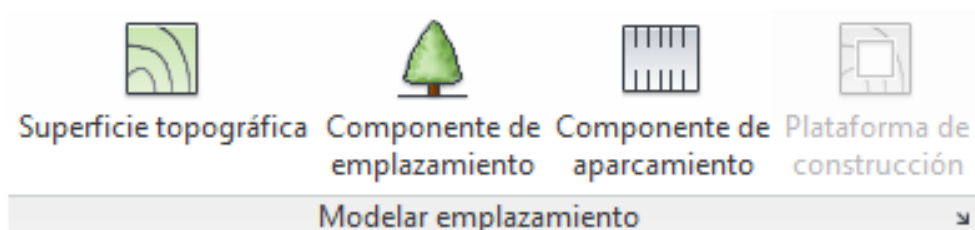


Figura 128 (I). Ficha "Masa y Emplazamiento".

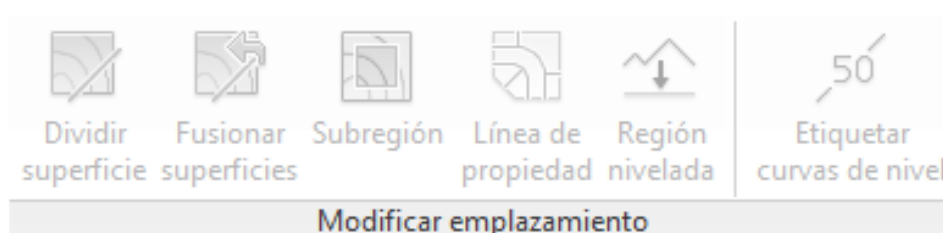


Figura 128 (II). Ficha "Masa y emplazamiento".

Para modelar la superficie del terreno se toman como referencia las curvas de nivel que aparecen en los planos del PGOU (figura 8) donde, a partir de la imagen y las curvas de nivel, se introducirá el terreno. Para ello primero se introduce la imagen del plano usando la opción "Imagen" (figura 129) dentro de la ficha "Insertar" y se le aplica la escala correspondiente mediante la opción "Escala" (figura 130) dentro de la ficha "Modificar". Una vez escalada la imagen se coloca en la posición que ocuparía el terreno respecto a la construcción (figura 131).

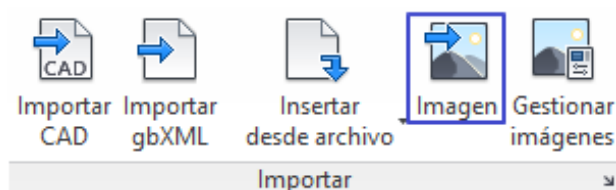


Figura 129. Opción "Imagen".



Figura 130. Opción "Escala".

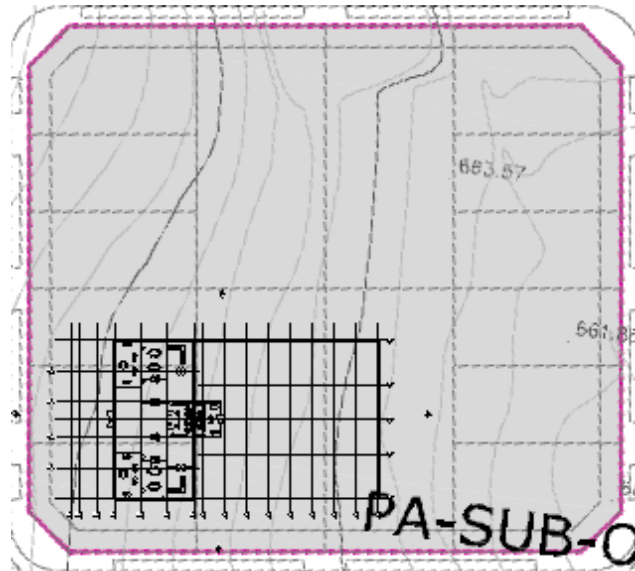


Figura 131. Vista de emplazamiento 2D (I).

Para incluir la superficie se hace uso de la opción “Superficie topográfica” que se muestra junto a otras en la figura 128. Dentro de las opciones que da Revit se hace uso de la opción “Colocar punto” (figura 132) dentro de la ficha “Herramientas”. El funcionamiento básico de esta opción es ir colocando puntos con distintas elevaciones y, así ir formando el modelo de la superficie.



Figura 132. Opción “Colocar punto”.

Tras colocar todos los puntos de nivel la superficie topográfica queda definida la superficie topográfica y se obtienen las vistas 2D y 3D que se muestran en las figuras 133 y 134 respectivamente.

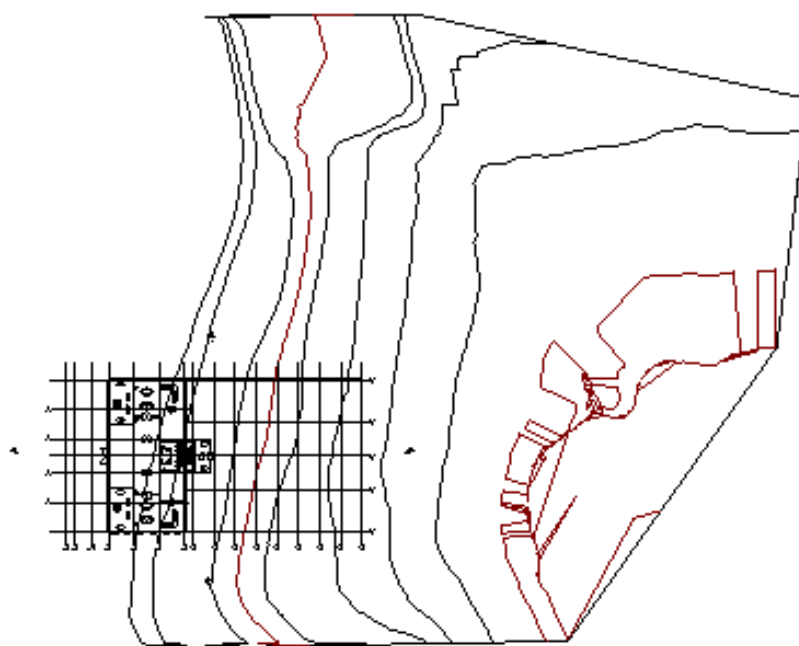


Figura 133. Vista de emplazamiento 2D (II).

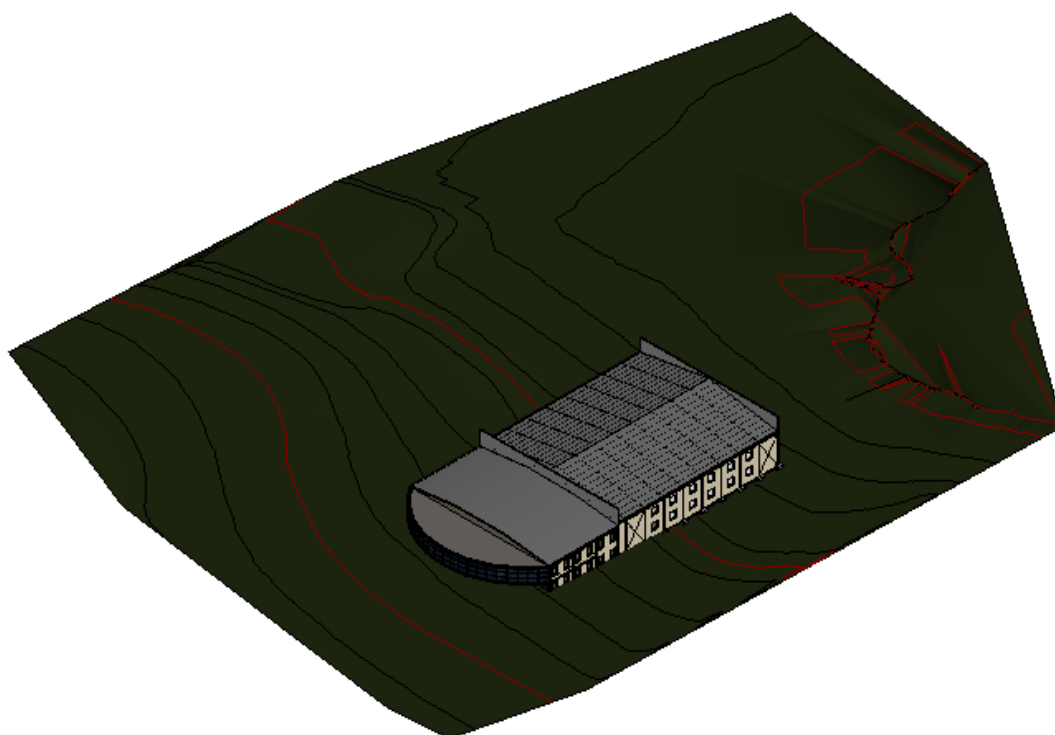


Figura 134. Vista de emplazamiento 3D (I).

Con la inclusión de la superficie topográfica no queda definido el emplazamiento, puesto que se requiere de una superficie nivelada sobre la que apoyar la edificación. Esta superficie nivelada se incluye mediante la opción "Plataforma de construcción"

que se podía ver en la figura 128, al seleccionar esta opción permite elaborar el boceto de la plataforma mediante la ficha “Modificar”. Al crear la plataforma de construcción en referencia a la parcela que se tenía, se obtienen las vistas 2D y 3D de las figuras 135 y 136 respectivamente.

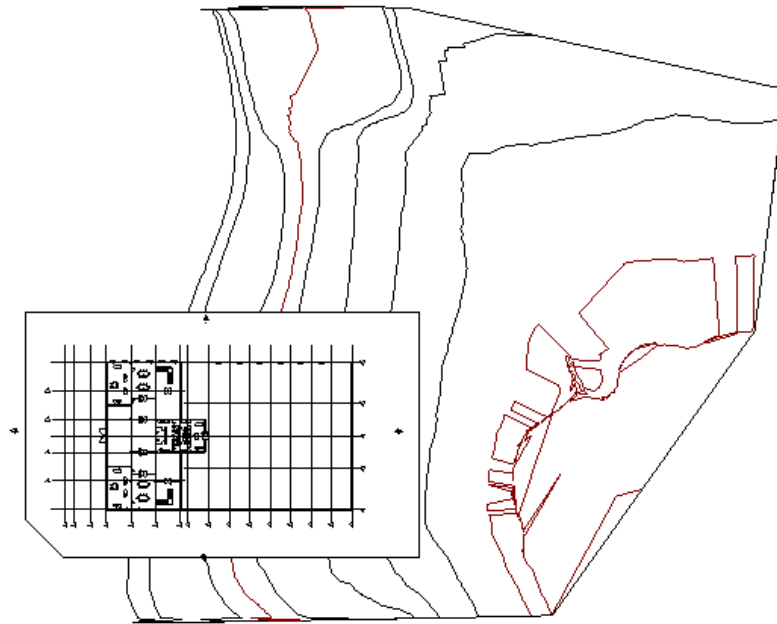


Figura 135. Vista de emplazamiento 2D (III).

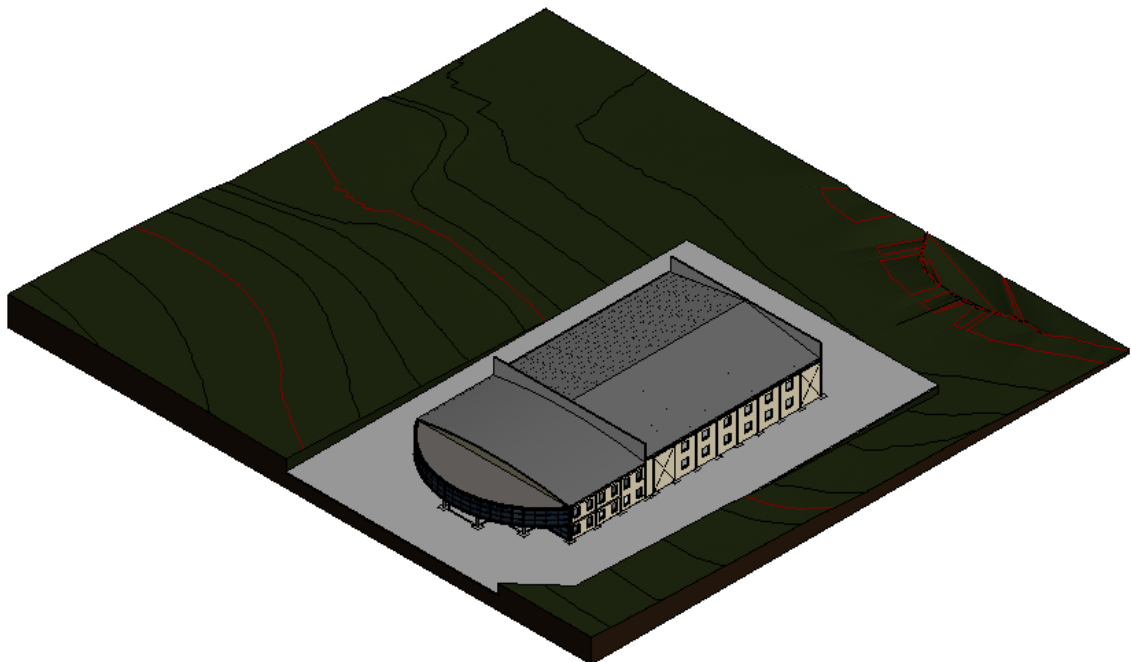


Figura 136. Vista de emplazamiento 3D (II).

Ya que se encuentra modelada tanto la topografía como la plataforma de construcción. Para que la posición de la construcción esté totalmente definida queda por definir la ubicación y la orientación de la misma. Estos detalles hacen que el modelo esté georreferenciado y son muy importantes para realizar posteriores análisis térmicos por insolación. Estos análisis de insolación se harían con el fin de llevar a cabo cálculos de instalaciones de climatización mediante las cargas térmicas resultantes.

Para incluir la ubicación y la orientación del proyecto se hace uso del grupo "Ubicación del proyecto" (figura 137) dentro de la ficha "Gestionar". Este grupo dispone de tres opciones: la primera (Ubicación) permite ubicar el proyecto en alguna ciudad mediante el cuadro de diálogo de la figura 138, la segunda (Coordenadas) permite gestionar coordenadas de elementos vinculados al proyecto (en la figura 139 se muestran las distintas opciones que ofrece este punto) y, la última de las opciones (Posición), es la más importante en cuanto a posibles análisis de insolación que se quisieran realizar puesto que permite definir la orientación del proyecto mediante las opciones que se muestran en la figura 140.

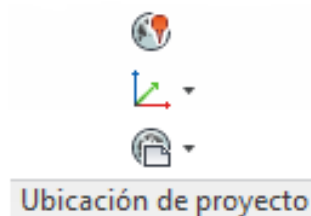


Figura 137. Grupo "Ubicación del proyecto".

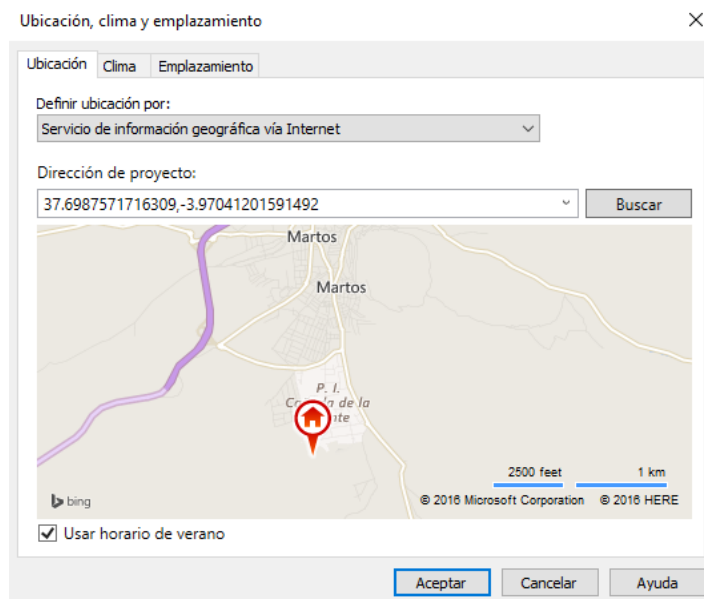


Figura 138. Cuadro de diálogo “Ubicación”.

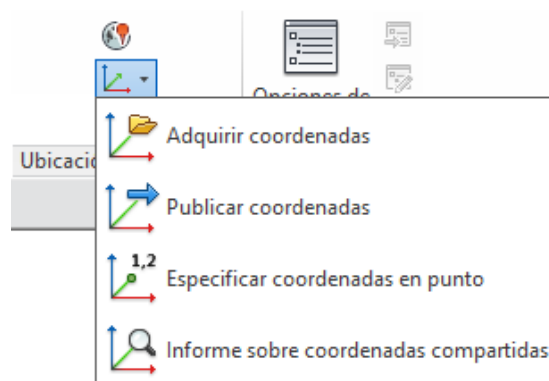


Figura 139. Opciones de “Coordenadas”.

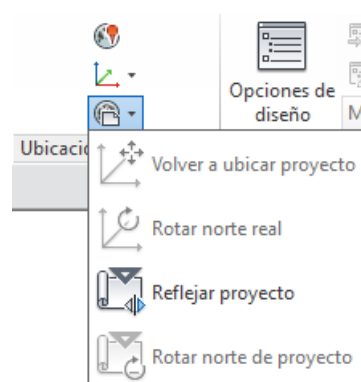


Figura 140. Opciones de “Posición”.

Por último, para terminar este apartado y con mera intención estética se van a incluir elementos de iluminación y de acceso (puertas) exterior en la zona de almacenaje haciendo uso de la opción “Luminaria” (figura 105) de la ficha

“Instalaciones” y de la opción “Puerta” (figura 93) de la ficha “Arquitectura”. Se propone iluminación tipo foco (figura 141) y puerta metálica (figura 142). En la figura 143 se muestra una vista 3D del acabado conseguido.

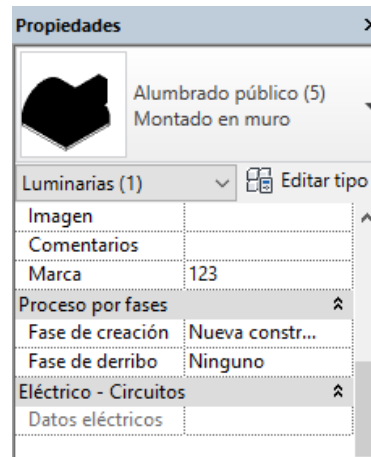


Figura 141. Ventana “Propiedades” para luminaria (III).

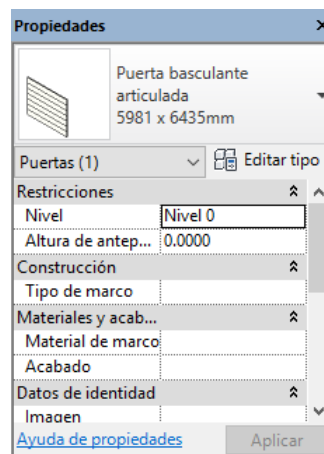


Figura 142. Ventana “Propiedades” para puerta (IV).

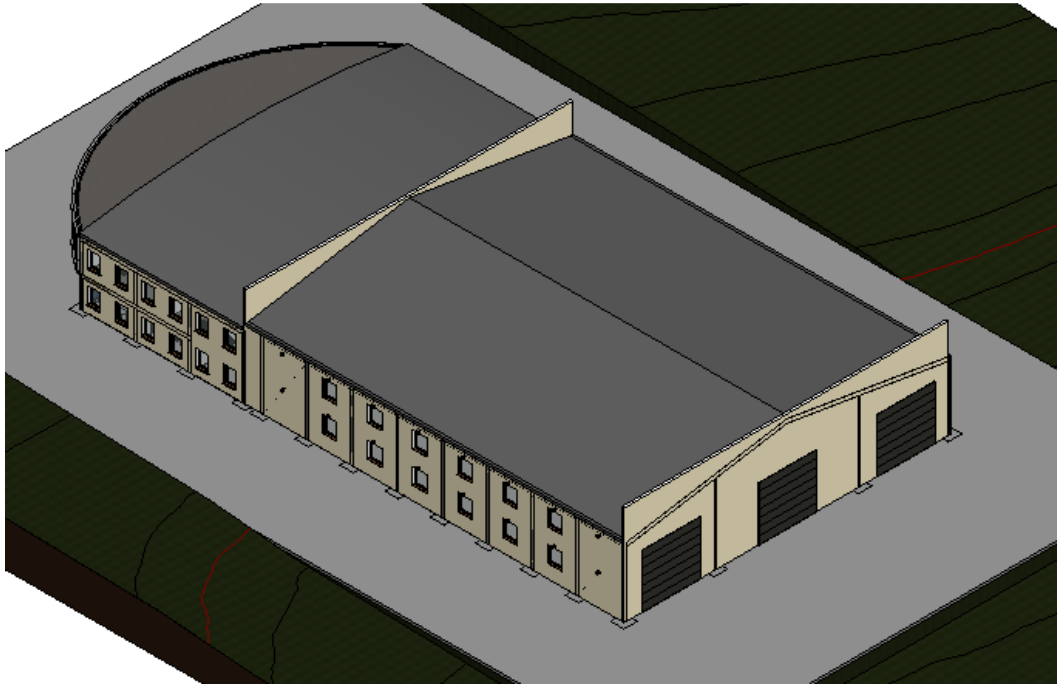


Figura 143. Vista de emplazamiento 3D (III).

Con la colocación de estas luminarias concluye el modelado de la construcción propuesta, este aún se podría completar más incluyendo muchos más componentes (como se dijo en el anterior apartado), elementos, y modelando detalles como el armado de vigas, pilares o zapatas o las uniones entre perfiles metálicos cuyos resultados se obtienen de un cálculo estructural completo.

7. DOCUMENTACIÓN PARA EL PROYECTO

En este apartado se va a mostrar la manera de obtener información gráfica y numérica que pudiera ser incluida en un proyecto de construcción desde Revit. Con el fin de mostrar la capacidad de este software para documentar un proyecto se obtendrán ejemplos de planos, mediciones e imágenes Render del modelo 3D propuesto en este estudio.

7.1 Obtención de planos

BIM nos permite trabajar sobre un modelo 3D de una construcción en las que todos sus componentes están relacionados de una u otra manera como se ha podido ir comprobando a lo largo del modelado realizado. Debido a esta ventaja las vistas

que aparezcan en los planos que se obtengan van a seguir estando relacionadas de manera que si algo cambia sobre el modelo 3D, también lo hará en el plano.

En Revit la gestión de los planos se realiza desde el Navegador de Proyectos, dentro de la opción “Planos (todo)” (Figura 144). Para incluir un nuevo plano se hace click con el botón secundario sobre la mencionada opción y se pulsa sobre “Nuevo plano”, al pulsar aparece un cuadro de diálogo (Figura 145) donde se elige el cuadro de rotulación deseado para el plano a incluir. Por comodidad de las dimensiones del papel en la memoria se opta por un tamaño de papel A3 para todos los ejemplos de planos y cuya plantilla de cuadro de rotulación es el que se ha llamado “A3 TFG” (figura 146).

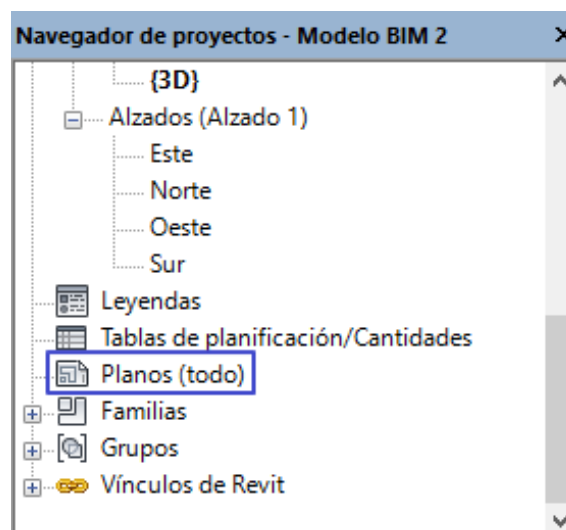


Figura 144. Opción “Planos (todo)”.

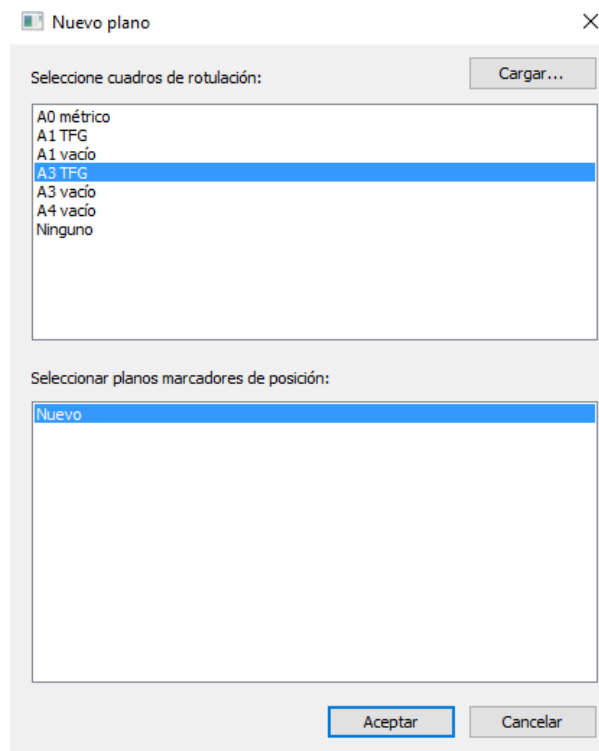


Figura 145. Cuadro de diálogo "Nuevo Plano".

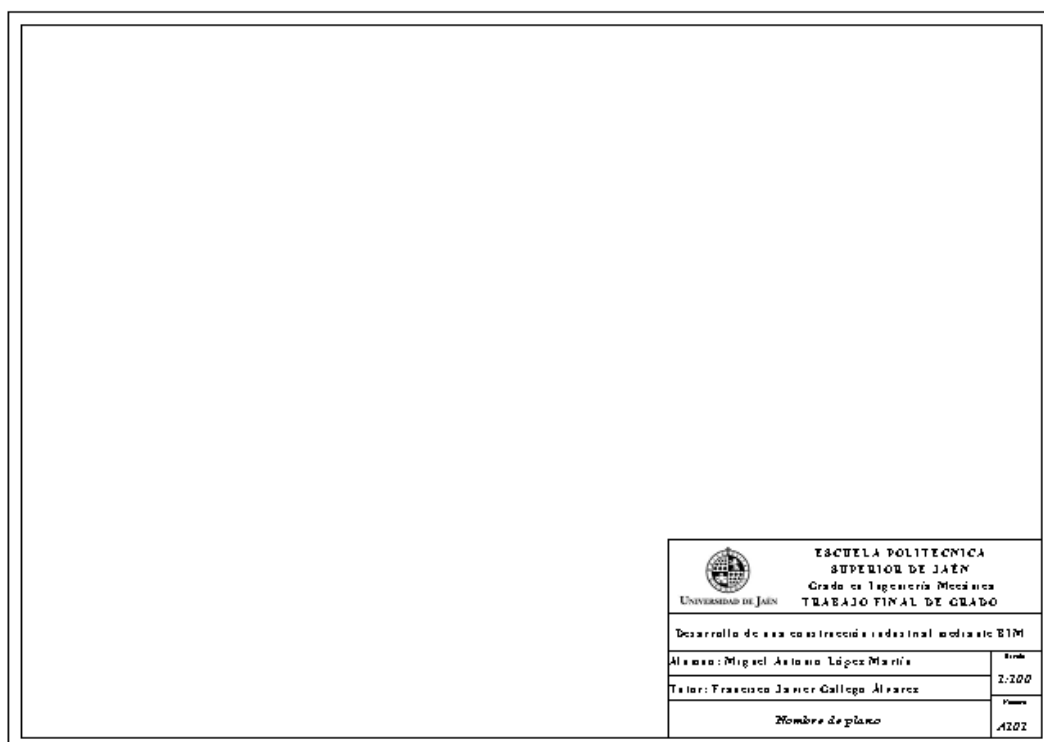


Figura 146. Plantilla "A3 TFG".

La plantilla que contiene el cajetín que se va a usar para albergar los ejemplos de planos que contienen este estudio se ha realizado mediante la creación de una

familia de los llamados por Revit "Bloques de título". Para crear esta familia se hace uso de la opción "Nueva" (figura 147) dentro del apartado de familias en la pantalla de inicio de Revit. Tras pulsar esta opción se abre un cuadro de diálogo (figura 148) en la que se elegirá la familia que se quiere crear (Bloques de título en este caso), dentro de la carpeta de la familia seleccionada se elige el formato A3 (figura 149). Una vez dentro de la plantilla, esta se modificará desde la ficha "Crear" que aparece en el caso de plantilla para nueva familia (distinto al grupo "Crear" de las plantillas de construcción).

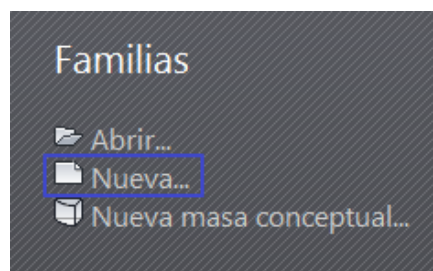


Figura 147. Opción "Nueva Familia".

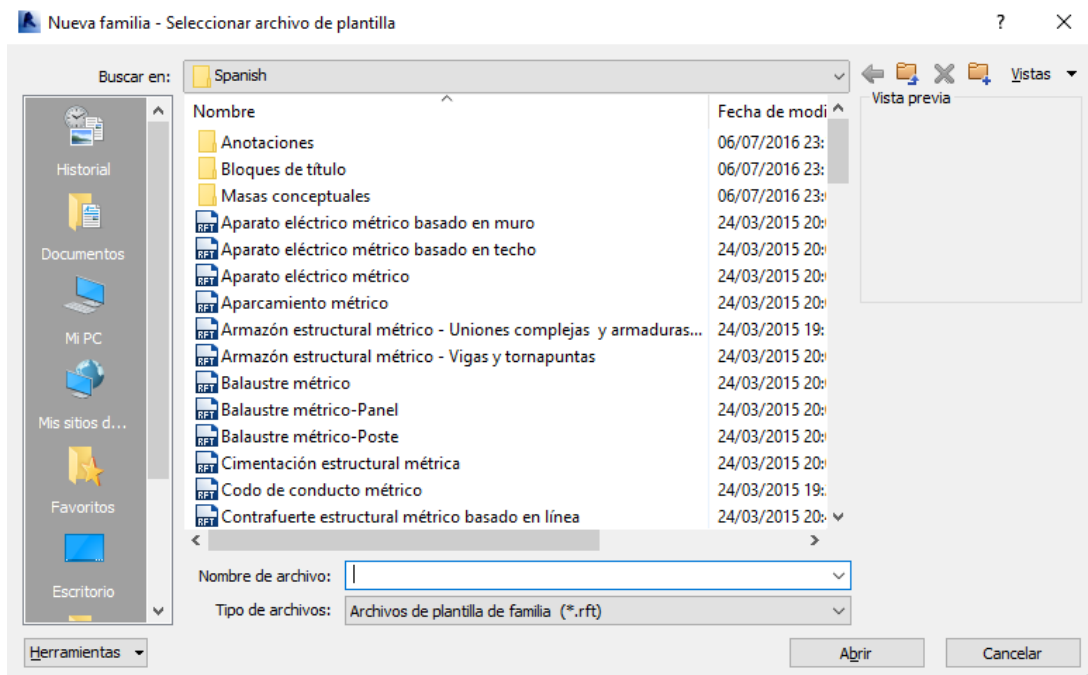


Figura 148. Cuadro de diálogo "Nueva Familia".

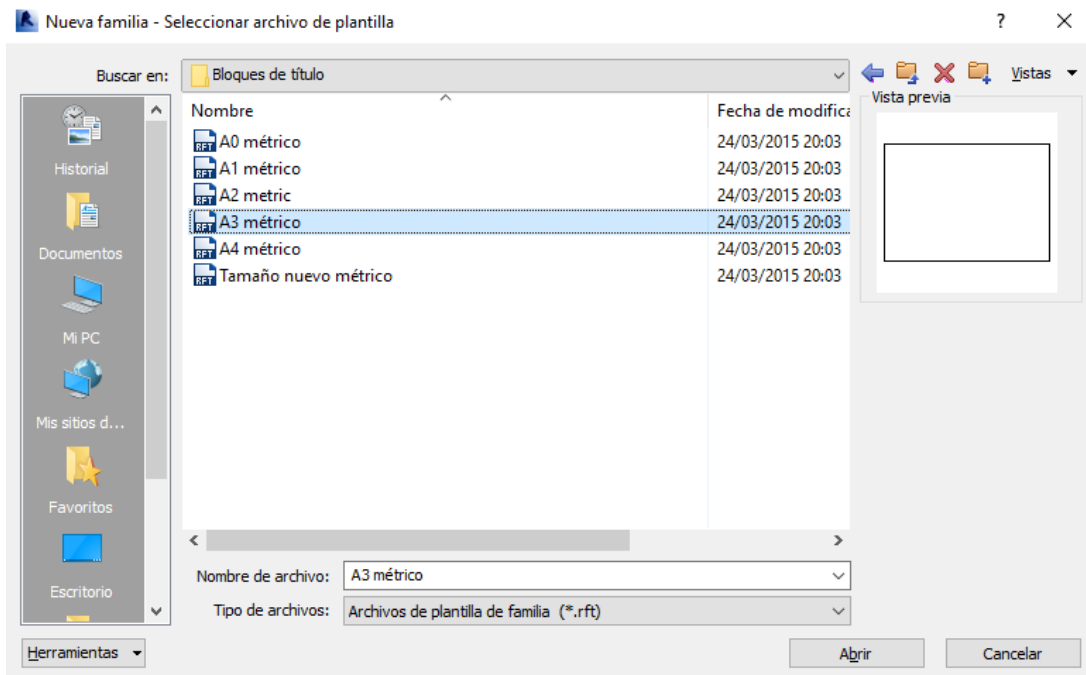


Figura 149. Elección de formato de plantilla de plano.

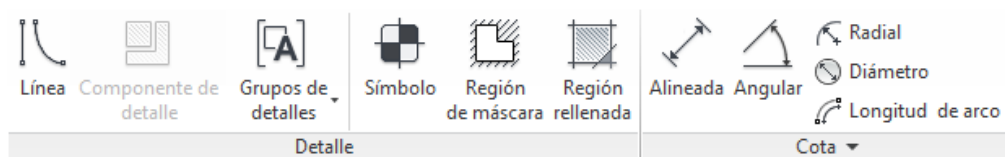


Figura 150 (I). Ficha "Crear".

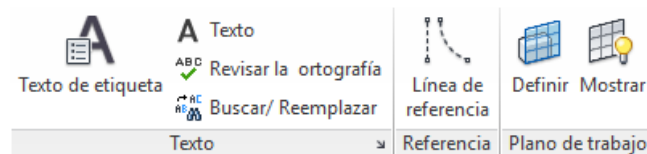


Figura 150 (II). Ficha "Crear".

Para este estudio se ha realizado el cajetín mostrado anteriormente, en el caso de realizar un proyecto habría que hacer uso de un cajetín normalizado que es fácilmente realizable creando una familia para ello.

Para introducir vistas en los planos basta con pulsar sobre la vista deseada (cualquiera de las que compone el modelo) y arrastrarla al interior de la plantilla colocada. En la figura 151 se muestra como ejemplo la vista 3D del modelo colocado en la plantilla anteriormente mencionada. Sobre la vista se pueden colocar anotaciones y cotas, estas se pueden introducir desde la ficha "Anotar" (figura 152).

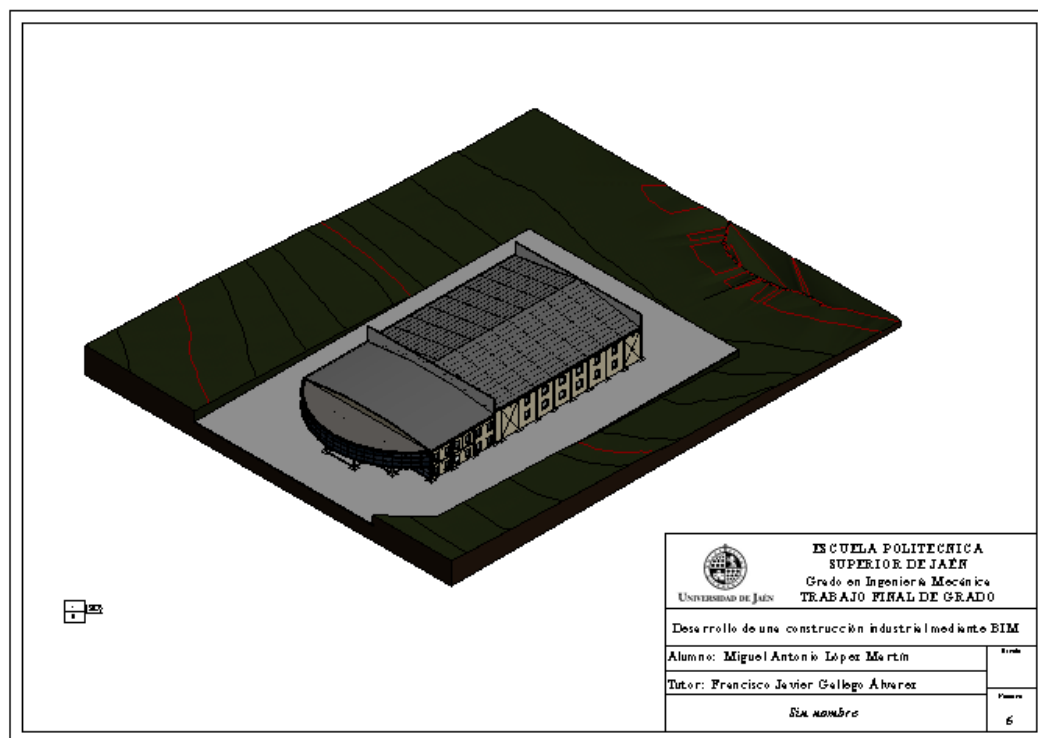


Figura 151. Ejemplo de plano (I).

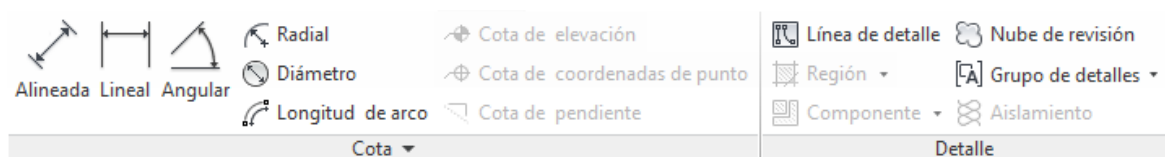


Figura 152 (I). Ficha "Anotar".

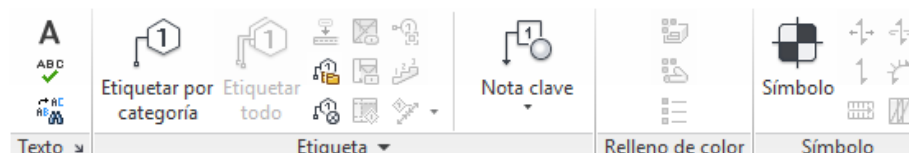


Figura 152 (II). Ficha "Anotar".

Tras tener los planos diseñados se pueden exportar en cualquier formato de dibujo CAD o dibujo con la opción "Exportar" (figura 153) que se encuentra dentro del menú de la aplicación. Si se prefiere se puede optar directamente por imprimirlos mediante la opción "Imprimir" (figura 154) dentro del mismo menú de la aplicación.

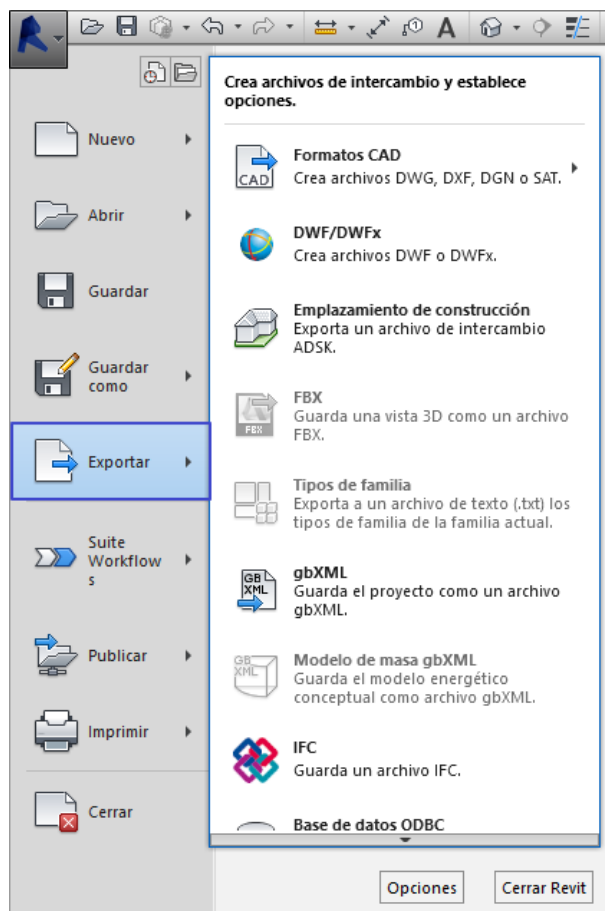


Figura 153. Opción "Exportar".

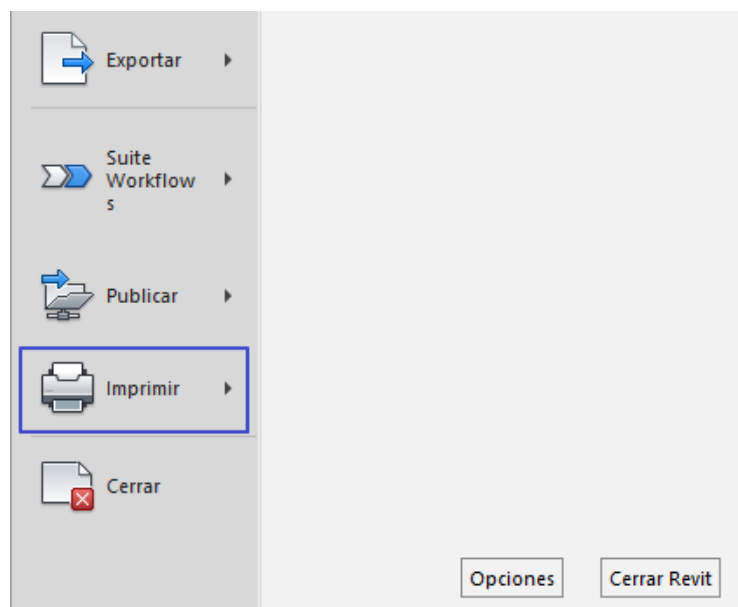


Figura 154. Opción "Imprimir".

Para definir un proyecto completamente se requeriría de una cantidad considerable de ellos, por ello, para demostrar lo que aporta este software en cuanto

a creación de planos, se han generado algunos planos básicos a modo de ejemplo que se muestran en el **ANEXO I: Planos**.

7.2 Obtención de mediciones

Como es conocido, la obtención de unas buenas mediciones es crucial para realizar un buen proyecto puesto que de estas depende obtener un buen presupuesto fiable que sirva al cliente para tener una idea del coste de la ejecución del proyecto.

Ya se ha visto que con el BIM se trabaja con modelos paramétricos, poder contabilizarlos como unidades de obra y dotarlos de descripciones fiables y de costes coherentes serviría para mejores mediciones en los proyectos pero claro, es necesaria conocer la manera de obtenerlas partiendo de un modelo BIM 3D.

De momento no es posible obtener mediciones propiamente dichas con Revit puesto que es un software en proceso de desarrollo aún, pero si es posible obtener estas mediciones a través de complementos del software o vinculaciones con otros programas como Cype o Presto. Revit, sin embargo, nos proporciona la manera de obtener contabilizaciones de elementos mediante las **tablas de planificación**, opción que se va a usar en este TFG y donde varios ejemplos de ellas se muestran en el **ANEXO II: Tablas de planificación**.

Para incluir las tablas de planificación buscadas se usa el Grupo "Crear" (figura 155) dentro de la ficha "Vista", dentro de este grupo se usa la opción "Tabla de planificación/Cantidades" (figura 156) dentro del icono correspondiente.

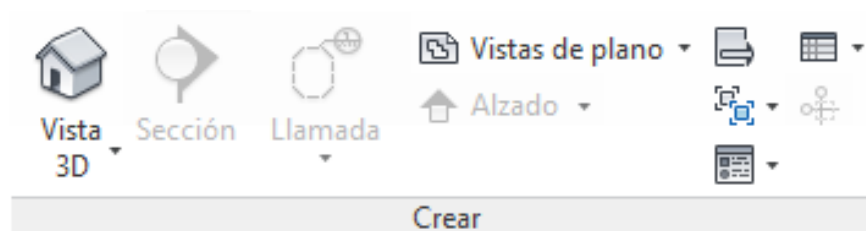


Figura 155. Grupo "Crear".

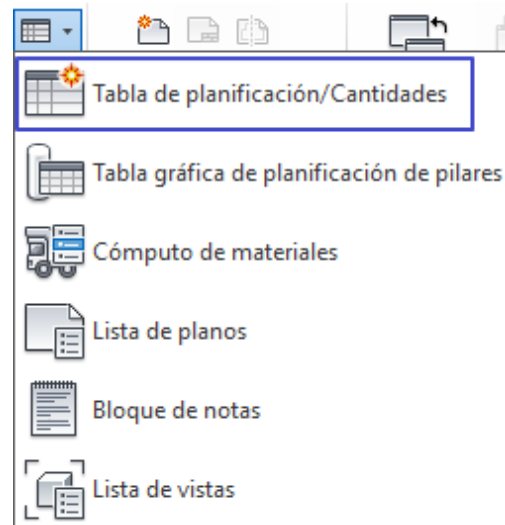


Figura 156. Opción “Tabla de planificación/Cantidades”.

Al pulsar sobre la citada opción aparece un nuevo cuadro de diálogo (figura 157) en el que se elige la categoría sobre la que se realiza la tabla de planificación dentro de un gran número de opciones listadas por grupos (Estructura, Arquitectura, Mecánica, Electricidad y Fontanería), en este apartado se realiza una tabla como ejemplo de categoría “Luminarias”.

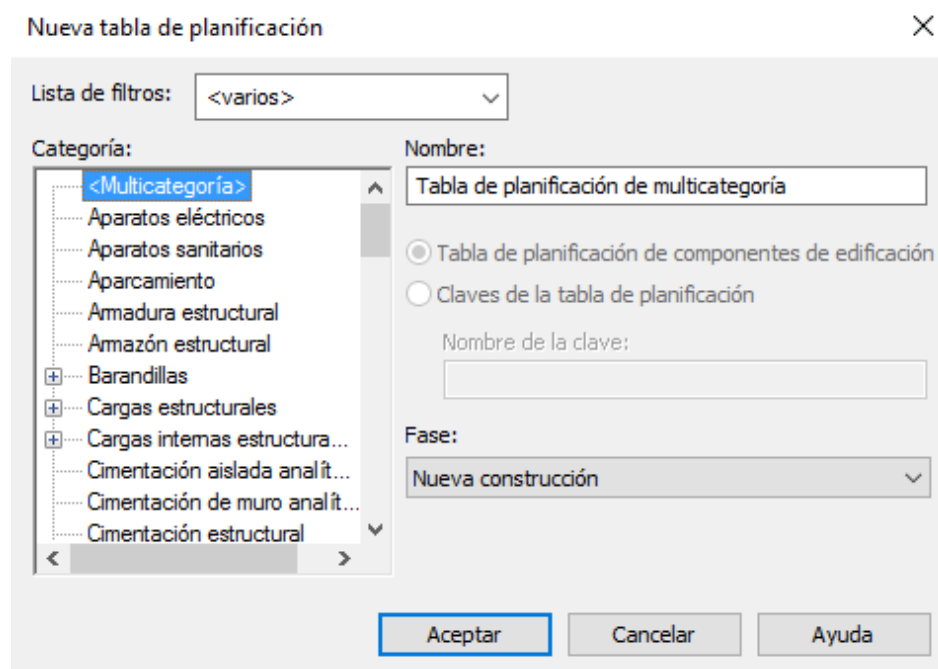


Figura 157. Cuadro de diálogo “Nueva tabla de planificación”.

Al pulsar sobre la categoría seleccionada se abre un nuevo cuadro de diálogo (figura 158) donde, en la primera pestaña (Campos), se seleccionan, entre los distintos

campos que caracterizan a la categoría seleccionada, los preferidos. Para la tabla de ejemplo se seleccionan cuatro campos: Familia, Tipo, Descripción y Recuento.

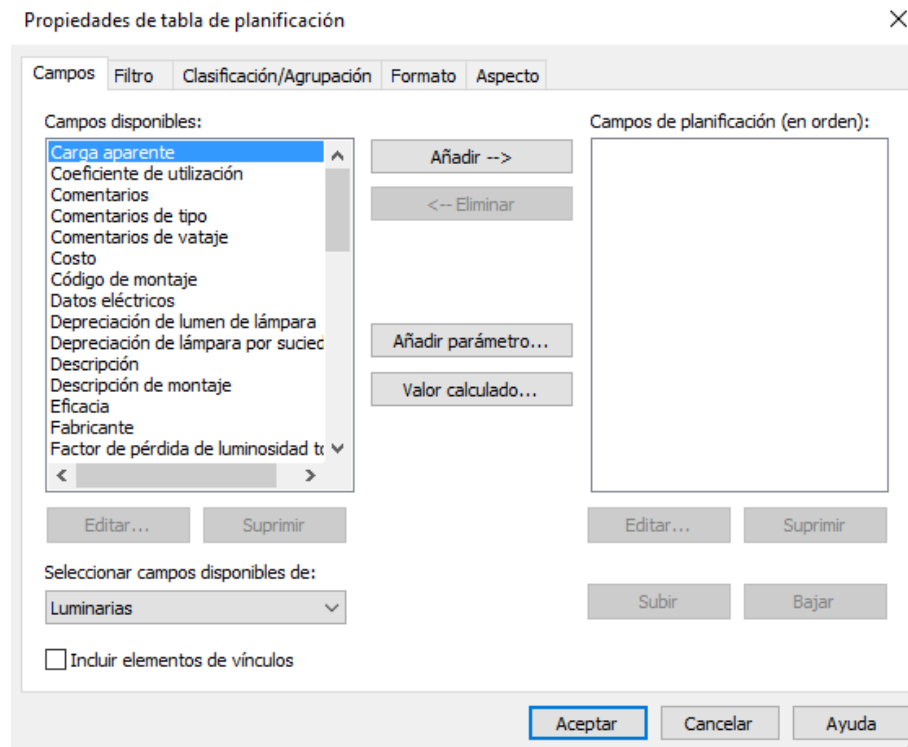


Figura 158. Cuadro de diálogo "Propiedades de tabla de planificación".

Por defecto Revit no agrupa los elementos iguales y los toma como elementos independientes, para agrupar los elementos iguales se hace uso de la pestaña "Clasificación/Agrupación" (figura 159), en ella se agrupan los distintos elementos según su Tipo, esta agrupación se selecciona en la opción "Clasificar por:". Una vez agrupados los elementos, para que se realice el recuento de todos los elementos iguales, se marca la pestaña "Totales generales:" dejando en este caso la opción por defecto marcada (Título, recuento y totales). Por último se desmarca la pestaña "Detallar cada ejemplar".

Propiedades de tabla de planificación

Campos Filtro Clasificación/Agrupación Formato Aspecto

Clasificar por: (ninguno) Ascendente Descendente

☐ Encabezamiento ☐ Pie de página: Línea en blanco

Y por: (ninguno) Ascendente Descendente

☐ Encabezamiento ☐ Pie de página: Línea en blanco

Y por: (ninguno) Ascendente Descendente

☐ Encabezamiento ☐ Pie de página: Línea en blanco

Y por: (ninguno) Ascendente Descendente

☐ Encabezamiento ☐ Pie de página: Línea en blanco

☐ Totales generales: Título personalizado de total general: Total general

☒ Detallar cada ejemplar

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 159. Pestaña “Clasificación/Agrupación”.

Para continuar con la personalización de la tabla de planificación se harían uso de las demás pestañas (filtro, formato y aspecto), no siendo su uso requerido para este ejemplo. Al pulsar sobre el botón “Aceptar” se crea la tabla de planificación buscada, un recorte de la misma se muestra en la figura 160.

Tabla de planificación: Tabla de planificación de luminarias - Modelo BIM 2

<Tabla de planificación de luminarias>			
A	B	C	D
Familia	Tipo	Descripción	Recuento
Techo - Cuadro lineal	0600 x 0600 mm		98
Techo- Redondo plano	Incandescente 6		18
Alumbrado público (5)	Montado en mur		32
Total general: 148			

Figura 160. Ejemplo de tabla de planificación.

Se muestra la columna “Descripción” vacía debido a que las luminarias colocadas son de tipo genérico, si se hubieran colocado luminarias específicas, el

campo descripción podría servir como descripción de la unidad de obra si se considerara oportuno.

Estas tablas pueden ser exportadas para su posterior procesamiento en otro tipo de software (Excel, Matlab...) mediante la opción "Exportar" (figura 153), más concretamente mediante la elección de la opción "Informes" (figura 161), esta herramienta permite exportar estas tablas de planificación en formato .txt siendo esta exportación útil si se requiere el procesamiento posterior de la información.

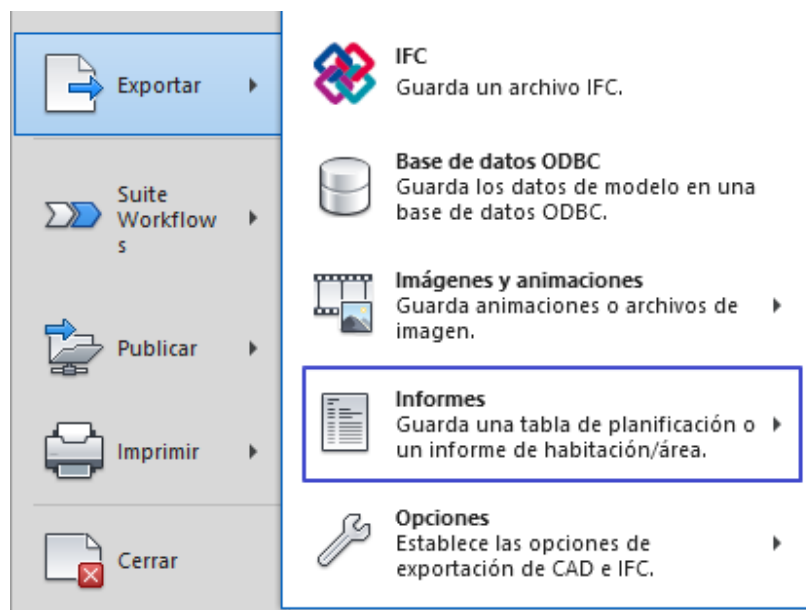


Figura 161. Opción "Exportar: Informes".

7.3 Obtención de imágenes

Además de planos y tablas de planificación, Revit permite obtener imágenes fotorrealistas (Render) del modelo 3D realizado. Esta opción complementa la obtención de información gráfica sobre un hipotético proyecto que se quisiera realizar.

La obtención de estas imágenes Render se realiza desde la opción "Renderizar" (figura 162) dentro de la ficha "Vista", al pulsar sobre esta opción se abre un cuadro de diálogo de configuración de la renderización (figura 163). Dentro de este cuadro de diálogo, por requisitos computacionales, se va a seleccionar una calidad de imagen "Media". Tras realizar el Render de la imagen se podrá exportar este mediante la opción "Exportar" que se encuentra en el mismo cuadro de diálogo.

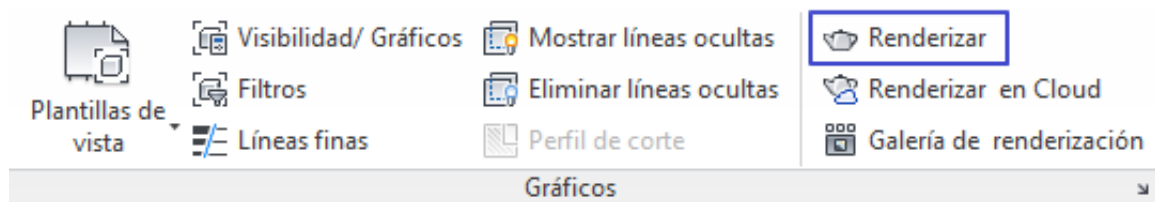


Figura 162. Opción "Renderizar".

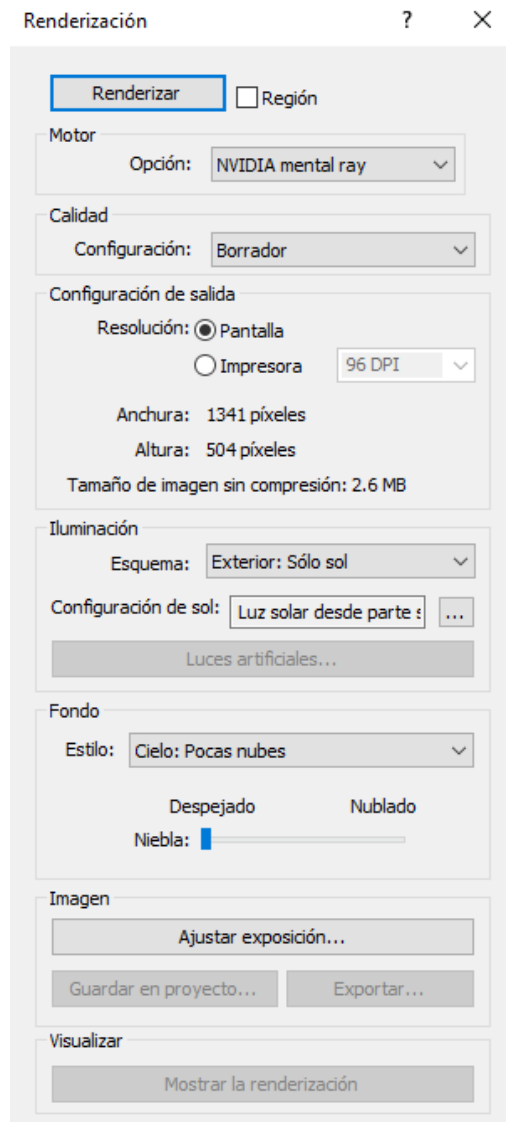


Figura 163. Cuadro de diálogo "Renderización".

Las imágenes Render se obtienen sobre vistas 3D del modelo o porciones de ellas, para la muestra de imágenes sobre el modelo realizado que se expondrán más adelante se han tomado vistas 3D específicas realizadas con la opción "Cámara" (figura 164) que se encuentra dentro de las opciones del icono "Vista 3D" en la ficha "Vista".

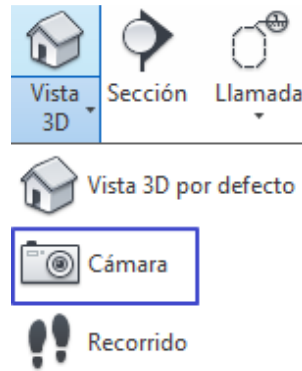


Figura 164. Opción “Cámara”.

A continuación se muestran las imágenes obtenidas del modelo 3D. En primer lugar, imágenes del armazón estructural (figuras 165, 166 y 167) y, tras estas, imágenes del modelo completo en el que se aprecian vistas exteriores del edificio y vistas interiores de algunas zonas de este.

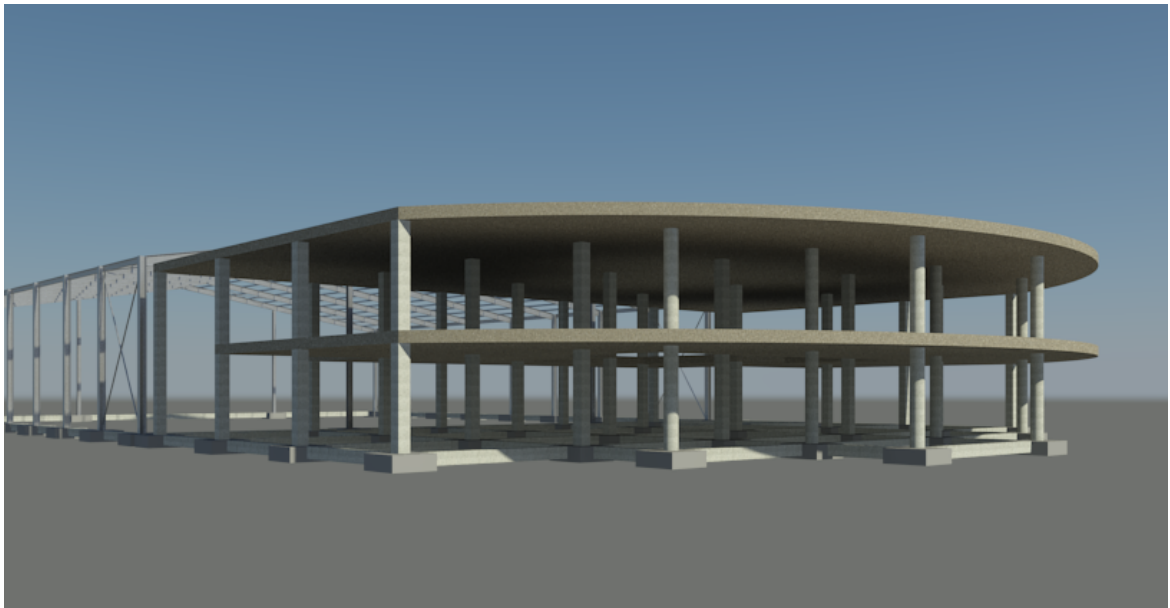


Figura 165. Render (I)

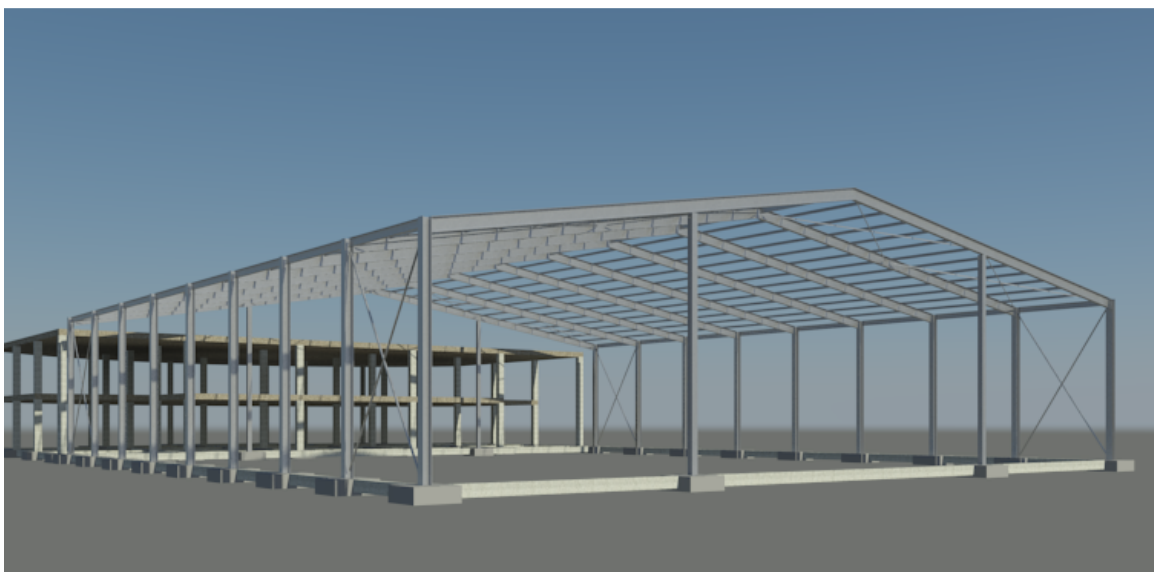


Figura 166. Render (II)

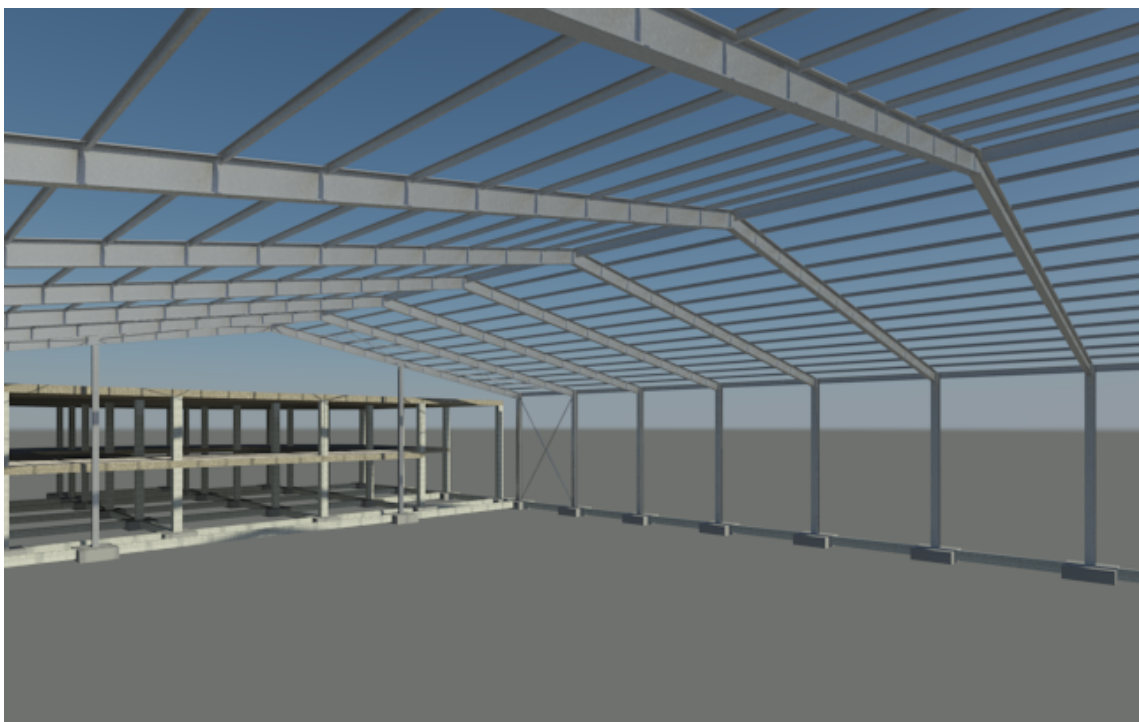


Figura 167. Render (III)

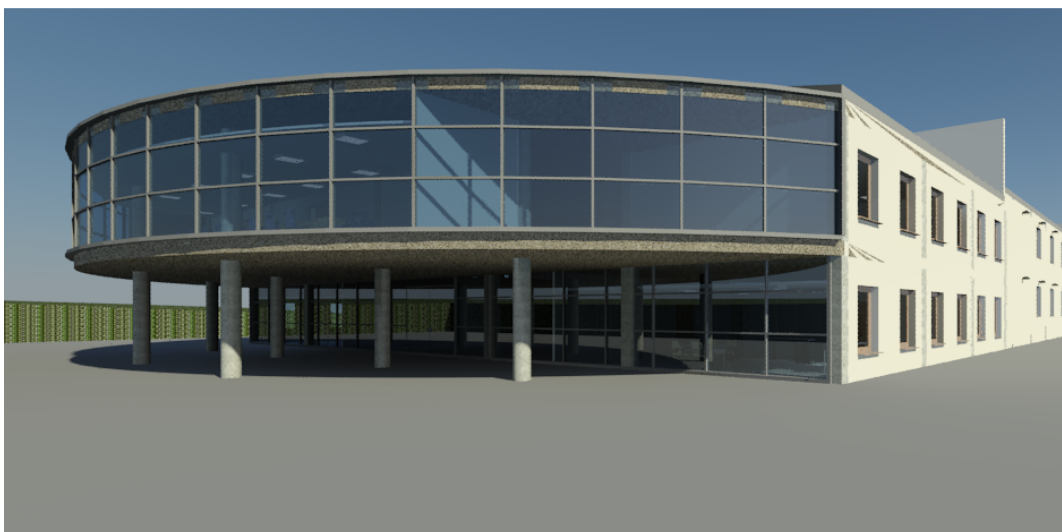


Figura 168. Render (IV)

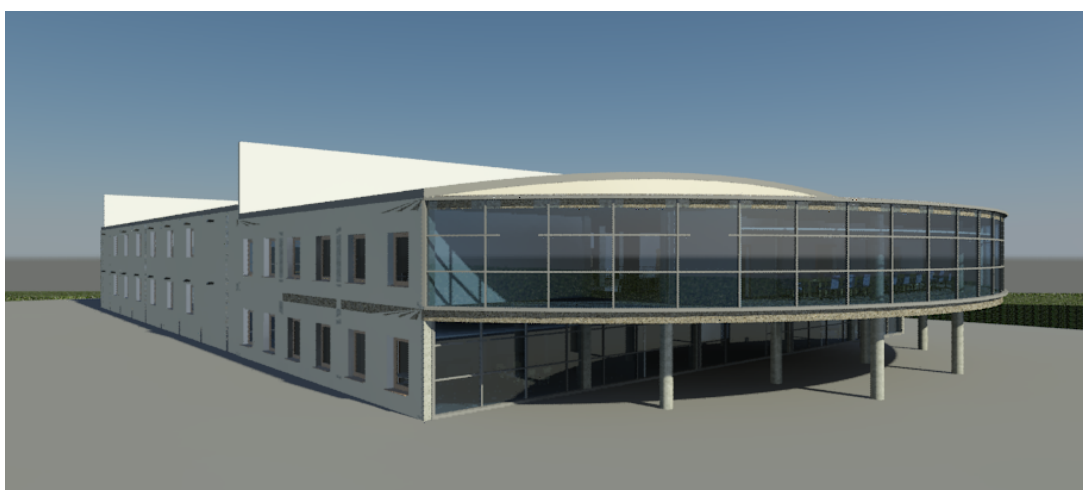


Figura 169. Render (V)

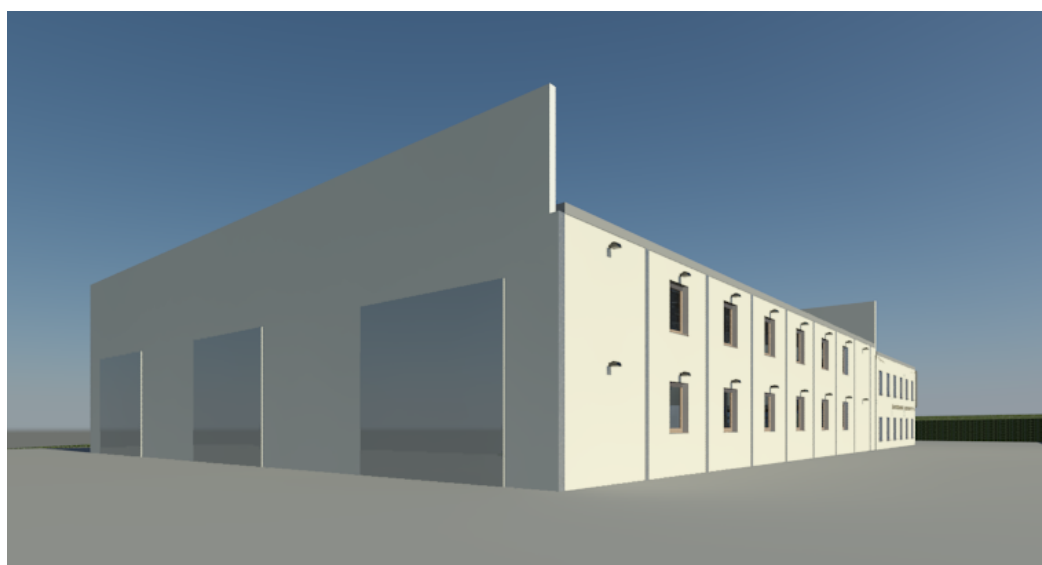


Figura 170. Render (VI)



Figura 171. Render (VII)



Figura 172. Render (VIII)

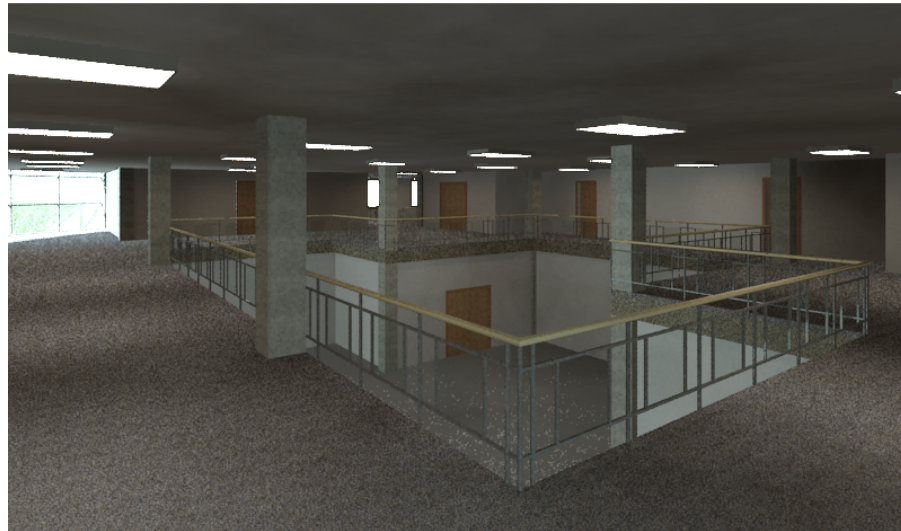


Figura 173. Render (IX)



Figura 174. Render (X)

8. CONSIDERACIONES FINALES

8.1 Ventajas de la metodología BIM frente a la tradicional.

El desarrollo del presente estudio ha confirmado las ventajas introducidas en el apartado correspondiente frente a la basada en CAD. A continuación se recogen los

aspectos más significativos en este sentido puestos de manifiesto en el mismo y que han sido detallados en los apartados correspondientes.

El modelado se ha comenzado introduciendo las rejillas y niveles del proyecto elementos simples pero de gran importancia en el modelado 3D con Revit. Tanto la parte estructural como la arquitectónica se han modelado con referencias a estos elementos, por lo que cualquier variación en alguno de estos elementos (por ejemplo el cambio de cota de algún nivel) significaría el cambio de los elementos referenciados a dicho elemento. Esta vinculación deja latente lo que se viene comentando en todo el documento, la relación entre elementos que forman un todo, ya que la variación de uno afecta al resto (automáticamente cambian las vistas, los planos, áreas de muros, longitud de tuberías, tablas de planificación relacionadas y demás elementos).

En comparación, si estos cambios se quieren realizar con software CAD sería mucho más tedioso puesto que habría que cambiar todas las vistas relacionadas una a una así como los planos, recalcular mediciones de muros, tuberías, etc.

Se ha visto que a la vez que se va formando el modelado estructural con las distintas opciones que permite Revit se va formando un modelo analítico del mismo, esto es impensable de obtener con software CAD. De momento, este modelo debe ser exportado y realizar sobre él todas las etapas del cálculo estructural en software específico. Por esto, es útil para un calculista que desee introducirse en el BIM, utilizar software que se relacione bidireccionalmente con software BIM. Por ejemplo, con Revit, se relacionan bidireccionalmente programas como Cype, Tricalc o Robot Structural Analysis.

Al realizar el modelado arquitectónico se ha visto como es fácil la inclusión de muros para realizar las distintas particiones y la colocación de puertas y ventanas puesto que Revit tiene opciones para ello. La gran ventaja de este software no es la facilidad de colocación sino que, en el caso de que se decida cambiar de posición algunos elementos alojados en el muro como las puertas y ventanas mencionadas, el software recalcula automáticamente los espacios y las posiciones de los elementos. La realización de estas tareas con software CAD conlleva una serie de modificaciones

más tediosas ya que al trabajar sobre líneas se requieren sucesivas tareas de borrado, alargado o supresión de líneas entre otros comandos sobradamente conocidos.

Revit permite la creación de distintas familias: desde cajetines (como se ha realizado en este estudio) hasta componentes, tipos de muros o tipos de cubierta (temáticas que pudieran ser abordadas en trabajos futuros). Estos elementos podrán incluir información de materiales o distribución de estos siendo configurables al gusto del proyectista con el fin de no solo su colocación en un modelo, sino una posible obtención de detalles de estos.

Esta posibilidad de creación de familias de componentes involucra a las empresas de suministro de materiales y aparatos relacionados con la construcción ya que, con vista a que sus productos sean incluidos en proyectos BIM y aumentar sus ventas, invierten en la creación de componentes que representan a su producto para que en un modelo no se usen componentes genéricos, sino específicos que irán puestos en obra. Esta involucración de las empresas hace que el BIM siga desarrollándose y gane en riqueza de componentes.

Frente a otros programas de diseño en construcción, Revit se ha visto que ofrece una gran ventaja: la geolocalización. Esta aportación no es una aportación cualquiera, ya no se trabaja con un modelo definido, se trabaja con una futura construcción situada en un lugar específico de la Tierra, con las particularidades climáticas de la zona. Situar el modelo en el mundo permite hacer análisis realistas de insolación sobre la edificación en búsqueda de una futura aplicación en cálculo de cargas térmicas para climatización.

Una de las mayores aportaciones de este software es la facilidad de colaboración entre disciplinas mediante opciones creadas para ello. Con estas opciones una empresa que pretenda llevar a cabo trabajos con equipos multidisciplinares tiene la gran oportunidad. Con los servidores suficientes, un equipo puede estar trabajando sobre un mismo modelo a la vez y que este vaya mostrando las novedades en el modelo global prácticamente en tiempo real. Si se pretendiera que estos servidores estuvieran en la nube, la empresa tendría que hacer uso de servidores de pago, con

mayor capacidad y velocidad de sincronización para llegar a proyectos colaborativos verdaderamente fructíferos.

Se ha comprobado como Revit aporta infografía gráfica y numérica (sobretudo planos y tablas de planificación) aceptable pero no de la calidad necesaria para su inclusión en un proyecto (al menos, de momento). Este déficit de calidad intenta ser solventado con complementos de software o vinculación con otros programas o postprocesado en software específico. Se usa Revit para obtener soluciones buscadas a groso modo que serán refinadas con posterioridad.

8.2 Conclusiones generales

De la realización de este TFG se pueden extraer varias conclusiones generales. La primera de ella es sobre la tecnología BIM y su implantación en las empresas. A lo largo de este documento se ha hablado del cambio y las novedades que aporta esta nueva manera de trabajar y se han comprobado durante el modelado estas novedades: ya no se trabaja sobre vistas aisladas sino que el pensamiento es mucho más global y completo. Se trabaja sobre un modelo en el que tienen cabida tantas partes como disciplinas interfieren en la construcción, todas interconectadas formando un todo compacto buscando el mayor realismo posible en una fase de “preconstrucción” que permite esta nueva tecnología y que supone un cambio en la manera de proyectar.

Se ha visto como en nuestro país se pretende la inclusión del BIM en todas las licitaciones públicas, por lo que las empresas tendrán que invertir en su implantación si quieren ser competitivas. Para que esta se produzca, hay que invertir en la formación de los trabajadores, ahí es donde se abrirá una vía laboral para las nuevas generaciones de ingenieros y profesionales de la construcción que entran al mercado laboral. Estos nuevos profesionales estarán dotados de capacidades y conocimientos sobre BIM que serán valoradas por las empresas y que, posiblemente, habrán adquirido en sus estudios ya que, poco a poco, esta nueva metodología se va implantando en las diferentes escuelas y facultades.

También se pueden obtener conclusiones sobre el software utilizado (Autodesk Revit 2016), este es un programa que está en constante evolución y a la vista está

puesto que, desde hace unos años, en cada nueva versión, se incluyen nuevas características y funciones. En las últimas versiones se han añadido opciones relacionadas con la inclusión de cargas sobre las estructuras o análisis de insolación para posteriores cálculos de instalaciones (disciplinas que no se han abordado). Esto, entre otras características, hace pensar que Revit es un proyecto ambicioso en el que, a corto o medio plazo, será un software preparado para realizar en él todas las tareas de diseño y proyecto.

Que sea un programa que abarque tantos aspectos del diseño hace que, de momento, no sea un programa con el que se puedan sacar buenos resultados. En lo que se ha obtenido en este TFG, se puede apreciar cómo ni los planos que se obtienen ni las “mediciones” son definitivos puesto que si se buscaran unos resultados óptimos de cara a realizar un proyecto real los resultados obtenidos de Revit deberían ser procesados en otro tipo de software.

Por la razón que se acaba de exponer se puede concluir que el BIM no viene a sustituir al CAD, pero si viene a desplazarlo a un segundo plano en el que se desvincularían de él toda tarea de diseño y quedando como un medio para obtener mejores resultados. De la misma manera seguirán siendo necesarios otros tipos de programas relacionados con el tratamiento de imágenes o la renderización.

Por último, y basado en la experiencia personal, la realización de este TFG ha supuesto todo un reto puesto que no hay referentes de trabajos semejantes en esta escuela. El tiempo invertido en el conocimiento de esta tecnología y el aprendizaje del manejo del software me hace concluir que esta metodología no es el futuro, es el presente puesto que, una vez conocida, las tareas de diseño se realizan con mucha más rapidez que con metodologías anteriores y, además, es posible obtener visualizaciones realistas de una manera rápida de lo que se pretende construir desde el mismo software. Esto, sin duda es una clara ventaja respecto a la competencia que aún no haya dado el salto al BIM a la hora de exposiciones de trabajo frente a futuros clientes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Coloma Picó, *Introducción a la Tecnología BIM*, Barcelona: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, 2008.
- [2] I. Gómez Fernández, *Interración de procesos BIM sobre una vivienda del movimiento moderno. La Ville Savoye*, 2013.
- [3] M. Richards y M. Bew, *Bew-Richards BIM Maturity Model*, 2008.
- [4] M. Roldán Méndez, N. Martín Dorta y P. Gonzalez de Chaves Assef, «Buiding Information Modelling (BIM): Una oportunidad para transformar la industria de la construcción,» *Spanish Journal of BIM*, 2014.
- [5] I. Lozano Gabarre, *Diseño y cálculo de las instalaciones térmicas de una nave industrial con metodología BIM*, Valladolid, 2015.
- [6] *Practical implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry*.
- [7] Y. López Oliver, *Revit 2015*, Madrid: Anaya, 2015.
- [8] G. d. España, «Fomento,» [En línea]. Available: www.fomento.gob.es.
- [9] M. d. Fomento, «Implantación del BIM en España,» [En línea]. Available: www.esbim.es.
- [10] A. d. Martos, *Plan General de Ordenación Urbana (PGOU)*.
- [11] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks y K. Liston, *BIM Handbook*, John Wiley & Sons, 2011.
- [12] R. Duell, T. Hathorn y T. Reist Hathorn, *Autodesk revit architecture 2015:essentials*, 2014.

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. BIM como herramienta colaborativa [2].	8
Figura 2. Modelo de madurez BIM [3].	9
Figura 3. Interfaz de Revit.	14
Figura 4. Hoja de ruta de Implantación del BIM en España [9].	16
Figura 5. Situación de la parcela I (Google Maps).	17
Figura 6. Situación de la parcela II (Google Maps).	18
Figura 7. Situación de la parcela III (Google Maps).	18
Figura 8. Situación de la parcela IV (PGOU de Martos).	19
Figura 9. Selección de planta.	21
Figura 10. Opción "Rejilla".	21
Figura 11. Rejillas del proyecto.	22
Figura 12. Elección de alzado.	22
Figura 13. Opción "Nivel".	23
Figura 14. Niveles del proyecto.	23
Figura 15. Opción "Pilar".	24
Figura 16. Ventana "Propiedades" para pilar metálico.	24
Figura 17. Opción "En rejillas".	25
Figura 18. Vista estructural 2D (I).	25
Figura 19. Vista estructural 3D (I).	26
Figura 20. Opción "Aislada".	26
Figura 21. Ventana "Propiedades" para zapata.	27
Figura 22. Vista estructural 2D (II).	27
Figura 23. Vista estructural 3D (II).	28
Figura 24. Opción "Viga".	28
Figura 25. Ventana "Propiedades" para viga riostra de hormigón.	29
Figura 26. Vista estructural 2D (III).	29
Figura 27. Vista estructural 3D (III).	30
Figura 28. Ventana "Propiedades" para viga metálica (I).	30
Figura 29. Vista estructural 2D (IV).	31
Figura 30. Vista estructural 3D (IV).	31
Figura 31. Cuadro de diálogo "Plano de trabajo".	32
Figura 32. Ventana "Propiedades" para viga metálica (II).	32
Figura 33. Vista estructural 2D (V).	33
Figura 34. Vista estructural 3D (V).	33
Figura 35. Opción "Copiar".	34
Figura 36. Vista estructural 3D (VI).	34
Figura 37. Vista estructural 3D (VII).	35
Figura 38. Opción "Enlazar parte superior/base".	35
Figura 39. Vista estructural 3D (VIII).	36
Figura 40. Opción "Definir".	36
Figura 41. Opción "Mostrar".	37
Figura 42. Plano de colocación de correas.	37
Figura 43. Opción "Sistema de vigas".	37
Figura 44. Ventana "Propiedades" para Sistema de Vigas estructurales.	38

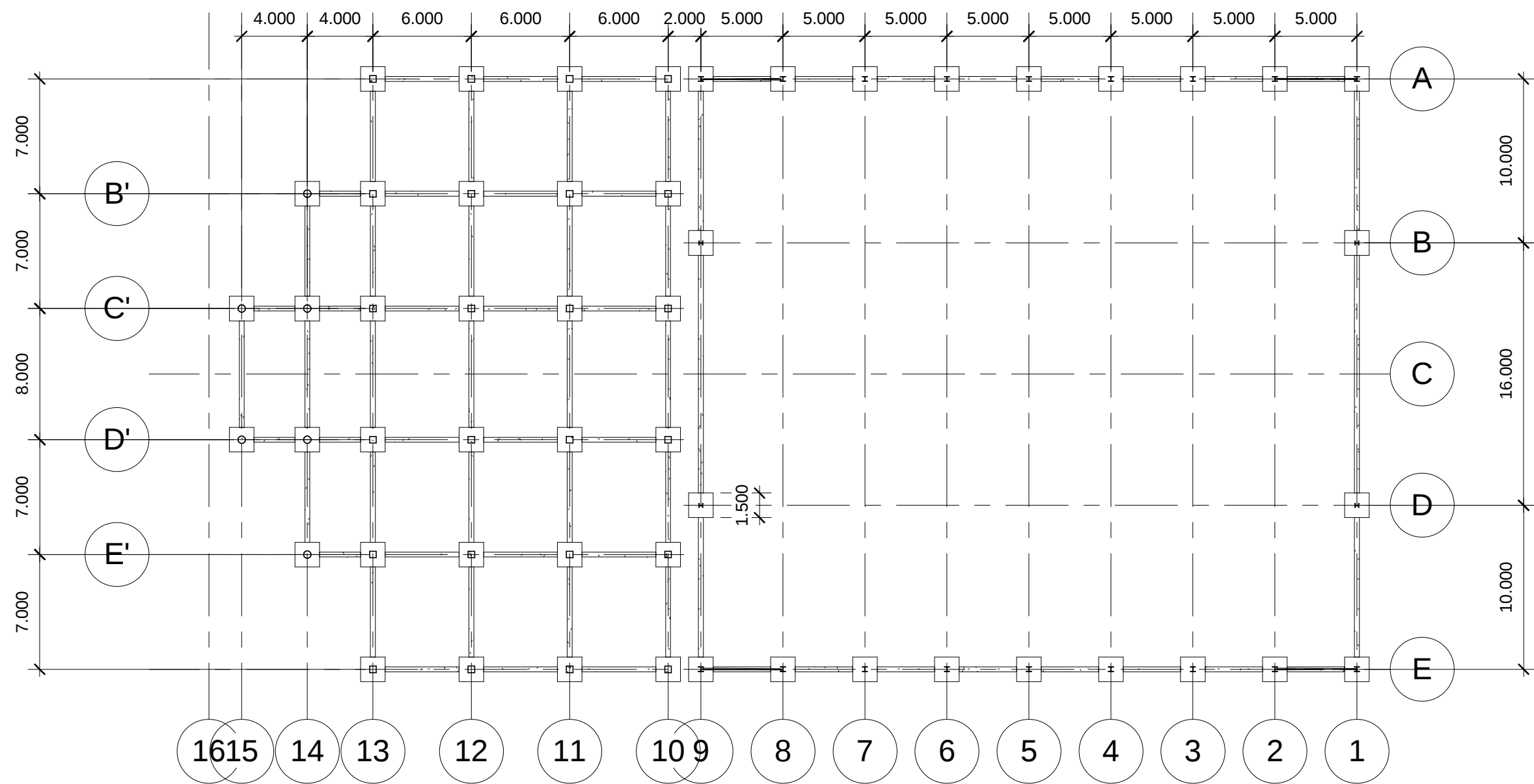
Figura 45. Ventana "Propiedades" para viga metálica (III).....	38
Figura 46. Opción "Seleccionar soportes".....	39
Figura 47. Soportes para correas.	39
Figura 48. Vista estructural 3D (IX).....	39
Figura 49. Opción "Reflejar-Seleccionar eje".....	40
Figura 50. Vista estructural 3D (X).	40
Figura 51. Opción "Tornapunta".	41
Figura 52. Ventana "Propiedades" para Tornapunta.....	41
Figura 53. Vista estructural 3D (XI).....	42
Figura 54. Ventana "Propiedades" para pilar de hormigón (I).	43
Figura 55. Ventana "Propiedades" para pilar de hormigón (II).	43
Figura 56. Vista estructural 2D (VI).....	44
Figura 57. Vista estructural 3D (XII).....	44
Figura 58. Vista estructural 2D (VII).....	45
Figura 59. Vista estructural 3D (XIII).....	45
Figura 60. Opción "Suelo: estructural".	46
Figura 61. Ventana "Propiedades" para suelo estructural.....	46
Figura 62. Contorno de forjado (I).	47
Figura 63. Vista estructural 3D (XIV).	47
Figura 64. Contorno de forjado (II).	48
Figura 65. Vista estructural 3D (XV).	48
Figura 66. Modelo analítico 3D.....	49
Figura 67. Ficha "Analizar"	50
Figura 68. Ficha "Insertar".	50
Figura 69 (I). Ficha "Colaborar".	51
Figura 69 (II). Ficha "Colaborar".	51
Figura 70. Cuadro de diálogo "Subproyectos".	51
Figura 71. Opción "Vincular Revit".....	52
Figura 72. Opción "Gestionar Vínculos".....	53
Figura 73. Cuadro de diálogo "Gestionar Vínculos".	53
Figura 74. Modelo estructural 3D vinculado.....	54
Figura 75. Opción "Ocultar en vista: Elementos".	55
Figura 76. Opción "Muro: arquitectónico".....	55
Figura 77. Ventana "Propiedades" para muro (I).	56
Figura 78. Vista Arquitectónica 2D (I).	56
Figura 79. Vista Arquitectónica 3D (I).	57
Figura 80. Opción "Suelo: arquitectónico".....	57
Figura 81. Ventana "Propiedades" para suelo genérico.....	58
Figura 82. Vista Arquitectónica 3D (II).	58
Figura 83. Opción "Cubierta por extrusión".	59
Figura 84. Ventana "Propiedades" para cubierta genérica.....	59
Figura 85. Boceto de cubierta arquitectónica (I).	59
Figura 86. Boceto de cubierta arquitectónica (II).	60
Figura 87. Vista Arquitectónica 3D (III).	60
Figura 88. Vista Arquitectónica 3D (IV).....	61
Figura 89. Vista Arquitectónica 2D (II).	62
Figura 90. Vista Arquitectónica 3D (V).....	62

Figura 91. Vista Arquitectónica 2D (III).....	63
Figura 92. Vista Arquitectónica 3D (VI).....	63
Figura 93. Opción "Puerta".....	64
Figura 94. Ventana "Propiedades" de puerta (I).....	64
Figura 95. Ventana "Propiedades" de puerta (II).....	64
Figura 96. Opción "Ventana".....	65
Figura 97. Opción "Escalera por boceto".....	65
Figura 98. Ventana "Propiedades" de ventana (I).....	65
Figura 99. Ventana "Propiedades" de escalera (I).....	66
Figura 100. Vista Arquitectónica 2D (IV).....	66
Figura 101. Vista Arquitectónica 3D (VII).....	66
Figura 102. Vista Arquitectónica 3D (VIII).....	67
Figura 103. Opción "Techo".....	67
Figura 104. Ventana "Propiedades" para techo (I).....	68
Figura 105. Opción "Luminaria".....	68
Figura 106. Ventana "Propiedades" para luminaria (I).....	68
Figura 107. Ventana "Propiedades" para luminaria (II).....	69
Figura 108. Vista Arquitectónica 2D (V).....	69
Figura 109. Vista Arquitectónica 2D (VI).....	70
Figura 110. Ventana "Propiedades" para muro (II).....	71
Figura 111. Ventana "Propiedades" para muro (III).....	71
Figura 112. Ventana "Propiedades" para muro (IV).....	72
Figura 113. Ventana "Propiedades" para muro (V).....	72
Figura 114. Opciones para muros cortina.....	72
Figura 115. Cuadro de diálogo "Propiedades de tipo".....	73
Figura 116. Vista Arquitectónica 2D (VII).....	73
Figura 117. Ventana "Propiedades" para puerta (III).....	74
Figura 118. Vista Arquitectónica 3D (IX).....	74
Figura 119. Vista Arquitectónica 3D (X).....	74
Figura 120. Ventana "Propiedades" para escalera (II).....	75
Figura 121. Ventana "Propiedades" para barandilla (I).....	75
Figura 122. Opciones de barandilla.....	75
Figura 123. Boceto de camino de barandilla.....	76
Figura 124. Vista Arquitectónica 3D (XI).....	76
Figura 125. Vista Arquitectónica 2D (VIII).....	77
Figura 126. Vista Arquitectónica 2D (IX).....	77
Figura 127. Vista Arquitectónica 3D (XII).....	78
Figura 128 (I). Ficha "Masa y Emplazamiento".....	79
Figura 128 (II). Ficha "Masa y emplazamiento".....	79
Figura 129. Opción "Imagen".....	79
Figura 130. Opción "Escala".....	79
Figura 131. Vista de emplazamiento 2D (I).....	80
Figura 132. Opción "Colocar punto".....	80
Figura 133. Vista de emplazamiento 2D (II).....	81
Figura 134. Vista de emplazamiento 3D (I).....	81
Figura 135. Vista de emplazamiento 2D (III).....	82
Figura 136. Vista de emplazamiento 3D (II).....	82

Figura 137. Grupo "Ubicación del proyecto".	83
Figura 138. Cuadro de diálogo "Ubicación".	84
Figura 139. Opciones de "Coordenadas".	84
Figura 140. Opciones de "Posición".	84
Figura 141. Ventana "Propiedades" para luminaria (III).	85
Figura 142. Ventana "Propiedades" para puerta (IV).	85
Figura 143. Vista de emplazamiento 3D (III).	86
Figura 144. Opción "Planos (todo)".	87
Figura 145. Cuadro de diálogo "Nuevo Plano".	88
Figura 146. Plantilla "A3 TFG".	88
Figura 147. Opción "Nueva Familia".	89
Figura 148. Cuadro de diálogo "Nueva Familia".	89
Figura 149. Elección de formato de plantilla de plano.	90
Figura 150 (I). Ficha "Crear".	90
Figura 150 (II). Ficha "Crear".	90
Figura 151. Ejemplo de plano (I).	91
Figura 152 (I). Ficha "Anotar".	91
Figura 152 (II). Ficha "Anotar".	91
Figura 153. Opción "Exportar".	92
Figura 154. Opción "Imprimir".	92
Figura 155. Grupo "Crear".	93
Figura 156. Opción "Tabla de planificación/Cantidades".	94
Figura 157. Cuadro de diálogo "Nueva tabla de planificación".	94
Figura 158. Cuadro de diálogo "Propiedades de tabla de planificación".	95
Figura 159. Pestaña "Clasificación/Agrupación".	96
Figura 160. Ejemplo de tabla de planificación.	96
Figura 161. Opción "Exportar: Informes".	97
Figura 162. Opción "Renderizar".	98
Figura 163. Cuadro de diálogo "Renderización".	98
Figura 164. Opción "Cámara".	99
Figura 165. Render (I).	99
Figura 166. Render (II).	100
Figura 167. Render (III).	100
Figura 168. Render (IV).	101
Figura 169. Render (V).	101
Figura 170. Render (VI).	101
Figura 171. Render (VII).	102
Figura 172. Render (VIII).	102
Figura 173. Render (IX).	103
Figura 174. Render (X).	103

ANEXOS

ANEXO I: PLANOS



UNIVERSIDAD DE JAÉN

**ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería Mecánica
TRABAJO FINAL DE GRADO**

Desarrollo de una construcción industrial mediante BIM

Alumno: Miguel Antonio López Martín

Tutor: Francisco Javier Gallego Álvarez

Planta General de Cimentación

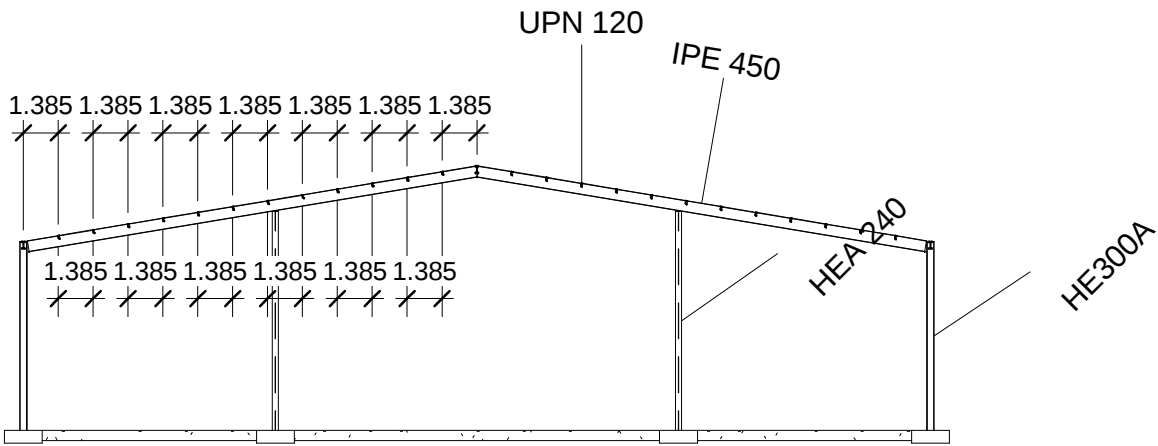
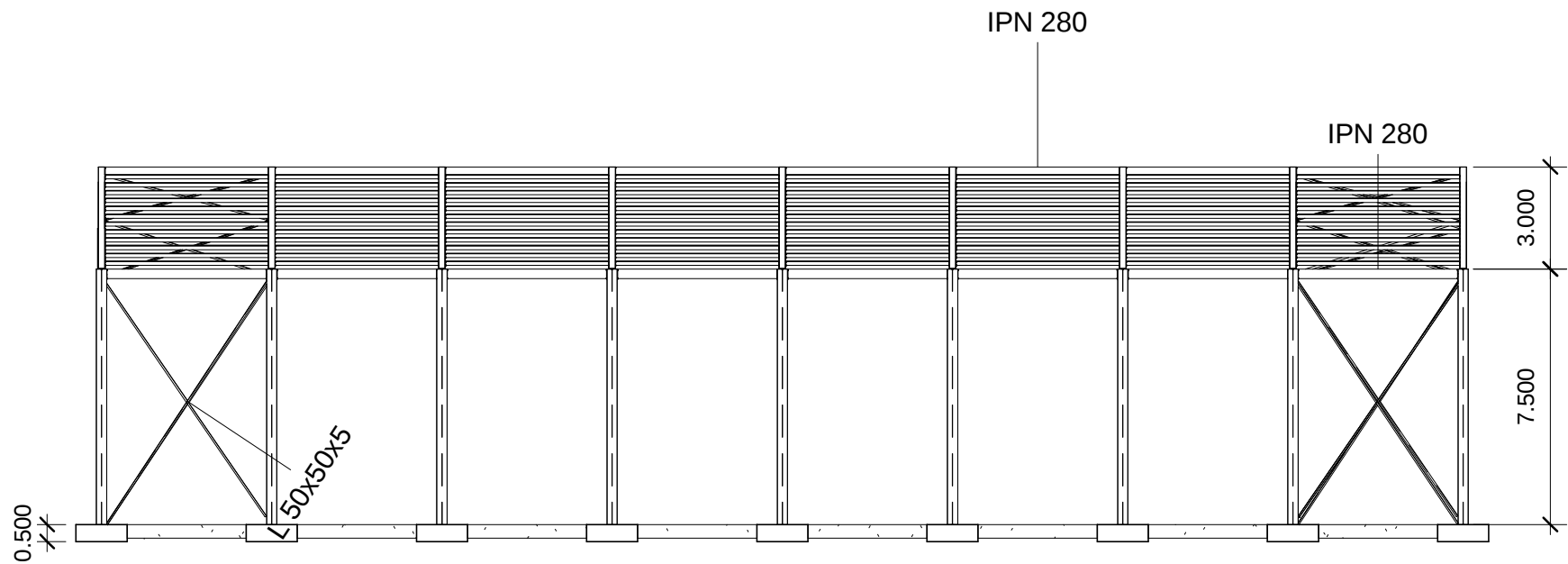
Escala

1 : 300

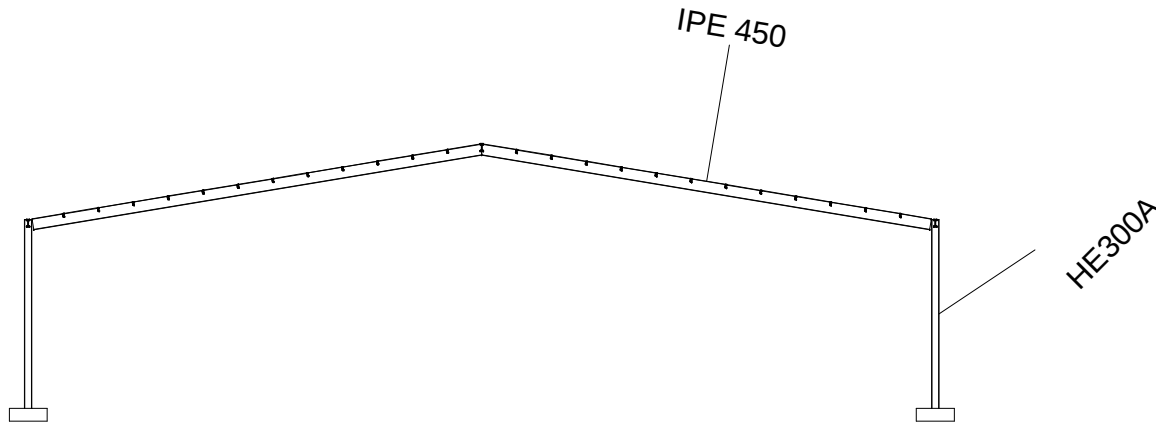
Número

1

Vista Lateral (1:200)



Pórtico hastial (1:300)



Pórtico central (1:300)



UNIVERSIDAD DE JAÉN

**ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería Mecánica
TRABAJO FINAL DE GRADO**

Desarrollo de una construcción industrial mediante BIM

Alumno: Miguel Antonio López Martín

Tutor: Francisco Javier Gallego Álvarez

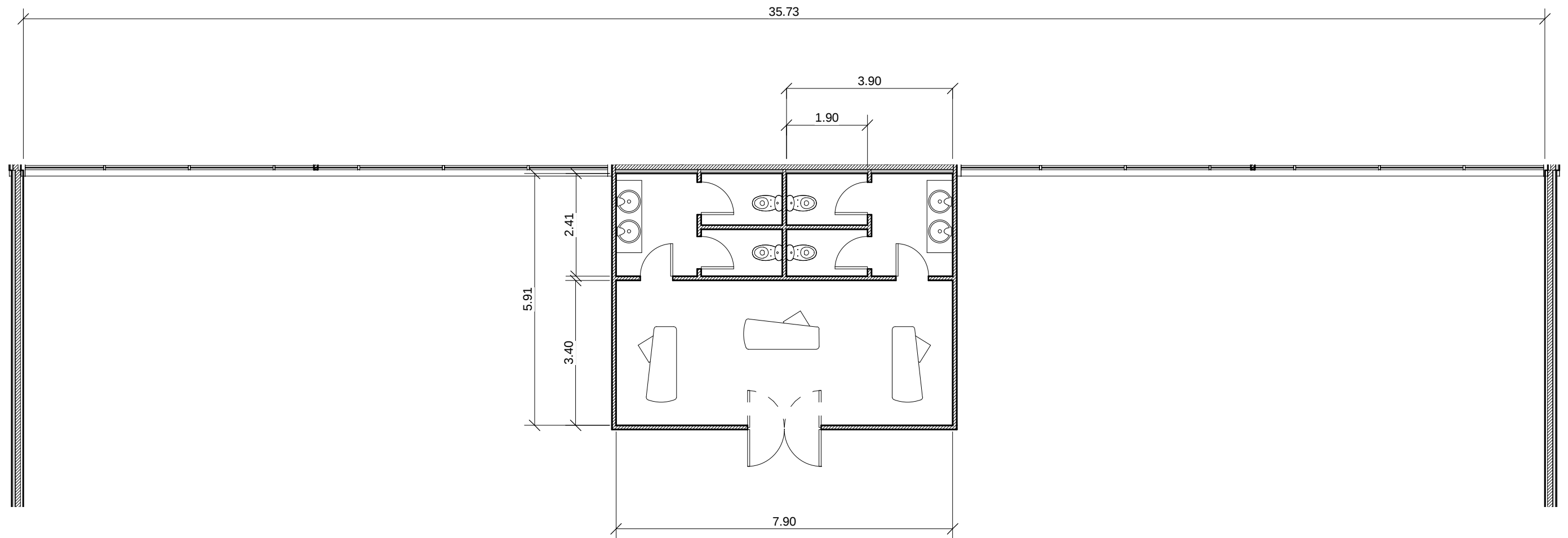
Cubierta

Escala

Como se
indica

Número

2



UNIVERSIDAD DE JAÉN

**ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería Mecánica
TRABAJO FINAL DE GRADO**

Desarrollo de una construcción industrial mediante BIM

Alumno: Miguel Antonio López Martín

Tutor: Francisco Javier Gallego Álvarez

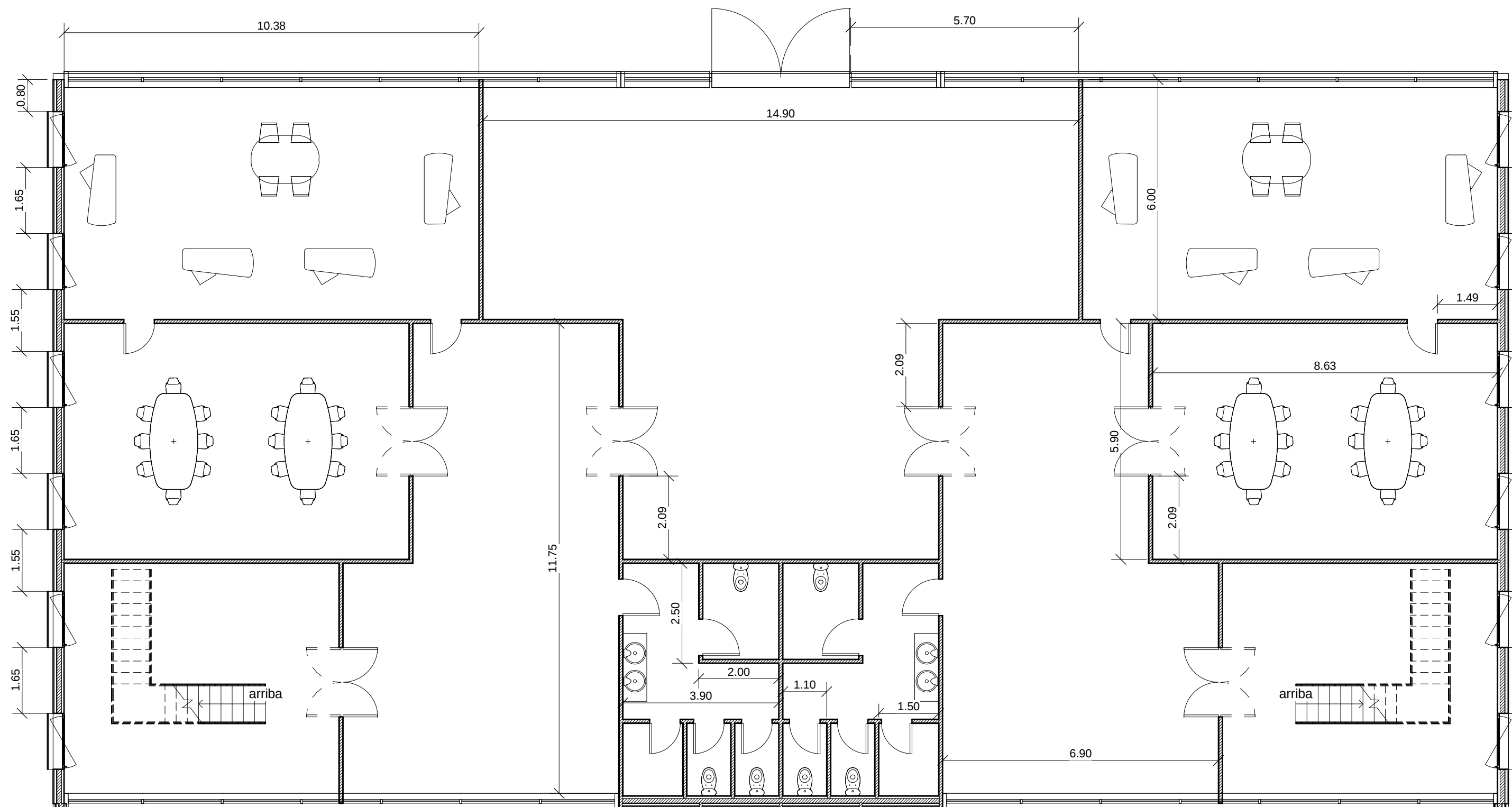
Distribución Planta Baja Nave

Escala

1 : 100

Número

3



UNIVERSIDAD DE JAÉN

**ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería Mecánica
TRABAJO FINAL DE GRADO**

Desarrollo de una construcción industrial mediante BIM

Alumno: Miguel Antonio López Martín

Tutor: Francisco Javier Gallego Álvarez

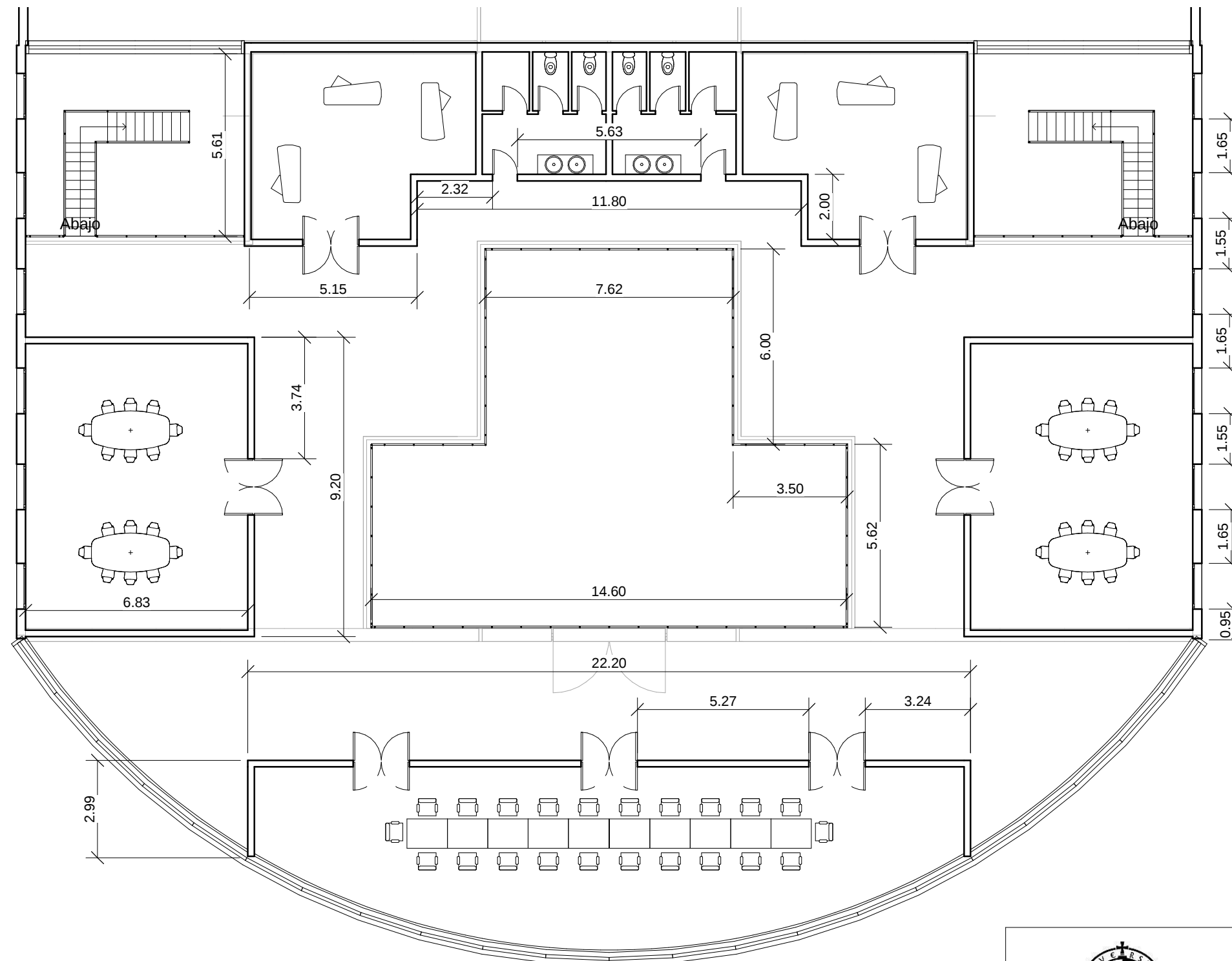
Distribución Planta Baja Oficinas

Escala

1 : 100

Número

4



UNIVERSIDAD DE JAÉN

**ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería Mecánica
TRABAJO FINAL DE GRADO**

Desarrollo de una construcción industrial mediante BIM

Alumno: Miguel Antonio López Martín

Tutor: Francisco Javier Gallego Álvarez

Distribución Planta 1ª Oficinas

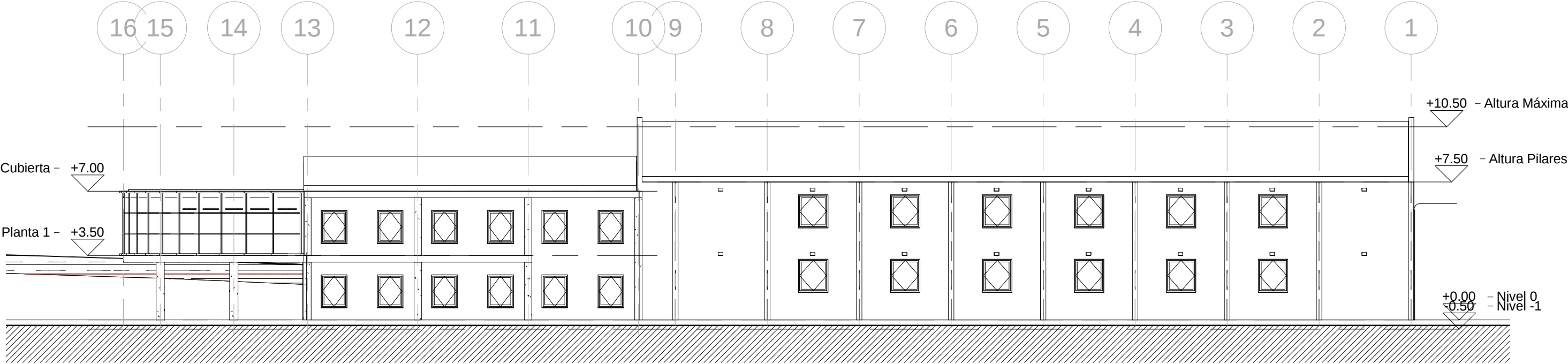
Escala

1 : 150

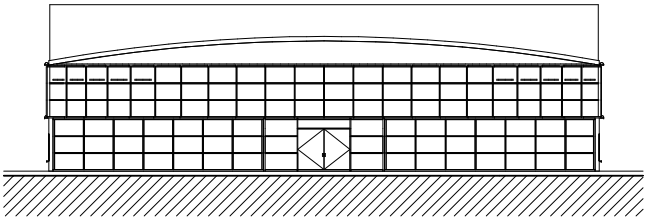
Número

5

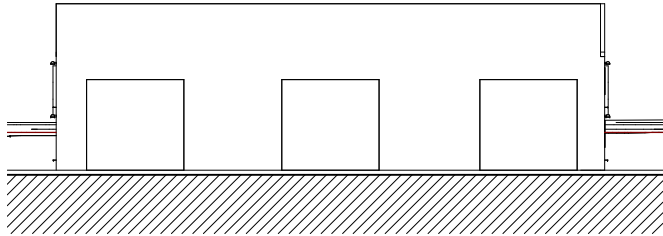
Vista Lateral (1:200)



Vista Frontal (1:500)



Vista Trasera (1:500)



UNIVERSIDAD DE JAÉN

**ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería Mecánica
TRABAJO FINAL DE GRADO**

Desarrollo de una construcción industrial mediante BIM

Alumno: Miguel Antonio López Martín

Tutor: Francisco Javier Gallego Álvarez

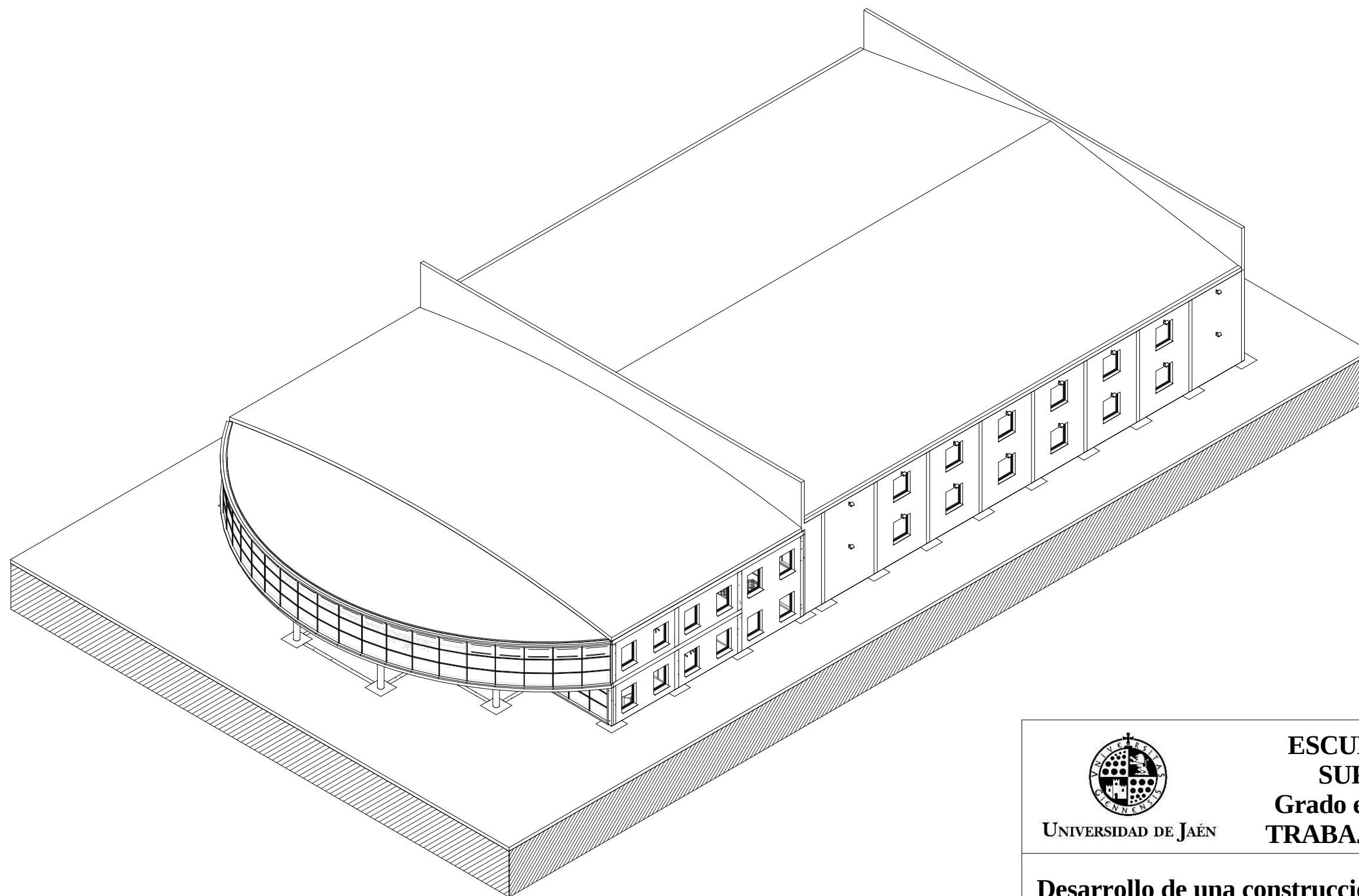
Alzados

Escala

Como se
indica

Número

6



UNIVERSIDAD DE JAÉN

**ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE JAÉN
Grado en Ingeniería Mecánica
TRABAJO FINAL DE GRADO**

Desarrollo de una construcción industrial mediante BIM

Alumno: Miguel Antonio López Martín

Tutor: Francisco Javier Gallego Álvarez

Perspectiva

Escala

Número

7

ANEXO II: TABLAS DE PLANIFICACIÓN.

Tabla de planificación 1: Armazón Estructural					
Familia	Tipo	Material estructural	Longitud	Volumen	Recuento
Hormigón-Viga rectangular	300 x 400mm	Hormigón - Hormigón moldeado in situ - HA - 25	4.000	0.30 m ³	6
Hormigón-Viga rectangular	300 x 400mm	Hormigón - Hormigón moldeado in situ - HA - 25	6.000	0.54 m ³	18
Hormigón-Viga rectangular	300 x 400mm	Hormigón - Hormigón moldeado in situ - HA - 25	7.000	0.66 m ³	18
Hormigón-Viga rectangular	300 x 400mm	Hormigón - Hormigón moldeado in situ - HA - 25	8.000	0.78 m ³	6
Hormigón-Viga rectangular	300 x 400mm	Hormigón - Hormigón moldeado in situ - HA - 25	36.000	3.78 m ³	2
Hormigón-Viga rectangular	300 x 400mm	Hormigón - Hormigón moldeado in situ - HA - 25	40.000	3.36 m ³	2
IPE - Secciones en I con alas paralelas	IPE 450	Metal - Acero - S275	18.248	0.17 m ³	18
IPN - Secciones en I con alas cónicas	IPN 280	Metal - Acero - S275	5.000	0.03 m ³	24
L - Perfiles angulares de lados iguales	L 50x50x5	Metal - Acero - S275	8.831	0.00 m ³	3
L - Perfiles angulares de lados iguales	L 50x50x5	Metal - Acero - S275	8.898	0.00 m ³	1
L - Perfiles angulares de lados iguales	L 50x50x5	Metal - Acero - S275	8.995	0.00 m ³	2
L - Perfiles angulares de lados iguales	L 50x50x5	Metal - Acero - S275	9.064	0.00 m ³	2
L - Perfiles angulares de lados iguales	L 50x50x5	Metal - Acero - S275	9.522	0.00 m ³	2
L - Perfiles angulares de lados iguales	L 50x50x5	Metal - Acero - S275	9.523	0.00 m ³	2
L - Perfiles angulares de lados iguales	L 50x50x5	Metal - Acero - S275	9.585	0.00 m ³	3
L - Perfiles angulares de lados iguales	L 50x50x5	Metal - Acero - S275	9.597	0.00 m ³	1
L - Perfiles angulares de lados iguales	L 50x50x5	Metal - Acero - S275	11.237	0.01 m ³	1
L - Perfiles angulares de lados iguales	L 50x50x5	Metal - Acero - S275	11.244	0.01 m ³	5
L - Perfiles angulares de lados iguales	L 50x50x5	Metal - Acero - S275	11.264	0.01 m ³	2
UPN - Canales de ala cónica	UPN 120	Metal - Acero - S275	5.000	0.01 m ³	192
Total general: 310					

Tabla de planificación 2: Cimentación Estructural			
Familia	Tipo	Volumen	Recuento
Zapata-Rectangular	1500 x 1500 x 500mm	1.13 m ³	52
Total general: 52			

Tabla de planificación 3: Muros				
Familia	Tipo	Área	Volumen	Recuento
Muro básico	Fachada ventilada con aislamiento interior	27.65 m ²	7.60 m ³	1
Muro básico	Fachada ventilada con aislamiento interior	38.85 m ²	10.69 m ³	1
Muro básico	Fachada ventilada con aislamiento interior	48.27 m ²	13.28 m ³	2
Muro básico	Fachada ventilada con aislamiento interior	48.64 m ²	13.38 m ³	2
Muro básico	Fachada ventilada con aislamiento interior	77.00 m ²	21.18 m ³	1
Muro básico	Fachada ventilada con aislamiento interior	145.10 m ²	39.90 m ³	1
Muro básico	Fachada ventilada con aislamiento interior	278.97 m ²	76.72 m ³	1
Muro básico	Fachada ventilada con aislamiento interior	280.55 m ²	77.15 m ³	1

Muro básico	Fachada ventilada con aislamiento interior	281.03 m ²	77.28 m ³	1
Muro cortina	ML_Muro cortina - 150 x 200 cm			7
Muro cortina	Muro cortina - simple	28.00 m ²		1
Muro básico	Partición con capa de yeso	2.93 m ²	0.29 m ³	2
Muro básico	Partición con capa de yeso	4.30 m ²	0.43 m ³	2
Muro básico	Partición con capa de yeso	4.38 m ²	0.44 m ³	2
Muro básico	Partición con capa de yeso	4.53 m ²	0.45 m ³	4
Muro básico	Partición con capa de yeso	4.75 m ²	0.48 m ³	4
Muro básico	Partición con capa de yeso	5.10 m ²	0.51 m ³	2
Muro básico	Partición con capa de yeso	6.03 m ²	0.60 m ³	1
Muro básico	Partición con capa de yeso	8.33 m ²	0.83 m ³	2
Muro básico	Partición con capa de yeso		1.12 m ³	4
Muro básico	Partición con capa de yeso	12.92 m ²	1.29 m ³	2
Muro básico	Partición con capa de yeso	14.53 m ²	1.45 m ³	1
Muro básico	Partición con capa de yeso	15.36 m ²	1.54 m ³	1
Muro básico	Partición con capa de yeso	15.68 m ²	1.57 m ³	3
Muro básico	Partición con capa de yeso	19.52 m ²	1.95 m ³	2
Muro básico	Partición con capa de yeso	21.31 m ²	2.13 m ³	2
Muro básico	Partición con capa de yeso	22.32 m ²	2.23 m ³	2
Muro básico	Partición con capa de yeso	22.84 m ²	2.28 m ³	2
Muro básico	Partición con capa de yeso	24.83 m ²	2.48 m ³	1
Muro básico	Partición con capa de yeso	25.60 m ²	2.56 m ³	1
Muro básico	Por defecto - 10 cm	4.53 m ²	0.45 m ³	4
Muro básico	Por defecto - 10 cm	4.85 m ²	0.49 m ³	2
Muro básico	Por defecto - 20 cm	6.40 m ²	1.28 m ³	2
Muro básico	Por defecto - 20 cm	8.79 m ²	1.76 m ³	1
Muro básico	Por defecto - 20 cm	9.41 m ²	1.88 m ³	3
Muro básico	Por defecto - 20 cm	9.43 m ²	1.89 m ³	1
Muro básico	Por defecto - 20 cm	12.80 m ²	2.56 m ³	2
Muro básico	Por defecto - 20 cm	17.08 m ²	3.42 m ³	1
Muro básico	Por defecto - 20 cm	17.58 m ²	3.52 m ³	1
Muro básico	Por defecto - 20 cm	19.96 m ²	3.99 m ³	2
Muro básico	Por defecto - 20 cm	21.84 m ²	4.37 m ³	2
Muro básico	Por defecto - 20 cm	22.48 m ²	4.50 m ³	2
Muro básico	Por defecto - 20 cm	25.28 m ²	5.06 m ³	2
Muro básico	Por defecto - 20 cm	59.85 m ²	11.97 m ³	1
Total general: 85				

Tabla de planificación 4: Suelos				
Familia	Tipo	Nivel	Área	Recuento
Suelo	Por defecto - 30 cm	Nivel 0	2191.54 m ²	1
Suelo	Solera - 8 cm	Planta 1	684.62 m ²	1
Suelo	Solera - 8 cm	Cubierta	888.99 m ²	1

Tabla de planificación 5: Techos			
Familia	Tipo	Área	Nivel
Techo compuesto	Falso techo continuo de placa de yeso laminado	417.23 m ²	Nivel 0
Techo compuesto	Falso techo continuo de placa de yeso laminado	46.22 m ²	Nivel 0
Techo compuesto	Falso techo continuo de placa de yeso laminado	60.06 m ²	Planta 1
Techo compuesto	Falso techo continuo de placa de yeso laminado	101.15 m ²	Planta 1
Techo compuesto	Falso techo continuo de placa de yeso laminado	60.06 m ²	Planta 1
Techo compuesto	Falso techo continuo de placa de yeso laminado	103.75 m ²	Planta 1
Techo compuesto	Falso techo continuo de placa de yeso laminado	547.53 m ²	Planta 1

Tabla de planificación 6: Puertas			
Familia	Tipo	Altura	Recuento
Puerta atamborada simple abatible	0762 x 2032mm	2.03	24
Puerta atamborada simple abatible	0915 x 2134mm	2.13	4
Puerta atamborada de 2 hojas de doble acción	1730 x 2032mm	2.03	14
Puerta basculante articulada	5981 x 6435mm	5.98	3
Puerta de cristal abatible de 2 hojas en muro cortina	Puerta de cristal abatible de 2 hojas en muro cortina	2.68	1
Total general: 46			

Tabla de planificación 7: Ventanas				
Familia	Tipo	Altura	Nivel	Recuento
Ventana pivotante, 1 hoja	1400 x 1800mm	1.80	Nivel 0	12
Ventana pivotante, 1 hoja	1400 x 1800mm	1.80	Planta 1	12
Ventana pivotante, 1 hoja	1600 x 1800mm	1.80	Nivel 0	12
Ventana pivotante, 1 hoja	1600 x 1800mm	1.80	Planta 1	12
Total general: 48				

Tabla de planificación 8: Aparatos Sanitarios		
Familia	Tipo	Recuento
Asiento de WC con cisterna - Basado en muro (1)	700 x 370 mm	14
Lavabo con encimera-Múltiple-3D	Estándar	6
Grifo	Grifo	12
Total general: 32		

Tabla de planificación 9: Mobiliario		
Familia	Tipo	Recuento
Mesa	Abierto - 1240 x 900 mm	10
silla	silla	8
Silla-Oficina (brazos)	Silla-Oficina (brazos)	22
Total general: 40		

Tabla de planificación 10: Barandillas			
Familia	Tipo	Longitud	Nivel base
Barandilla	Con paneles de vidrio	8.58	
Barandilla	Con paneles de vidrio	6.64	
Barandilla	Con paneles de vidrio	6.64	
Barandilla	Con paneles de vidrio	8.58	
Barandilla	Con paneles de vidrio	1.18	Planta 1
Barandilla	Con paneles de vidrio	4.55	Planta 1
Barandilla	Con paneles de vidrio	1.18	Planta 1
Barandilla	Con paneles de vidrio	4.55	Planta 1
Barandilla	Con paneles de vidrio	52.40	Planta 1

Tabla de planificación 11: Luminarias			
Familia	Tipo	Nivel	Recuento
Techo - Cuadro lineal	0600 x 0600 mm (2 lámparas)	Nivel 0	56
Techo - Cuadro lineal	0600 x 0600 mm (2 lámparas)	Planta 1	42
Techo - Cuadro lineal	0600 x 1200 mm (2 lámparas)	Planta 1	32
Techo- Redondo plano	Incandescente 60 W	Nivel 0	12
Techo- Redondo plano	Incandescente 60 W	Planta 1	6
Alumbrado público (5)	Montado en muro	Planta 1	16
Alumbrado público (5)	Montado en muro	Cubierta	16
Total general: 180			