



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Mecánica

**TFG 672: Guía implementación
herramientas BIM para la generación de
edificios**

Autor:

Martín Encinas, Javier

Tutor:

**Alonso Fernández-Coppel,
Ignacio**

**Departamento
CMeIM/EGI/ICGyF/IM/IPF**

Valladolid, Marzo 2017

Resumen y palabras clave

La evolución de los software de diseño y modelado, y el gran mercado de estos, hace que resulte complejo escoger cual es el más apropiado para cada proyecto en función de lo que se desea desarrollar.

Se creará una guía de implementación de herramientas BIM (Building Information Modeling) para la generación de un edificio, tomando como base el Proyecto de edificio de laboratorios y aulas ubicado en el perímetro de la sede Mergelina, que sirva de anexo al proyecto actual de regeneración de dicha sede.

Los programas utilizados para este fin han sido: CYPE, REVIT, AUTOCAD, PRESTO

Palabras clave

BIM, CYPE, REVIT, AUTOCAD, PRESTO

Índice

1.-Introducción.....	- 6 -
1.1.-CYPE 2015.....	- 8 -
1.2.- AUTOCAD 2015	- 9 -
1.3.- REVIT 2015.....	- 10 -
1.4.- PRESTO 8.8	- 14 -
2.-Memoria descriptiva	- 15 -
2.1.-Información previa	- 15 -
2.2.-Descripción del proyecto	- 15 -
2.2.1.-Localización	- 16 -
2.2.2.-Programa de necesidad y uso del edificio.....	- 16 -
2.3-Cuadro de superficies.	- 18 -
3.-Memoria constructiva	- 19 -
3.1.-Cimentación.....	- 19 -
3.2.-Estructura	- 23 -
3.3.-Sistema envolvente y acabados.....	- 35 -
3.4.-Instalaciones	- 44 -
3.4.1.- Gases	- 46 -
3.4.2.- HVAC.....	- 51 -
3.4.3.- Saneamiento	- 53 -
3.4.4.- Agua Caliente.....	- 53 -
3.4.5.- Agua fría.....	- 53 -
3.4.6.- Grupo presión.....	- 54 -
4.- Presupuesto.....	- 55 -
5.- Conclusión	- 59 -

Introducción, objetivos:

El objetivo principal del TFG es generar una guía de software BIM, la cual sirva apoyo a la iniciación de estas herramientas o de referencia y ayuda para el desarrollo de futuros proyectos técnicos.

El alcance de este TFG es plasmar las líneas/opciones a seguir a la hora de abordar un proyecto con herramientas BIM, reflejando que ventajas e inconvenientes nos ofrece cada herramienta a la hora de trabajar con ellas y las posibles vinculaciones que se pueden dar entre sí.

En un primer lugar la idea de este TFG fue la realización del proyecto técnico de un edificio anexo a la Sede Mergelina que abarcara laboratorios y aulas.

A medida que se fue desarrollando se vio que existía un gran abanico de posibilidades para la realización de dicha idea y del desconocimiento de las utilidades y usos de ciertos programas. Se siguieron diferentes vías de trabajo para intentar vincular los programas de diseño entre sí hasta que se consiguió dar con una adecuada.

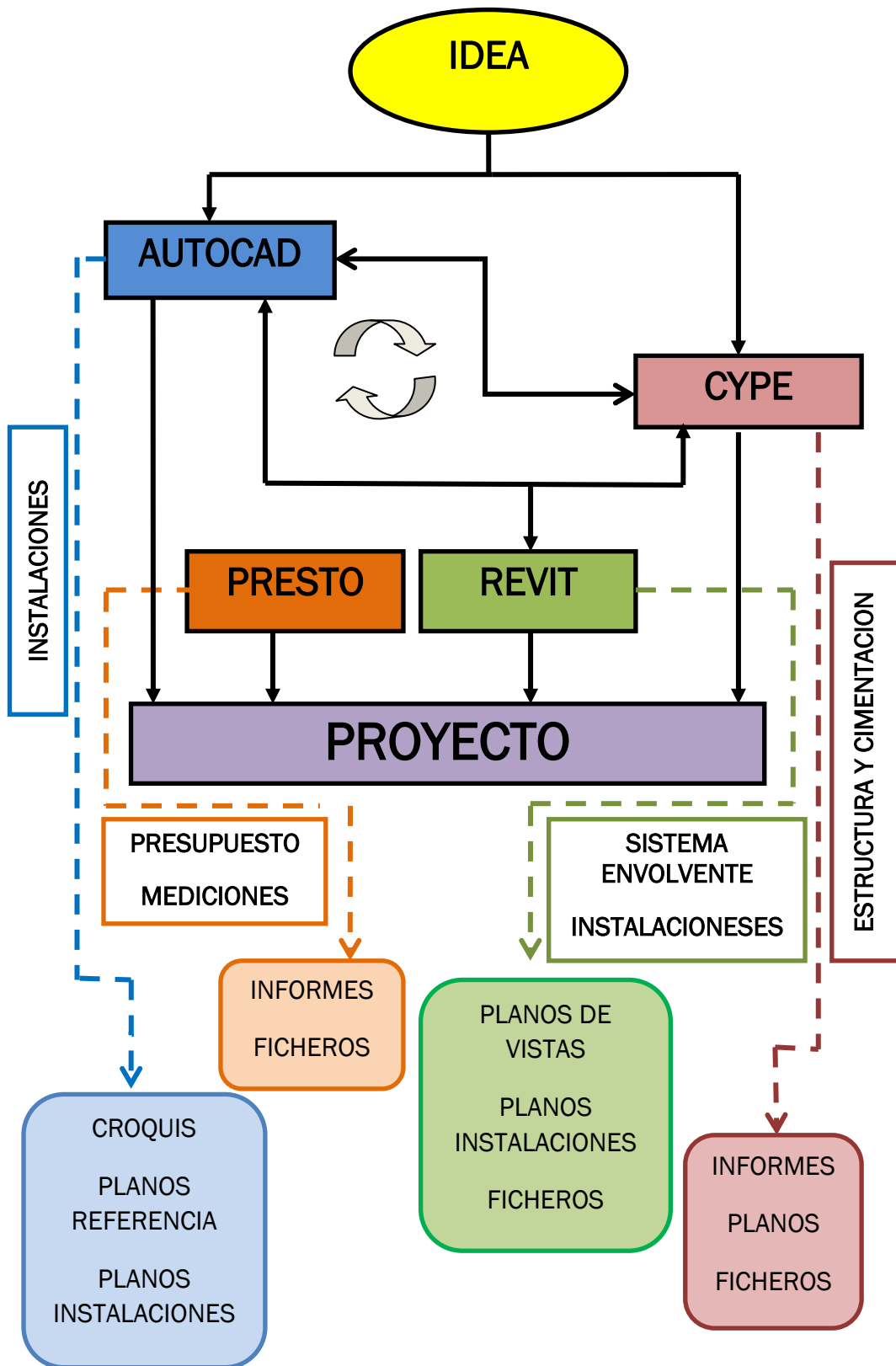
Esto es lo que conlleva a enfocar el TFG hacia la realización de una guía que pudiera mostrar las posibilidades que nos permitía cada herramienta y como conseguir gestionar las dificultades que se tuvieron.

1.-Introducción

El desarrollo de la guía se centrará en primer lugar en la introducción de cada uno de los programas que se van a tratar en este TFG y hacia donde están orientados.

Posteriormente se abarca la memoria descriptiva del edificio de laboratorios y aulas anexo a la sede Merguelina para centrar al lector en el trascurso de la guía.

Se va a seguir un índice tipo de proyectos técnicos de construcción en el que se abordará la implementación de las herramientas BIM para cada uno de los apartados y paralelamente se hará el desarrollo constructivo del edificio de laboratorios y aulas.



1.- Esquema proyecto

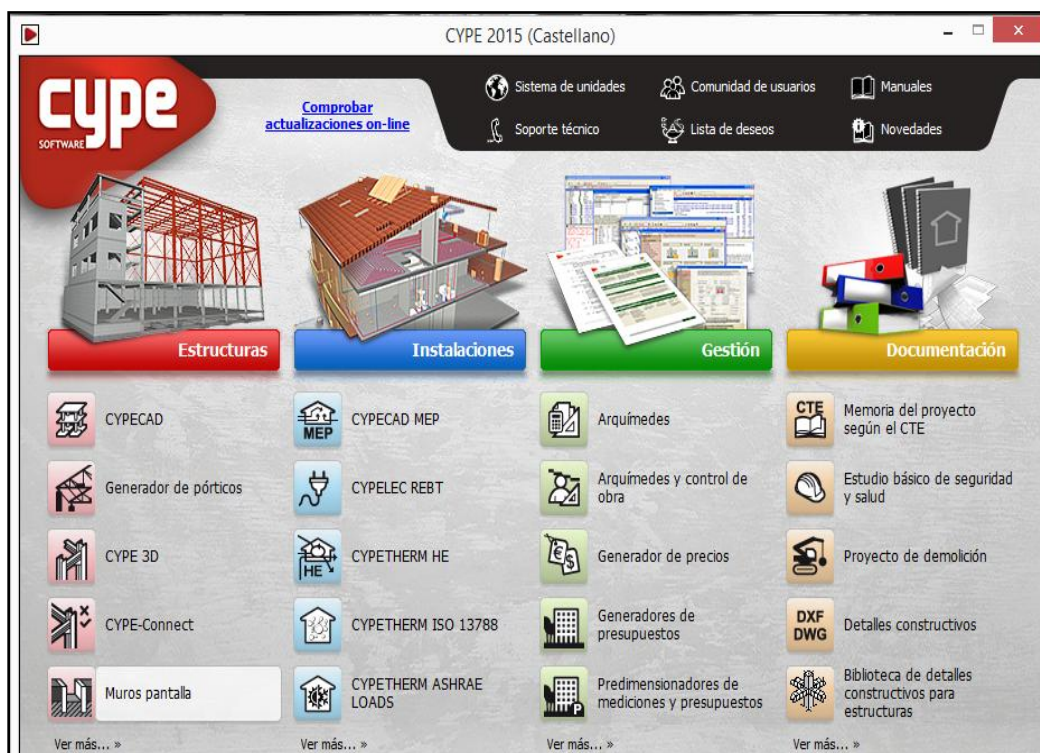
1.1.-CYPE 2015

CYPE es un programa que, de base, se desarrolló para la generación y cálculo de estructuras.

Como todas las empresas líderes, CYPE se ha ido adaptando a las necesidades y requerimientos que le exige el mercado creando nuevos módulos de trabajo dentro del software. Estos módulos son:

- Instalaciones, para la generación de las mismas
- Gestión, referente al ámbito económico de la obra
- Documentación, donde se abarca la generación de documentos vinculados a la construcción.

Cada uno de estos módulos tiene diferentes opciones de trabajo en función de los requerimientos de la obra y los conocimientos que tenga el usuario.



2.- Menú principal-CYPE

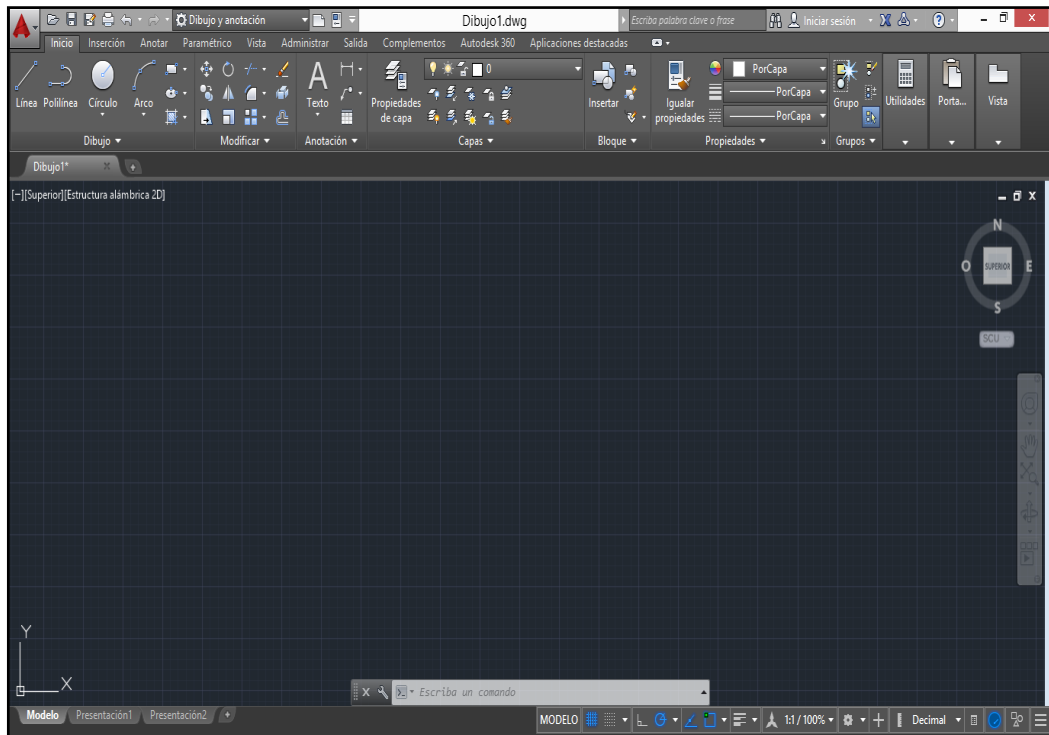
El principal fuerte de este programa radica en el cálculo; ya que a comparación del resto de programas, y en particular de los que se van a tratar en este TFG, permite generar unos cálculos muy precisos y fiables de todo lo concerniente a este ámbito de estudio (Esfuerzos, momentos, deformadas de barras, uniones...)

Guía implementación herramientas BIM

1.2.- AUTOCAD 2015

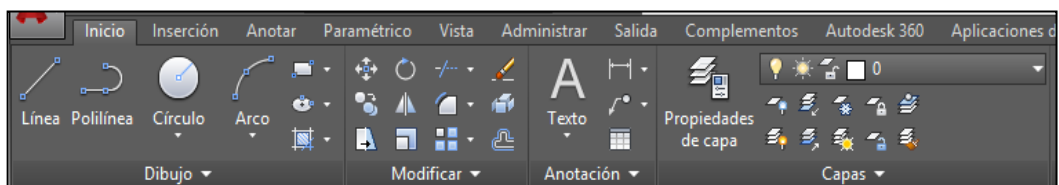
Pertenece a la empresa AUTODESK, software de referencia mundial generación de planos y diseño en 2D y 3D.

Es uno de los programas más utilizados en el sector por lo sencillez e intuitivo que es.



3.- Pantalla modelo-AUTOCAD

Su eje de trabajo es el trazado y modificación de todo tipo de líneas y formas gracias a los comandos que podemos encontrar en la cinta de herramientas.



4.- Barra herramientas - AUTOCAD

Posee dos pestañas de trabajo.

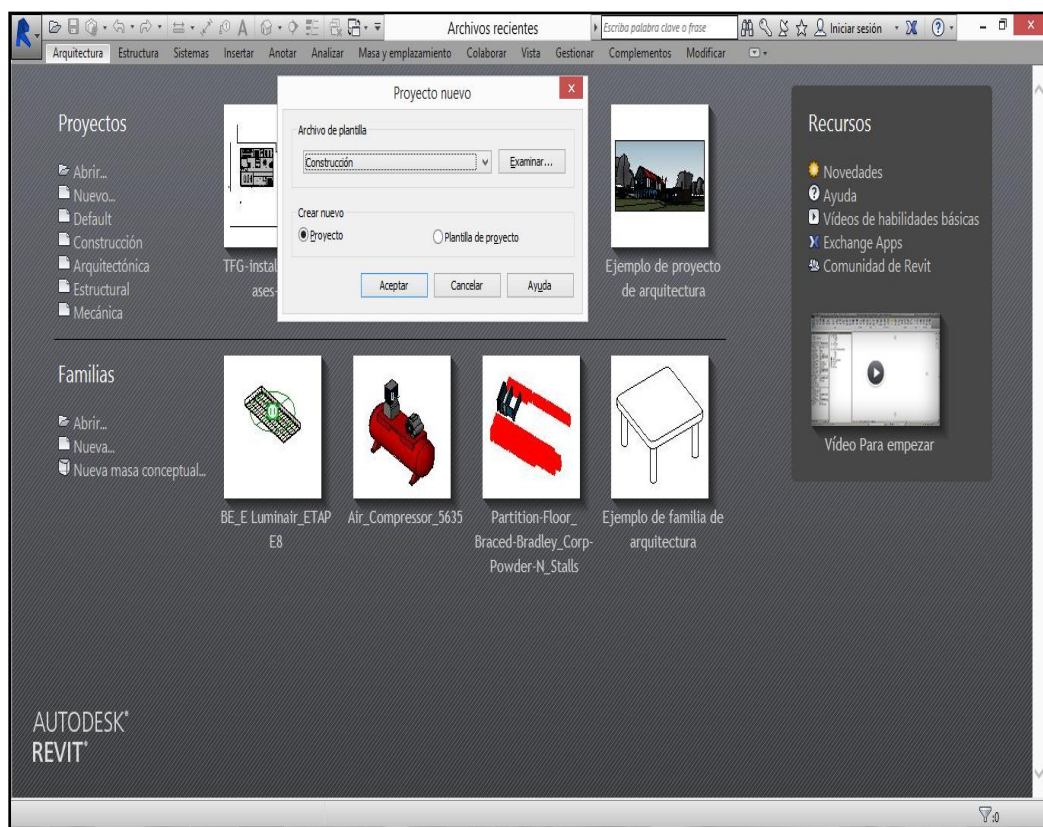
- Espacio Modelo, es el propio de generación y diseño
- Espacio presentación, está enfocado a la realización de salidas graficas -> Planos

1.3.- REVIT 2015

También desarrollado por AUTODESK, REVIT está a la vanguardia del modelado 2D y 3D debido al realismo (texturas) que proporciona a los proyectos.

Abarca todos ámbitos de la construcción dentro de su espacio de trabajo. Además del diseño también incluye un modulo analítico de cargas que sirve como complemento y da un orden de magnitud de los requerimientos.

Cuando se inicia un proyecto nuevo permite elegir entre varias plantillas para el menú de diseño en función de cuál sea el objetivo de trabajo. (Estructura, arquitectura, instalaciones...)



5.-Pantalla inicio-REVIT

El entorno de trabajo es independiente de la plantilla escogida, la diferencia de cada plantilla radica en que unas opciones aparecerán visibles y otras no, pero todas están disponibles.

Guía implementación herramientas BIM



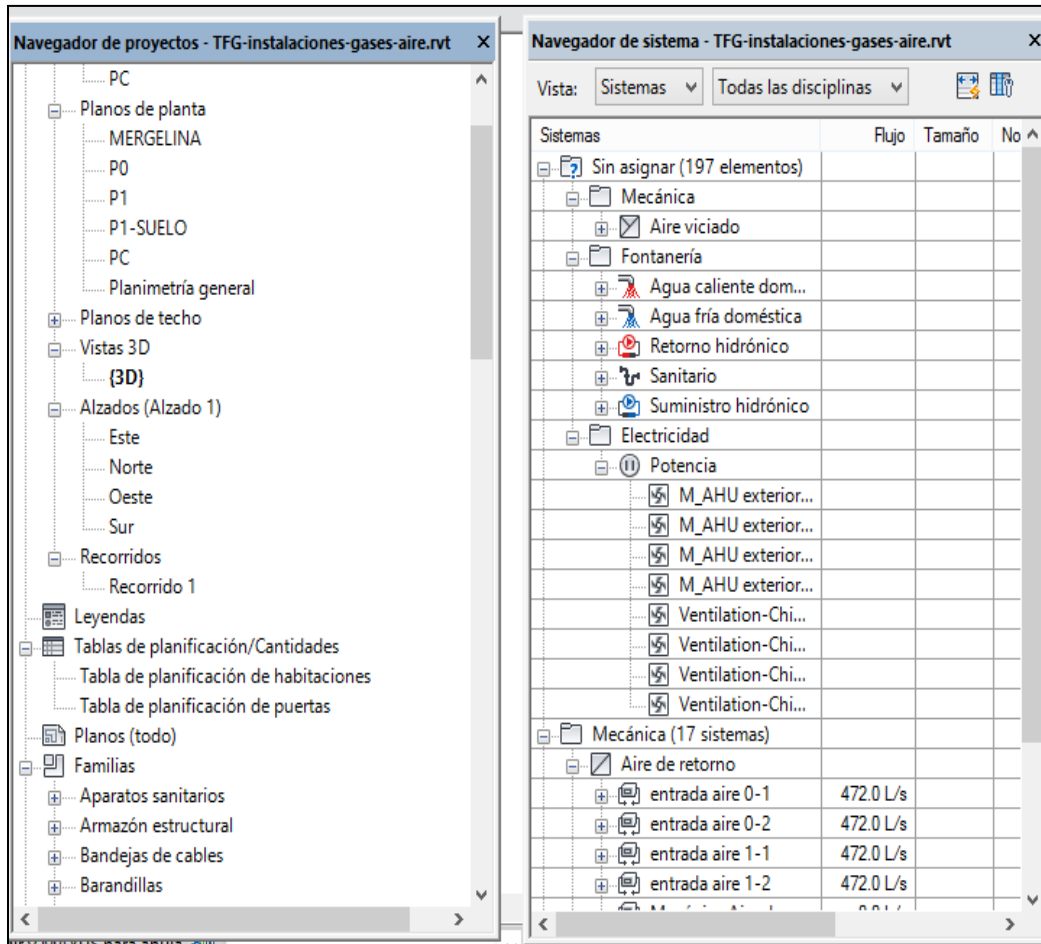
6.- Barra herramientas-REVIT

Existen 2 formas de navegar por el proyecto, en función de lo que se esté diseñando será más útil una que la otra. Estas son el navegador de proyectos y el navegador de instalaciones

El navegador de proyecto muestra un índice en el que se recoge en primer lugar, diferentes vistas del proyecto tanto 2D como 3D que se pueden crear y eliminar según necesidades, y también grupos de la misma familia (Homologo a los bloques de AUTOCAD) que tienes en el proyecto.

El navegador de instalaciones está enfocado a recoger las familias del mismo tipo de instalación, es el navegador propio para la generación de instalaciones.

Como punto a tener en cuenta en este apartado, es necesario que las familias que se inserten tengan definido en sus propiedades que pertenecen a este tipo de instalaciones si no, no las reconocerá como tal.



7.- Navegador de proyectos-REVIT // Navegador de sistemas-REVIT

También existe una barra de propiedades que muestra los diferentes parámetros que definen el objeto seleccionado. Estos parámetros dependen del tipo de objeto y sus características.

Propiedades	
<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px;"> <div style="background-color: #cccccc; padding: 2px;">Cubierta básica</div> <div style="background-color: #ffff00; padding: 2px;">Plana tradicional transitable - 40 cm</div> </div>	
Cubiertas (1) Editar tipo	
Restricciones	
Plano de trabajo	<no asociado>
Delimitación de habitación	<input checked="" type="checkbox"/>
Relacionado con masa	<input type="checkbox"/>
Inicio de extrusión	-14.9819
Final de extrusión	35.2334
Nivel de referencia	PC
Desfase de nivel	0.3800
Construcción	
Profundidad de imposta	0.0000
Corte de alero	Corte a plomo
Cotas	
Pendiente	
Grosor	0.4000
Volumen	810.107 m ³
Área	2025.269 m ²
Datos de identidad	
Imagen	
Comentarios	
Marca	
Proceso por fases	
Fase de creación	Nueva construcción
Fase de derribo	Ninguno

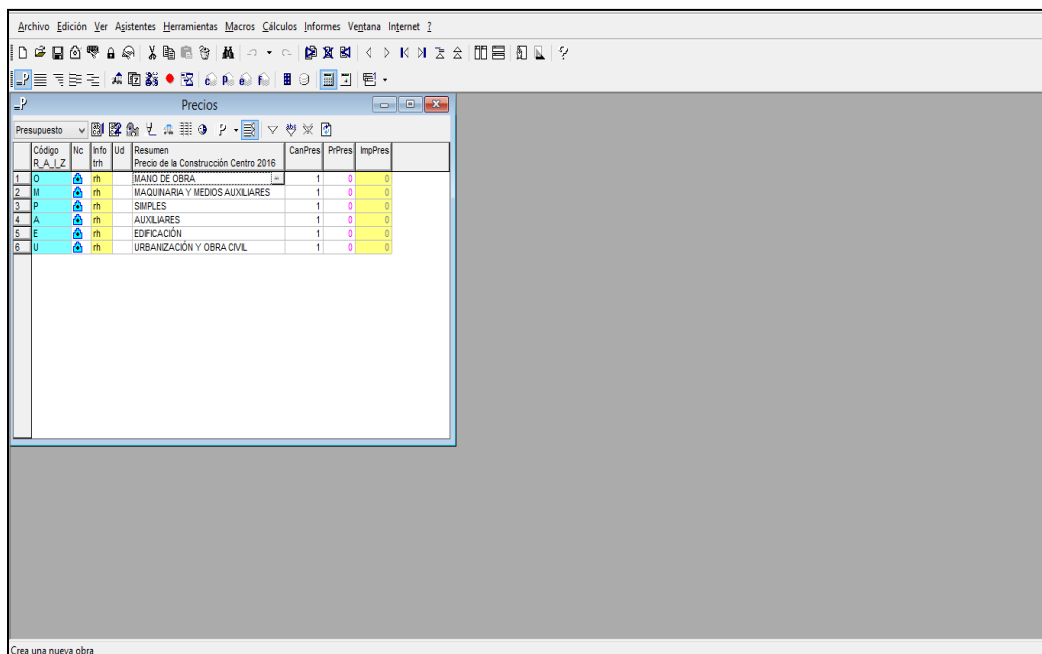
8.- Tabla propiedades-REVIT

Aunque no es su principal funcionalidad también se utiliza para el diseño de piezas, mobiliario y equipos, esto se debe a posibilidad de insertar estos diseños en otros proyectos en forma de familia.

1.4.- PRESTO 8.8

Presto es un software de presupuestos y mediciones que integran la gestión y el control de costes para edificación y obra civil que comprende las diferentes necesidades de todos los agentes que intervienen.

Permite desarrollar presupuestos muy precisos.



The screenshot shows the main menu of the Presto 8.8 software. The 'Precios' window is open, displaying a table with the following data:

Código R_A_L_Z	Nc	Info	Ud	Resumen	CanPres	PiPres	ImpPres
1	O	rh		MANO DE OBRA	1	0	0
2	M	rh		MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	1	0	0
3	P	rh		SIMPLES	1	0	0
4	A	rh		AUXILIARES	1	0	0
5	E	rh		EDIFICACIÓN	1	0	0
6	U	rh		URBANIZACIÓN Y OBRA CIVIL	1	0	0

9.- Menú principal-Presto

Con Presto es necesario, antes de empezar a realizar los trabajos, importar o tener a disposición una base de precios que sirva de referencia y nos permita homogeneizar los precios de cada concepto.

2.-Memoria descriptiva

2.1.-Información previa

Se va a describir el proyecto para la construcción de un edificio de laboratorios y aulas ubicado en la sede Mergelina de la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad de Valladolid.

2.2.-Descripción del proyecto

La denominación del proyecto trata de un edificio que sirva de apoyo a la renovación de la Sede Mergelina con el fin de abarcar las necesidades que se le presentan.

El edificio abarca una superficie de 2000 m² construido en 2 alturas, las cuales tienen acceso mediante 2 escaleras y un ascensor.

La primera, a nivel superficial y con una altura al techo máxima de 4 m, abarca la secretaría/gestión interna del edificio y los diferentes laboratorios que requieran de maquinaria de gran volumen, cada uno con despacho propio. Además se ubica la sala técnica, que abastece a todo el edificio, y el cuarto de gases.

La división por zonas en esta planta es la siguiente:

- Secretaría
- Aseos
- Sala técnica
- Cuarto de gases
- Laboratorio Física
- Laboratorio Fluidomecánica
- Laboratorio Térmica
- Laboratorio Ciencias de los materiales
- Taller de procesos de fabricación
- Zonas comunes (Pasillos, escaleras, ascensor...)

En la segunda planta, se encuentran los laboratorios con máquinas de menor volumen y especificaciones de seguridad. También cuenta con salas de simulación para dar apoyo al edificio principal. Está reservado un espacio abierto para el ocio y zona de desconexión.

En esta planta encontramos:

- Sala informática de uso general
- Tres Aulas de simulación
- Aula de expresión gráfica
- Laboratorio de química
- Aseos
- Zonas comunes

2.2.1.-Localización

La ubicación del edificio será anexo a la Sede Merguelina en la zona vegetal que se encuentra en el ala sur.

Se adjunta plano de ubicación y emplazamiento en los anejos.

2.2.2.-Programa de necesidad y uso del edificio

Se ha pensado un edificio de fácil y rápido acceso desde el propio edificio de la Sede Merguelina y desde la calle Paseo Prado de la Magdalena para los vehículos que requieran de la entrada al recinto.

La planta baja cuenta con 2 puertas principales de acceso orientadas al norte-este, donde se encuentra el edificio actual de la sede Merguelina. Los accesos están habilitados para personas con movilidad reducida.

Una vez dentro del edificio entre las 2 puertas principales se encuentra la secretaría del propio edificio, que sirve de punto de información y de gestión de salas y laboratorios. Estos también serán los responsables del plan de evacuación del edificio.

Guía implementación herramientas BIM

En el hall se tiene rápida visión y acceso a la planta alta del edificio mediante la escalera principal, de gran tamaño ya que se prevé que sea la de mayor afluencia de personas, y un ascensor de grandes dimensiones que tenga capacidad para que sea compartido con personas de movilidad reducida. La otra escalera se encuentra en el pasillo del ala oeste del edificio para mejorar los accesos a la planta superior.

Con referencia al acceso de vehículos, como se ha comentado anteriormente, se ha proyectado para que entren por la calle Paseo Prado de la Magdalena mediante 2 accesos. Cada uno de los accesos tiene un portón que permite entrar al edificio.

Uno de ellos, el situado en la fachada sur del edificio, está pensado para el acceso de los equipos pesados hasta sus respectivos laboratorios una vez construido el edificio, además, también se generó con la finalidad de transporte otros recursos de gran volumen al interior del edificio.

El otro portón, ubicado en la fachada Este, está proyectado únicamente para el acceso al laboratorio de procesos de fabricación. Con los mismos objetivos que el anterior portón pero de uso exclusivo para el laboratorio de IPF por las características que posee.

Existe otro portón, en la fachada Oeste, para la salida de los vehículos que entren por el portón Sur, ya que no existe espacio para maniobrar dentro del edificio y así evitar aglomeración de vehículos que puedan entrañar situaciones de riesgo para los peatones que se desplazan por el mismo vial.

En cambio, para el portón de acceso al laboratorio de Ingeniería de los procesos de fabricación (IPF), se ha acomodado una zona en el exterior del edificio para que pueda maniobrar.

Con referencia a la distribución del edificio, todos los laboratorios que requieren de máquinas/equipos de un volumen significativo disponen de portones de acceso para vehículos.

Todas las divisiones interiores del edificio disponen de puertas adecuadas a personas con movilidad reducida. Las puertas de acceso a laboratorios de gran maquinaria son dobles para mejorar el tránsito de personas al entrar/salir.

La primera planta cuenta con un hall al que se accede mediante la escalera principal y el ascensor. Este espacio está pensado de forma polivalente, donde se puede utilizar como zona para realización de trabajos en grupos o zona de relax y desconexión.

Esta planta además de los diversos laboratorios también dispone de una sala de informática a disposición de los alumnos y de todo el personal de la Uva para realizar trabajos, informes de prácticas...

Ambas plantas disponen de aseos adaptados a personas discapacidad motora y suficiente para el volumen de gente que está previsto dar servicio este edificio.

2.3-Cuadro de superficies.

Planta 0	(m2)
Secretaría	44. 6
Hall y pasillos	406,65
Lab. Física	145,36
Aseos	40,24
Lab.Fluidos	190,54
Lab.Térmica	270
Lab.Ciencia	307,2
Lab.IPF	363,21
Sala técnica	53,32

Planta 1	(m2)
Hall y pasillos	597.75
Sala informática	186,75
Aula simulación 1	94.12
Aula.Expr gráfica	185.14
Lab.Quimica	442.48
Aseos	41.05
Aula simulación 2	187.24
Aula simulación 3	91.34

10.- Cuadro de superficies edificio

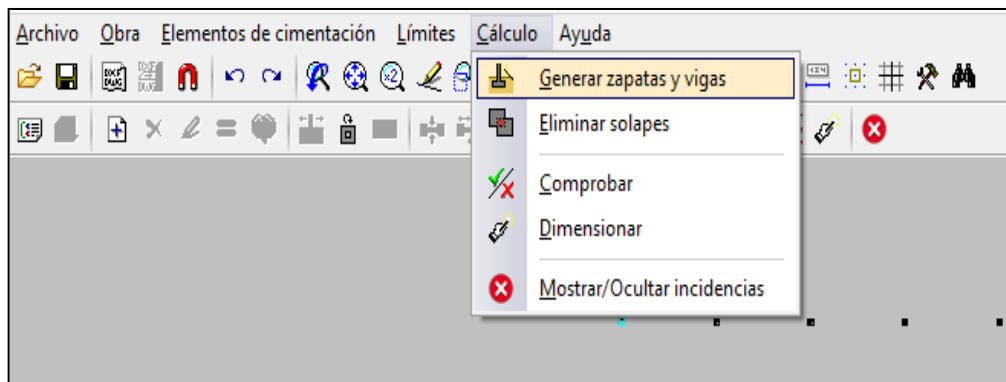
IPF: Ingeniería de los procesos de fabricación.

En los anejos se adjuntan planos de distribución en planta del edificio, en el que se reflejan dichas dimensiones.

3.-Memoria constructiva

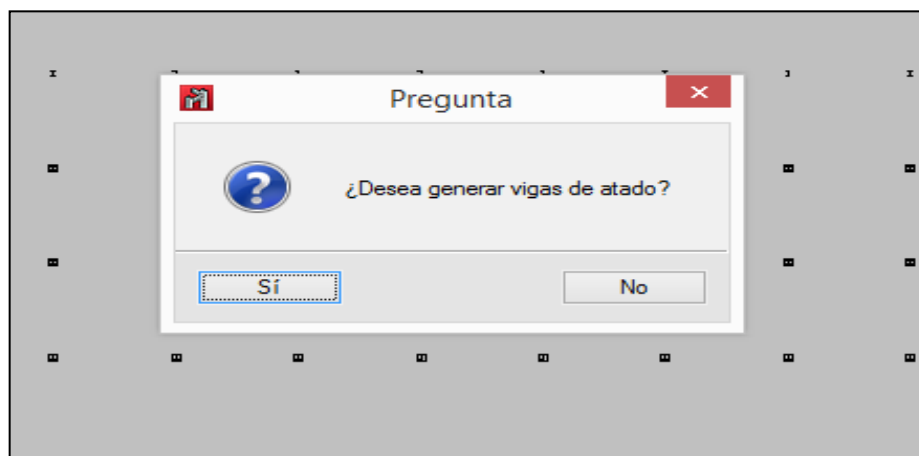
3.1.-Cimentación

Se ha realizado el sistema de sustentación del edificio mediante CYPE. El uso de esta herramienta para la cimentación se debe a que una vez realizada la estructura del edificio, CYPE genera una cimentación válida según la solicitud de esfuerzos y momentos de dicha estructura.



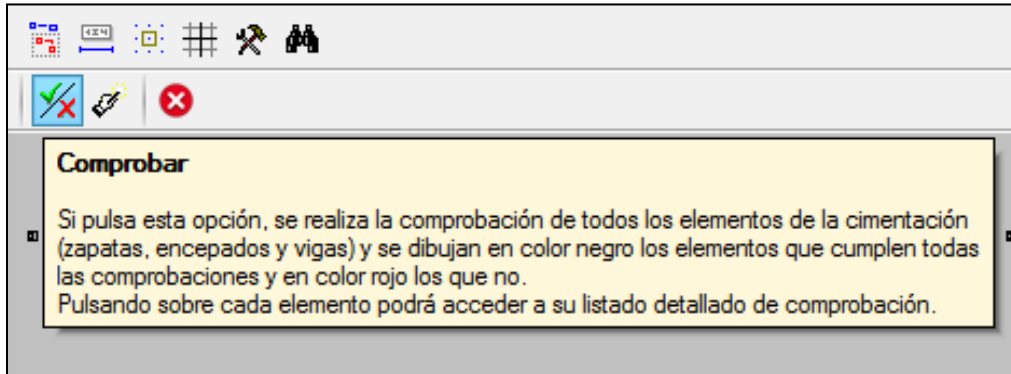
11.- Desplegable "Cálculo"-CYPE

Para la generación de la cimentación CYPE permite escoger diferentes parámetros en función de las solicitudes del usuario, siempre vinculados a la estructura generada previamente. Así permite escoger si se desea vigas de arriostamiento, el tipo de zapata...



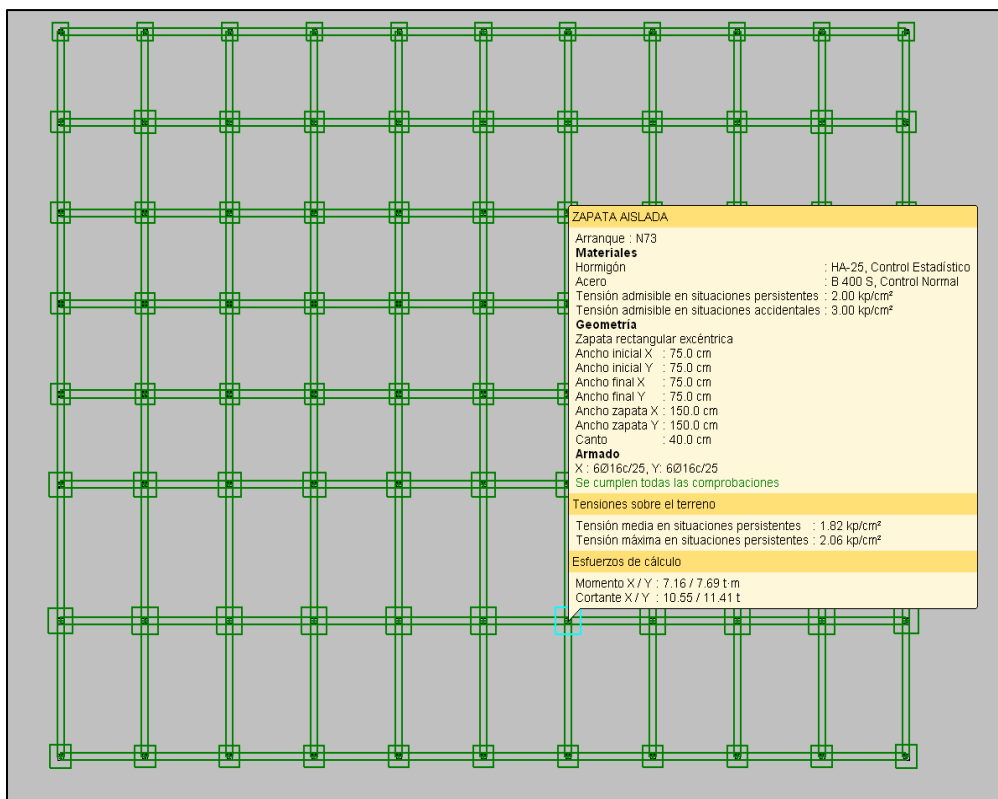
12.- Ventana emergente "Generación zapatas y vigas"- CYPE

Una vez generada se puede comprobar si la cimentación cumple o no con los requerimientos de la estructura.



13.- Descripción comando "comprobación"-CYPE

Así aparecerá en rojo aquellos elementos que no cumplan y en verde los que sí cumplan la comprobación. En caso de no cumplirla se pueden modificar estos elementos hasta que consigan entrar en los criterios de aceptación

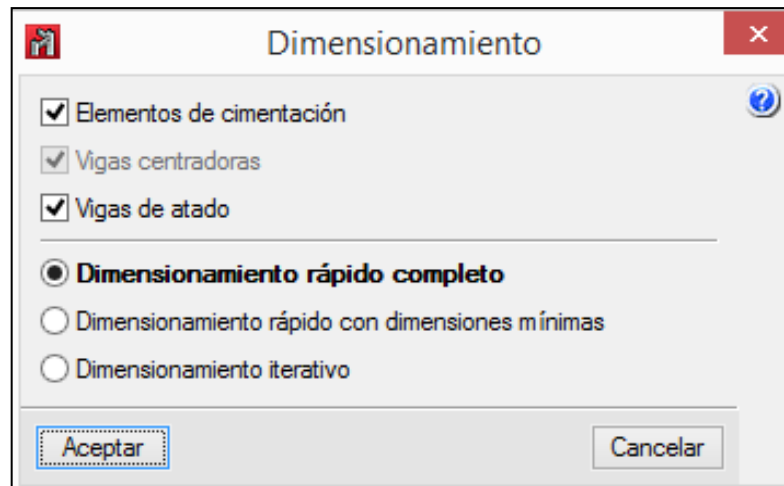


14.- Visualización cimentación tras comprobación-CYPE

Guía implementación herramientas BIM

En el caso de que no se cumplan las comprobaciones (rojo), existe un comando en CYPE que dimensiona la cimentación y genera una válida. Véase **Imagen 11**. Calculo → Dimensionar

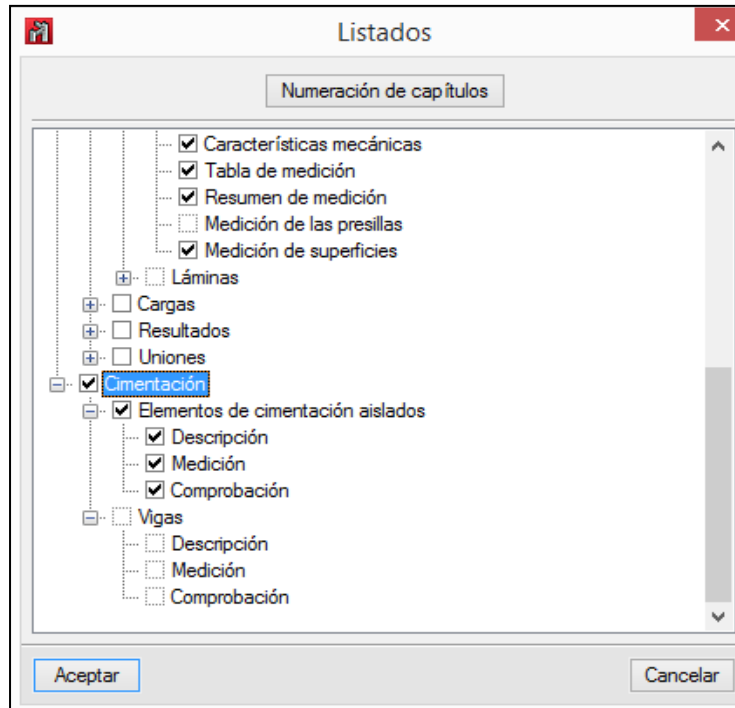
Aparece un menú emergente en el cual permite escoger los objetos que se van a dimensionar y el tipo de cálculo que va a realizar (rápido, dimensiones mínimas...)



15.- Menú emergente comando "Dimensionar"

Se podría haber utilizado tanto AUTOCAD(2D) como REVIT (3D) para la generación de la cimentación pero estos programas informáticos, al no ser su principal eje de trabajo, no aportan cálculos y comprobaciones de las solicitudes estructurales, cosa que si que podemos generar con CYPE y son de gran fiabilidad.

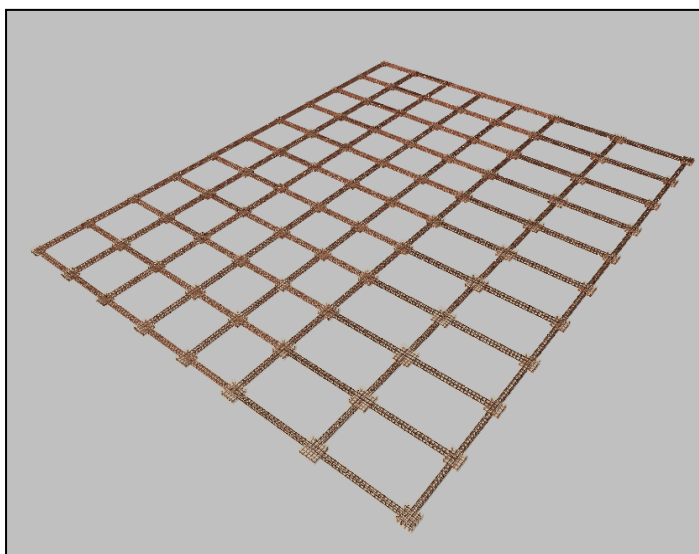
La generación de informes se realiza mediante el comando "Listados". Se genera una ventana emergente que permite escoger los capítulos que se desean.



16.-Ventana emergente "Listados" - CYPE

En el anejo de la memoria se presentan extractos del informe de los datos que genera CYPE para cada capítulo de la cimentación.

Con referencia a la vinculación con otros programas utilizados, CYPE permite exportar la cimentación a REVIT, pero es necesario comprar el módulo que genera el archivo con la extensión .IFC, compatible con REVIT. En cambio, sí que es capaz de desarrollar archivo de planos con la extensión compatible con AUTOCAD (.DWG o.DXF) sin necesidad de pagar el módulo.



17.-Vista 3D cimentación-CYPE

3.2.-Estructura

Como se ha comentado anteriormente la estructura del edificio se ha generado con CYPE.

Dentro de CYPE existen varios módulos de generación de estructuras según requerimientos y forma de trabajo que tenga el usuario. Dejando el cursor sobre cada uno de los módulos aparece en la parte inferior una descripción de las funciones y utilización de cada uno.



En este caso se ha utilizado el módulo CYPE 3D, ya que toda la estructura está formada por perfiles de acero, y este módulo es el idóneo para este tipo de estructuras.

Además nos permite generar la cimentación una vez hecha la estructura en función de sus estados de cargas como ya se comentó en el apartado de cimentación.

En el desplegable 'Ver más...' existen otros módulos de diseño menos utilizados por estar enfocados a cosas más específicas. (Escaleras, ménsulas cortas, vigas de gran canto...)

También se pueden combinar entre sí los módulos. Por ejemplo se puede utilizar el generador de pórticos, y exportar el pórtico a CYPE3D para generar una estructura de pórticos en paralelo.



CYPE 3D - 2015.n

Proyecto de estructuras tridimensionales de barras con perfiles de acero, aluminio y madera, incluyendo la cimentación (zapatas, encepados, vigas centradoras y vigas de atado) y el sistema de arriostramiento frente a acciones horizontales, permitiendo tirantes que trabajan sólo a tracción. Diseño de uniones y placas de anclaje para estructura metálica.

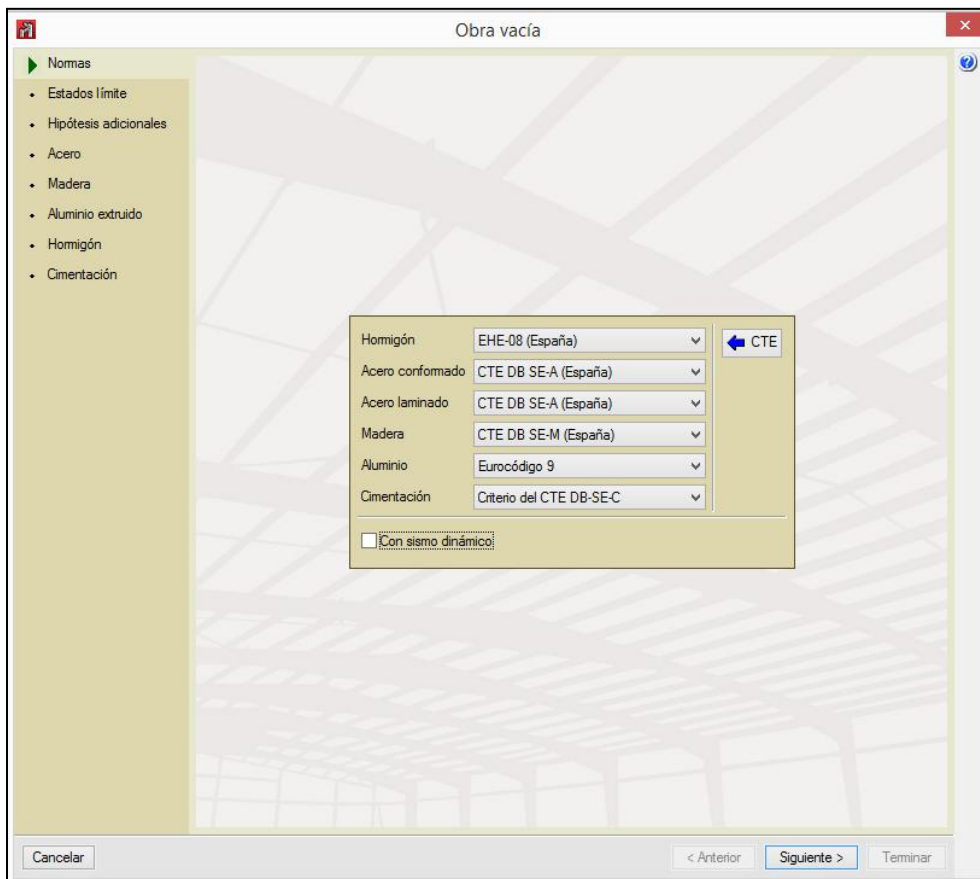
18.- Módulo estructuras del menú principal-CYPE

Al iniciar un nuevo proyecto CYPE te pide que se defina si va a ser una obra nueva o sí se va a utilizar algún archivo de referencia para desarrollar la estructura. Este tipo de archivo tiene que tener extensión .IFC para poder ser importado.

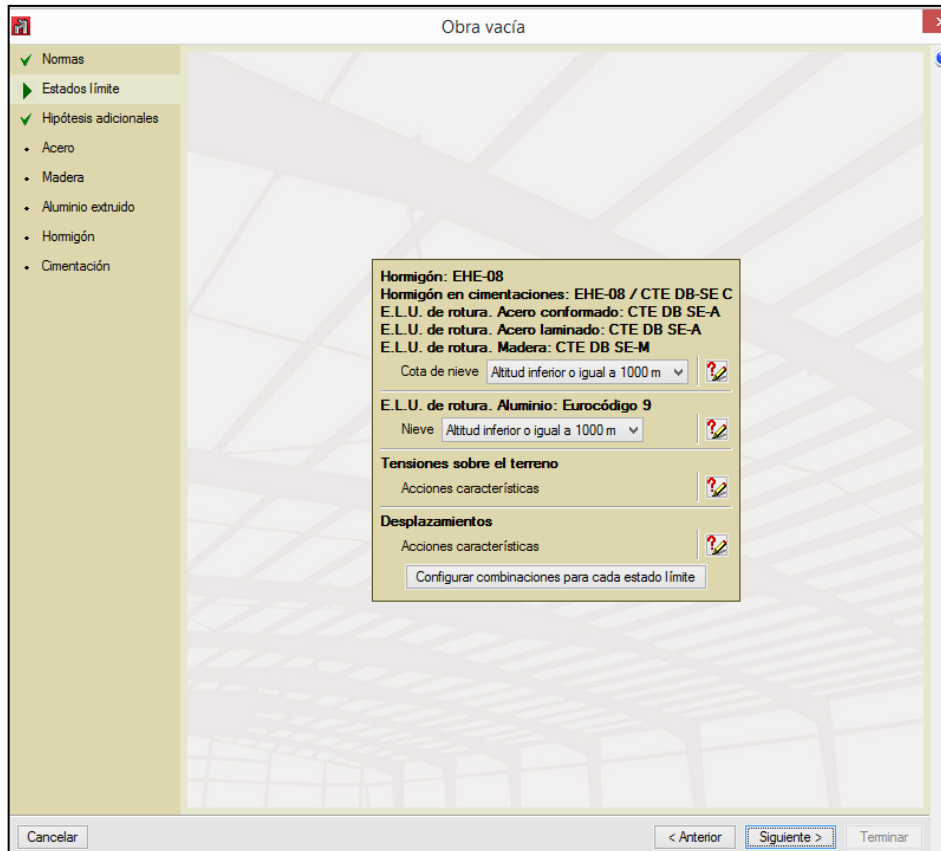
Posteriormente exige que definas unos parámetros según el requerimiento de la obra.

El primer lugar se pide que definas la normal que se va a aplicar para la generación de la estructura. Se ha utilizado la EHE-08 para el hormigón y la norma referente a CTE para los aceros.

A continuación se muestran algunos de los parámetros que te pide definir.



19.-Pestaña "Normas" para definir una nueva obra-CYPE

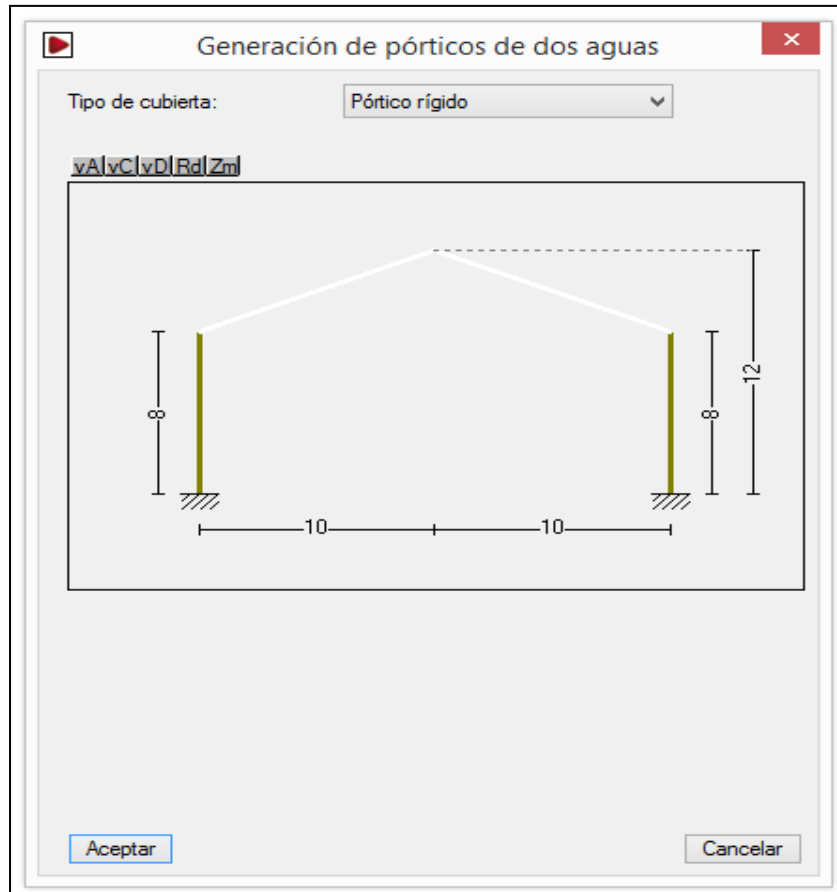


20.- Pestaña "Estados límites" para definir una nueva obra-CYPE

Para la realización de la estructura para el edificio anexo de laboratorios y aulas se ha pensado en una estructura tipo de nave industrial, que consiste en la colocación de pórticos paralelos en dirección longitudinal de la nave.

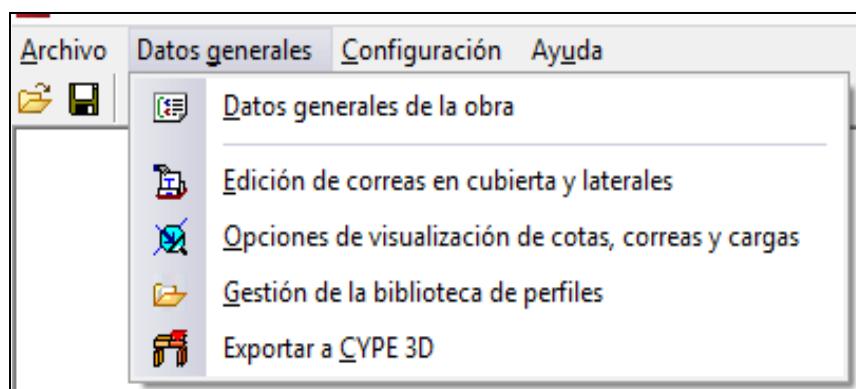
En primer lugar se generó un pórtico con el módulo de generación de pórticos. Este módulo es muy sencillo de trabajar ya que el programa va pidiendo las características que se deseen que tenga el pórtico y te lo genera.

Con referencia a las hipótesis adicionales, cuando se realiza el pórtico, este módulo aplica las hipótesis de viento y nieve para la definición del mismo.



21.- Definición de parámetros en módulo "Generación de pórticos"-CYPE

Una vez generado, en la barra de herramientas existe una opción que lo exporta directamente a CYPE3D

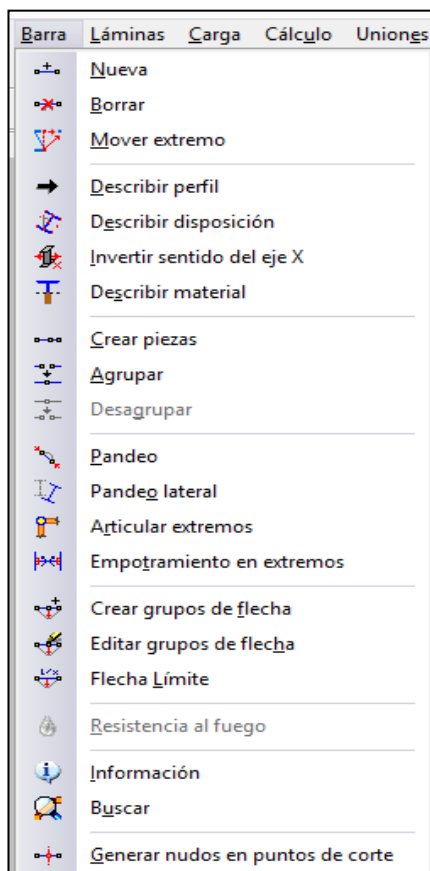


22.- Desplegable "Datos generales"- CYPE

Guía implementación herramientas BIM

Una vez en CYPE3D se va ubicando una serie de pórtico a la distancia considerada hasta formar la estructura. Posteriormente se generó el forjado de la primera planta y se insertaron las correas para la cubierta.

El entorno de CYPE3D es más complejo que el de generación de pórticos, aunque siempre se trabaja de la misma manera. El modo de trabajo se basa en la definición de nudos y barras. Es aconsejable generar diferentes vistas de la estructura (Alzado, planta, perfil, vistas inclinadas para la colocación de las correas...) ya que a medida que va aumentando el número de nudos y barras se va dificultando la visión por la acumulación de segmentos representados.



23.- Desplegable "Barras"- CYPE

Una vez desarrollada la estructura completa hay que definir las cargas que va a soportar la estructura. A de tenerse en cuenta que el módulo de generación de pórticos define automáticamente las cargas de viento y nieve.

A continuación, ya generada la estructura y definidas todas las cargas, se procede al cálculo de la estructura. Este cálculo muestra si los perfiles y características escogidas para las barras soportan las cargas que se han

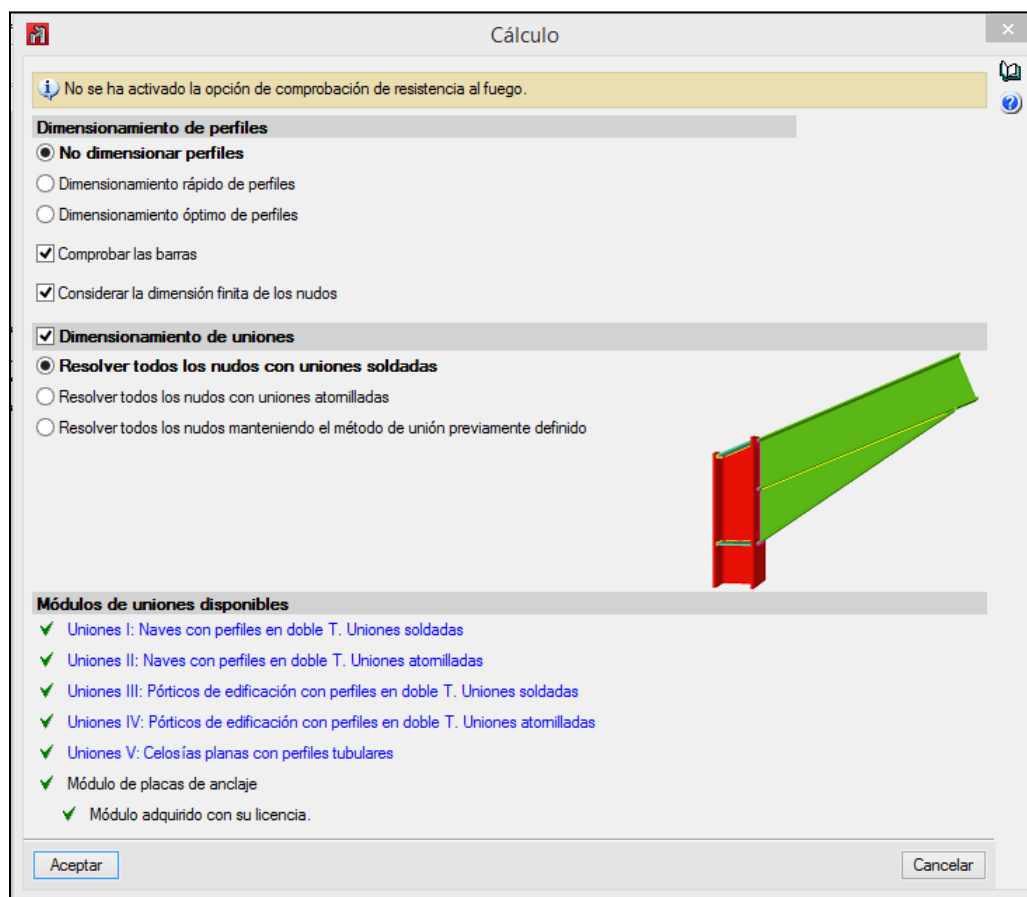
A medida que se van definiendo las barras, vas describiendo el perfil que se selecciona para cada una en función de los requerimientos estructurales que vayan a soportar.

A su vez puedes ir definiendo formas de trabajo de barras que deban tener un comportamiento diferente al resto, como definir pandeo lateral o límite de la flecha.

Todo esto se encuentra en la cinta de herramientas en el desplegable 'Barra'

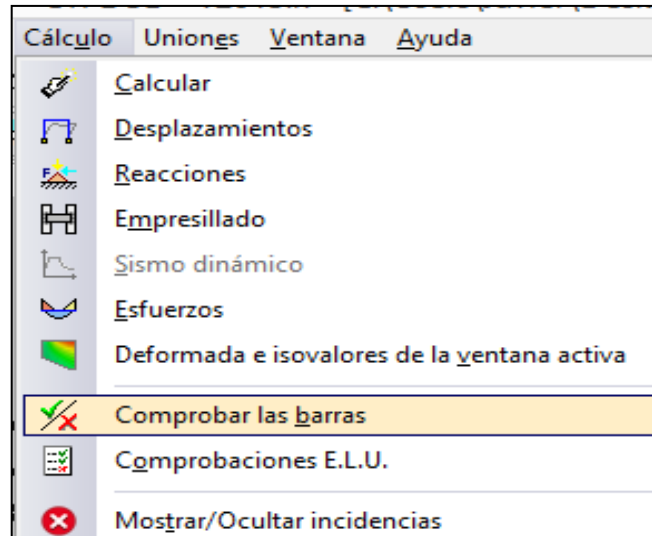
definido. Esta opción permite dimensionar los perfiles para que cumplan con los requerimientos de las cargas.

También aparece un espacio dedicado a las uniones entre barras. Este tema es complejo de abordar y se necesita de conocimientos muy amplios de transmisión de esfuerzos. Además alargar considerablemente el tiempo de ejecución del cálculo, por tanto, se recomienda desmarcar la pestaña de dimensionamiento de uniones.



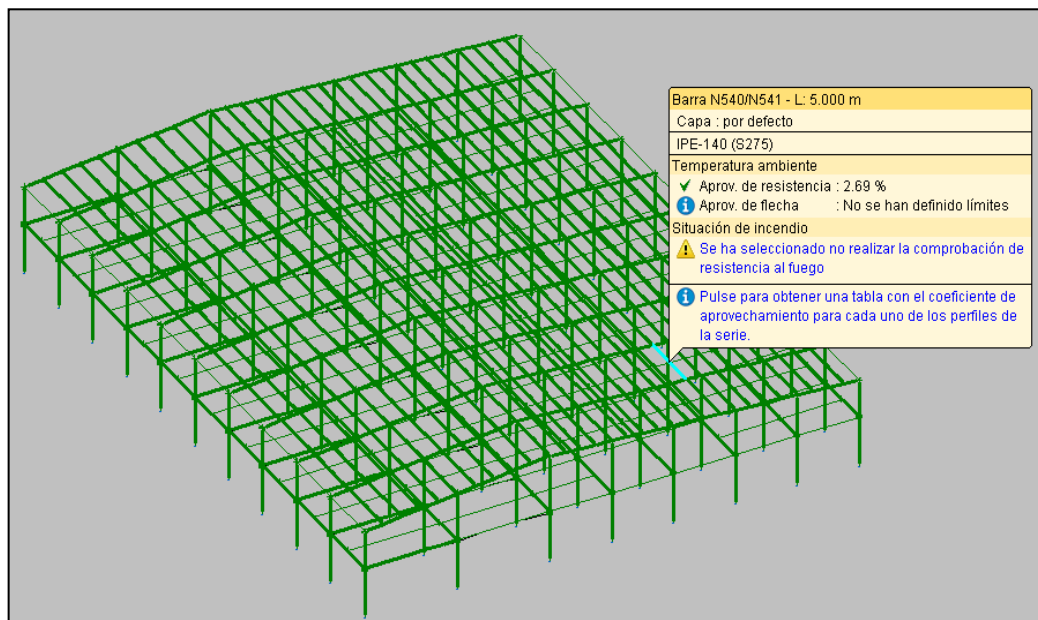
24.- Ventana emergente tras "Cálculo"- CYPE

Por último, queda realizar la comprobación de que la estructura cumple con la reglamentación que se definió al comenzar el proyecto. (Véase figura 1.1)



25.- Desplegable "Cálculo"- CYPE

Como en el caso de la cimentación, aparecerá en rojo aquellos elementos que no cumplan y en verde los que si cumplan con los criterios. En caso de no cumplirla se pueden modificar estos elementos hasta que consigan entrar en los criterios de aceptación

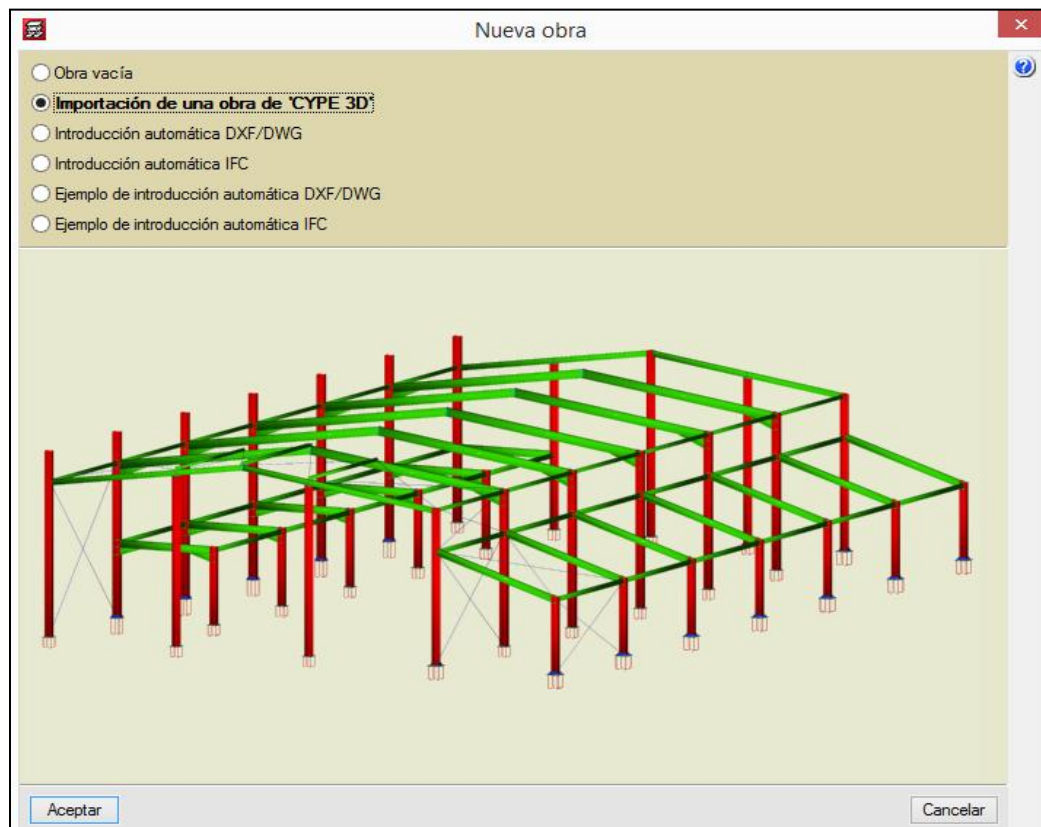


26.- Visualización estructura tras comprobación- CYPE

Para generar el archivo extensión .IFC que es compatible con REVIT, CYPE3D no es capaz de generar directamente este archivo, pero mediante CYPECAD

podemos importar el archivo generado con CYPE3D. Esta importación es válida para la estructura generada pero no para la cimentación.

Para realizar la importación del archivo de CYPE3D se debe abrir una nueva obra y el menú de CYPE dará dicha opción.

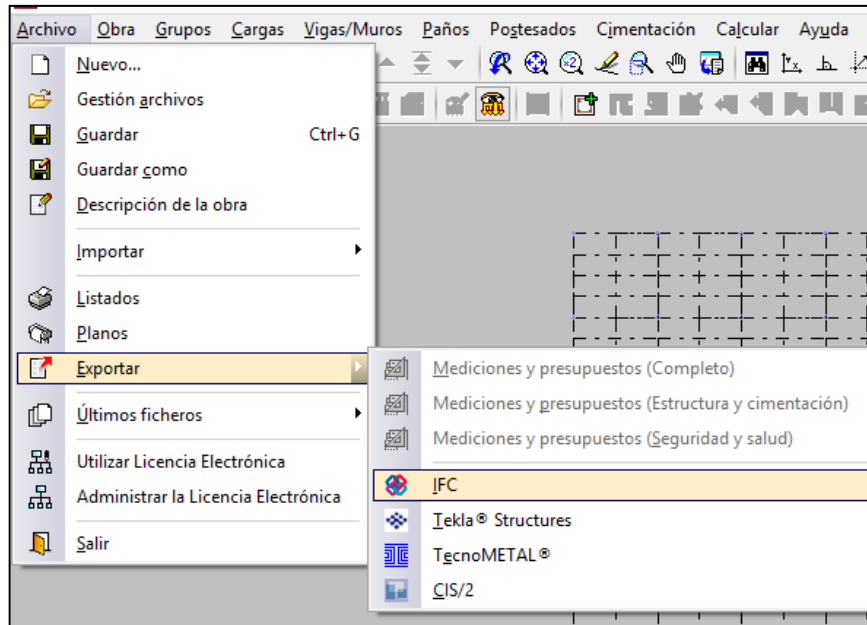


27.- Menú CYPECAD definir nueva obra- CYPE

Una vez importado el archivo a CYPECAD se exportar el archivo con la extensión.ifc. En la barra de herramientas encontraremos dicha opción:

Archivo → Exportar→IFC

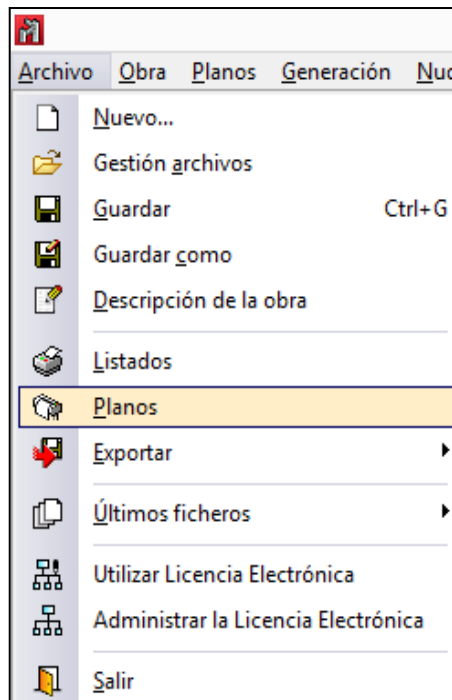
Guía implementación herramientas BIM



28.- Desplegable "Archivo" para generar .IFC - CYPE

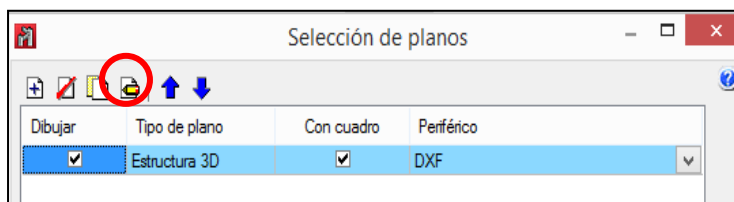
Al igual que en el sistema de sustentación, se pueden generar planos para abrir con AUTOCAD (desde el módulo Cype3D)

Para convertir en archivos compatibles con AUTOCAD (.DWG o .DXF) se utiliza la herramienta "Planos".



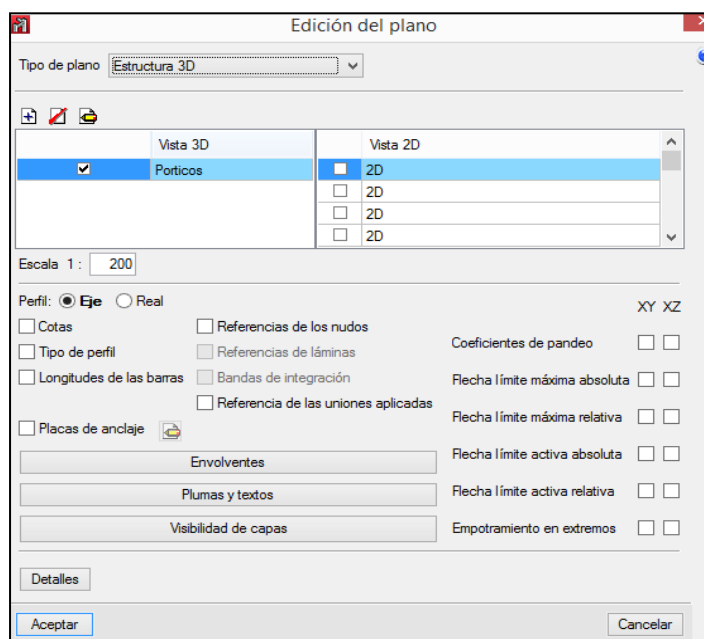
29.- Desplegable "Archivo" para generación planos- CYPE

Se puede escoger el tipo de formato de exportación del archivo (.DWG o .DXF). Para definir los planos y los parámetros que se desean obtener en los mismos, se accede al comando “Editar elemento seleccionado en la lista”



30.- Ventana emergente " Planos" - CYPE

Se desplegará un menú emergente en el que se permitirá seleccionar los planos a imprimir (planos asociados a una ventana y a la vista general 3D del fichero) y los datos que se quieran plasmar en dicho plano.

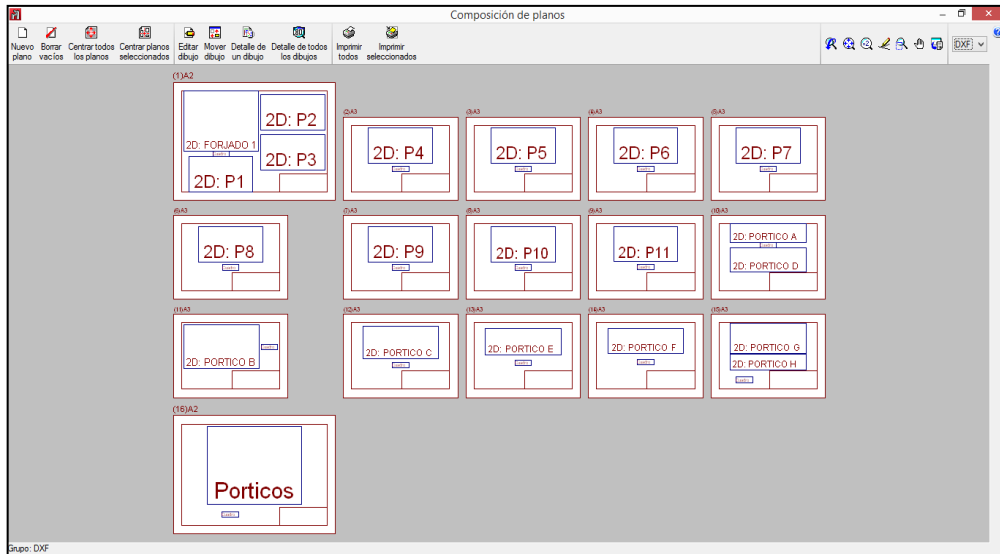


31.- Menú emergente "Editar planos" - CYPE

Una vez seleccionado los datos, aparecerá una ventana emergente en la que saldrá la distribución de las vistas seleccionadas en los planos y el formato de este. Se podrá modificar esta distribución según necesidades del usuario.

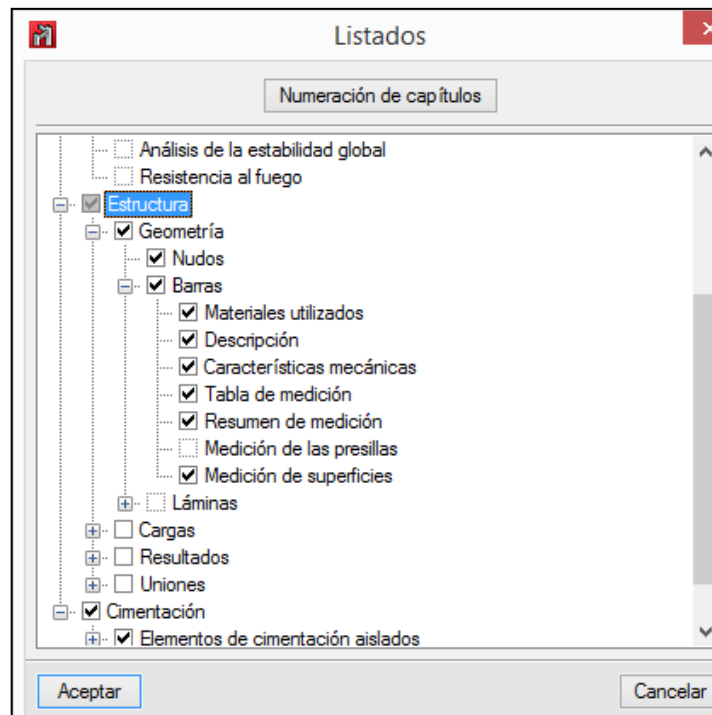
Para generar los archivos de los planos se pulsa el botón “imprimir todos/imprimir seleccionados” (según los que se quiera imprimir)

Guía implementación herramientas BIM



32.- Distribución de planos generados y formato - CYPE

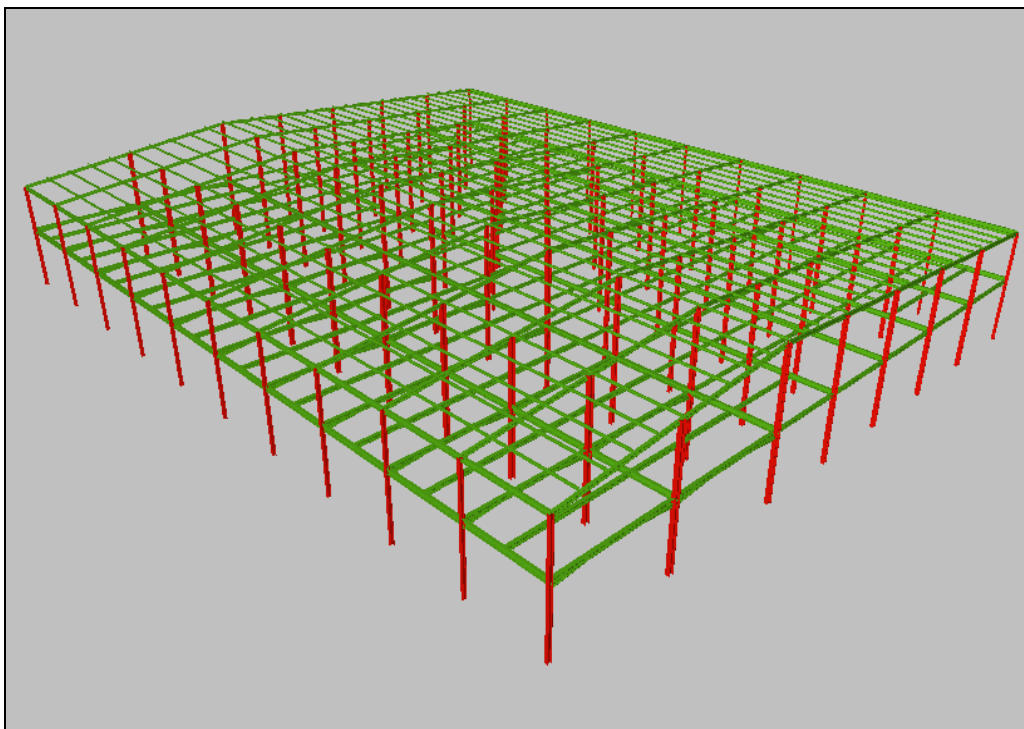
En los anejos de la memoria se presentan extractos de los informes generados para la estructuras.



33.- Ventana emergente "Listados"- CYPE

Con referencia a la descripción constructiva de la estructura, se ha realizado un pórtico con pilares separados entre sí 7,5 m en la parte sur, y otra en la que dicha separación es de 5 m. La distancia entre pilares en la dirección Oeste-Este es de 5 m para toda la estructura.

La zona con mayor distancia entre pilares está pensada para la ubicación de los laboratorios que requieren de maquinaria más pesada para que la distancia entre pilares no sea un impedimento en la colocación de las máquinas dentro del laboratorio.



34.- Vista 3D estructura- CYPE

Los pilares tienen una altura de 4 m hasta el forjado de la primera planta. Se ha pensado una estructura para el uso chapa colaborante en vez de utilizar un forjado tradicional. Así la separación entre vigas es de 2.5 m.

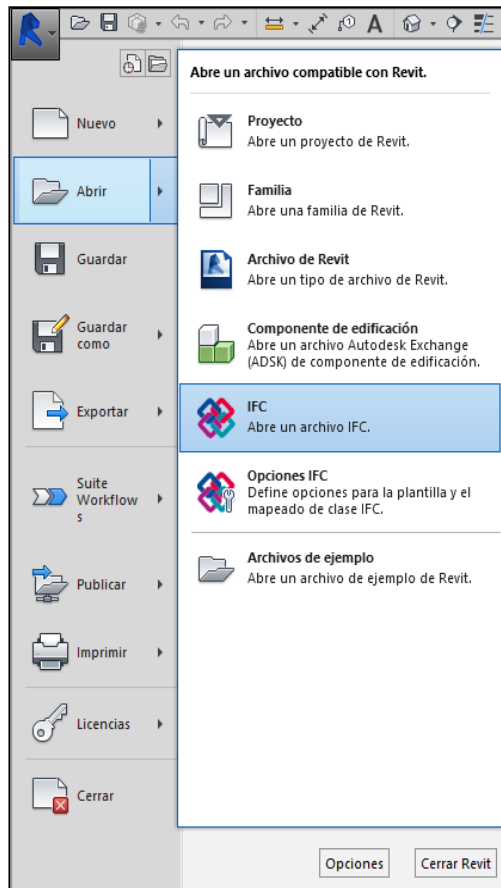
Se ha realizado una cubierta a dos aguas con una altura al alero desde el forjado de la primera planta de 3 m y de 4,5 m a la cumbre. La separación entre correas es de 2,5 m.

Tanto pilares como vigas transversales están formados por perfiles HEB, mientras que las vigas longitudinales y correas son perfiles IPE.

3.3.-Sistema envolvente y acabados

Una vez acabada la estructura y la cimentación el tema que nos concierne es el sistema envolvente y revestimientos del edificio.

Para ello se ha utilizado REVIT ya que es el programa de referencia para este tipo de trabajos.

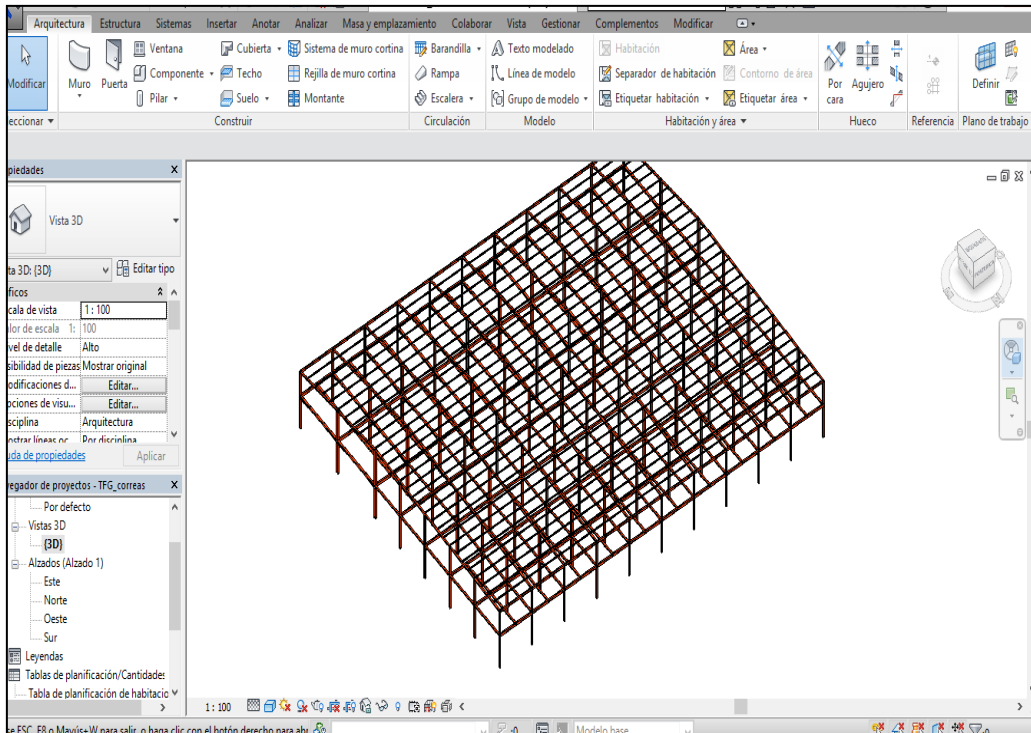


Lo primero que se debe hacer es importar la estructura generada con extensión .IFC

En función de las opciones que se escojan al importar el archivo te permitirá o no modificar la estructura. Lo idóneo es importarlo como un único bloque que no se pueda modificar.

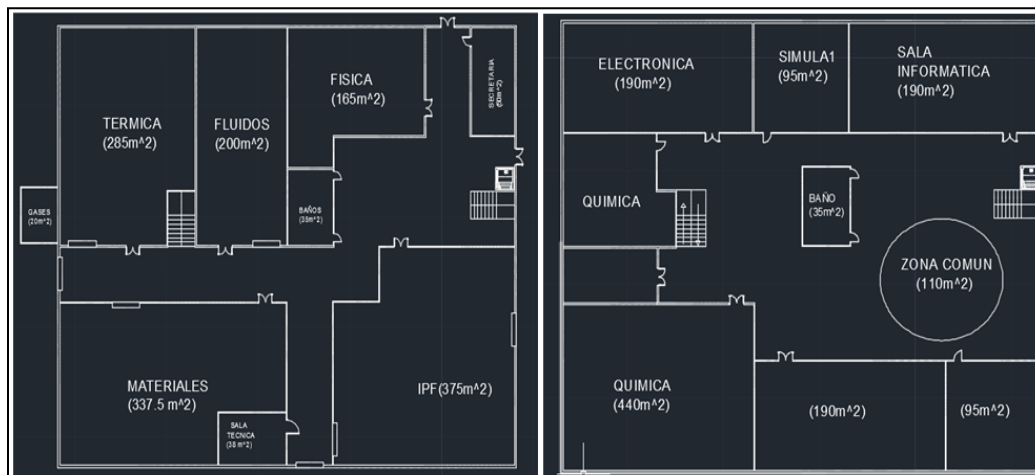
En caso de necesitar modificar la estructura, esta se puede volver a importar con la misma ubicación y REVIT mantendrá las referencias en la medida de lo posible.

35.- Desplegable "Abrir" - CYPE



36.- Estructura importada desde CYPE - REVIT

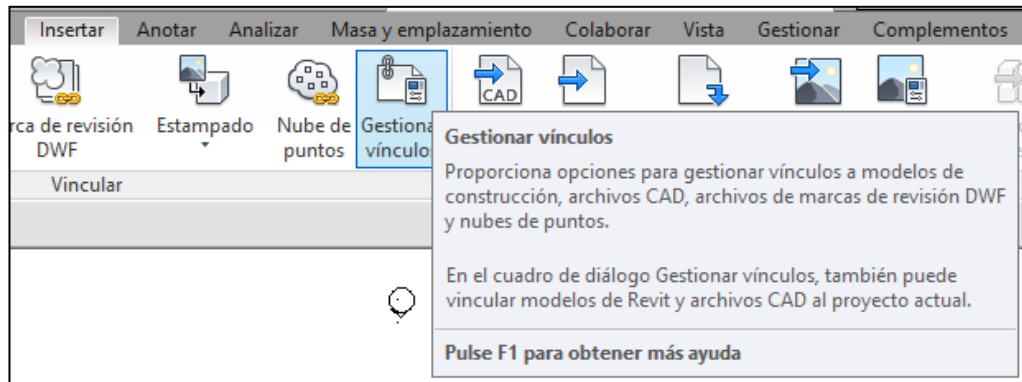
Del mismo modo, se importó los planos de distribución del espacio de cada una de las plantas, generados en AUTOCAD, para que sirvieran de referencia a la hora de realizar la distribución interior del edificio.



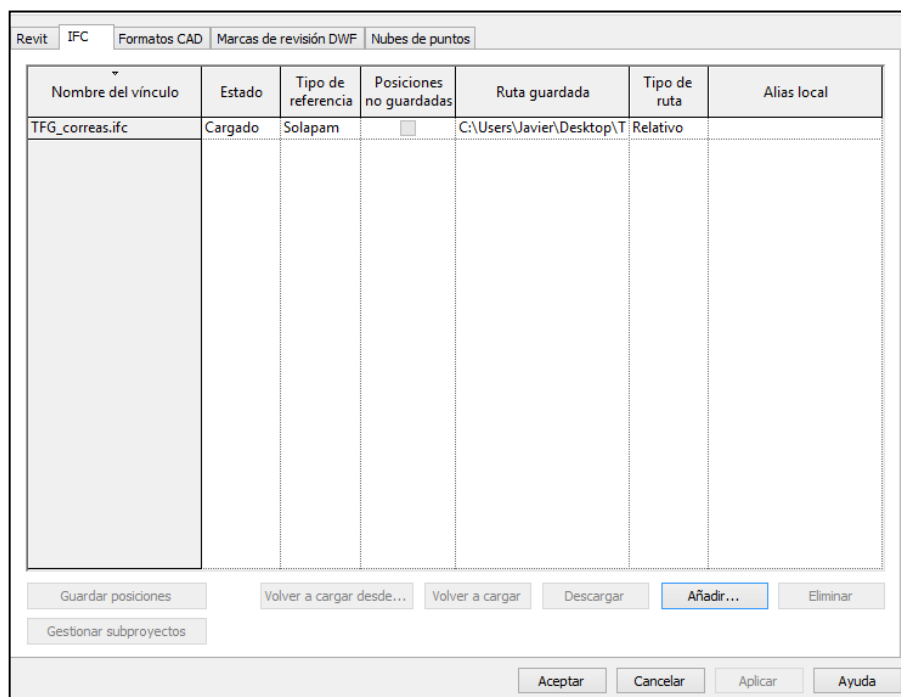
37.-Distribución en planta. A la izquierda la planta 0 y a la derecha la planta 1

Guía implementación herramientas BIM

En REVIT, existe una pestaña en la barra de herramientas que permite gestionar los vínculos e importaciones de archivos que estén asociados a ese proyecto.



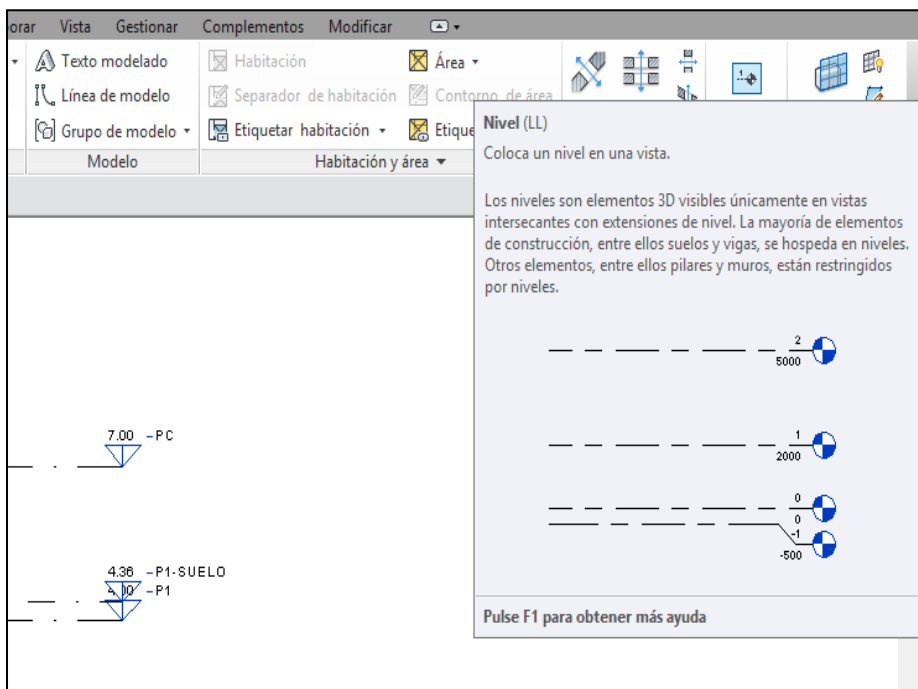
38.- Descripción comando " Gestión vínculos"- REVIT



39.- Menú emergentes " Gestión vínculos"- REVIT

Antes de empezar a trabajar se debe generar diferentes vistas que faciliten el diseño. Se debe poner especial atención a las vistas de planta ya que su uso es fundamental para realizar una correcta ubicación de las familias a la cota correspondiente.

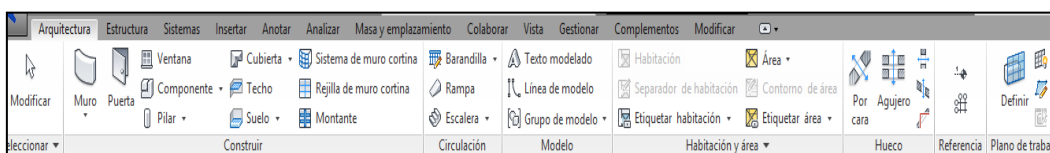
Para la generación de estas vistas se utiliza en primer lugar una vista de alzado (Navegador de proyectos) para seleccionar las referencias de cotas de las que va a disponer el edificio. El comando que se utiliza para tal fin es "Nivel" que lo encontramos tanto en el módulo de arquitectura como en el módulo de estructuras.



40.- Descripción comando "Nivel"- REVIT

Una vez generadas las cotas en el navegador de proyectos se podrán definir las vistas de planta en función de las cotas y podremos trabajar con en vistas con esa referencia de cota.

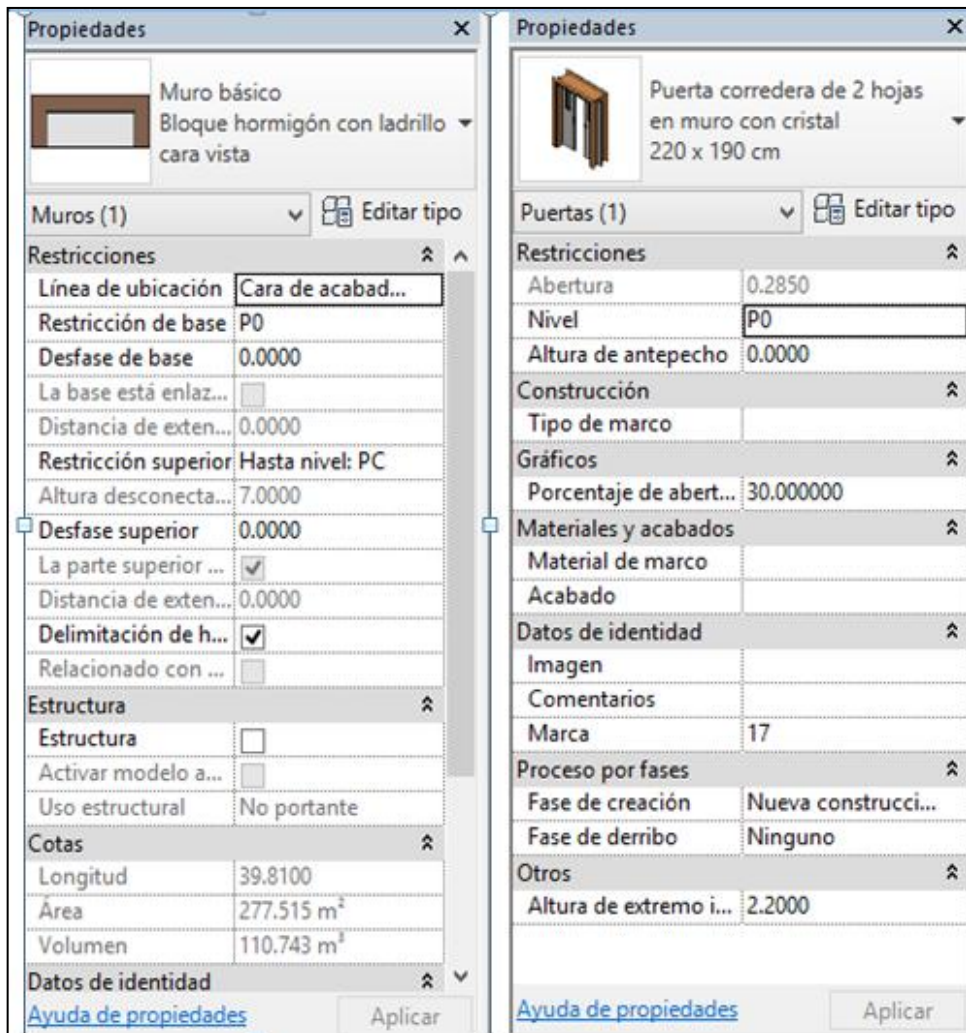
Se va a implementar el módulo Arquitectura para este apartado, ya que dispone de todo lo necesario para realizar los cerramientos, recubrimientos y sistema de acabado del edificio. Además se utilizará la pestaña insertar para cargar las diferentes familias.



41.- Barra herramientas módulo "Arquitectura"- REVIT

Guía implementación herramientas BIM

Durante el desarrollo de trabajo ha de tenerse muy presente la barra de propiedades para saber que se está poniendo y donde. Cada familia tiene diferentes características en la barra de propiedades en función de cómo hayan sido creados y cuál sea su utilización.

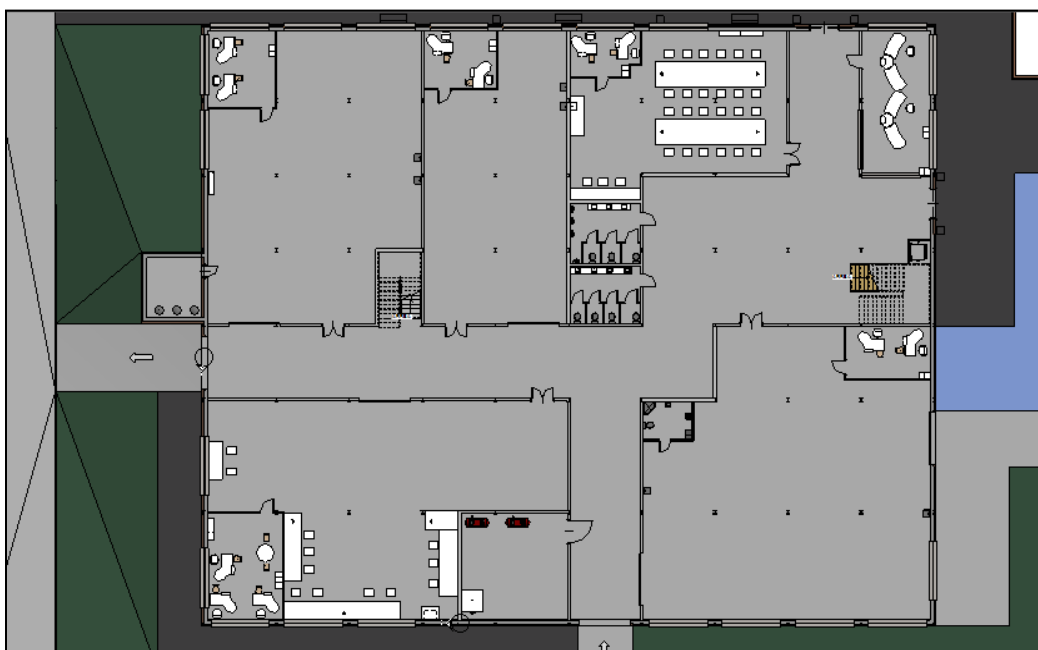


42.- Barra de propiedades para "Muro" (izquierda) y "Puertas" (derecha)

Resulta complejo la utilización y conocimiento de todos los parámetros y comandos de los que se disponen en REVIT al existir gran variedad de configuraciones. Es recomendable, si no se conoce el software, en dedicarle un tiempo a estudiar e indagar el funcionamiento de comandos, parámetros, funciones... antes de empezar a desarrollar el proyecto definitivo.

Uno de los inconvenientes de REVIT es la biblioteca de familias. Una vez instalado el programa, este viene con una pequeña biblioteca pero que no es suficiente para desarrollar plenamente un proyecto y más si este no tiene un enfoque de uso común (Viviendas familiares, oficinas...). Por este motivo ha resultado imposible ocupar todos los laboratorios con los equipos que se pretendían.

Se ha acudido a foros de REVIT y de arquitectura para aumentar la biblioteca de familias, pero aún así no se ha conseguido encontrar equipos específicos.

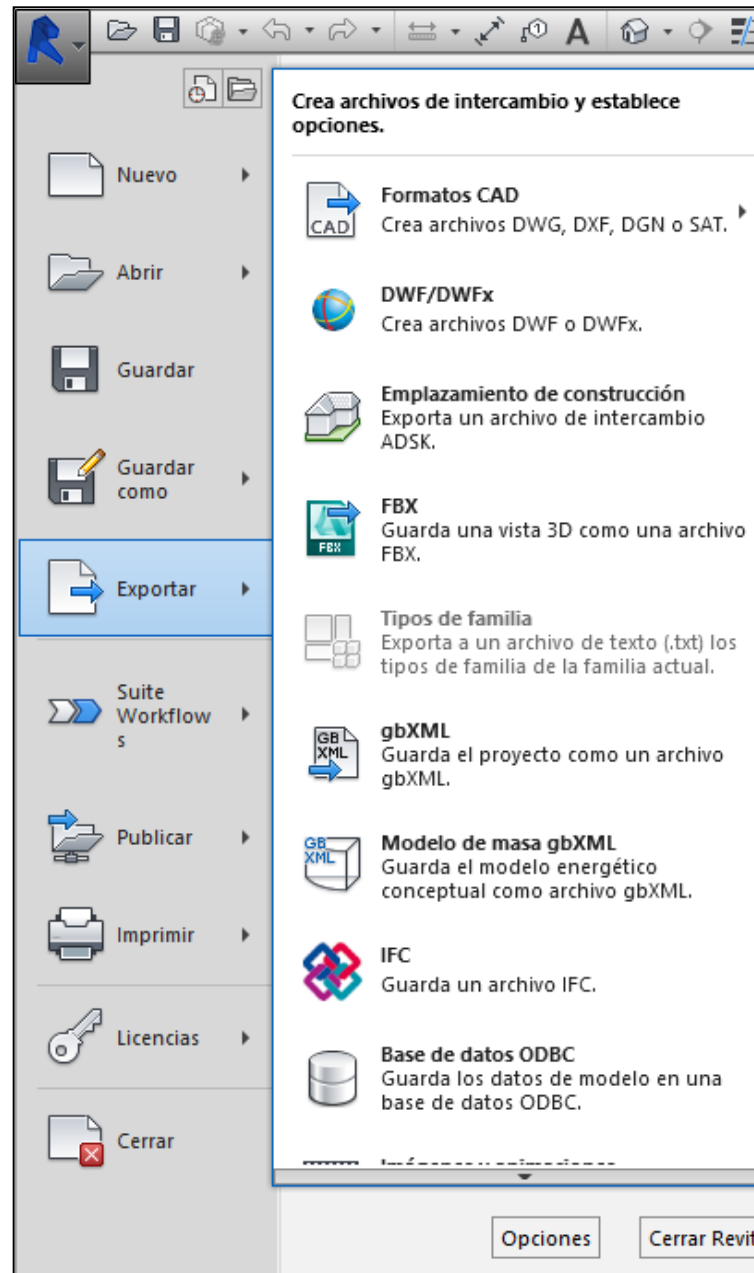


43.- Vista 2D planta- REVIT

Una vez se haya finalizado los acabados del edificio y sistema envolvente, en función de lo que se requiera, REVIT permite importar todo el proyecto a diversos software, ya que es capaz de generar archivos con diferentes extensiones...

Se puede volcar el archivo generado a CYPECAD mediante la generación del archivo con extensión .IFC (Proceso inverso al seguido con la estructura)

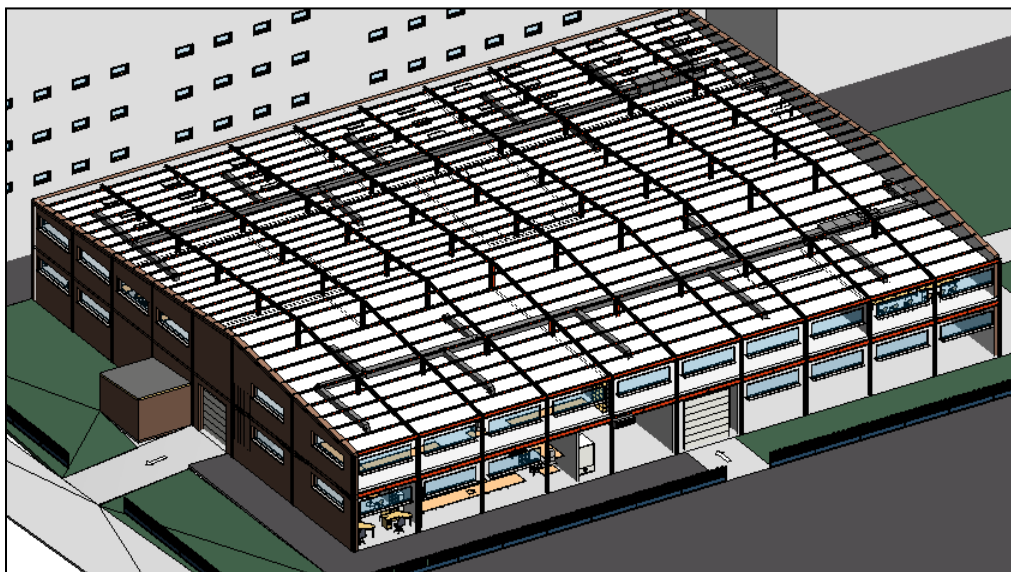
También permite generar planos en 2D y secciones de cada planta o vista. Estos se pueden abrir con AUTOCAD, ya que los genera con la extensión propia del AUTOCAD '.dwg'.



44.- Desplegable comando "Exportar"- REVIT

Como se puede ver en la anterior imagen, el abanico de posibilidades que ofrece REVIT para vincular sus archivos con otros programas es muy amplio. Esta es una de las muchas causas que hacen que REVIT esté a la vanguardia de los programas de diseño de construcciones.

Con referencia a la descripción constructiva que se ha realizado en REVIT, se ha realizado el cerramiento exterior de ladrillo cara vista para todo el edificio. Las particiones interiores de la planta baja son muros con aislante acústico de poliuretano para reducir las emisiones procedentes de los laboratorios con maquinaria de mayor volumen. Las particiones del primer piso están hechas mediante tabiques con paneles sandwich.



45.- Vista 3D edificio con elementos ocultos- REVIT

El forjado de la primera planta se ha realizado con chapa colaborante, ya que se adapta perfectamente a la estructura metálica generada.

Se han añadido numerosos ventanales en ambos pisos para aprovechar la luz natural en el interior del edificio.

Se han insertado el mobiliario del que se disponía en la biblioteca de familias y de las que se han adquirido en los foros especializados de arquitectura (www.arquitecturapura.com).

La cubierta está diseñada de forma simple con inclinación a dos aguas. Se suprime el falso techo en la planta 0 para que se puedan visualizar todas las instalaciones y detalles constructivos que requiere un edificio para que los futuros ingenieros puedan reflejar/relacionar los conocimientos adquiridos en las asignaturas. Edificio de ingenieros para ingenieros.

Guía implementación herramientas BIM

También se ha generado el entorno que rodea el edificio para hacer más visible su ubicación dentro de la sede.

En el lado Norte se encuentra la sede Mergelina, con los accesos a la misma.

En el ala Este se encuentra la zona de acceso hasta el portón del laboratorio de Ingeniería de los procesos de fabricación (IPF) y la zona vegetal.

En la parte Sur existe un pequeño tramo de acceso hasta el portón de la fachada y una verga que limita el perímetro de la universidad con la calle peatonal.

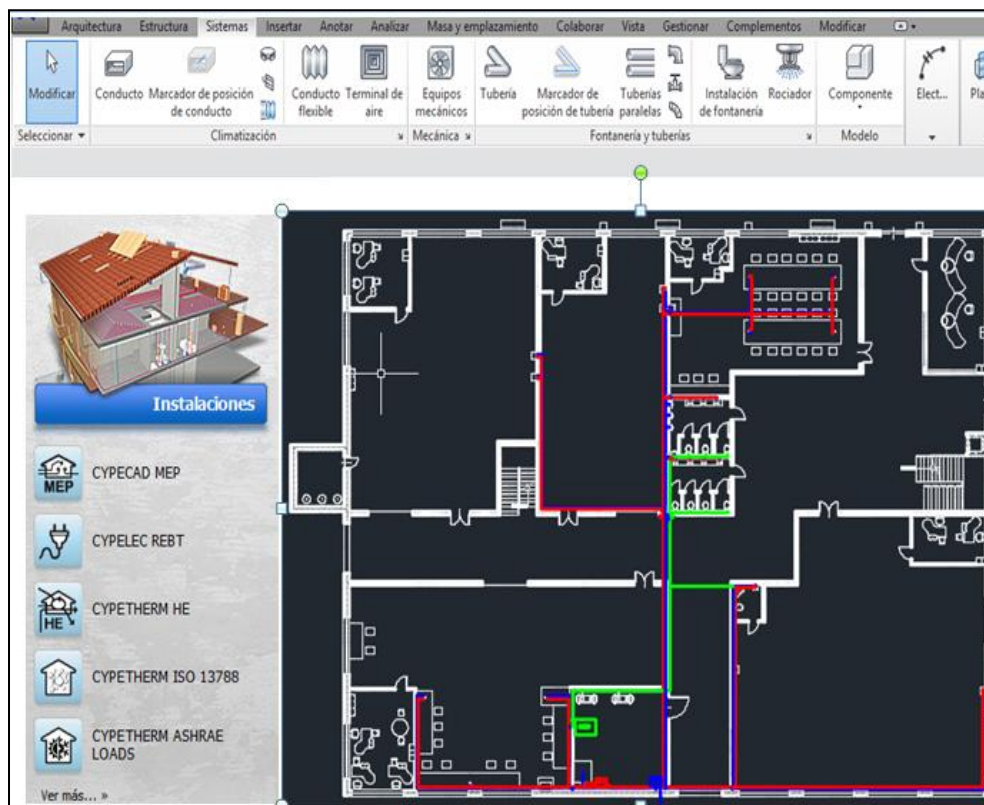
Y por último, en el ala Oeste está el edificio Residencia Universitaria Alfonso VII y el tramo de salida de vehículos del recinto universitario, donde se comparte la salida de vehículos desde el aparcamiento de la residencia y la salida de los vehículos desde el edificio de laboratorios y aulas.



46.- Vista 3D edificio y entorno- REVIT

3.4.-Instalaciones

Sin duda, la generación de instalaciones es el ámbito donde más indecisión existe a la hora de decidir que software escoger para desarrollarlas. Todos los programas mencionados disponen de un módulo para la generación de instalaciones o se pueden desarrollar planos de las mismas.



47.- Módulos de instalaciones. REVIT (arriba), CYPE (izquierda) y AUTOCAD (derecha)

La elección del programa radica en la habilidad y conocimientos que se tenga del mismo, ya que este módulo un módulo complejo de trabajar en la mayoría de los programas informático. Así la mayoría de programas son capaces de generar resultados muy fiables de los parámetros de cada instalación (Caudal, presión, temperatura, dimensiones de los equipos...). Existen programas especializados en el cálculo de instalaciones.

Para la realización de las instalaciones se ha escogido REVIT para la instalación de gases y HVAC, y AUTOCAD para el resto de instalaciones.

Se intentó implementar todas las instalaciones en REVIT, ya que aporta más información de los parámetros y da una visión más real de cómo están dispuestas en el edificio (pre-dimensiona), pero la complejidad que se muestra para instalaciones de largo recorrido hace que se implementaran en AUTOCAD.

Guía implementación herramientas BIM

Con respecto al desarrollo de las instalaciones en REVIT, la forma de proceder para la realización de las mismas es similar para todos los sistemas de instalaciones que se generan en REVIT (mecánicos, fontanería y electricidad). Se explicará más detalladamente la generación de los sistemas la primera vez que se implementen.

Las instalaciones de saneamiento, Agua caliente y agua fría y el grupo a presión del edificio se han desarrollado en AUTOCAD.

Estas instalaciones se realizan del mismo modo, se exportan los planos en planta de REVIT a AUTOCAD y sobre esos planos generados se va dibujando y trazando las diferentes instalaciones, bien en el mismo archivo utilizando el comando “capas” o en archivos diferente.

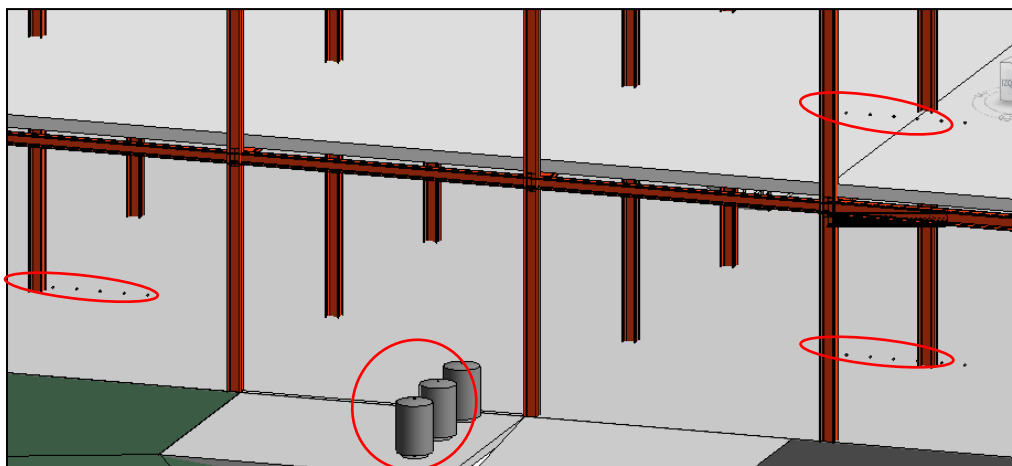
Con referencia a la exportación de archivos en formato AUTOCAD (.dwg) véase **Imagen 44** Capitulo 3.3.- Sistemas envolventes y acabados

3.4.1.- Gases

La realización de la instalación de gases se desarrollo una vez finalizado el sistema envolvente.

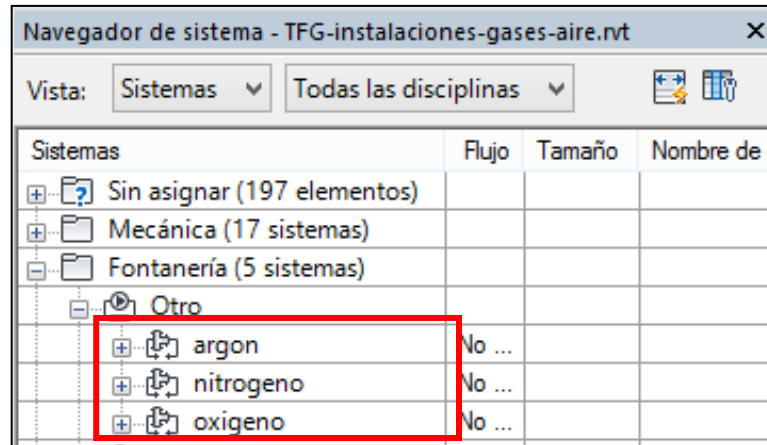
Se ha desarrollado con el módulo “Sistemas” de REVIT. Para la generación de instalaciones es conveniente tener siempre visible el “Navegador de sistemas” (Imagen 6) para facilitar y ser conocedores de qué se están implementando familias que tiene definidas las propiedades relacionadas con las instalaciones (entradas y salidas de flujos, tomas eléctricas...)

En primer lugar se definieron los equipos de almacenamiento de gases (depósitos) y puntos de toma de suministro de los mismos (llaves de paso, válvulas...)



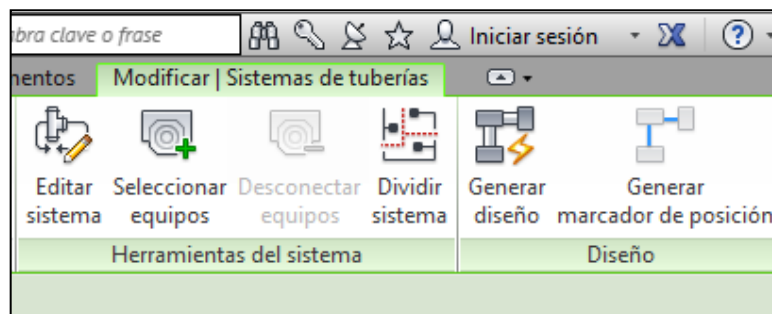
48.- Familias para generación instalación Gases- REVIT

Una vez definidos todos los componentes de la instalación en el plano hay que crear conjuntos de sistemas para poder generar el diseño de la instalación de cada uno de ellos por separado.



49.- Sistemas definidos en "Navegador de sistemas"- REVIT

Creados los sistemas, estos se pueden modificar añadiendo y eliminando componentes y equipos así como dividir el sistema en varios más simplificados si se desea. Todo esto se recoge en la barra de herramientas una vez seleccionado el sistema.

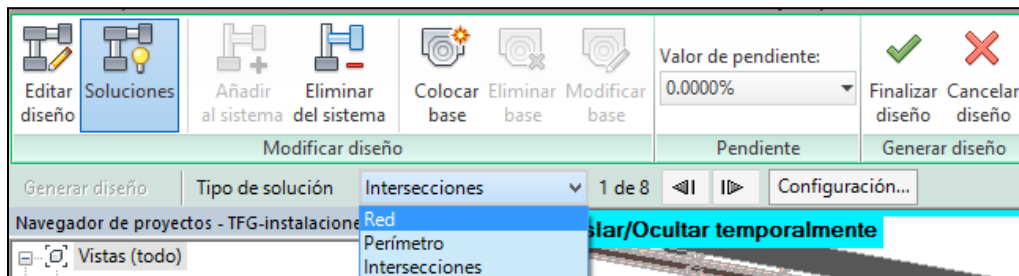


50.- Barra herramienta modificación sistemas- REVIT

Todos los componentes y equipos que se hayan definido en un sistema están vinculados a dicho sistema, por tanto, si se realiza alguna modificación en el sistema esta modificación también afectará a los componentes.

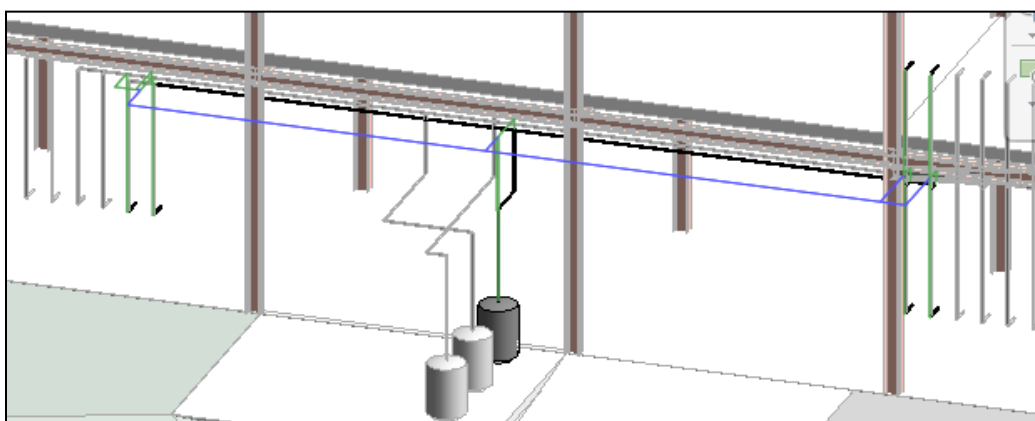
Definidos todos los componentes y equipos necesarios para el sistema, con el comando "Generar diseño" se crean la red de la instalación entre todos los componentes y equipos vinculados a ese sistema.

REVIT da la opción de generar la red de instalación con diferentes soluciones según preferencias del usuario (red, perímetro, intersección). También se puede generar un diseño propio definido por el usuario.

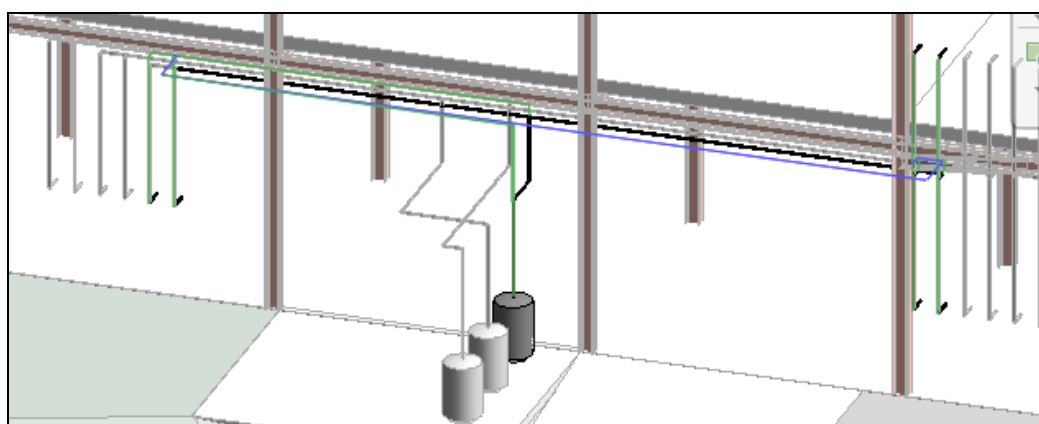


51.- Barra herramientas "Generar diseño" -REVIT

A continuación se presentan algunas de las soluciones que genera REVIT para el sistema creado:

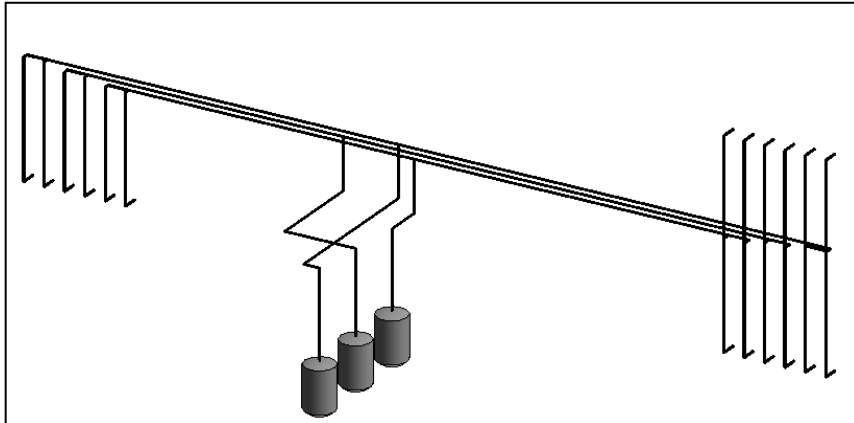


52.- Tipo de solución: Red - REVIT



53.- Tipo de solución: Intersección - REVIT

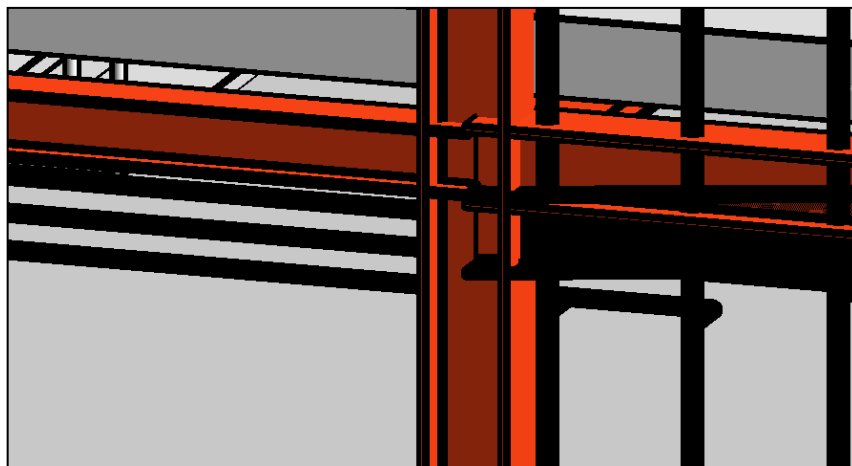
Se debe evitar que aparezcan conflictos entre los sistemas generados, ya que a veces REVIT no es capaz de gestionarlos y pasan 2 conductos por el mismo lugar.



54.- Instalación de gases- REVIT

Otro de los motivos que hizo que no se pensara en implementar todas las instalaciones en REVIT fue los conflictos de espacio que se generan con archivos vinculados, en este caso con el .IFC de la estructura generada.

Para REVIT el archivo vinculado no supone ninguna restricción de espacio a la hora de generar la instalación. Esto pasa con todos los sistemas que se generen.



55.- Conflicto entre la estructura vinculada y sistema generado-REVIT

Se han instalado tres redes de gases: Argón, nitrógeno y oxígeno. La elección de estos gases se debe a que varios laboratorios los usan y se decidió centralizar el sistema en vez de tener una botella individual portátil por cada laboratorio.

La elección de la distribución de los laboratorios se pensó para que estas instalaciones tuvieran el menor recorrido posible y así disminuir los problemas que pudieran surgir (fugas, aumento/disminución de presión...).

Los laboratorios que disponen de estos suministros son, en la primera planta, el laboratorio de ingeniería de los materiales y el laboratorio de termodinámica, y en la segunda planta, únicamente la red abastece al laboratorio de química.

Cada laboratorio dispone de dos tomas de suministro, adecuadas para el consumo de cada gas.

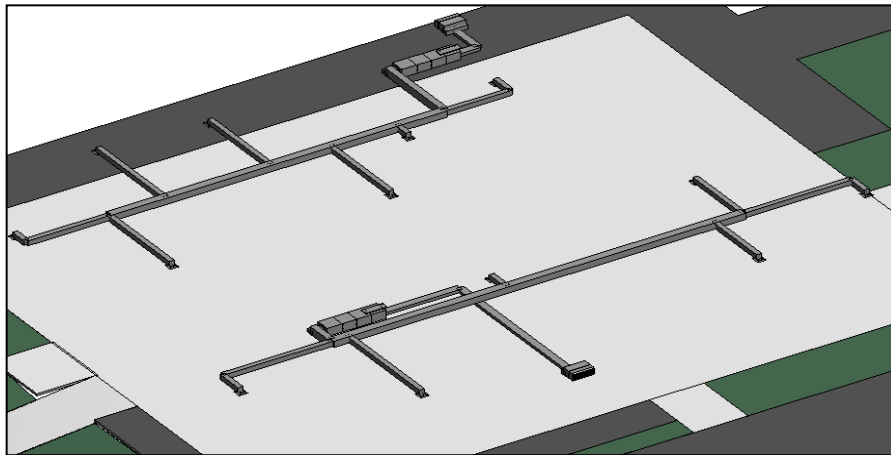
Cada uno de los circuitos dispone de los elementos de seguridad para cumplir con las medidas de seguridad que requiere cada gas por sus propiedades.

3.4.2.- HVAC

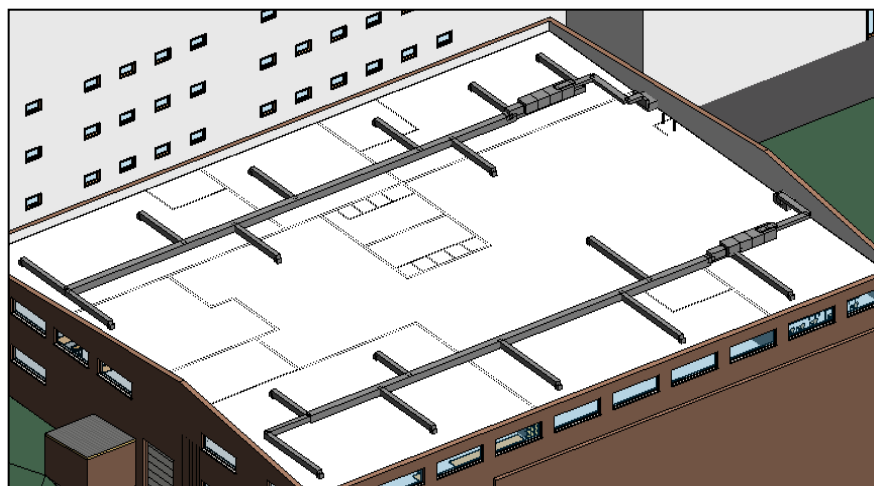
El sistema de climatización del edificio se ha realizado con el mismo módulo de REVIT (sistemas) que para los gases.

En primer lugar se definen los componentes que van a formar parte del sistema. En este caso se han instalado tomas de aire, para que llegue aire hasta el equipo de regulación, el equipo de regulación y la salida del aire a los laboratorios y aulas.

Una vez creado se define el sistema, en este caso se han definido 4 sistemas de climatización independientes (2 planta baja y 2 planta primera planta) para abastecer a todo a todo el edificio.



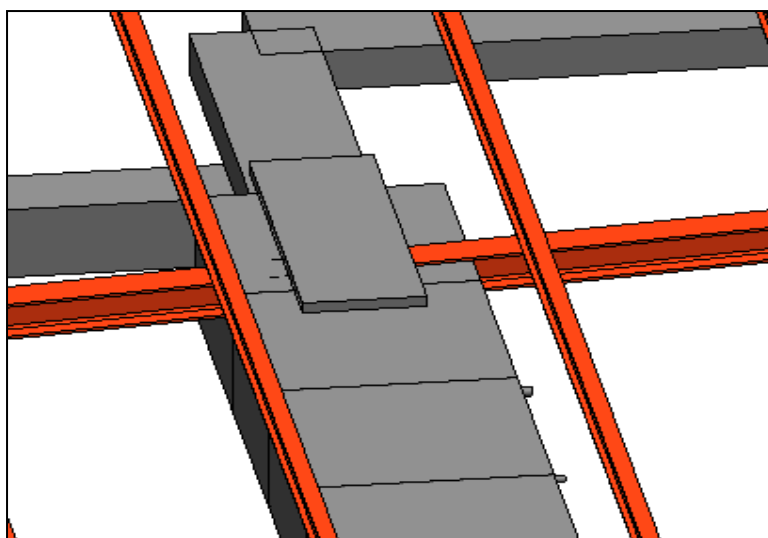
56.- Instalaciones HVAC planta baja -REVIT



57.- Instalaciones HVAC primera planta – REVIT

Existe la opción de generar diferentes tipos de soluciones según los requerimientos y preferencias del usuario y de la instalación.

Como en el caso de los gases, los archivos importados no se tienen en cuenta a la hora de generar los conductos del aire, creando conflictos espaciales.



58.- Conflicto entre estructura vinculada y sistema HVAC- REVIT

Referente al aspecto constructivo, se han instalado 2 sistemas de HVAC independientes en la planta baja y 2 en primera planta, desarrollados en red en el eje longitudinal del edificio. El hecho de que sean existan 2 sistemas independientes por planta se debe a que en caso de que falle uno (averías, corte de luz...) el resto de la planta no se quede sin poder tratar el aire, además por el tema de capacidades resulta más sencillo de definir.

Todos los sistemas están apoyados sobre una estructura auxiliar unida a la estructura principal del edificio generando mayor fijación en las unidades de tratamiento de aire.

Las tomas de aire de los equipos de la planta baja se encuentran en la fachada Norte y Sur, mientras que las tomas de aire de la primera planta se encuentran en la fachada Este.

Los sistemas HVAC son polivalentes, es decir, generan tanto calor como frío regulando la temperatura del edificio de manera exacta y homogénea. Además se evitar tener que desarrollar un sistema de calefacción para el edificio.

3.4.3.- Saneamiento

El sistema de saneamiento se realiza mediante dos redes independientes. Una de ellas abarca el ala norte del edificio mientras que la otra se encarga del ala sur.

Existe una bajante para cada una de las 2 redes, situadas en los baños de la primera planta hasta los baños de la planta baja.

Ambas redes de saneamiento disponen de botes sifónicos para lavabos, fregaderos y urinarios de todo el edificio.

Están instaladas arquetas registrables en cada uno de los cuartos por los que pasa dicha instalación.

Se adjuntan los planos del sistema de saneamiento en los anejos de la memoria.

3.4.4.- Agua Caliente

La instalación de agua caliente comienza en la caldera situada en el cuarto técnico del edificio (planta baja) desde la que se bombea a todo el edificio.

El agua caliente se suministra en forma de red, con unas tuberías principales (largas) que transporta el agua hasta zonas próximas de uso y luego unas tuberías secundarias (cortas) que llegan hasta el punto de uso.

Todos los cuartos disponen de válvulas de corte de suministro.

Se adjuntan planos de agua caliente en los anejos de la memoria.

3.4.5.- Agua fría

La acometida de agua se encuentra en el ala sur del edificio. Esta abastece al grupo de presión, a la caldera del agua caliente y a la bomba que le suministra la presión necesaria para llegar a todo el edificio.

La instalación de agua fría se ha generado en paralelo a la de agua caliente, con tuberías principales de suministro en red y tuberías secundarias hasta puntos de uso y urinarios.

Todos los cuartos por los que pasa el agua disponen de llaves de corte del suministro.

Se adjuntan planos de agua fría en los anejos de la memoria.

3.4.6.- Grupo presión

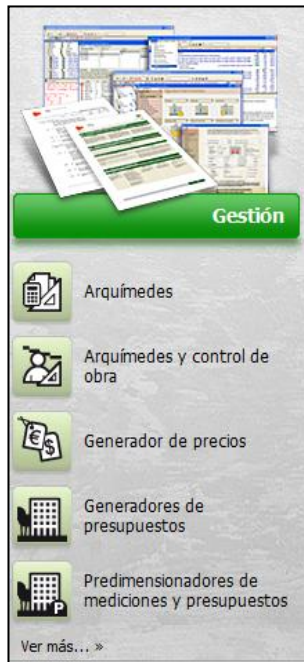
La instalación de agua a presión dispone de una bomba a la que se le suministra agua fría y un depósito presurizado para almacenar el agua a alta presión para su posterior uso.

La instalación del grupo a presión está diseñada para abastecer de agua a los inodoros de ambas plantas.

Se adjuntan planos de la instalación del grupo de presión en los anejos de memoria.

4.- Presupuesto

La realización del presupuesto es una tarea que se puede realizar con un sinfín de programas. De los programas que se han comentado anteriormente únicamente CYPE tiene un módulo dedicado específicamente a este fin.



La herramienta para realizarlo es Arquímedes. Está es capaz de realizarte un presupuesto detallado directamente de un proyecto realizado en CYPE. Como en este caso no se ha realizado el proyecto integral en CYPE (instalaciones en REVIT y AUTOCAD) se ha decidido realizar el presupuesto con Presto.

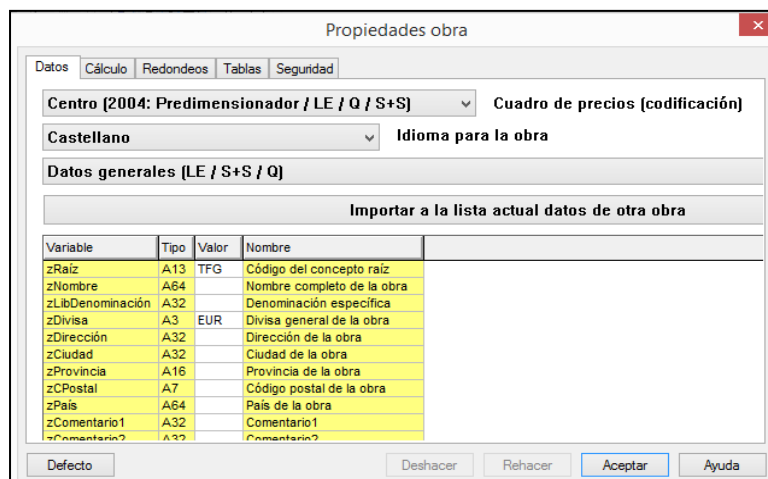
En Presto se definirán las mediciones de las diferentes partidas en función de lo generado a lo largo del proyecto (cimentación, estructura, sistema envolvente e instalaciones) y luego se asignarán los precios en función de una base de precios.

Así se generarán los documentos 4 y 5 referentes a la memoria de un proyecto técnico.

59.- Módulo Gestión- REVIT

Es necesario, antes de empezar a generar el presupuesto, tener a disposición una base de precios o importar una para que sirva de referencia a la hora de ir generando el presupuesto y que no haya conflictos de precios para el mismo concepto, es decir, que partidas que tienen el mismo concepto en cada una se refleje un precio diferente para ese concepto.

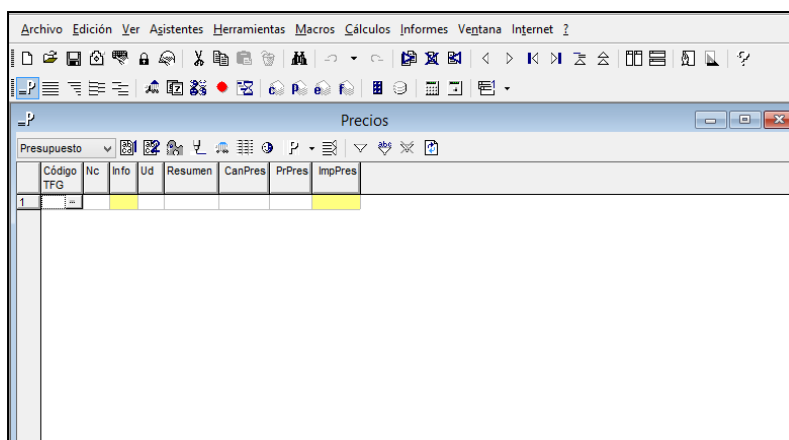
Una vez que se inicia un presupuesto nuevo, Presto exige que se definas ciertas propiedades de la obra (se pueden modificar una vez empezado el presupuesto. Pestaña “Archivo” → Propiedades de obra).



60.- Propiedades obra- Presto

Una vez definidas las propiedades se abre el entorno principal de trabajo de Presto, en la que inicialmente, por defecto, se muestra únicamente la ventana de Precios.

Esta ventana es el grueso del presupuesto, donde se definen las partidas que con los precios (en función de la base de datos) y las mediciones de cada concepto.



61.- Ventana "Precios" en entorno- Presto

Con referencia a las mediciones, existen dos formas de asignarlas.

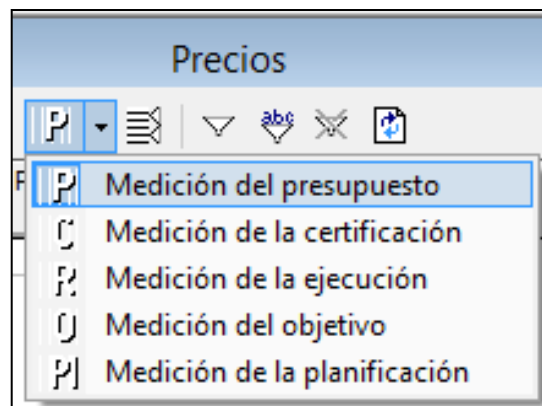
La primera de ellas consiste en imputar directamente, poniendo el valor numérico en el concepto.

Guía implementación herramientas BIM

Presupuesto								
	Código	Nc	Info	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
	E04CAB		rh		VERTIDO BOMBA	1,00	22.057,56	22.057,56
1	E04CAB020		trh	m3	HORMIGÓN HA-25/P/40/lla CIM.V.BOMBA	126,00	175,06	22.057,56

62.- Partida en cuadro de precios- Presto

El otro modo de trabajo, es desplegar la pestaña “Medición del presupuesto” e ir definiendo ahí las medidas que corresponden a de cada concepto (longitud, anchura y altura).



63.- Desplegable "Precios" - Presto

Esta forma de trabajo es más recomendable que la anterior, ya que se conoce con más precisión las mediciones que se definen.

	Código	Nc	Info	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
	E02AM010		umtrh	m2	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO A MÁQUINA	2.000,00	0,72	1.440,00
1	O010A070		Sh	h	Peón ordinario	0,006	16,88	0,10
2	M11MM030		S	h	Motosierra gasol. L=40 cm 1,32 cv	0,100	2,19	0,22
3	M05PN010		h	h	Pala cargadora neumáticos 85 cv 1,2 m3	0,010	39,83	0,40

Medición del presupuesto E02AM/E02AM010 m2 DESBROCE Y LIMPIEZA DE TER										
Fase activa 1										
	Fase	Comentario	N	Longitud	Anchura	Altura	Fórmula	Parcial	Subtotal	Id
1	1	Limpieza	1	50,00	40,00			2.000,00	0	

64.- Ventanas "Precio" y "Medición del presupuesto"- Presto

Para la definición de las mediciones se han aplicado ambas formas de trabajo ya que los datos han sido obtenidos de las diferentes herramientas utilizadas y cada uno los muestra de diferente manera.

Los datos de CYPE se han extraído de los informes generados donde ya se hace un resumen de mediciones (véase anejo de informes de cimentación y estructura) y por tanto, se ha utilizado el primer método, mientras que en REVIT y AUTOCAD se han ido tomando medidas sobre los planos y se ha aplicado el segundo método para definir las dimensiones.

Presupuesto								
	Código TFG_PRECIOS	Nc	Info r	Ud	Resumen	CanPres	PrPres 760.048,84	ImpPres 760.048,84
1	1		r		TRABAJOS PREVIOS	1	19.042,50	19.042,50
2	2		rh		CIMENTACIONES	1	55.791,10	55.791,10
3	3		rh		ESTRUCTURAS Y CUBIERTA	1	295.127,24	295.127,24
4	4		rh		CERRAMIENTOS Y FALSOS TECHOS	1	220.982,62	220.982,62
5	5		prh		CARPINTERÍA	1	30.031,93	30.031,93
6	6		r		INSTALACIONES	1	139.073,45	139.073,45

65.- Capítulos del presupuesto del proyecto -Presto

Se adjunta presupuesto y mediciones en el anejo.

5.- Conclusión

Como se ha mostrado el entorno de las herramientas BIM es muy amplio y dinámico, siempre en continua renovación y optimización (suelen lanzar una nueva versión cada año).

Cada software de diseño y cálculo (los presentados en este TFG y los que no) tienen un sinfín de posibilidades, la elección de los mismos radica fundamentalmente en el conocimiento que tenga el usuario de cada uno de ellos, sabiendo cual son las ventajas y limitaciones que presentan y las posibilidades de vinculación que existen entre ellos.

Con referencia a los programas desarrollados en el TFG, se espera haber llegado a un nivel de profundidad suficiente para que, usuarios sin experiencia en la utilización de estos programas, sean capaces de gestionar por ellos mismos la generación de nuevos proyectos facilitándoles el desarrollo del mismo y haciéndoles la iniciación al aprendizaje mucho más eficaz.

Como punto a tener en cuenta y un poco fuera del marco BIM del TFG, se considera necesario que ciertos programas sean objetivo de aprendizaje dentro de asignaturas de la carrera ya que existen infinidad de softwares muy potentes e interesantes de manejar.

Además estos conocimientos suponen un salto cualitativo del estudiante a la hora de enfrentarse al mundo laboral, ya que la mayoría de empresas relacionadas con ingeniería implementan software (al alcance de la Universidad), para el desarrollo de sus ejercicios.

Como líneas futuras a este TFG, sería interesante motivar a los estudiantes a realizar TFG similares a este, los cuales sirvan como herramienta de apoyo para futuros estudiantes que se puedan encontrar con la misma situación, generando un bucle en el que los estudiantes de último año aporten los conocimientos adquiridos a otros estudiantes.

Firmado: Martín Encinas, Javier

Autor: Martín Encinas, Javier

Titulación: Grado Ingeniería mecánica

Bibliografía

<http://www.autodesk.es/products/revit-family/overview>

<http://www.autodesk.es/products/autocad/overview>

<http://www.cype.es/>

<http://www.arquitecturapura.com>

<http://www.bimetica.com/>

<https://www.soloarquitectura.com>

<http://www.cursoscady3d.com>