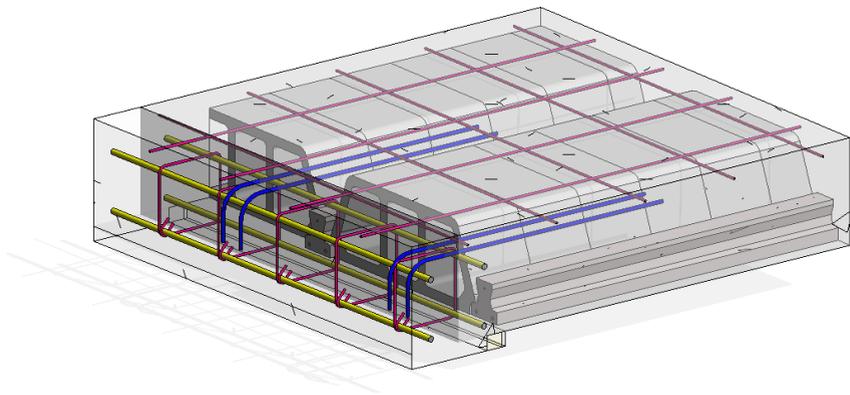




Modelado y Cuantificación de la estructura de una vivienda unifamiliar con tecnología BIM



Autor: Pablo Martínez Triguero

Tutoras: Inmaculada Oliver Faubel – María Begoña Fuentes Giner

Curso: 2017/2018

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

- RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Mi proyecto final de grado se va a basar en el modelado y cuantificación de una vivienda unifamiliar mediante la tecnología BIM. Para favorecer el resultado del proyecto emplearé dos programas diferentes como son Revit y AutoCad, con el fin de contrastar similitudes y diferencias, así como detectar posibles inconvenientes y virtudes de ambos.

Con respecto al contexto decir que, el TFG se desarrollará compaginándolo con algunas asignaturas cursadas en el segundo cuatrimestre. La vivienda que analizaré me la ha facilitado un arquitecto de uno de sus muchos proyectos.

Realización de una vivienda unifamiliar ubicada en la C/ Numancia, Quart de Poblet, Valencia (46930). Esta vivienda consta de una superficie útil total de 301,43 m² distribuidos en una planta sótano, planta acceso, planta primera, planta segunda y planta altillo.

Palabras Clave: BIM, Modelado, Vivienda Unifamiliar, Revit, Estructuras.



- RESUM I PARAULES CLAU.

El meu projecte final de grau es va a basar en el modelatge i quantificació d'un habitatge unifamiliar mitjançant la tecnologia BIM. Per afavorir el resultat del projecte empraré dos programes diferents com són Revit i AutoCad, per tal de contrastar similituds i diferències, així com detectar possibles inconvenients i virtuts de tots dos.

Pel que fa al context dir que, el TFG es desenvoluparà compaginant-ho amb algunes assignatures cursades en el segon quadrimestre. L'habitatge que analitzaré me l'ha facilitat un arquitecte d'un dels seus molts projectes.

Realització d'un habitatge unifamiliar situada al C/Numància, Quart de Poblet, València (46930). Aquest habitatge consta d'una superfície útil total de 301,43 m² distribuïts en una planta soterrani, planta accés, planta primera, planta segona i planta altell.

Paraules Clau: BIM, Modelatge, Habitatge Unifamiliar, Revit, Estructures.



- ABSTRACT AND KEYWORDS

My final grade will be based on modeling and quantification of a single-family housing by BIM technology. To promote the outcome of the project will use two different programs such as AutoCad Revit and, in order to contrast similarities and differences and identify possible shortcomings and virtues of both.

Regarding the context say that the TFG will be developed combining it with some courses taken in the second quarter. I discuss housing has provided me an architect of one of his many projects.

Making a family home in the C/Numancia, Quart de Poblet, Valencia (46930). This house has a total useful area of 301,43 m² in a basement, ground access, first floor, second floor and attic floor.

Keywords: BIM, Modeling, House detached, Revit, Structures.



AGRADECIMIENTOS

“Quiero agradecer este Proyecto Final de Grado a toda la gente que ha estado apoyándome día a día, en especial a mi familia, pareja y amigos, los cuales han hecho posible que haya terminado esta etapa en mi vida satisfactoriamente. También agradecer este proyecto a mis tutoras por su dedicación e implicación y al arquitecto que me ha facilitado la información”



ACRÓNIMOS UTILIZADOS

BIM (Building Information of Modeling)

LOD (Level of Development)

TFG (Trabajo Final de Grado)

CAD (Computer Aided Design / Diseño Asistido por Ordenador)

IVE (Instituto Valenciano de la Edificación)

INDICE

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	2
RESUMEN Y PALABRAS CLAVES.....	2
- RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	2
- RESUM I PARAULES CLAU.....	3
- ABSTRACT AND KEYWORDS	4
AGRADECIMIENTOS	5
ACRÓNIMOS UTILIZADOS	6
INTRODUCCIÓN	9
OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	10
OBJETIVOS	10
METODOLOGÍA	10
MOTIVACIÓN	11
CAPÍTULO II. INTRODUCCIÓN AL BIM	12
¿QUÉ ES BIM?.....	12
LOD (NIVEL DE DESARROLLO) E INCOHERENCIAS	17
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DEL PROYECTO.....	23
INFORMACIÓN PREVIA	23
CAPÍTULO IV. PRÁCTICA	28
CREACIÓN DE LA ESTRUCTURA	28
CIMENTACIÓN.....	28
MUROS	38

PILARES.....	41
VIGAS.....	43
FORJADO	46
CAPÍTULO V. TABLAS DE PLANIFICACIÓN	58
TABLA DE PILARES	58
TABLAS DE CUANTIFICACIÓN	64
TABLAS DE CUANTIFICACIÓN DEL VOLÚMEN DE HORMIGÓN	64
TABLAS DE CUANTIFICACIÓN Y COSTES DE PILARES.....	68
TABLAS DE CUANTIFICACIÓN Y COSTES DE VIGAS.....	73
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE ARMADURAS	79
TABLA PARA CONTROL DE CALIDAD DEL HORMIGÓN	87
FILTROS PARA UNA MEJOR VISUALIZACIÓN.....	98
CAPÍTULO VI. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	103
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES	105
CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	107
CAPÍTULO IX. ÍNDICE DE IMÁGENES.....	108
CAPÍTULO X. ÍNDICE DE TABLAS.....	111
CAPÍTULO XI. ANEXOS.....	106



INTRODUCCIÓN

Este trabajo final de grado ha sido desarrollado mediante la tecnología BIM, principalmente, empleando el software Revit para poder elaborar la estructura y su posterior cuantificación. Esta vivienda unifamiliar se encuentra en la calle Numancia del municipio Quart de Poblet.

Para poder llevar a cabo el trabajo, ha sido necesario contar con la ayuda tutelada de las profesoras Inmaculada Oliver Faubel y Begoña Fuentes Giner.

Puesto que ya tenía nociones básicas de este programa, adquiridas de forma autodidacta, quería dar un paso adelante y centrar mi TFG en la estructura y como poder sacar la información mediante tablas de planificación.



OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

OBJETIVOS

Demostrar las habilidades, destrezas y contenidos adquiridos durante el recorrido de la carrera implementándola con la metodología BIM.

Analizar y detectar los posibles inconvenientes y ventajas de las distintas metodologías empleadas, tanto con el uso de AutoCad como con Revit.

Tras realizar el proyecto, podremos determinar la utilidad que tiene la metodología BIM, frente a la metodología tradicional del dibujo en 2D.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este TFG va a ser la metodología BIM, para poder obtener del proyecto todos los datos necesarios desde un mismo modelo.



MOTIVACIÓN

La realización del TFG centrada en el estudio sobre la metodología BIM surge a partir de crear una comparativa entre el trabajo creado mediante un sistema tradicional y aquel que podemos conseguir empleando una metodología BIM.

Este sistema, a pesar de ser el menos empleado, puesto que todavía no se conoce, es más efectivo ya que al modificar datos del proyecto, se podrá ver reflejado en planos, mediciones, etc.

Hoy en día no todos los estudios de arquitectura emplean esta metodología ya que por su complejidad se siguen decantando hacia la metodología tradicional, por miedo y desconfianza.

Tras haberme adentrado en su estudio y en el mundo de la creación de proyectos con el sistema antes mencionado, se ha despertado en mí una gran motivación por aprender a desarrollar al máximo todas y cada una de las herramientas de las que dispone esta metodología.

Una de las metas a conseguir en mi futuro como Arquitecto Técnico sería poder tener mi propio estudio en el que se trabaje a través de BIM y ayudar a implantarla a aquellas empresas que, todavía no la conozcan.

CAPÍTULO II.

INTRODUCCIÓN AL BIM

¿QUÉ ES BIM?

Quizás ya has oído hablar de BIM, ¿pero que es BIM?, “Building Information Modeling”.

BIM supone una auténtica revolución que en muy poco tiempo está cambiando los métodos de trabajo que se estaban utilizando.

Mientras que las aplicaciones de CAD imitan el tradicional proceso de lápiz y papel en 2D creados a base de elementos sencillos como son la línea, tramas textos, etc...

Las aplicaciones BIM imitan el proceso real de la construcción, la metodología BIM va mucho más allá del 3D, es un método multidisciplinar que abarca todas las fases del ciclo de vida del edificio y su infraestructura.

Se trata de una metodología de **TRABAJO COLABORATIVA** entre proyectistas, constructores y demás agentes implicados en un proceso constructivo.



1. Trabajo Colaborativo

BIM se está imponiendo como el nuevo estándar en la construcción a nivel nacional, europeo y mundial.

La filosofía BIM trabaja con modelos constructivos pretendiendo como último objetivo realizar toda la **INFORMACIÓN EN UN ÚNICO MODELO**, no solo es un concepto visual del edificio, sino que representación se fundamenta en datos y no solo en geometría existiendo en todo momento entre ese modelo y la base de datos una **VINCULACIÓN** permanentemente entre ambos, si algo cambia en el diseño del modelo, los elementos afectados se actualizan automáticamente, así como todos los dibujos y planos.

Gracias a esto se consigue un **AHORRO DE TIEMPO** y una **OPTIMIZACIÓN** del todo el proceso que se pone de manifiesto en una mayor **CALIDAD Y RENTABILIDAD** del proyecto.



2. Fases del BIM

- La fase de del diseño comienza con una construcción virtual inicial que imita el proceso real utilizando objetos inteligentes (Muros, ventanas, cubiertas, etc...), pudiendo utilizar bibliotecas de fabricantes en las cuales especificarán toda sus características físicas y técnicas, así como su coste.

Sobre este modelo virtual se puede **OBTENER CÁLCULOS** precisos sobre estructuras, instalaciones, mediciones y presupuestos y también su eficiencia energética.

BIM permite realizar todo tipo de simulaciones detectando entre otros colisiones y conflictos. Hasta ahora cuando se detectaba un error había de detener el proceso y volver a empezar, con BIM ya no es necesario, el modelo es corregido al instante por la persona responsable **MINIMIZANDO LOS CONTRATIEMPOS**, esto hace posible redactar proyectos de más envergadura en



menos tiempo posible y **REDUCIENDO CONSIDERABLEMENTE LOS COSTES.**

✚ En la fase de construcción la metodología BIM permite entre otros planificar virtualmente la obra en 3D según la secuencia de ejecución y controlar su seguimiento por parte todos sus agentes interesados, consultar el modelo tridimensional en dispositivos electrónicos (ordenador, Tablet, móvil, etc...) en lugar de los tradicionales planos en 2D.

Incorporar al **MODELO VIVO** las modificaciones sufridas por el proyecto en la obra permitiendo generar la información que corresponde al edificio tal y como está construido.

✚ Gracias a la aplicación de la metodología BIM en las fases anteriores durante la fase de explotación y mantenimiento, la información entregada al cliente/promotor facilita una mejor gestión de instalaciones y espacios, incrementando la sostenibilidad y eficiencia en el mantenimiento del edificio. Todo ello permitirá prolongar la vida útil del inmueble.



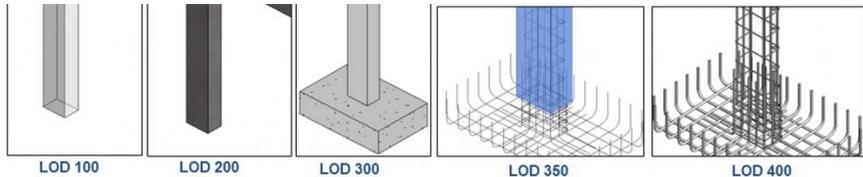
Como hemos visto el uso de BIM se está extendiendo a nivel mundial no solo por las nuevas exigencias normativas cada vez más extendidas que establecen este método como requisito reglamentario a la adjudicación de proyectos de construcción, sino porque supone una ventaja competitiva para todas las empresas del sector:

- Reduce costes y tiempo aumentando la eficiencia.
- El ahorro y la transparencia.
- Lleva a cabo la construcción virtual del modelo imitando el proceso real.
- Mejora los flujos de trabajo.
- Elimina incertidumbre y errores.
- Incrementa la rentabilidad del proyecto.

LOD (NIVEL DE DESARROLLO) E INCOHERENCIAS

Este nivel de desarrollo viene dado tanto por la geometría como también la información que le apliquemos a esta. Por lo tanto, el LOD es una medida de la cantidad de información y la calidad de esta.

A mayor complejidad y un mayor LOD podremos darnos cuenta de distintos errores o incoherencias entre proyectos o disciplinas.

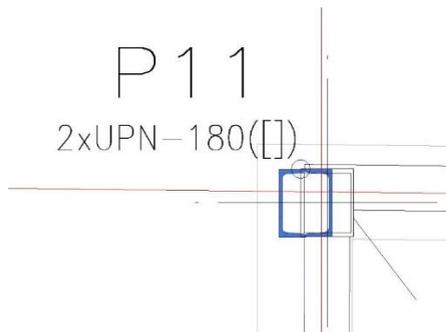


3_LOD

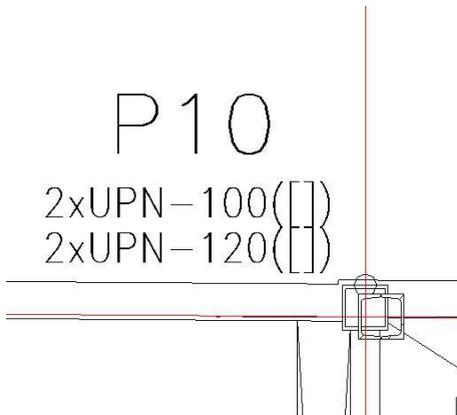
En este TFG me he basado prácticamente en la fase estructural y como desarrollar distintos encuentros.

En el primer nivel desarrollo, LOD 100, la primera incoherencia que encontramos simplemente haciendo un estudio del proyecto, es una desalineación de algunos pilares como podéis observar en las imágenes siguientes.

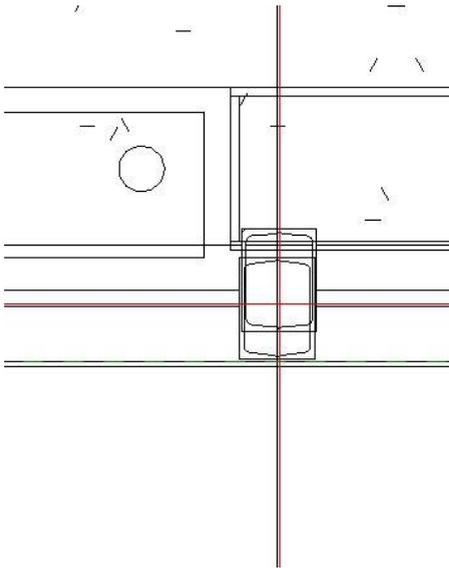
Al estar en fase de proyecto no nos ocasiona ningún tipo de gasto.



4_Incongruencia en P11



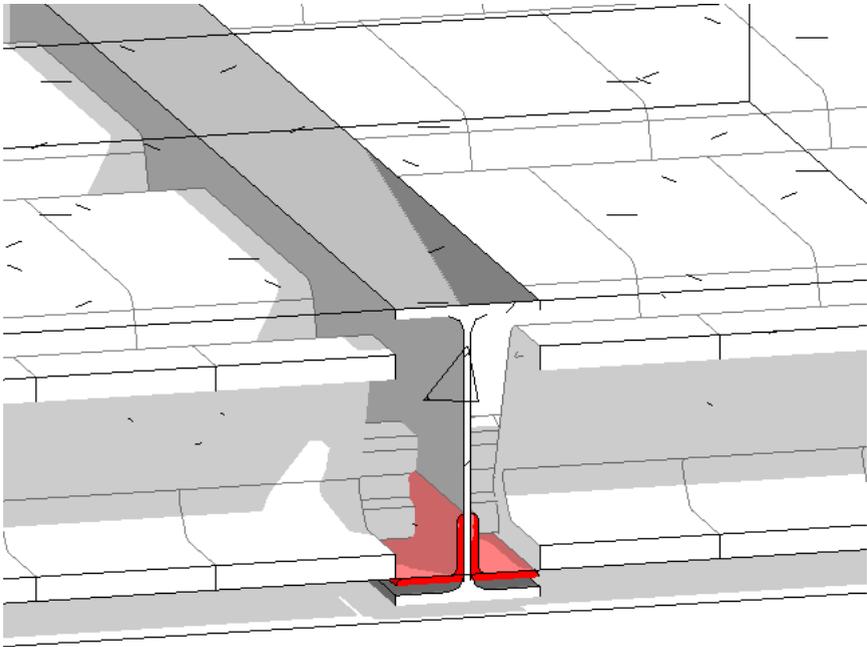
5_Incongruencia en P10



6_Incongruencia en P3

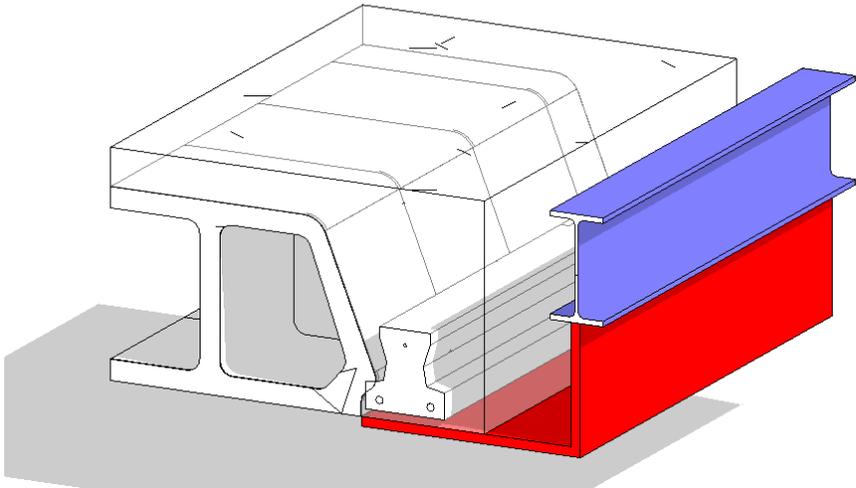
Posteriormente cuanto más avanza el proyecto y por ello el nivel de detalle, mas que incoherencias en el proyecto hemos tenido de detallar mejor todos los tipos de encuentros. Como por ejemplo la unión entre pilares y vigas, el encuentro del forjado unidireccional con las vigas metálicas, etc...

Por ejemplo, donde nuestras vigas tienen un canto superior al del forjado gracias a este desarrollo LOD 300, he podido descubrir que necesitaba tener un elemento rígido que se soldase al alma de la viga y que en él pudiesen apoyar las semiviguetas.



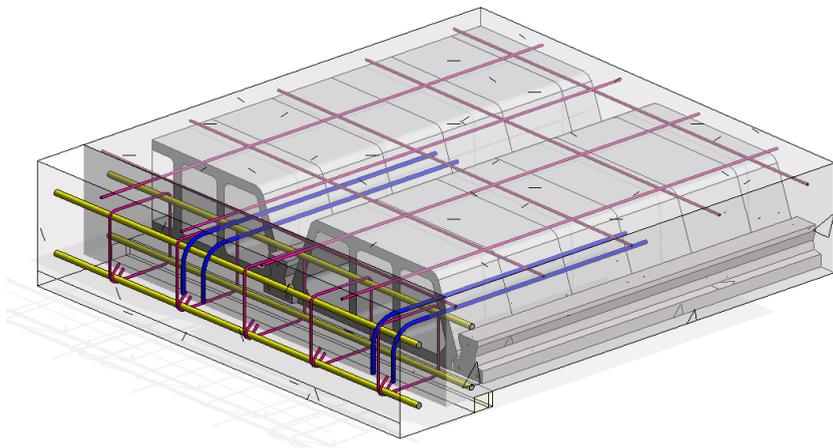
7_Apoyo en viga de mayor canto

En caso contrario si el canto de la viga es menor al canto del forjado habrá que soldar un perfil en L para que aguante al forjado como en la imagen siguiente.



8_Encuentro de forjado con viga de menor canto

Para definir el LOD 400, vamos a empezar a definir la armadura y también varios encuentros, como por ejemplo el zuncho de borde que muestro a continuación.



9_Forjado unidireccional zuncho de borde

En este 3D se puede apreciar claramente el mallazo de reparto, el zuncho de borde, los negativos, las semiviguetas y las bovedillas.

Que posteriormente se les aplicará un precio y podremos calcular el conjunto de estos elementos.



CAPÍTULO III. ANÁLISIS DEL PROYECTO

INFORMACIÓN PREVIA

Antes de comenzar un proyecto en BIM lo primero es obtener la información previa de lo que se va a querer desarrollar. En el caso de este TFG he tenido la oportunidad de trabajar con un proyecto real ya ejecutado, el cual he tenido acceso a el gracias al arquitecto que me dio el permiso para documentarme.

Se trata de una vivienda unifamiliar entre medianeras situada en C/ Numancia, 12 – Quart de Poblet (Valencia).

USO GARAJE

SUPERFICIE CONSTRUIDA **70,15 m²**
SUPERFICIE ÚTIL **60,49 m²**

USO VIVIENDA

SUPERFICIE CONSTRUIDA **383,35 m²**
SUPERFICIE ÚTIL **301,43 m²**

SUPERFICIE CONSTRUIDA VIVIENDA (POR PLANTAS)

PLANTA
SÓTANO 124,62 m²
PLANTA ACCESO 27,64 m²
PLANTA PRIMERA 107,19 m²
PLANTA SEGUNDA 92,16 m²
PLANTA ALTILLO 31,74 m²

TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA VIVIENDA 383,35 m²

SUPERFICIE ÚTIL VIVIENDA (POR ESTANCIAS)

PLANTA SÓTANO

Modelado y Cuantificación de la estructura de una vivienda unifamiliar. con tecnología BIM

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València



INSTALACIONES 8,55 m²
SALA 76,73 m²
ESCALERA 7,56 m²
PATIOS CUBIERTOS 11,20 m²

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA SÓTANO 104,04 m²

PLANTA ACCESO

VESTÍBULO 12,52 m²
ESCALERA 5,10 m²

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA ACCESO 17,62 m²

PLANTA PRIMERA

HABITACIÓN 1 12,61 m²
HABITACIÓN 2 12,30 m²
HABITACIÓN 3 12,30 m²
HABITACIÓN 4 17,58 m²
BAÑO 5,76 m²
ASEO 4,40 m²
CIRCULACIONES 15,12 m²
ESCALERA 5,10 m²

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA PRIMERA 85,17 m²

PLANTA SEGUNDA

ESTAR · COMEDOR 38,24 m²
COCINA 9,20 m²
OFFICE 10,67 m²
ASEO 2,82 m²
VESTÍBULO 4,86 m²
ESCALERA 5,10 m²

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA SEGUNDA 70,89 m²

TERRAZA PLANTA SEGUNDA 17,58 m²

PLANTA ALTILLO

ESTUDIO 23,71 m²

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA ALTILLO 23,71 m²

TERRAZA PLANTA ALTILLO 4,28 m²

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL VIVIENDA 301,43 m²

Una vez estudiado el proyecto, es hora de adentrarnos en nuestro software BIM para desarrollar este proyecto.

Lo primero que haremos es definir la información y la localización de nuestro proyecto

Información de proyecto X

Familia: Familia de sistema: Información de proyecto Cargar...

Tipo: Editar tipo...

Parámetros de ejemplar - Controlan ejemplares seleccionados o que deben crearse

Parámetro	Valor
Datos de identidad	
Nombre de organización	
Descripción de organización	
Nombre del edificio	Vivienda Unifamiliar
Autor	Pablo Martínez Triguero
Análisis energético	
Configuración de energía	Editar...
Otros	
Fecha de emisión de proyecto	Junio 2018
Estado de proyecto	Desarrollo
Nombre de cliente	Propietario
Dirección de proyecto	C/ Numancia - Nº12
Nombre de proyecto	Vivienda Unifamiliar
Número de proyecto	0001

Aceptar Cancelar

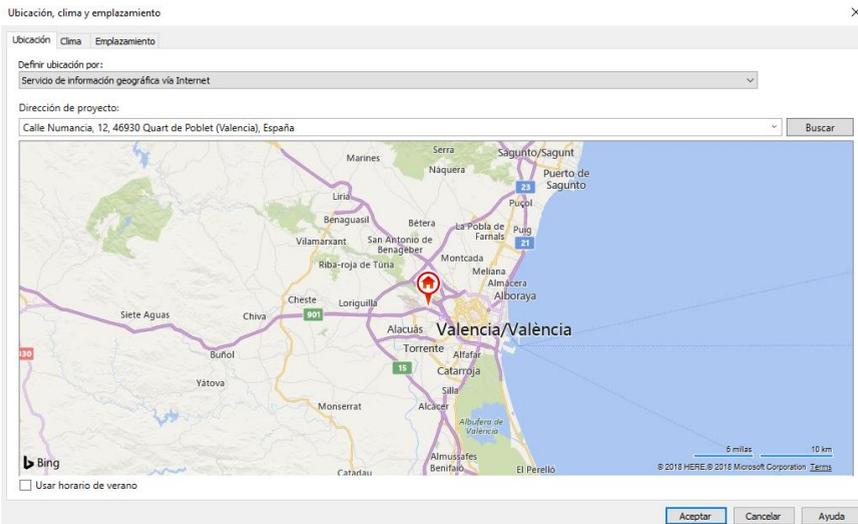
10- Información de Proyecto

Modelado y Cuantificación de la estructura de una vivienda unifamiliar. con tecnología BIM

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Pablo Martínez Triguero

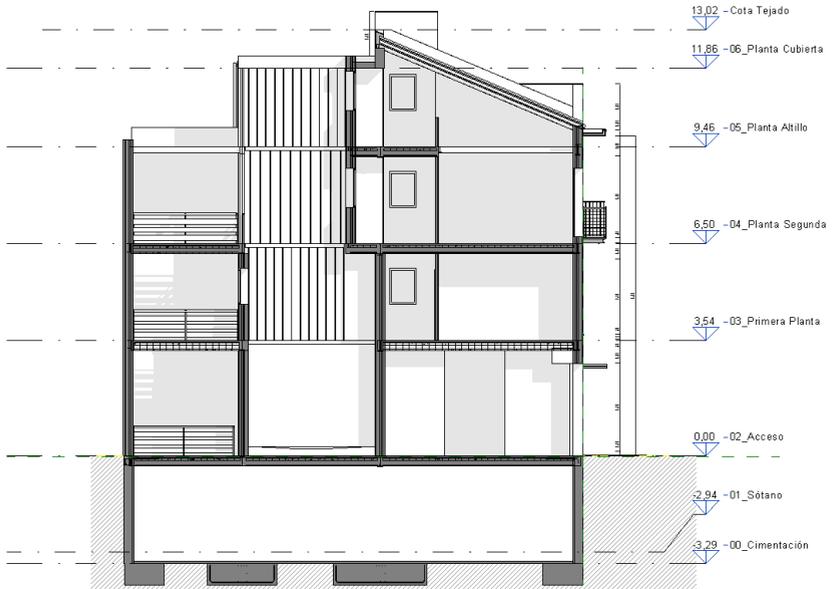
Pág 25 de 112



11- Ubicación de Proyecto

Definido ya la información del proyecto y la ubicación podemos empezar a introducir planos en CAD para poder empezar a elaborar nuestro

proyecto. Solo faltaría colocar los niveles para poder trabajar con todas las plantas necesarias.



12 -Niveles



CAPÍTULO IV. PRÁCTICA

CREACIÓN DE LA ESTRUCTURA

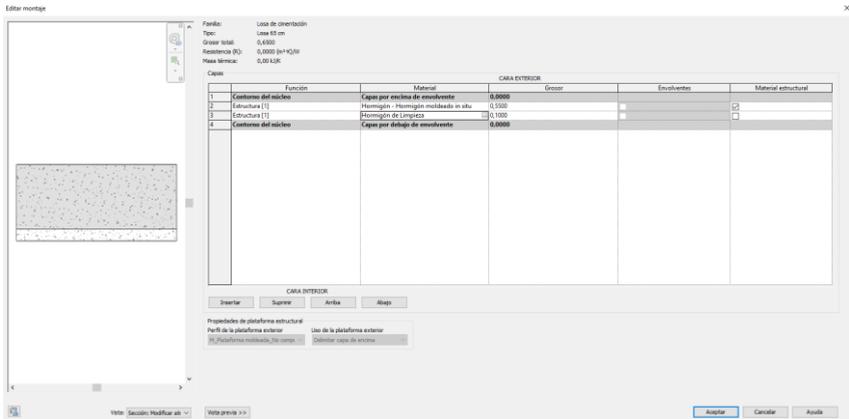
Una vez colocado los planos y creado los niveles para determinar las alturas, continuaremos realizando la estructura.

CIMENTACIÓN

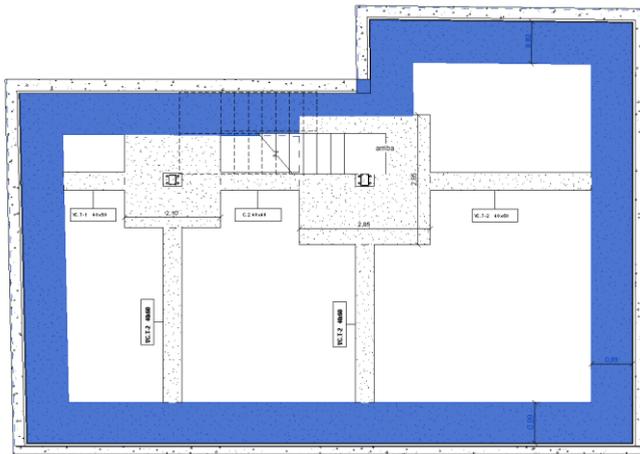
La cimentación de esta vivienda unifamiliar está formada por una losa perimetral y unas Zapatas aisladas que están arriostradas a la losa mediante vigas de arriostramiento y vigas centradoras.

Por lo tanto, lo primero que vamos a realizar es la creación de la losa, la zapata y las vigas.

• LOSA DE CMENTACIÓ



13- Características de la Losa



Modelado y Cuantificación de la estructura de una vivienda unifamiliar. con tecnología BIM

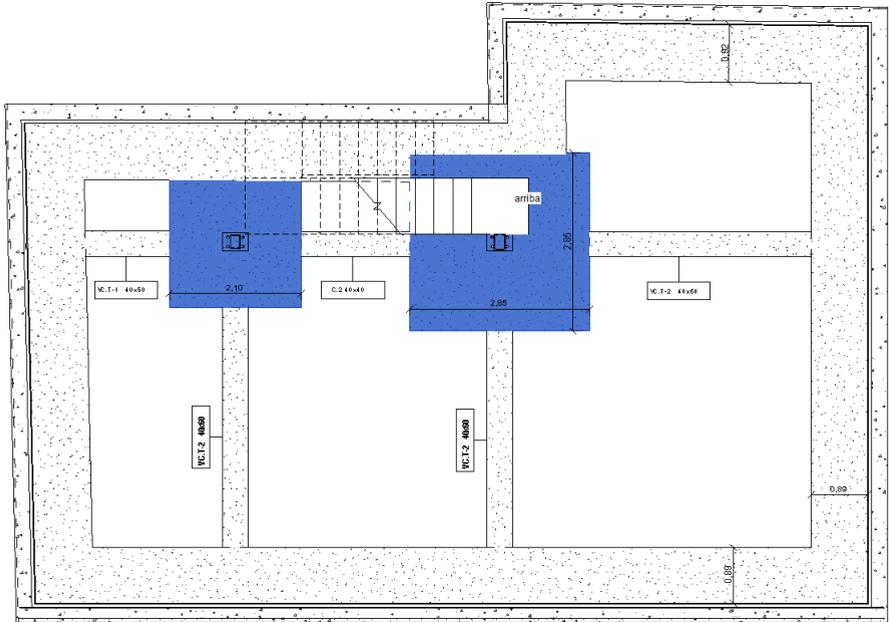
Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Pablo Martínez Triguero

Pág 29 de 112

14-Losa de Cimentación

- ZAPATAS



15-Zapatas Aisladas

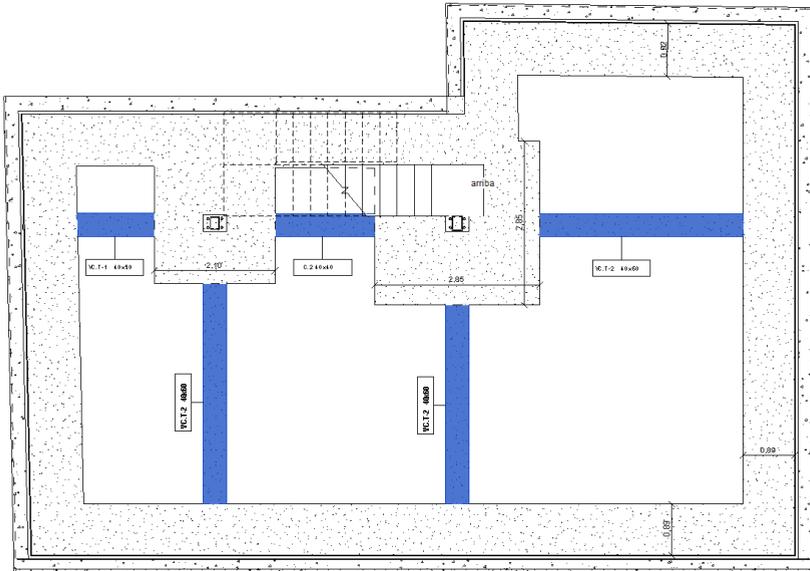
Modelado y Cuantificación de la estructura de una vivienda unifamiliar. con tecnología BIM

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Pablo Martínez Triguero

Pág 30 de 112

- VIGAS CENTRADORAS



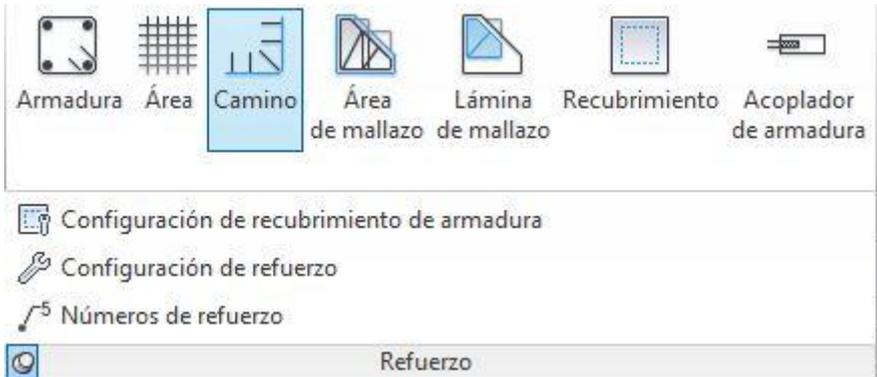
16-Vigas Centradoras

Una vez que ya tenemos hecha la cimentación, es hora de colocar armaduras para así poder sacar con exactitud cuantos kilos de acero queremos y cuanta armadura tendríamos que subcontractar.

Para comenzar a colocar las armaduras es necesario poner unos recubrimientos a nuestros elementos que queremos armar.



Para ello iremos a la pestaña de “Estructuras”.



17-Pestaña Configuración de recubrimiento de armadura

Configuración de recubrimiento de armadura



Añadir, eliminar y modificar configuración de recubrimiento de armadura.

Descripción	Parámetro
Recubrimiento Mallazo	25,0 mm
Revestimiento Inferior Zapata contacto con terreno	70,0 mm
Revestimiento Lateral contacto con terreno	70,0 mm
Revestimiento Lateral Libre	50,0 mm
Revestimiento Superior Zapata	50,0 mm

Duplicar

Añadir

Suprimir

Aceptar

Cancelar

Ayuda

18-Configuración de los Recubrimientos

Una vez hayamos creado todos nuestros recubrimientos necesarios se los aplicaremos a nuestros elementos desde la cinta de propiedades como nuestro a continuación.

Propiedades

 Zapata-Rectangular
PM_Zapata 210x210x65

Cimentación estructural (1) Editar tipo

Restricciones

Nivel	00_Cimentación
Anfitrión	Nivel : 00_Cimentación
Desfase de altura desde nivel	0,0000
Se mueve con rejillas	<input checked="" type="checkbox"/>

Materiales y acabados

Material estructural	Hormigón - Hormigón moldeado in situ
----------------------	--------------------------------------

Estructura

Activar modelo analítico	<input checked="" type="checkbox"/>
Recubrimiento de armadura - Cara superior	Revestimiento Lateral Libre <50 mm>
Recubrimiento de armadura - Cara inferior	Revestimiento Mallazo <25 mm>
Recubrimiento de armadura - Otras caras	Revestimiento Inferior Zapata contacto con terreno <70 mm>
Volumen reforzado estimado	Revestimiento Lateral contacto con terreno <70 mm>
Cotas	Revestimiento Lateral Libre <50 mm>
	Revestimiento Superior Zapata <50 mm>

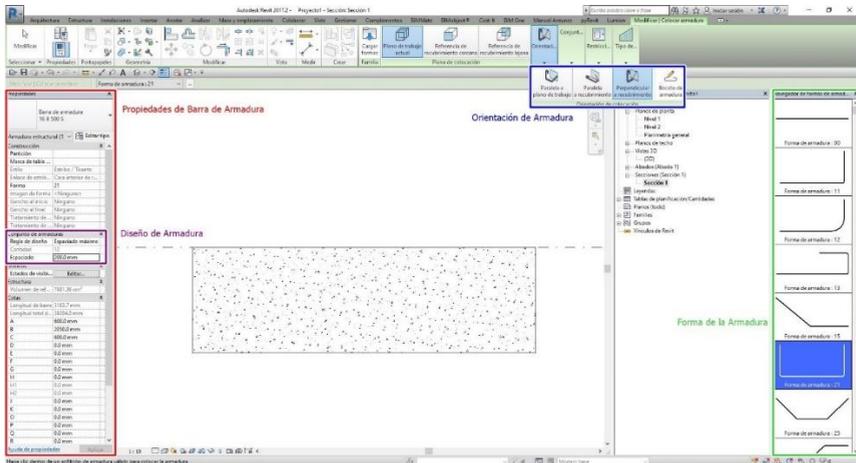
19-Recubrimiento Zapata

Cuando ya tengamos los recubrimientos ya podremos poner los distintos tipos de armaduras que tengamos, tendremos que colocar las armaduras con ayuda de las vistas de sección.

Para comenzar, previamente cargaremos la familia correspondiente que se encuentra en la carpeta de la librería de familias llamada “Formas de armadura estructural”.

Una vez seleccionada las familias con las que vamos a trabajar vamos a empezar a seleccionar la forma de la armadura, la sección que tendrá y la forma de colocación ya sea en paralelo al recubrimiento o perpendicular.

Podremos seleccionar también si queremos colocar solo una armadura o un conjunto de armaduras con una separación máxima que nos haya dado el cálculo.



20 Colocación de Armadura

Para una mejor visualización de nuestra armadura tendremos que cambiar el nivel de detalle de bajo a medio o alto. Dentro de los estados de visibilidad activar donde queremos que se nos vean estas armadura.



Estados de visibilidad de elemento de armadura

? X

Mostrar elemento de armadura sin tapar y/o como sólido en vistas 3D (en nivel de detalle alto).

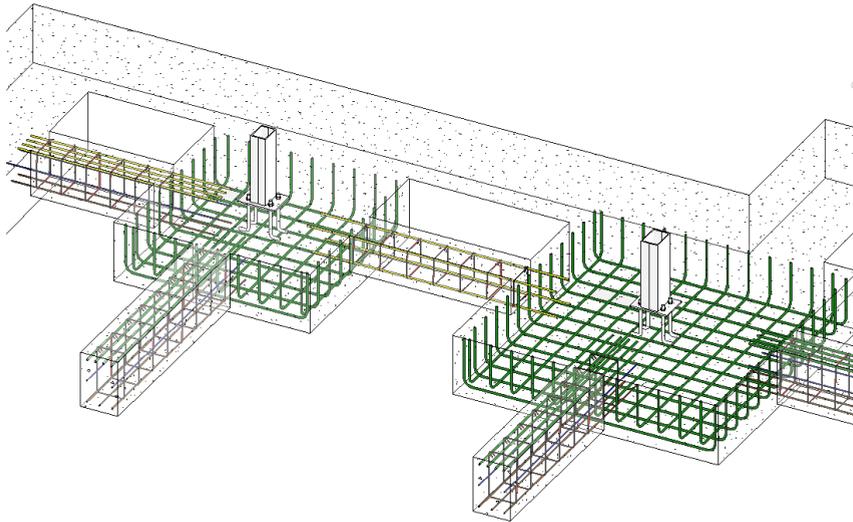
Haga clic en encabezamientos de columna para cambiar el orden de clasificación.

Tipo de vista	Nombre de vista	Ver elementos sin tapar	Ver como sólido
Alzado	Este	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alzado	Oeste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alzado	Sur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alzado	Norte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plano de planta	Nivel 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plano de planta	Planimetría general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plano de planta	Nivel 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plano de techo	Nivel 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plano de techo	Nivel 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sección	Sección 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vista 3D	{3D}	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Aceptar

Cancelar

21- Visibilidad de armaduras

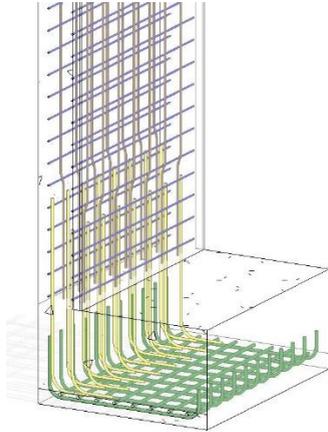


22-Armadura de zapatas y vigas

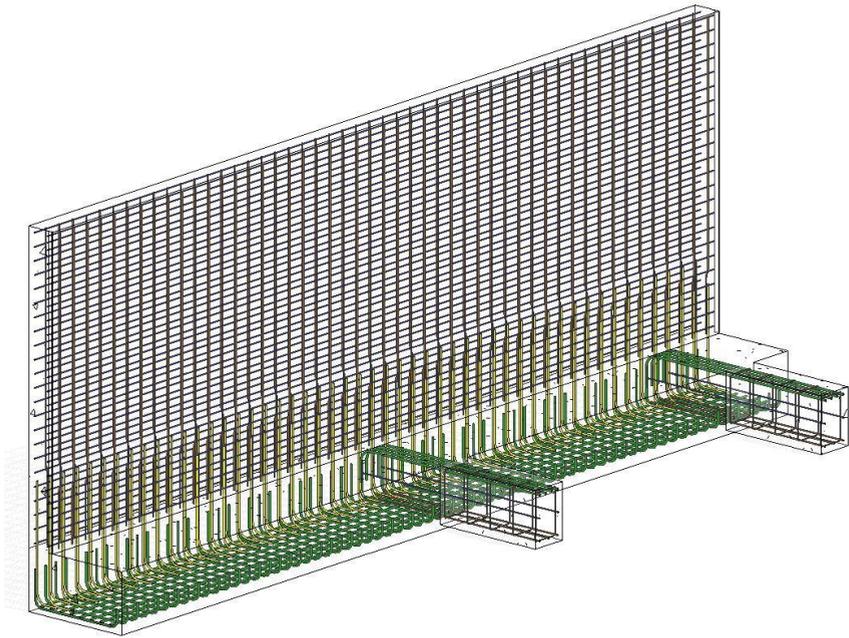
MUROS

Dentro de la categoría de muros podemos distinguir varios tipos de muros, muros de sótano y muros de fábrica. La creación de estos se realiza de la misma forma.

Vamos a comenzar a hablar sobre los muros de sótano, este muro es de Hormigón Armado, por lo tanto, realizaremos un muro con material de hormigón y posteriormente introduciremos la armadura.



23-Muro de Sótano en sección



24-Perspectiva de la armadura muro de sótano

Para la creación de muros de fabrica lo primero que deberemos de hacer es crearnos el cerramiento.

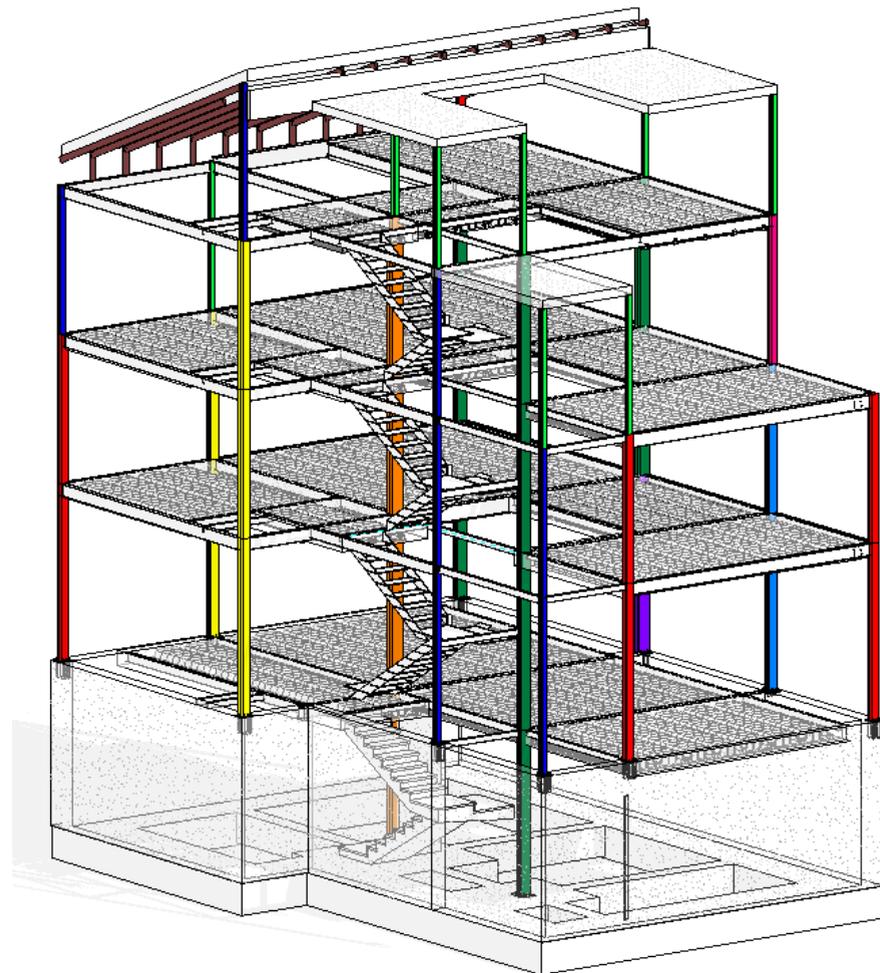
Dependiendo del nivel de desarrollo (LOD) tendremos más o menos detalle en nuestro cerramiento.

PILARES

En cuanto a pilares en este proyecto he tenido que crearme una familia de pilares, ya que el proyecto estaba realizado con pilares UPN soldados en cajón. Por defecto Revit instala en su librería una familia de pilares UPN, pero no UPN soldados, por ello tuve que crearme esta familia.

Lo primero que uno piensa es en hacer una simetría y ya tendríamos dos UPN, pero lo que nos interesa es un único elemento ya que a la hora de cuantificar y de ubicar estos pilares se realizaban con mayor facilidad ya que se asemeja a la realidad.

Para hacer esta familia lo único que he hecho es duplicar la familia de UPN y dentro de la familia hacer esta simetría y posteriormente restringir las alturas a los niveles de referencia. Al guardar la familia ya tendremos un único elemento perfectamente funcional.



26-Pilares 2UPN

Modelado y Cuantificación de la estructura de una vivienda unifamiliar. con tecnología BIM

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Pablo Martínez Triguero

Pág 42 de 112

VIGAS

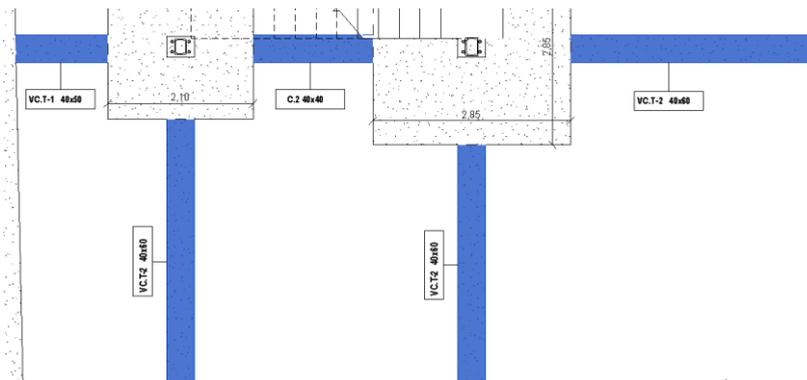
En este proyecto las vigas son metálicas, vigas IPE de distintos tamaños, a diferencia de los pilares, he podido utilizar sin ningún tipo de modificación la familia de Vigas IPE.

En Revit las vigas se clasifican dentro de la familia de “armazón estructural”, en estos podemos distinguir dos, nuestras vigas metálicas y también incluiremos en estas nuestras vigas de atado de la cimentación.

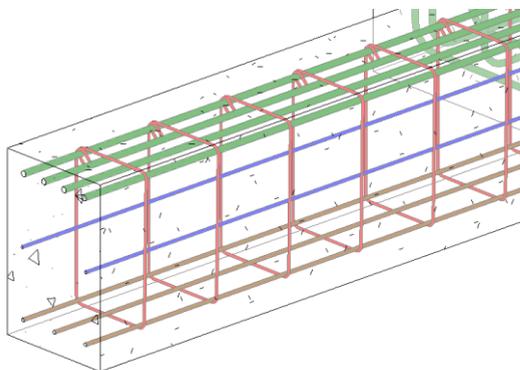
La única diferencia entre estas vigas es que unas las podremos utilizar directamente sin ningún tipo de modificación y las vigas de atado tendremos que crearlas.

En este proyecto tenemos 3 tipos de vigas de atado distintas por lo tanto procederemos a crearlas una a una.

- C2 40x40 cm
- VC-T-1 40x50 cm
- VC-T 2 40x60 cm

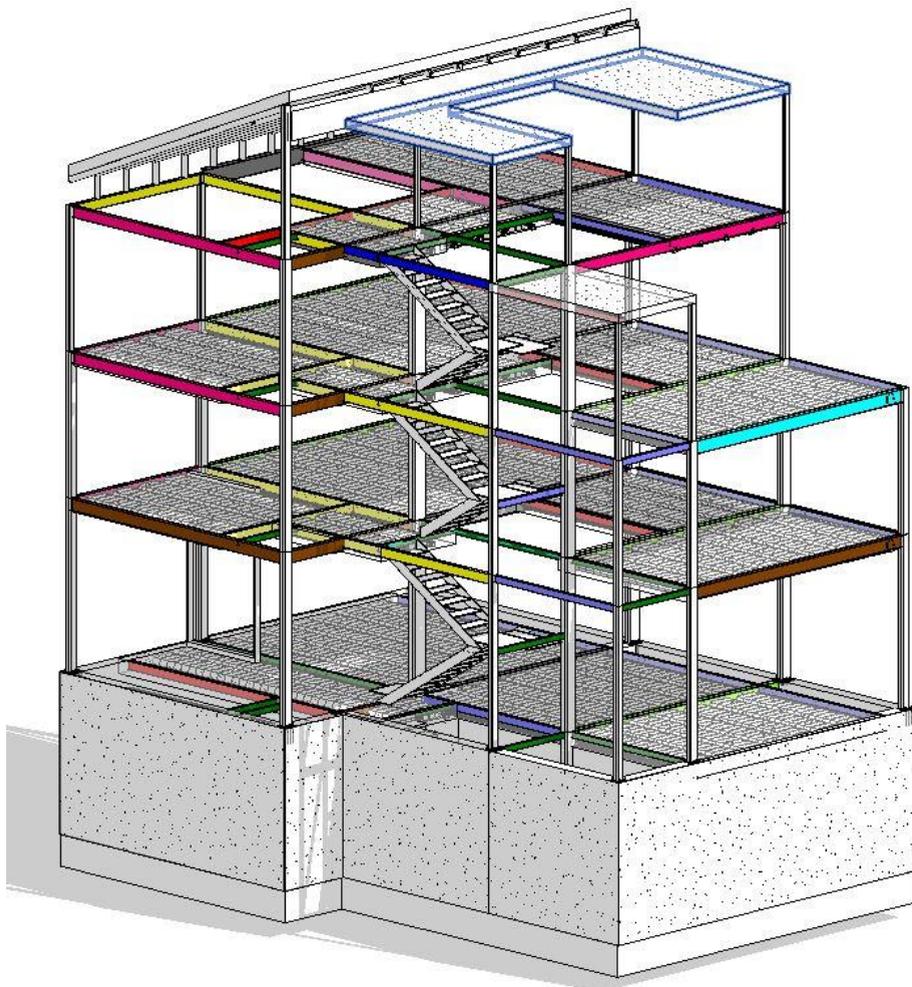


27-Vigas de Atado de hormigón armado



Posteriormente a estas vigas de atado deberemos armarlas igual que el procedimiento anterior.

28-Armadura de viga de atado



29-Vigas metálicas

Modelado y Cuantificación de la estructura de una vivienda unifamiliar. con tecnología BIM

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Pablo Martínez Triguero

Pág 45 de 112

FORJADO

Los forjados de este proyecto son forjados unidireccionales formados por viguetas y bovedillas, En Revit podremos realizar forjados desde la pestaña “Arquitectura” en la opción de Suelo.



30-Creación de Suelo

Posteriormente lo que tendremos que hacer es crearlo como hemos hecho con todas nuestras categorías.

Dejando atrás el detalle de las bovedillas, las semiviguetas pretensadas y las armaduras, crearemos nuestro forjado con el canto que tengamos en proyecto, Revit por defecto tiene un forjado con un canto de 30 cm, así que, utilizaremos este.

Una vez seleccionado el forjado que queremos lo dibujaremos con las herramientas de dibujo crearemos nuestro forjado con la geometría que tenga.



31-Creación o modificación del contorno del suelo

Esto sería lo único que habría que hacer en un LOD 100 para desarrollar el forjado, pero en este TFG he querido ir más allá y hacer un mayor nivel de desarrollo de este forjado.

Las primeras dudas que me han surgido al realizar este tipo de estructura han sido:

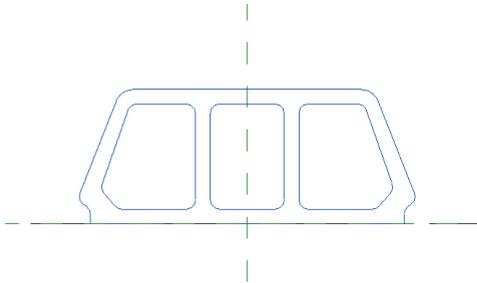
- ¿Cómo se realiza la conexión de un forjado unidireccional con una viga metálica?
- ¿Tengo distintos tamaños de vigas, donde apoyo las semiviguetas?

Todas estas dudas las he podido resolver gracias a entrar a un nivel de desarrollo mayor.

Para poder desarrollar este nivel de desarrollo he tenido que crear varias familias, por una parte, he creado una bovedilla anidada a una línea de modelo y por otra he creado la vigueta pretensada, esto ha sido posible ya que he exportado un detalle tipo en CAD.

Voy a continuar explicando cómo crear todas estas familias.

Creación de Bovedilla



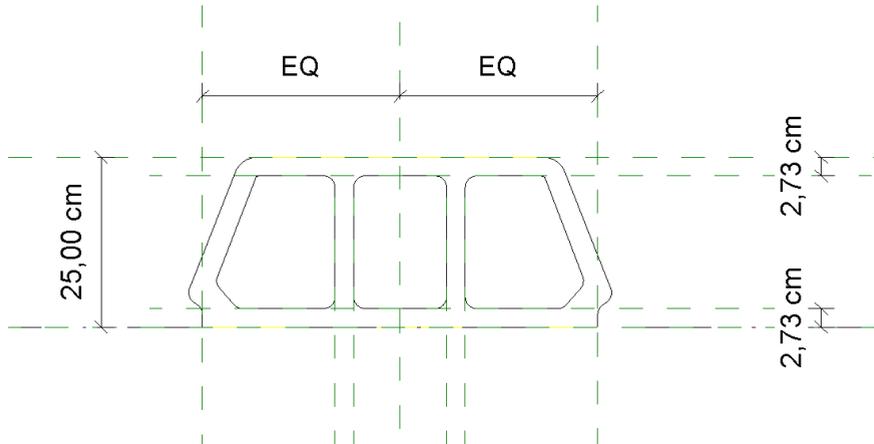
Crearemos una familia de modelo genérico, una vez dentro nos colocaremos en la vista frontal y empezaremos a crear una forma, ayudándonos de algún detalle tipo.

Posteriormente le daremos una extrusión para darle 3D, nuestra bovedilla tendrá 20 cm de espesor.

32-Bovedilla vista frontal

Una vez que hemos creado la extrusión de 20 cm a nuestra bovedilla, tendremos que crear unos parámetros para poder cambiar cuando queramos, como por ejemplo la materialidad de la bovedilla, el ancho, la altura e incluiremos un parámetro que sea el coste de la bovedilla para su posterior uso.

Los parámetros en los cuales utilizamos longitudes tendremos que crear planos de referencia para referenciar estas longitudes.



33-Bovedilla con planos de referencia

Ahora le daremos un parámetro a cada una de nuestras cotas. Como el largo, ancho y espesor de bovedilla. Crearemos los parámetros de tipo para así poder dentro de la familia de la bovedilla crear mas tipos de bovedillas y cambiarlos cuando queramos.

Propiedades de parámetro ✕

Tipo de parámetro

Parámetro de familia
(No puede aparecer en tablas de planificación o etiquetas)

Parámetro compartido
(Puede compartirse en varios proyectos y familias, exportarse a ODBC y aparecer en tablas de planificación y etiquetas)

Datos de parámetro

Nombre:

 Tipo

Disciplina:

 Ejemplar

Tipo de parámetro:

 Parámetro de informe
(Se puede utilizar para extraer el valor de una condición geométrica e incluirlo en una fórmula, o como un parámetro de tabla de planificación)

Agrupar parámetro en:

Descripción de información de herramientas:
 <Sin descripción de información de herramientas. Puede editar este parámetro ...

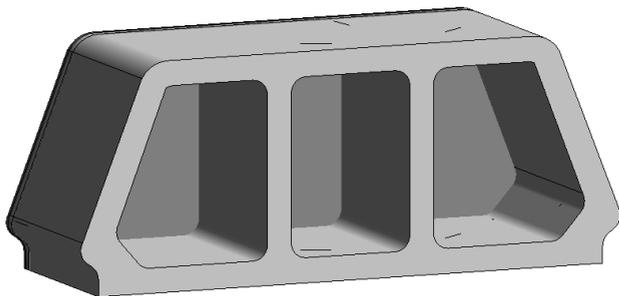
[¿Cómo se crean los parámetros de familia?](#)

34- Parámetros

De el mismo modo podemos crear un parámetro de visibilidad para hacer una bovedilla ciega como muestro en el ejemplo siguiente.

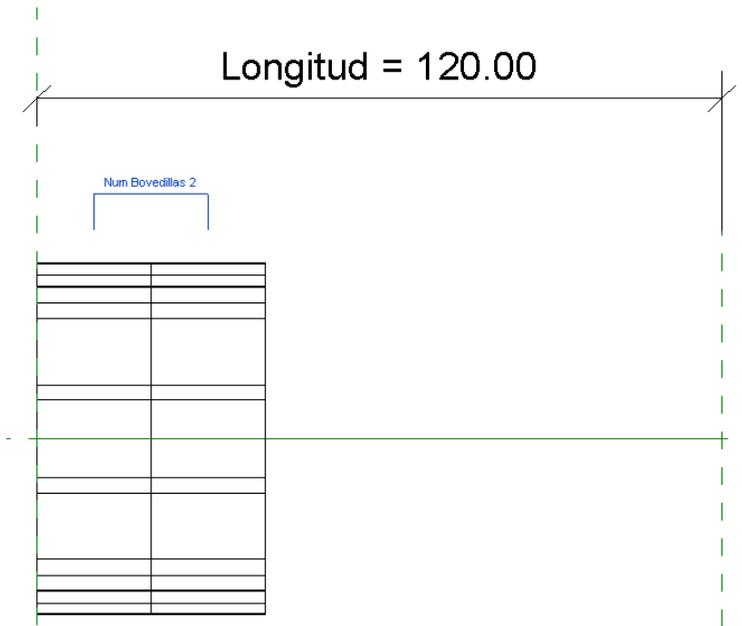
Visibilidad	
Tapa lzq	<input type="checkbox"/>
Tapa derecha	<input type="checkbox"/>

35-Visibilidad Bovedilla Ciega



36-Bovedilla Ciega

Una vez finalizada la bovedilla, importaremos esta familia a la familia “Modelo genérico métrico basado en línea” para poder realizar bovedillas como si de una línea se tratase.



37-Bovedilla en línea modelo

Aplicaremos un parámetro a una matriz para después igualar la fórmula de la longitud al num de bovedillas.

Tipos de familia ×

Nombre de tipo:

Parámetros de búsqueda

Parámetro	Valor	Fórmula	Bloquear
Restricciones			
Longitud (por defecto)	40.00	= Num Bovedillas * 20 cm	<input type="checkbox"/>
Otros			
Num Bovedillas	2	=	<input type="checkbox"/>
Datos de identidad			

[¿Cómo se gestionan los tipos de familia?](#)

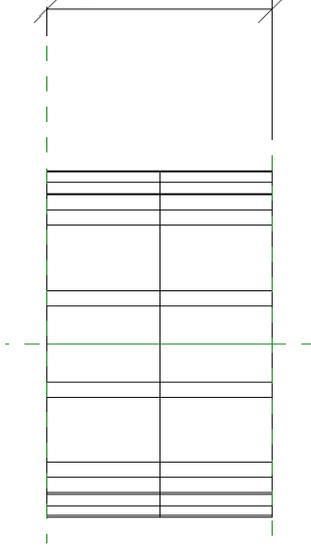
38-Fórmula para creación de Bovedillas

Por lo tanto, queda:

$$\text{Longitud línea} = \text{Num Bovedillas} \times 20 \text{ cm}$$

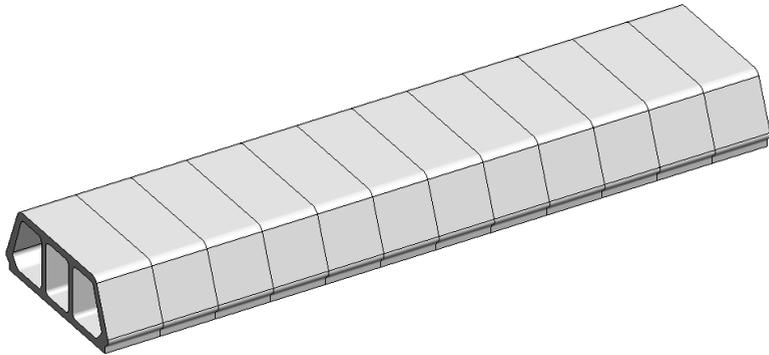


Longitud = 40.00



39- *Formula aplicada a la bovedilla*

Posteriormente ya se podrá exportar a nuestro proyecto para poder realizar un conjunto de bovedillas basado en líneas.



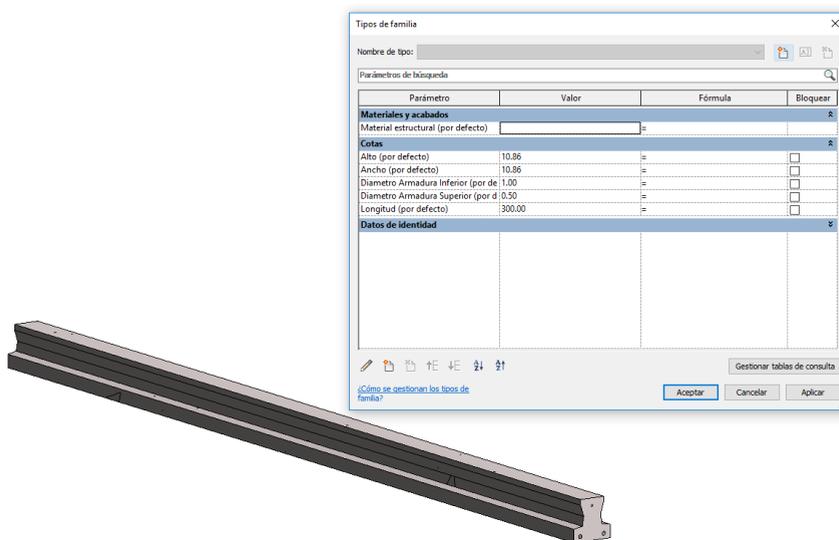
40-Grupo de Bovedillas

Creación de Semivigueta Resistente

Una vez finalizadas las bovedillas podemos pasar a crear las semiviguetas resistentes pretensadas, estas las crearemos con la familia de armazón estructural.

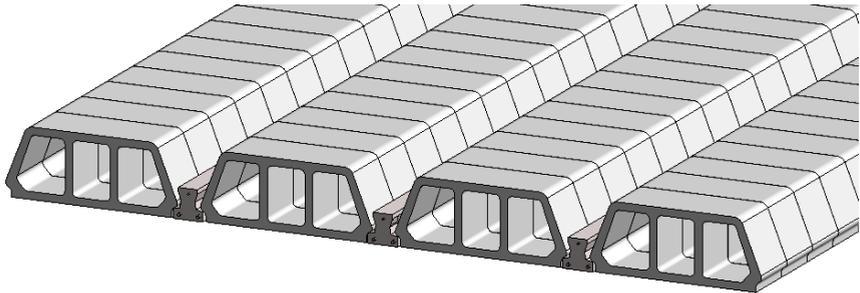
Los pasos a seguir serán los mismos, insertaremos un CAD que nos guíe de referencia crearemos una extrusión y la restringiremos a los planos de referencia para que podamos extender nuestra semivigueta lo que queramos.

En este proyecto he añadido varios parámetros a esta semivigueta, alto, ancho, diámetro superior de armadura y diámetro inferior de armadura para así poder cambiar según cálculo los diámetros de este acero pretensado.



41-Parámetros vigueta

Y solo quedaría cargar estas dos familias a un mismo proyecto para poder crear nuestro forjado bidireccional a base de viguetas y bovedillas.



42-Conjunto Vigueta y Bovedilla

CAPÍTULO V. TABLAS DE PLANIFICACIÓN

TABLA DE PILARES

Una vez creada la familia de pilares es hora de crear una tabla para tener un mejor manejo y una mejor organización de la información de nuestros pilares.

Lo primero que deberemos hacer es ponerle un nombre en las propiedades de los pilares estructurales en el apartado “Datos de Identidad” en “Marca”, en este proyecto hemos llamado a los pilares como: P1, P2, P3, etc...

Datos de identidad		⤴
Imagen		
Comentarios		
Marca	P1	

43-Marca de pilares

Una vez hayamos puesto marca a todos los pilares crearemos una tabla de planificación de pilares.



Poniendo como campos los siguiente respectivamente:

- Marca
- Nivel base
- Marca de ubicación de pilar
- Familia

Campos de planificación (en orden):

Marca
Nivel base
Marca de ubicación de pilar
Familia

44-Campos de planificación de pilares

Lo siguiente que deberemos de hacer será poner como queremos clasificar o agrupar nuestros datos.

Propiedades de tabla de planificación



Campos Filtro Clasificación/Agrupación Formato Aspecto

Clasificar por: Nivel base Ascendente Descendente
 Encabezamiento Pie de página: Solo totales Línea en blanco

Y por: Marca Ascendente Descendente
 Encabezamiento Pie de página: Línea en blanco

Y por: Familia Ascendente Descendente
 Encabezamiento Pie de página: Línea en blanco

Y por: (ninguno) Ascendente Descendente
 Encabezamiento Pie de página: Línea en blanco

Totales generales: Título y totales
 Título personalizado de total general:

Detallar cada ejemplar

45-Agrupación de datos

Posteriormente iremos a la pestaña de Formato y pondremos el Nivel base como un campo oculto y así solo veremos este campo como cabecera.

Aquí muestro la tabla conseguida de pilares:



1 Tabla cuadro de pilares

Tabla de Pilares estructurales		
Marca	Ubicación	Familia
00_Cimentación		
P6	B-2	UPN220_U
P7	C-2	UPN260_U
02_Acceso		
P1	A-1	UPN160_U
P2	B-1	UPN200_U
P3	C-1	UPN240_U
P4	D-1	UPN220_U
P5	A-2	UPN160_U
P6	B-2	UPN220_U
P7	C-2	UPN260_U
P8	D-2	UPN180_U
P9	A-3	UPN120_U
P10	B-3	UPN120_U
P11	C-4	UPN180_U
P12	D-4	UPN160_U
03_Primer Planta		



P1	A-1	UPN160_U
P2	B-1	UPN200_U
P3	C-1	UPN220_U
P4	D-1	UPN220_U
P5	A-2	UPN160_U
P6	B-2	UPN220_U
P7	C-2	UPN260_U
P8	D-2	UPN180_U
P9	A-3	UPN120_U
P10	B-3	UPN120_U
P11	C-4	UPN180_U
P12	D-4	UPN160_U
04_Planta Segunda		
P2	B-1	UPN140_U
P3	C-1	UPN220_U
P4	D-1	UPN220_U
P5	A-2	UPN100_U
P6	B-2	UPN220_U
P7	C-2	UPN260_U
P8	D-2	UPN100_U
P9	A-3	UPN100_U
P10	B-3	UPN120_U
P11	C-4	UPN180_U
P12	D-4	UPN120_U



05_Planta Altillo		
P2	B-1	UPN100_U
P3	C-1	UPN100_U
P4	D-1	UPN160_U
P6	B-2	UPN100_U
P7	C-2	UPN100_U
P10	B-3	UPN100_U
P11	C-4	UPN120_U

TABLAS DE CUANTIFICACIÓN

TABLAS DE CUANTIFICACIÓN DEL VOLÚMEN DE HORMIGÓN

Para conseguir realizar tablas de cuantificación del volumen de hormigón que tenemos en nuestra obra, tendremos que poner en cada uno de los elementos de hormigón una “Marca” para posteriormente clasificar y realizar la tabla con existo, como podéis observar también le he incluido un coste para ver fácilmente cuanto nos está costando el todo el hormigón de nuestra obra. También he creado un parámetro de proyecto vinculado a los elementos que tienen hormigón como son:

- Muros
- Suelos
- Armazón estructural (Vigas)
- Cimentación estructural (Zapatatas)

La tabla está compuesta por estos campos de planificación:

Campos de planificación (en orden):

Marca
Material: Nombre
Tipo de Hormigón
Material: Volumen
Volumen total
Costo
Precio total
Familia

46_ Campos de planificación volumen de hormigón

El campo de “Volumen total” es un campo realizado por una formula vinculada al “Material: Volumen” para así sacar el volumen de hormigón incluyendo sus pérdidas, poniendo de perdidas un 10%.

Valor calculado

Nombre:

Fórmula Porcentaje

Disciplina:

Tipo:

Fórmula: ...

47_ Volumen total calculado por formula

2_Precio del hormigón

Volumen de hormigón y coste general					
Marca	Tipo de Hormigón	Volumen	Volumen total	Costo m3	Precio total
Zapata P6	HA-25/B/40/Ila	2,77 m ³	3,05 m ³	64,55 €	196,63 €
Zapata P7	HA-25/B/40/Ila	5,23 m ³	5,75 m ³	64,55 €	371,21 €
Zapata-Rectangular			8,80 m ³		567,84 €
Forjado p2	HA 30/B/12/Ila	11,93 m ³	13,12 m ³	69,75 €	915,46 €
Forjado p1	HA 30/B/12/Ila	25,57 m ³	28,12 m ³	69,75 €	1.961,54 €
Forjado p3	HA 30/B/12/Ila	27,71 m ³	30,49 m ³	69,75 €	2.126,38 €
Forjado p5	HA 30/B/12/Ila	13,09 m ³	14,40 m ³	69,75 €	1.004,09 €
Suelo			86,13 m ³		6.007,48 €
M1	HA-25/B/20/Ila	11,38 m ³	12,52 m ³	64,55 €	807,86 €
M2	HA-25/B/20/Ila	7,58 m ³	8,33 m ³	64,55 €	537,91 €
M3	HA-25/B/20/Ila	4,97 m ³	5,47 m ³	64,55 €	353,15 €
M4	HA-25/B/20/Ila	1,57 m ³	1,73 m ³	64,55 €	111,37 €
M5	HA-25/B/20/Ila	3,33 m ³	3,66 m ³	64,55 €	236,14 €
M5	HA-25/B/20/Ila	2,97 m ³	3,26 m ³	64,55 €	210,64 €
M6	HA-25/B/20/Ila	6,16 m ³	6,78 m ³	64,55 €	437,65 €
Muro básico			41,75 m ³		2.694,72 €
Losa	HA-25/B/40/Ila	32,86 m ³	36,14 m ³	64,55 €	2.333,00 €



Losa 1	HA-25/B/40/Ila	1,41 m ³	1,55 m ³	64,55 €	100,30 €
Losa 2	HA-25/B/40/Ila	4,19 m ³	4,60 m ³	64,55 €	297,18 €
Losa de cimentación			42,30 m ³		2.730,49 €
VC. T-4 40X60	HA-25/B/40/Ila	0,83 m ³	0,91 m ³	64,55 €	58,91 €
VC. T-3 40X60	HA-25/B/40/Ila	0,92 m ³	1,01 m ³	64,55 €	65,30 €
VC. T-1 40X50	HA-25/B/40/Ila	0,27 m ³	0,29 m ³	64,55 €	18,82 €
VC.T-2 40X60	HA-25/B/40/Ila	0,85 m ³	0,93 m ³	64,55 €	60,07 €
C.2 40X40	HA-25/B/40/Ila	0,28 m ³	0,30 m ³	64,55 €	19,60 €
Ménsula 1	HA-25/B/40/Ila	0,06 m ³	0,07 m ³	64,55 €	4,57 €
Ménsula 2	HA-25/B/40/Ila	0,00 m ³	0,00 m ³	64,55 €	0,04 €
V-50x25	HA-25/B/40/Ila	1,71 m ³	1,88 m ³	64,55 €	121,65 €
Hormigón-Viga rectangular			5,41 m ³		348,96 €
			184,38 m ³		12.349,48 €

Aplicado los precios que nos proporciona el IVE, podemos tener en todo momento el precio como si de un presupuesto se tratase, como podéis observar el hormigón de nuestra obra nos sale que cuesta 12.349,48€.

48_Precio en IVE del Hormigón Armado

- Precio por kilo de acero
- Peso en kg

En la tabla de pilares nos aparece el peso de un solo perfil, al tener nosotros una familia compuesta por dos pilares en el peso multiplicaremos este por dos.

3_Precio de pilares por kg

Precio por kg Pilares		
Familia	Precio por kg	Peso en Kg
UPN100_U	2,09 €	21,20 kg
UPN120_U	2,09 €	26,80 kg
UPN140_U	2,09 €	32,00 kg
UPN160_U	2,09 €	37,60 kg
UPN180_U	2,09 €	44,00 kg
UPN200_U	2,09 €	50,60 kg
UPN220_U	2,09 €	58,80 kg
UPN240_U	2,09 €	66,40 kg
UPN260_U	2,09 €	75,80 kg

Una vez recogido estos datos podremos realizar la tabla de pilares con sus pesos totales por planta y su coste.



4_Precio de pilares estructurales

Precio Pilares estructurales					
Marca	Ubicación	Familia	Precio por kg	Peso en Kg	Precio Total
00_Cimentación					
P6	B-2	UPN220_U	2,09 €	58,80 kg	122,89 €
P7	C-2	UPN260_U	2,09 €	75,80 kg	158,42 €
					281,31 €
02_Acceso					
P1	A-1	UPN160_U	2,09 €	37,60 kg	78,58 €
P2	B-1	UPN200_U	2,09 €	50,60 kg	105,75 €
P3	C-1	UPN240_U	2,09 €	66,40 kg	138,78 €
P4	D-1	UPN220_U	2,09 €	58,80 kg	122,89 €
P5	A-2	UPN160_U	2,09 €	37,60 kg	78,58 €
P6	B-2	UPN220_U	2,09 €	58,80 kg	122,89 €
P7	C-2	UPN260_U	2,09 €	75,80 kg	158,42 €
P8	D-2	UPN180_U	2,09 €	44,00 kg	91,96 €
P9	A-3	UPN120_U	2,09 €	26,80 kg	56,01 €
P10	B-3	UPN120_U	2,09 €	26,80 kg	56,01 €
P11	C-4	UPN180_U	2,09 €	44,00 kg	91,96 €
P12	D-4	UPN160_U	2,09 €	37,60 kg	78,58 €
					1.180,43 €
03_Primer Planta					
P1	A-1	UPN160_U	2,09 €	37,60 kg	78,58 €



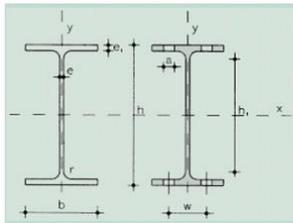
P2	B-1	UPN200_U	2,09 €	50,60 kg	105,75 €
P3	C-1	UPN220_U	2,09 €	58,80 kg	122,89 €
P4	D-1	UPN220_U	2,09 €	58,80 kg	122,89 €
P5	A-2	UPN160_U	2,09 €	37,60 kg	78,58 €
P6	B-2	UPN220_U	2,09 €	58,80 kg	122,89 €
P7	C-2	UPN260_U	2,09 €	75,80 kg	158,42 €
P8	D-2	UPN180_U	2,09 €	44,00 kg	91,96 €
P9	A-3	UPN120_U	2,09 €	26,80 kg	56,01 €
P10	B-3	UPN120_U	2,09 €	26,80 kg	56,01 €
P11	C-4	UPN180_U	2,09 €	44,00 kg	91,96 €
P12	D-4	UPN160_U	2,09 €	37,60 kg	78,58 €
					1.164,55 €
04_Planta Segunda					
P2	B-1	UPN140_U	2,09 €	32,00 kg	66,88 €
P3	C-1	UPN220_U	2,09 €	58,80 kg	122,89 €
P4	D-1	UPN220_U	2,09 €	58,80 kg	122,89 €
P5	A-2	UPN100_U	2,09 €	21,20 kg	44,31 €
P6	B-2	UPN220_U	2,09 €	58,80 kg	122,89 €
P7	C-2	UPN260_U	2,09 €	75,80 kg	158,42 €
P8	D-2	UPN100_U	2,09 €	21,20 kg	44,31 €
P9	A-3	UPN100_U	2,09 €	21,20 kg	44,31 €
P10	B-3	UPN120_U	2,09 €	26,80 kg	56,01 €
P11	C-4	UPN180_U	2,09 €	44,00 kg	91,96 €
P12	D-4	UPN120_U	2,09 €	26,80 kg	56,01 €
					930,89 €



05_Planta Altillo					
P2	B-1	UPN100_U	2,09 €	21,20 kg	44,31 €
P3	C-1	UPN100_U	2,09 €	21,20 kg	44,31 €
P4	D-1	UPN160_U	2,09 €	37,60 kg	78,58 €
P6	B-2	UPN100_U	2,09 €	21,20 kg	44,31 €
P7	C-2	UPN100_U	2,09 €	21,20 kg	44,31 €
P10	B-3	UPN100_U	2,09 €	21,20 kg	44,31 €
P11	C-4	UPN120_U	2,09 €	26,80 kg	56,01 €
					356,14 €
Total general					3.913,32 €

TABLAS DE CUANTIFICACIÓN Y COSTES DE VIGAS

Esta tabla se realiza exactamente igual a la anterior ya que nuestras vigas son metálicas.



- A = Área de la sección
- S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
- I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
- $W_x = 2I_x / h$: Módulo resistente de la sección, respecto a X
- $i_x = \sqrt{I_x / A}$: Radio de giro de la sección, respecto a X
- I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
- $W_y = 2I_y / b$: Módulo resistente de la sección, respecto a Y
- $i_y = \sqrt{I_y / A}$: Radio de giro de la sección, respecto a Y
- I_t = Módulo de torsión de la sección
- I_z = Módulo de alabeo de la sección
- u = Perímetro de la sección
- a = Diámetro del agujero del rolón normal
- w = Gramal, distancia entre ejes de agujeros
- h₁ = Altura de la parte plana del alma
- p = Peso por m

Perfil	Dimensiones						Terminos de sección										Agujeros			Peso		
	h mm	b mm	e mm	e ₁ mm	r ₁ mm	h ₁ mm	u mm	A cm ²	S _x cm ³	I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _t cm ⁴	I _z cm ⁴	w mm	a mm		e ₂ mm	p kg/m
IPE 80	80	46	3.8	5.2	5	60	928	7.64	11.6	80.1	20.0	3.24	8.49	3.69	1.05	0.721	118	—	—	3.8	6.00	C
IPE 100	100	55	4.1	5.7	7	75	400	10.30	19.7	171.0	34.2	4.07	15.90	5.79	1.24	1.140	351	—	—	4.1	8.10	C
IPE 120	120	64	4.4	6.3	7	93	475	13.20	30.4	318.0	53.0	4.90	27.70	8.65	1.45	1.770	890	35	—	4.4	10.40	C
IPE 140	140	73	4.7	6.9	7	112	551	16.40	44.2	541.0	77.3	5.74	44.90	12.90	1.65	2.630	1981	40	11	4.7	12.90	C
IPE 160	160	82	5.0	7.4	9	127	623	20.10	61.9	869.0	109.0	6.58	68.30	16.70	1.84	3.640	3959	44	13	5.0	15.80	P
IPE 180	180	91	5.3	8.0	9	146	698	23.90	83.2	1320.0	146.0	7.42	101.00	22.20	2.05	5.060	7431	48	13	5.3	18.80	P
IPE 200	200	100	5.6	8.5	12	159	788	28.50	110.0	1940.0	194.0	8.26	142.00	28.50	2.24	6.670	12990	52	13	5.6	22.40	P
IPE 220	220	110	5.9	9.2	12	178	848	33.40	143	2770.0	252	9.11	205	37.3	2.48	9.150	22670	58	17	5.9	26.20	P
IPE 240	240	120	6.2	9.8	15	190	922	39.10	183	3890.0	324	9.97	284	47.3	2.69	12.00	37390	65	17	6.2	30.70	P
IPE 270	270	135	6.6	10.2	15	220	1040	45.90	242	5790.0	429	11.20	420	62.2	3.02	15.40	70580	72	21	6.6	36.10	P
IPE 300	300	150	7.1	10.7	15	249	1160	53.80	314	8360.0	557	12.50	604	80.5	3.35	20.10	125900	80	23	7.1	42.20	P
IPE 330	330	160	7.5	11.5	18	271	1250	62.60	402	11770.0	713	13.70	788	98.5	3.55	26.50	199100	85	25	7.5	49.10	P
IPE 360	360	170	8.0	12.7	18	299	1350	72.70	510	16270.0	904	15.00	1040	123.0	3.79	37.90	313600	90	25	8.0	57.10	P
IPE 400	400	180	8.6	13.5	21	331	1470	84.50	654	23130.0	1160	16.50	1320	146.0	3.95	48.30	490000	95	28	8.6	66.30	P
IPE 450	450	190	9.4	14.6	21	379	1610	98.80	851	33740.0	1500	18.50	1680	176.0	4.12	65.90	791000	100	28	9.4	77.60	P
IPE 500	500	200	10.2	16.0	21	426	1740	116.00	1100	48200.0	1930	20.40	2140	214.0	4.31	91.80	1249000	110	28	10.2	90.70	P
IPE 550	550	210	11.1	17.2	24	468	1880	134.00	1390	67120.0	2440	22.30	2670	254.0	4.45	122.00	1884000	115	28	11.1	106.00	C
IPE 600	600	220	12.0	19.0	24	514	2010	155.00	1760	92080.0	3070	24.30	3390	308.0	4.66	172.00	2846000	120	28	12.0	122.0	C

50_ Tabla de perfiles IPE

5_Precio de vigas por kg

Tabla de planificación de armazones estructurales 2		
Familia y tipo	Precio por kg	Peso en Kg
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 120	2,09 €	20,80 Kg
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 140	2,09 €	25,80 Kg
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 160	2,09 €	31,60 Kg
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 180	2,09 €	37,60 Kg
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 200	2,09 €	44,80 Kg
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 220	2,09 €	32,40 Kg
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 240	2,09 €	61,40 Kg
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 270	2,09 €	72,20 Kg
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 300	2,09 €	84,40 Kg
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 330	2,09 €	98,20 Kg
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 360	2,09 €	104,20 Kg

6_Precio de Vigas metálicas

Precio de Vigas Metálicas			
Tipo	Peso en Kg	Precio por kg	Precio total
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 120			
IPE 120	20,80 Kg	2,09 €	43,47 €
IPE 120	20,80 Kg	2,09 €	43,47 €



IPE 140	25,80 Kg	2,09 €	53,92 €
IPE 140	25,80 Kg	2,09 €	53,92 €
IPE 140	25,80 Kg	2,09 €	53,92 €
IPE 140	25,80 Kg	2,09 €	53,92 €
IPE 140	25,80 Kg	2,09 €	53,92 €
IPE 140	25,80 Kg	2,09 €	53,92 €
IPE 140			700,99 €
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 160			
IPE 160	31,60 Kg	2,09 €	66,04 €
IPE 160	31,60 Kg	2,09 €	66,04 €
IPE 160	31,60 Kg	2,09 €	66,04 €
IPE 160			198,13 €
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 180			
IPE 180	37,60 Kg	2,09 €	78,58 €
IPE 180	37,60 Kg	2,09 €	78,58 €
IPE 180	37,60 Kg	2,09 €	78,58 €
IPE 180	37,60 Kg	2,09 €	78,58 €
IPE 180	37,60 Kg	2,09 €	78,58 €
IPE 180	37,60 Kg	2,09 €	78,58 €
IPE 180	37,60 Kg	2,09 €	78,58 €
IPE 180			550,09 €
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 200			
IPE 200	44,80 Kg	2,09 €	93,63 €
IPE 200	44,80 Kg	2,09 €	93,63 €



IPE 200	44,80 Kg	2,09 €	93,63 €
IPE 200	44,80 Kg	2,09 €	93,63 €
IPE 200	44,80 Kg	2,09 €	93,63 €
IPE 200	44,80 Kg	2,09 €	93,63 €
IPE 200	44,80 Kg	2,09 €	93,63 €
IPE 200	44,80 Kg	2,09 €	93,63 €
IPE 200	44,80 Kg	2,09 €	93,63 €
IPE 200	44,80 Kg	2,09 €	93,63 €
IPE 200	44,80 Kg	2,09 €	93,63 €
IPE 200			1.029,95 €
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 220			
IPE 220	32,40 Kg	2,09 €	67,72 €
IPE 220	32,40 Kg	2,09 €	67,72 €
IPE 220	32,40 Kg	2,09 €	67,72 €
IPE 220	32,40 Kg	2,09 €	67,72 €
IPE 220	32,40 Kg	2,09 €	67,72 €
IPE 220	32,40 Kg	2,09 €	67,72 €
IPE 220			406,30 €
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 240			
IPE 240	61,40 Kg	2,09 €	128,33 €
IPE 240	61,40 Kg	2,09 €	128,33 €
IPE 240	61,40 Kg	2,09 €	128,33 €
IPE 240	61,40 Kg	2,09 €	128,33 €
IPE 240	61,40 Kg	2,09 €	128,33 €
IPE 240	61,40 Kg	2,09 €	128,33 €



IPE 240			769,96 €
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 270			
IPE 270	72,20 Kg	2,09 €	150,90 €
IPE 270			150,90 €
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 300			
IPE 300	84,40 Kg	2,09 €	176,40 €
IPE 300	84,40 Kg	2,09 €	176,40 €
IPE 300	84,40 Kg	2,09 €	176,40 €
IPE 300	84,40 Kg	2,09 €	176,40 €
IPE 300	84,40 Kg	2,09 €	176,40 €
IPE 300			881,98 €
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 330			
IPE 330	98,20 Kg	2,09 €	205,24 €
IPE 330	98,20 Kg	2,09 €	205,24 €
IPE 330	98,20 Kg	2,09 €	205,24 €
IPE 330	98,20 Kg	2,09 €	205,24 €
IPE 330			820,95 €
IPE - Secciones en I con alas paralelas: IPE 360			
IPE 360	104,20 Kg	2,09 €	217,78 €
IPE 360			217,78 €
Total general			6.552,99 €

TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE ARMADURAS

Para crear esta tabla de planificación hay que hacer un trabajo previo bastante importante y ser muy ordenados a la hora que ir detallando elementos, esta tabla está formada por estos campos de planificación.

Campos de planificación (en orden):

Marca de anfitrión
Familia y tipo
Material
Comentarios
Diámetro de barra
Espaciado
Cantidad
Longitud total de barra

51_Campos de planificación de armadura

“Marca de Anfitrión” hace referencia al elemento donde están ubicadas estas armaduras, y para ello tenemos que nombrar la “Marca” de cada uno de los elementos donde haya armadura para poder una buena tabla. En los comentarios he descrito que tipo de armadura se trata, estribo, arm superior, arm inferior, etc...

Pero además de esto es muy importante saber clasificar nuestros datos para conseguir la tabla deseada, para esta tabla he utilizado esta clasificación.

Propiedades de tabla de planificación

Campos	Filtro	Clasificación/Agrupación	Formato	Aspecto
Clasificar por:	Marca de anfitrión	<input checked="" type="radio"/> Ascendente <input type="radio"/> Descendente		
<input checked="" type="checkbox"/> Encabezamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Pie de página: Solo totales	<input checked="" type="checkbox"/> Línea en blanco		
Y por:	Familia y tipo	<input checked="" type="radio"/> Ascendente <input type="radio"/> Descendente		
<input type="checkbox"/> Encabezamiento	<input type="checkbox"/> Pie de página:	<input type="checkbox"/> Línea en blanco		
Y por:	Diámetro de barra	<input checked="" type="radio"/> Ascendente <input type="radio"/> Descendente		
<input type="checkbox"/> Encabezamiento	<input type="checkbox"/> Pie de página:	<input type="checkbox"/> Línea en blanco		
Y por:	(ninguno)	<input checked="" type="radio"/> Ascendente <input type="radio"/> Descendente		
<input type="checkbox"/> Encabezamiento	<input type="checkbox"/> Pie de página:	<input type="checkbox"/> Línea en blanco		
<input checked="" type="checkbox"/> Totales generales:	Título, recuento y totales			
	Título personalizado de total general:			
	Total general			
<input checked="" type="checkbox"/> Detallar cada ejemplar				

52_ Clasificación de datos de armadura

Para así obtener la siguiente tabla:

7_Cuantificación de Barras de acero

Cantidades de Barras de Acero						
Familia y Tipo	Material	Comentarios	Diámetro de barra	Espaciado	Cantidad	Longitud total de barra
C.2 40X40						
Barra de armadura: 8 B 500 S	Acero s275 JR	Estribo	8 mm	30,00 cm	7	9,07 m
Barra de armadura: 16 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Sup	16 mm		2	5,25 m
Barra de armadura: 16 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	16 mm		2	5,33 m
Losa						
Barra de armadura: 16 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Arranque	16 mm	20,00 cm	70	102,59 m
Barra de armadura: 16 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Arranque	16 mm	20,00 cm	70	90,94 m
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	15,00 cm	92	144,53 m
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	15,00 cm	8	109,78 m
M1						
Barra de armadura: 10 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Horizontal	10 mm	15,00 cm	23	315,91 m
Barra de armadura: 10 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Horizontal	10 mm	15,00 cm	23	315,83 m
Barra de armadura: 12 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Vertical	12 mm	20,00 cm	70	227,03 m
Barra de armadura: 12 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Vertical	12 mm	20,00 cm	70	227,08 m
M6						
Barra de armadura: 6 B 500 S	Acero s275 JR	Estribo de Zuncho de Borde	6 mm	25,00 cm	32	27,70 m

Barra de armadura: 16 B 500 S	Acero s275 JR	Arm Sup Zuncho de Borde	16 mm		2 16,41 m
Barra de armadura: 16 B 500 S	Acero s275 JR	Arm Inf Zuncho de Borde	16 mm		2 16,41 m
VC. T-1 40X50					
Barra de armadura: 8 B 500 S	Acero s275 JR	Estribo	8 mm	30,00 cm	6 9,00 m
Barra de armadura: 10 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Piel	10 mm		2 4,53 m
Barra de armadura: 12 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	12 mm		3 6,64 m
Barra de armadura: 16 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Sup	16 mm		4 8,54 m
VC. T-3 40X60					
Barra de armadura: 8 B 500 S	Acero s275 JR	Estribo	8 mm	30,00 cm	14 23,71 m
Barra de armadura: 10 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Piel	10 mm		2 10,62 m
Barra de armadura: 12 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	12 mm		3 15,85 m
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Sup	20 mm		4 22,55 m
VC. T-4 40X60					
Barra de armadura: 8 B 500 S	Acero s275 JR	Estribo	8 mm	30,00 cm	14 23,71 m
Barra de armadura: 10 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Piel	10 mm		2 10,63 m
Barra de armadura: 12 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	12 mm		3 15,87 m
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Sup	20 mm		4 22,55 m
VC.T-2 40X60					
Barra de armadura: 8 B 500 S	Acero s275 JR	Estribo	8 mm	30,00 cm	13 21,99 m
Barra de armadura: 10 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Piel	10 mm		2 10,04 m
Barra de armadura: 12 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	12 mm		3 15,42 m
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Sup	20 mm		4 20,07 m

Zapata P6						
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	24,00 cm	9	26,20 m
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	24,00 cm	9	25,76 m
Zapata P7						
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	24,00 cm	13	47,60 m
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	24,00 cm	12	43,46 m

Por ejemplo, añadiendo parámetros a las armaduras, como la “Masa nominal del Acero” y el “Precio del acero por kg” podemos calcular perfectamente lo que nos costaría el acero corrugado de nuestra obra.

Me he basado en estas masas nominales.

Características nominales			
Diámetro, d_n mm	Masa (2) m_n kg/m	Sección S_n cm ²	Perímetro P_n cm
6	0,222	0,283	1,89
8	0,395	0,503	2,51
10	0,617	0,785	3,14
12	0,888	1,13	3,77
16	1,58	2,01	5,03
18	2,00	2,54	5,65
22	2,98	3,80	6,91
25	3,85	4,91	7,85
28	4,83	6,16	8,80
32	6,31	8,04	10,1
36	7,99	10,2	11,3

53_Masas nominales de acero



Y el peso del Acero es un campo de valor calculado haciendo la multiplicación de “Cantidad”x”Longitud”x”Masa Nominal” para así obtener el peso total de acero que tenemos en nuestra riostra C.2 40x40.

8_Precio Barras de Acero

Precio Barras de Acero										
Familia y Tipo	Material	Comentarios	Diámetro de barra	Espaciado	Cantidad	Longitud total de barra	Masa nominal (Kg/m)	Peso de acero (Kg)	Precio por kg	Precio del Acero
C.2 40X40										
Barra de armadura: 8 B 500 S	Acero s275 JR	Estribo	8 mm	30,00 cm	7	9,07 m	0,395	25,08	0,64	16,05 €
Barra de armadura: 16 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Sup	16 mm		2	5,25 m	1,578	16,57	0,59	9,78 €
Barra de armadura: 16 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	16 mm		2	5,33 m	1,578	16,82	0,59	9,92 €
								58,47		35,75 €

TABLA PARA CONTROL DE CALIDAD DEL HORMIGÓN

He incluido este apartado para explicar que no solo podemos hacer tablas para hacer recuento de elementos, sino que también podemos hacer un seguimiento de control de calidad perfectamente exhaustivo.

Por ejemplo, según dicta la norma EHE-08 (Instrucción de Hormigón Estructura) en el artículo 30 de hormigones, en la tabla 30.4.b.

TABLA 30.4.b

Resistencia a compresión sobre probetas del mismo tipo

Edad del hormigón, en días	3	7	28	90	360
Hormigones de endurecimiento normal (1)	0,40	0,65	1,00	1,20	1,35
Hormigones de endurecimiento rápido (1)	0,55	0,75	1,00	1,15	1,20

54_Resistencias de hormigón según EHE-08

Tabla 86.5.4.1

Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia, para hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido

Limite superior	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (vigas, forjados de hormigón, tableros de puente, muros de contención, etc)	Macizos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m ³	100 m ³	100 m ³
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m ²	1.000 m ²	-
Número de plantas	2	2	-

Cuando un lote esté constituido por amasadas de hormigones en posesión de un distintivo oficialmente reconocido, podrá aumentarse su tamaño multiplicando los valores de la tabla 86.5.4.1 por cinco o por dos, en función de que el nivel de garantía para el que se ha efectuado el reconocimiento sea conforme con el apartado 5.1 o con el apartado 6 del Anejo n° 19, respectivamente.

En estos casos de tamaño ampliado del lote, el número mínimo de lotes será de tres correspondiendo, si es posible, cada lote a elementos incluidos en cada columna de la Tabla 86.5.4.1. En ningún caso, un lote podrá estar formado por amasadas suministradas a la obra durante un período de tiempo superior a seis semanas.

55_ N° de Lotes según EHE-08

Podemos hacer un control de calidad de la resistencia a compresión en Revit.

Simplemente crearemos varios parámetros de proyecto:

- Resistencia a los 7 días
- Resistencia a los 28 días
- Resistencia a los 90 días
- Numero de Lotes
- Fecha de hormigonado

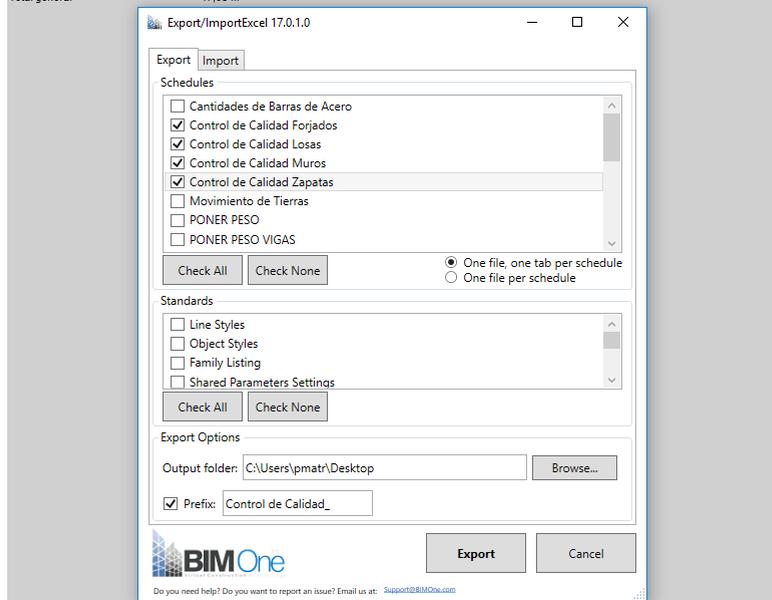
Estos parámetros tendrán que estar relacionados con las familias que tengan hormigón.



Posteriormente exportaremos esta tabla a Excel y se la entregaremos al laboratorio que vaya a realizar estas pruebas y posteriormente importaremos a nuestro modelo Revit.

Revit no te permite importar tablas, pero utilizaremos plugins para realizar esta tarea.

<Control de Calidad Muros>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Marca	Tipo de Hormigón	Volumen	Nº Lotes por volum	Fecha de hormigón	Resistencia 7 días	Resistencia 28 día	Resistencia 90 día
M1	HA-25/B/20/IIa	14,13 m³					
M2	HA-25/B/20/IIa	9,41 m³					
M3	HA-25/B/20/IIa	6,18 m³					
M4	HA-25/B/20/IIa	1,95 m³					
M5	HA-25/B/20/IIa	4,13 m³					
M5	HA-25/B/20/IIa	3,68 m³					
M6	HA-25/B/20/IIa	7,60 m³					
Total general		47,08 m³					



Modelado y Cuantificación de la estructura de una vivienda unifamiliar. con tecnología BIM

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Pablo Martínez Triguero

Pág 89 de 112

56_Exportar tablas a Excel

El operario recibirá este documento con todos los elementos a revisar.

	B	C	D	E	F	G	H	I
2	Marca	Tipo de Hormigón	Volumen	Nº Lotes por volumen	Fecha de hormigonado	Resistencia 7 días	Resistencia 28 días	Resistencia 90 días
3	M1	HA-25/B/20/Ila	14,1316	0	0	0	0	0
4	M2	HA-25/B/20/Ila	9,409258	0	0	0	0	0
5	M3	HA-25/B/20/Ila	6,177275	0	0	0	0	0
6	M4	HA-25/B/20/Ila	1,947641	0	0	0	0	0
7	M5	HA-25/B/20/Ila	4,13043	0	0	0	0	0
8	M5	HA-25/B/20/Ila	3,683774	0	0	0	0	0
9	M6	HA-25/B/20/Ila	7,599652	0	0	0	0	0
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								

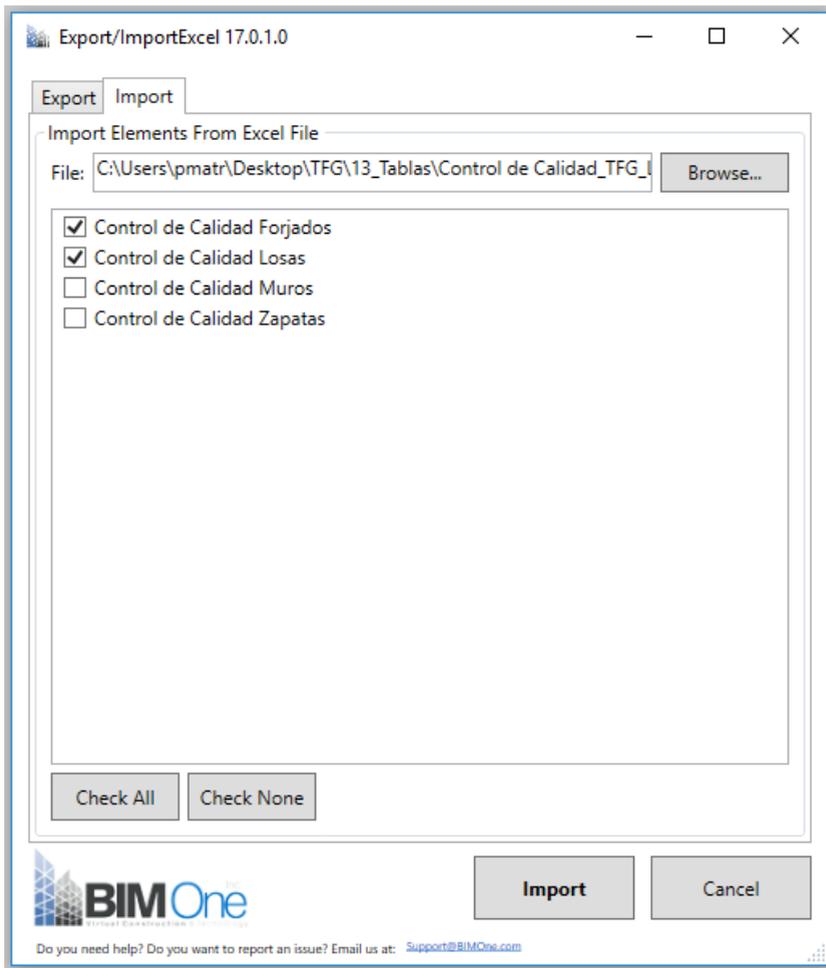
57_Excel con tablas de Revit

Posteriormente el laboratorio o encargado de este control escribirá todos los datos que hemos creado.



Imaginemos que el operario ya ha terminado de anotar todos los datos y nos lo hace saber, es hora de introducir e importar los datos a Revit.

Para ello volveremos al plugin para importar los datos.



58_Importación de datos a Revit

Modelado y Cuantificación de la estructura de una vivienda unifamiliar. con tecnología BIM

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

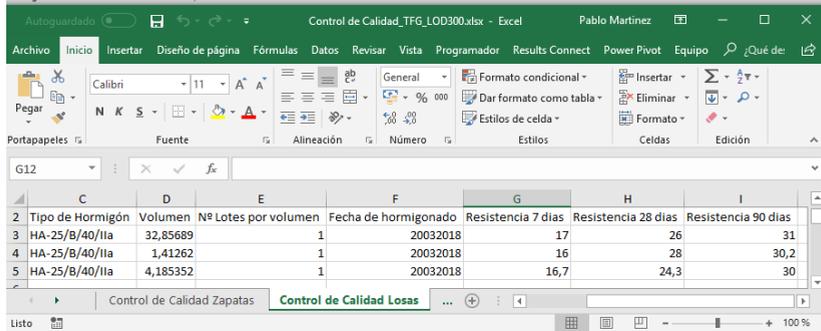
Pablo Martínez Triguero

Pág 92 de 112



<Control de Calidad Losas>

A	B	C	D	E	F	G	H
Marca	Tipo de Hormigón	Volumen	Nº Lotes por volumen	Fecha de hormigonado	Resistencia 7 días	Resistencia 28 días	Resistencia 90 días
Losa	HA-25/B/40/IIa	32,86 m³	1	20032018	17	26	31
Losa 1	HA-25/B/40/IIa	1,41 m³	1	20032018	16	28	30,2
Losa 2	HA-25/B/40/IIa	4,19 m³	1	20032018	16,7	24,3	30
Total general: 3		38,45 m³					



59 Importación realizada con éxito

Posteriormente lo que vamos a hacer es darles formatos condicionales para que en un simple golpe de vista vemos cuales cumplen a resistencia y cuáles no.

Formato condicional

Condición

Campo: Resistencia 7 días Prueba: Menor que Valor: 16,25 y 0

Condiciones de uso: Resistencia 7 días < 16,25

Color de fondo:

Deseleccionar

Aceptar Cancelar

60_ Condición de Resistencia a 7 días

Formato condicional

Condición

Campo: Resistencia 28 días Prueba: Menor que Valor: 25 y 0

Condiciones de uso: Resistencia 28 días < 25

Color de fondo:

Deseleccionar

Aceptar Cancelar

61_ Condición de Resistencia a 28 días

Formato condicional [X]

Condición

Campo: Resistencia 90 días Prueba: Menor que Valor: 30 y 0

Condiciones de uso:
Resistencia 90 días < 30

Color de fondo: ■ Deseleccionar

Aceptar Cancelar

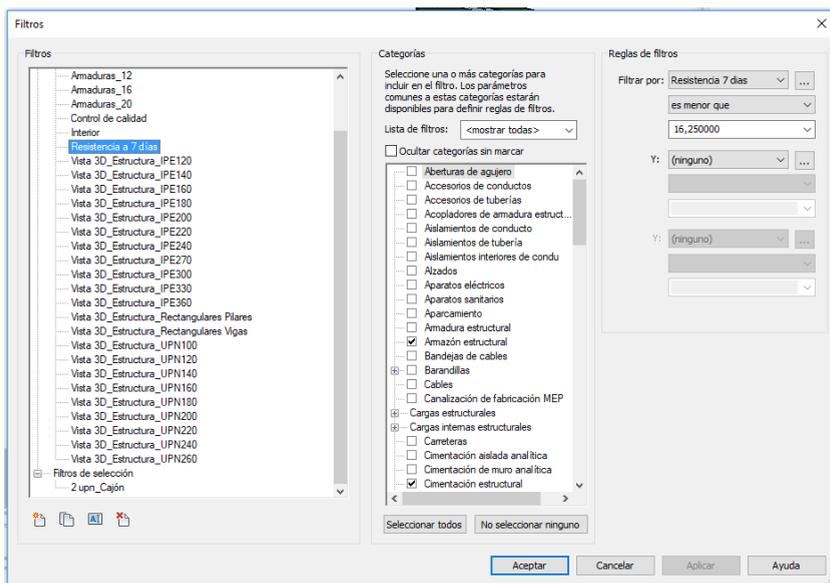
62_ Condición de Resistencia a 90 días

<Control de Calidad Losas>

A	B	C	D	E	F	G	H
Marca	Tipo de Hormigón	Volumen	Nº Lotes por volumen	Fecha de hormigonado	Resistencia 7 días	Resistencia 28 días	Resistencia 90 días
Losa	HA-25/B/40/lla	32,86 m³	1	20032018	16	24	31
Losa 1	HA-25/B/40/lla	1,41 m³	1	20032018	10	26	30,2
Losa 2	HA-25/B/40/lla	4,19 m³	1	20032018	18	28	30
Total general: 3		38,45 m³					

63_ Tabla después de aplicarle condiciones

Pero esto no ha terminado aquí un podemos tener una vista más visual de todo esto, aplicaremos ahora unos filtros de vista para ver en todo momento en la vista 3D que elementos no cumplen a resistencia y lo podremos comprobar por el color.



64_ Filtro resistencia 7 días

Nombre	Visibilidad	Proyección/Superficie			Corte		Tramado
		Líneas	Patrones	Transparen	Líneas	Patrones	
Resistencia a 7 días	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Resistencia a 28 días	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>

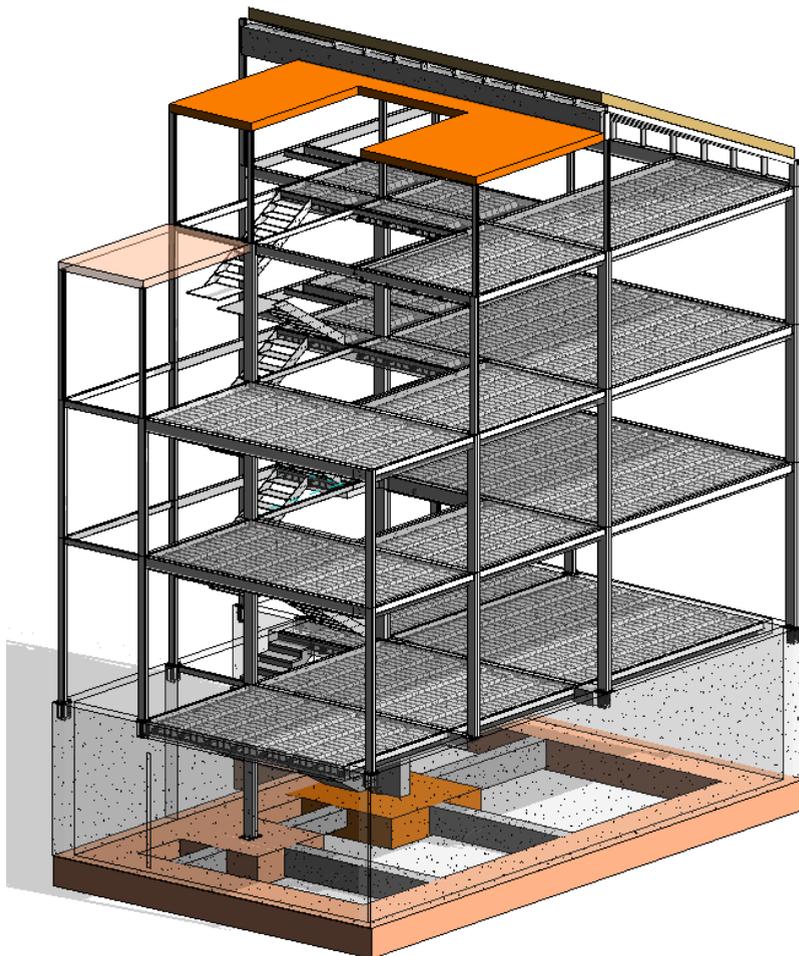
65_ Filtros de visibilidad

Modelado y Cuantificación de la estructura de una vivienda unifamiliar. con tecnología BIM

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Pablo Martínez Triguero

Pág 96 de 112



66_3D con filtros

Modelado y Cuantificación de la estructura de una vivienda unifamiliar. con tecnología BIM

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Pablo Martínez Triguero

Pág 97 de 112



FILTROS PARA UNA MEJOR VISUALIZACIÓN

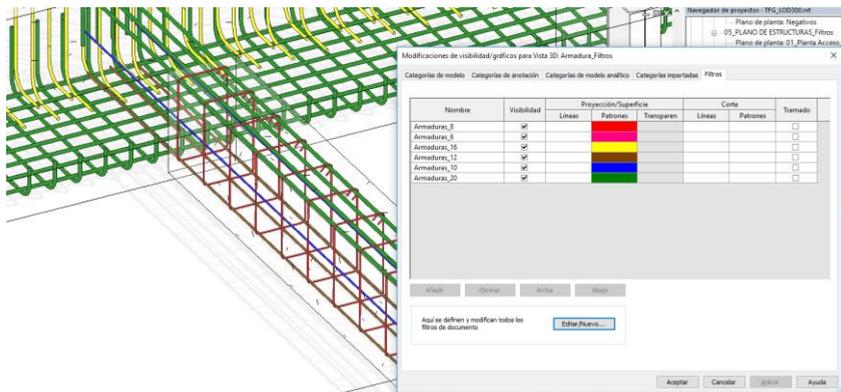
Para una mejor visualización de nuestras vistas 3D, podemos aplicar filtros.

En este proyecto he creado varios filtros de vista que nos ayudan a visualizar mucho mejor el plano en sí.

Por ejemplo, he creado filtros para vistas de pilares, vistas en planta para identificar vigas, filtros para identificar el control de calidad como anteriormente he comentado.

También he utilizado estos filtros para aplicárselos a las armaduras e identificar con mayor facilidad que tipo de armadura tenemos.

FILTRO PARA ARMADURAS

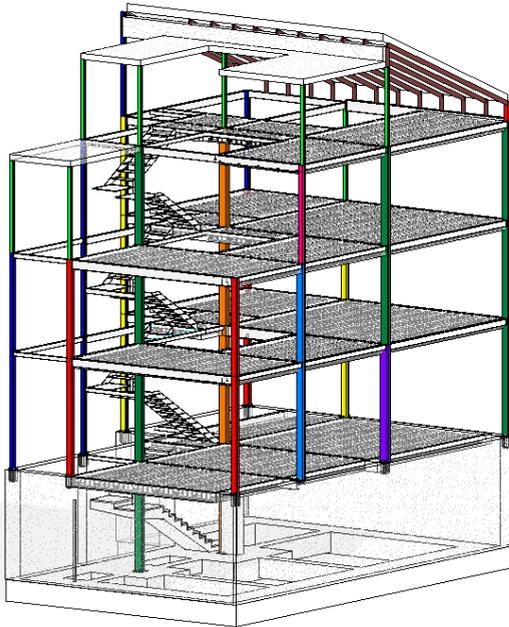


67_Filtros Armaduras

En este filtro me he basado en el diámetro de la armadura y le he aplicado a cada sección un color diferente.



FILTROS PARA PILARES



68_ Filtro Pilares

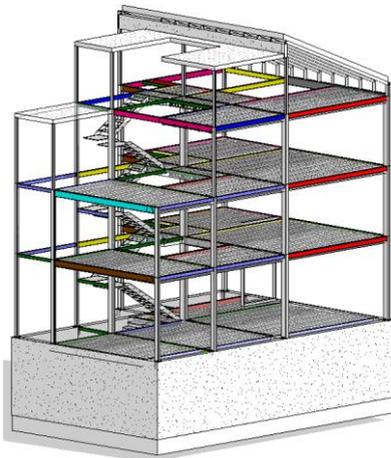


Nombre	Visibilidad	Proyección/Superficie			Corte		Tramado
		Líneas	Patrones	Transparen	Líneas	Patrones	
Vista 3D_Estructura_UPN100	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_Rectan...	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_Rectan...	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_UPN160	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_UPN180	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_UPN200	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_UPN220	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_UPN240	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_UPN260	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_UPN140	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_UPN120	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>

69_ Visualización de filtros

En este caso he creado un color distinto por cada tipo de pilar estructural.

FILTROS PARA VIGAS



70_ Filtro de Vigas



Nombre	Visibilidad	Proyección/Superficie			Corte		Tramado
		Líneas	Patrones	Transparen	Líneas	Patrones	
Vista 3D_Estructura_IPE120	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_IPE220	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_IPE240	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_IPE270	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_IPE300	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_IPE330	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_IPE160	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_IPE180	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_IPE200	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Vista 3D_Estructura_IPE140	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>

71_ Visualización de filtros

Para las vigas he creado un color distinto por cada tipo de sección de viga.



CAPÍTULO VI. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez finalizado este trabajo final de grado podemos afirmar que utilizando esta metodología podemos llegar un paso mas allá de la metodología tradicional, empezando desde la ubicación de la obra con exactitud con coordenadas UTM hasta llevar la gestión total de la obra.

Comenzando con el modelado LOD 100 ya podemos ver posibles errores de encuentro, incluso en este nivel de detalle podemos realizar un tanteo de presupuesto de obra aplicando costes a los distintos elementos.

Cuando más nos adentramos en el modelo, la definición de este es mayor con lo que podemos tener una mayor coordinación

En este proyecto al haber creado distintas familias como por ejemplo las bovedillas cerámicas podemos tener una medición exacta de las bovedillas que necesitamos en obra, también pudiendo cuantificar las bovedillas ciegas para poder posteriormente encargárselas al proveedor. Incluso dando parámetros podemos definir que tipo de bovedilla tenemos y cambiar largo, ancho y canto, posteriormente al hacer estos cambios se nos cambiaría solo con un click todas las bovedillas de nuestra obra y por supuesto su coste aplicado anteriormente.

Este aspecto también tiene relevancia en cualquier otro tipo de elemento, en el caso de las semiviguetas podemos saber a cuanto interese tenemos las semiviguetas y poder cambiar sus parámetros tanto el canto y sus armaduras pretensadas interiores dependiendo del cálculo.

Como podéis observar podemos tener un control absoluto sobre nuestro proyecto, por ejemplo, también toda la cuantificación de armadura con sus respectivos diámetros según cálculo. Al tener estas armaduras cuantificadas, podríamos cambiar en cualquier momento cualquier tipo de armadura y cambiar su diámetro, pero mucho mejor, si por cualquier tipo de problema o de cálculo tuviésemos que cambiar por ejemplo todas las armaduras del diámetro del 8 por otras del 12 cambiarían todas las armaduras de nuestro proyecto con un solo click.



CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES

Tras haber finalizado el estudio y el desarrollo teórico y práctico de este trabajo final de grado, podemos afirmar que los objetivos marcados al inicio del estudio y la propuesta entregada han sido logrados satisfactoriamente.

Gracias a esta investigación basada en la comparación de la metodología BIM y la tradicional, podemos afirmar que el método BIM mejora de forma significativa la información que puedes generar des de un mismo modelo y sin ninguno error.

Esto hace que tengamos una mejor planificación, ahorro de tiempo y sobre todo una disminución de coste, ya que cualquier tipo de error de proyecto lo encontraremos modelando o mediante tablas de planificación.

Como hemos podido observar esta herramienta hace mucho más llevadera la gestión de la información de un proyecto, todo lo que podamos imaginar se puede realizar con esta metodología.

A lo largo de la carrera he cursado algunas asignaturas tales como, estructuras, construcción, presupuesto, etc... Con este proyecto se puede observar la combinación de estas asignaturas y el desarrollo de como administrar la gestión de la información de forma 3D.



Cabe destacar que esta metodología es el presente, se está implementando en muchas empresas y en un futuro la entrega de proyectos en este formato pasará a ser obligatoria a consecuencia de las ventajas que te ofrece este formato.



CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA

- <https://www.espaciobim.com/que-es-el-lod-nivel-de-detalle/>
- <https://oliebana.com/2014/03/31/lod500-en-modelo-estructural/>
- https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55201/MEMORIA_TFG_MONFORT_PITARCH%2CCARLA_1441140624949679297_1937922144995.pdf?sequence=3
- <http://www.marinvillarroya.es/que-es-bim-parte-i/>



CAPÍTULO IX. ÍNDICE DE IMÁGENES

1. Trabajo Colaborativo	13
2. Fases del BIM	14
3_LOD	17
4_Incongruencia en P11	18
5_Incongruencia en P10	18
6_Incongruencia en P3	19
7_Apoyo en viga de mayor canto	20
8_Encuentro de forjado con viga de menor canto	21
9_Forjado unidireccional zuncho de borde	22
10- Información de Proyecto	25
11- Ubicación de Proyecto.....	26
12 -Niveles	27
13- Características de la Losa	29
14-Losa de Cimentación	30
15-Zapatas Aisladas	30
16-Vigas Centradoras	31
17-Pestaña Configuración de recubrimiento de armadura.....	32
18-Configuración de los Recubrimientos	33
19-Recubrimiento Zapata	34
20 Colocación de Armadura	35
21- Visibilidad de armaduras	36
22-Armadura de zapatas y vigas.....	37
23-Muro de Sótano en sección.....	38
24-Perspectiva de la armadura muro de sótano	39



25-Creación de Muros de fábrica	40
26-Pilares 2UPN	42
27-Vigas de Atado de hormigón armado.....	44
28-Armadura de viga de atado	44
29-Vigas metálicas	45
30-Creación de Suelo	46
31-Creación o modificación del contorno del suelo.....	47
32-Bovedilla vista frontal.....	48
33-Bovedilla con planos de referencia	49
34- Parámetros	50
35-Visibilidad Bovedilla Ciega.....	50
36-Bovedilla Ciega	51
37-Bovedilla en línea modelo	52
38-Fórmula para creación de Bovedillas	53
39- Formula aplicada a la bovedilla	54
40-Grupo de Bovedillas	55
41-Parámetros vigueta	56
42-Conjunto Vigueta y Bovedilla	57
43-Marca de pilares.....	58
44-Campos de planificación de pilares.....	59
45-Agrupación de datos	60
46_Campos de planificación volumen de hormigón	65
47_Volumen total calculado por formula	65
48_Precio en IVE del Hormigón Armado	67
49_Tabla Pilares UPN.....	68
50_Tabla de perfiles IPE	73
51_Campos de planificación de armadura	79
52_Clasificación de datos de armadura	80



53_Masas nominales de acero	84
54_Resistencias de hormigón según EHE-08.....	87
55_Nº de Lotes según EHE-08	88
56_Exportar tablas a Excel.....	90
57_Excel con tablas de Revit	90
58_Importación de datos a Revit	92
59_Importación realizada con éxito	93
60_Condición de Resistencia a 7 días	94
61_Condición de Resistencia a 28 días.....	94
62_Condición de Resistencia a 90 días.....	95
63_Tabla después de aplicarle condiciones	95
64_Filtro resistencia 7 días	96
65_Filtros de visibilidad	96
66_3D con filtros	97
67_Filtros Armaduras	99
68_Filtro Pilares	100
69_Visualización de filtros.....	101
70_Filtro de Vigas	101
71_Visualización de filtros.....	102



CAPÍTULO X. ÍNDICE DE TABLAS

1 Tabla cuadro de pilares.....	61
2_Precio del hormigón	66
3_Precio de pilares por kg	69
4_Precio de pilares estructurales	70
5_Precio de vigas por kg	74
6_Precio de Vigas metálicas	74
7_Cuantificación de Barras de acero	81
8_Precio Barras de Acero	86



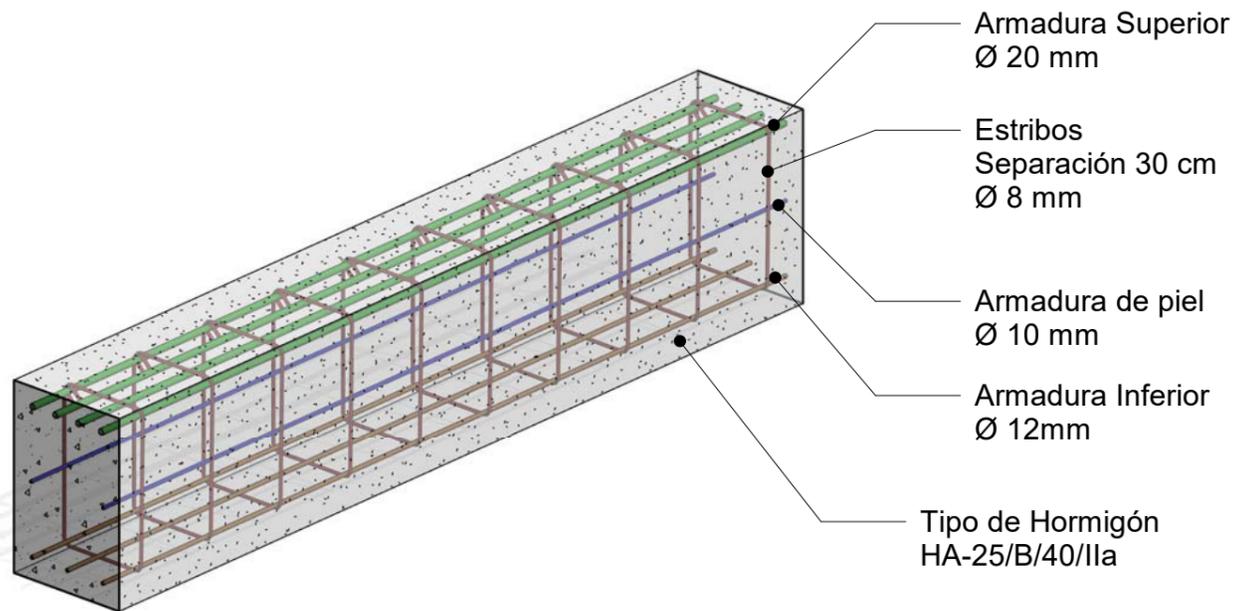
CAPÍTULO XI. ANEXOS

Modelado y Cuantificación de la estructura de una vivienda unifamiliar. con tecnología BIM

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Pablo Martínez Triguero

Pág 106 de 112



1
01 Detalle VC. T-3 40X60

Cantidades de Barras de Acero VC. T-3 40X60

Imagen	Familia y Tipo	Material	Comentarios	Diámetro de barra	Espaciado	Cantidad	Longitud total de barra
VC. T-3 40X60							
	Barra de armadura: 8 B 500 S	Acero s275 JR	Estribo	8 mm	30,00 cm	14	23,71 m
	Barra de armadura: 10 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Piel	10 mm		2	10,62 m
	Barra de armadura: 12 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	12 mm		3	15,85 m
	Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Sup	20 mm		4	22,55 m

Total general: 4

Volumen de Hormigón VC. T-3 40X60

Marca	Tipo de Hormigón	Volumen	Volumen total	Costo m3	Precio total
VC. T-3 40X60	HA-25/B/40/IIa	0,92 m ³	1,01 m ³	64,55€	65,30€

Precio Barras de Acero VC. T-3 40X60

Familia y Tipo	Material	Comentarios	Diámetro de barra	Espaciado	Cantidad	Longitud total de barra	Masa nominal (Kg/m)	Peso de acero (Kg)	Precio por kilo	Precio del Acero
VC. T-3 40X60										
Barra de armadura: 8 B 500 S	Acero s275 JR	Estribo	8 mm	30,00 cm	14	23,71 m	0,395	131,10	0,64	83,90€
Barra de armadura: 10 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Piel	10 mm		2	10,62 m	0,617	13,10	0,61	7,99€
Barra de armadura: 12 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	12 mm		3	15,85 m	0,888	42,23	0,59	24,91€
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Sup	20 mm		4	22,55 m	2,470	222,83	0,59	131,47€
Total general: 4					23			409,26		248,28€



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

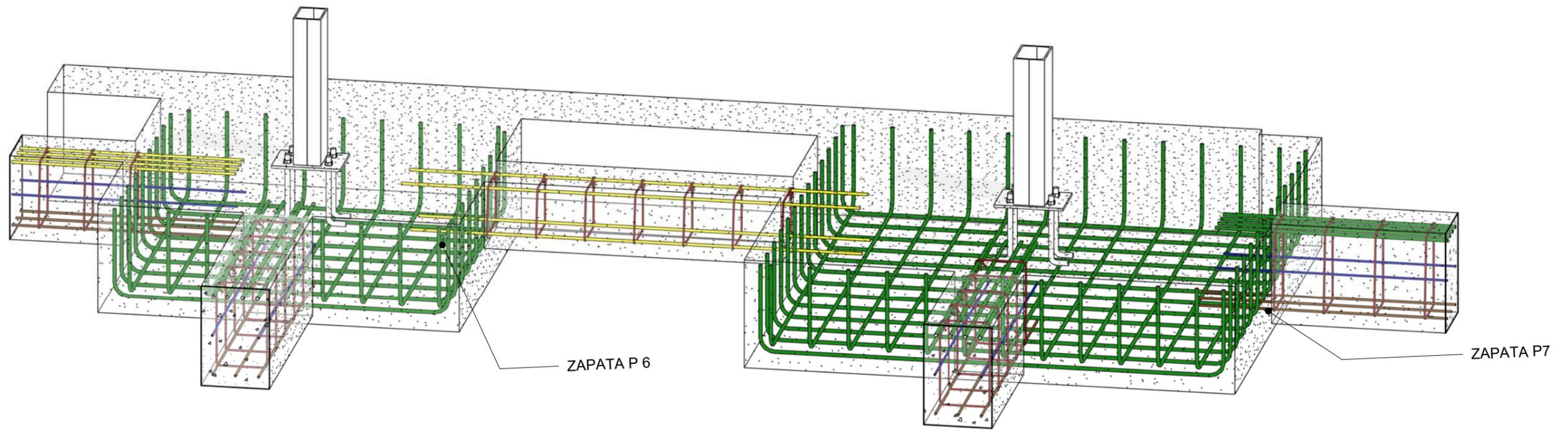


ALUMNO
Pablo Martínez Triguero

PROYECTO
Estructura de Vivienda Unifamiliar

NOMBRE DE PLANO
01 Detalle y Precio Zuncho

ESCALA



Precio Barras de Acero_Zapata

2 Armadura Zapatas
04

Familia y Tipo	Material	Comentarios	Diámetro de barra	Espaciado	Cantidad	Longitud total de barra	Masa nominal (Kg/m)	Peso de acero (Kg)	Precio por kilo	Precio del Acero
Zapata P6										
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	24,00 cm	9	26,20 m	2,470	582,47	0,59	343,66€
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	24,00 cm	9	25,76 m	2,470	572,61	0,59	337,84€
					18			1.155,08		681,50€
Zapata P7										
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	24,00 cm	13	47,60 m	2,470	1.528,35	0,59	901,73€
Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	24,00 cm	12	43,46 m	2,470	1.288,03	0,59	759,94€
					25			2.816,38		1.661,67€
Total general: 4					43			3.971,46		2.343,16€

Cantidades de Barras de Acero_Zapatas

Volumen de hormigón en Zapatas

Imagen	Familia y Tipo	Material	Comentarios	Diámetro de barra	Espaciado	Cantidad	Longitud total de barra
Zapata P6							
	Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	24,00 cm	9	26,20 m
	Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	24,00 cm	9	25,76 m
						18	
Zapata P7							
	Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	24,00 cm	13	47,60 m
	Barra de armadura: 20 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Inf	20 mm	24,00 cm	12	43,46 m
						25	
Total general: 4						43	

Marca	Tipo de Hormigón	Volumen	Volumen total	Costo	Precio total
Zapata P6	HA-25/B/40/IIa	2,77 m³	3,05 m³	64,55€	196,63€
Zapata P7	HA-25/B/40/IIa	5,23 m³	5,75 m³	64,55€	371,21€
Total general			8,80 m³		567,84€



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

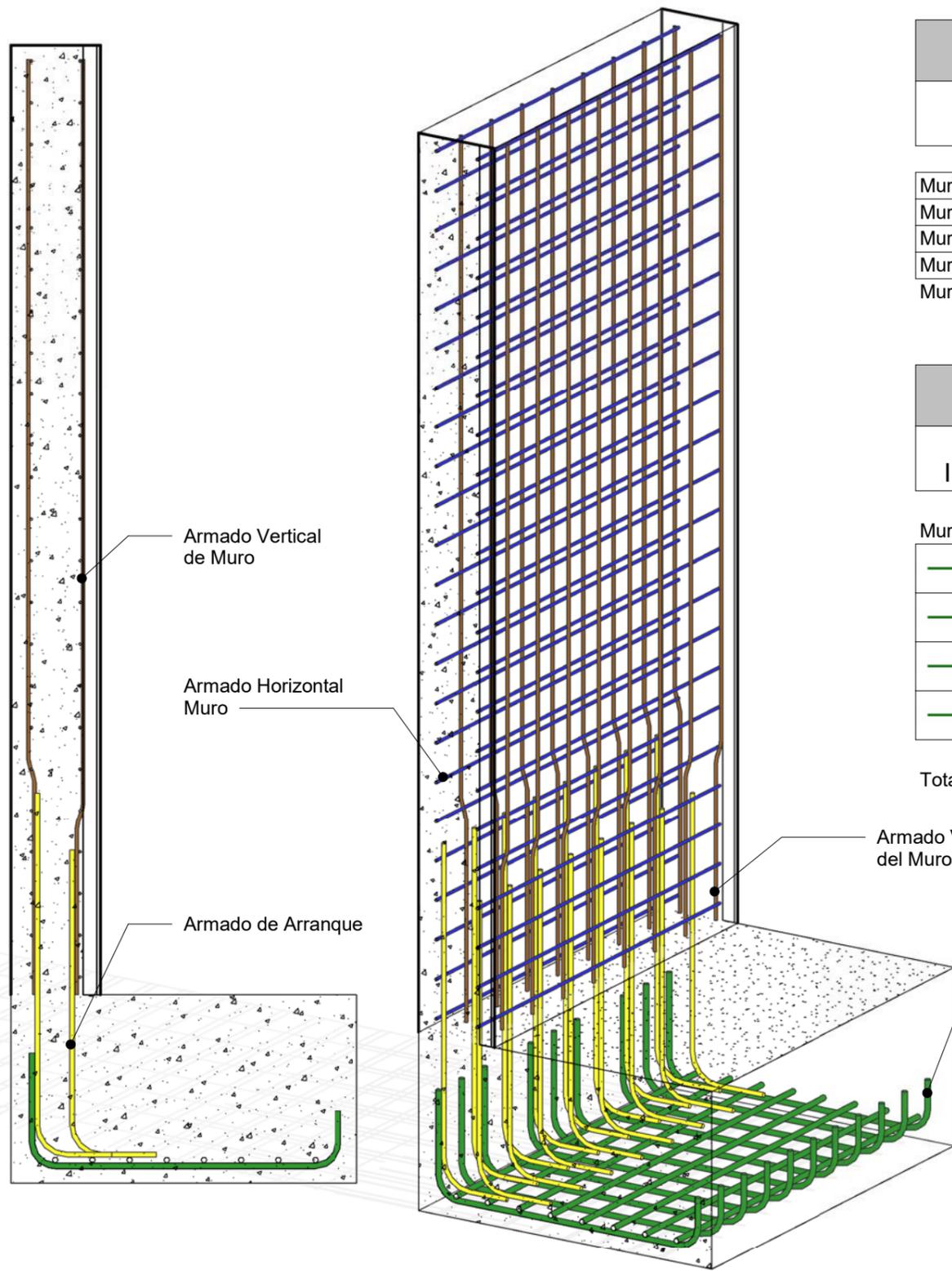


ALUMNO
Pablo Martínez Triguero

PROYECTO
Estructura de Vivienda Unifamiliar

NOMBRE DE PLANO
04 Detalle Zapatas 6 y 7

ESCALA



2
05 Detalle Muro de Sótano Copia

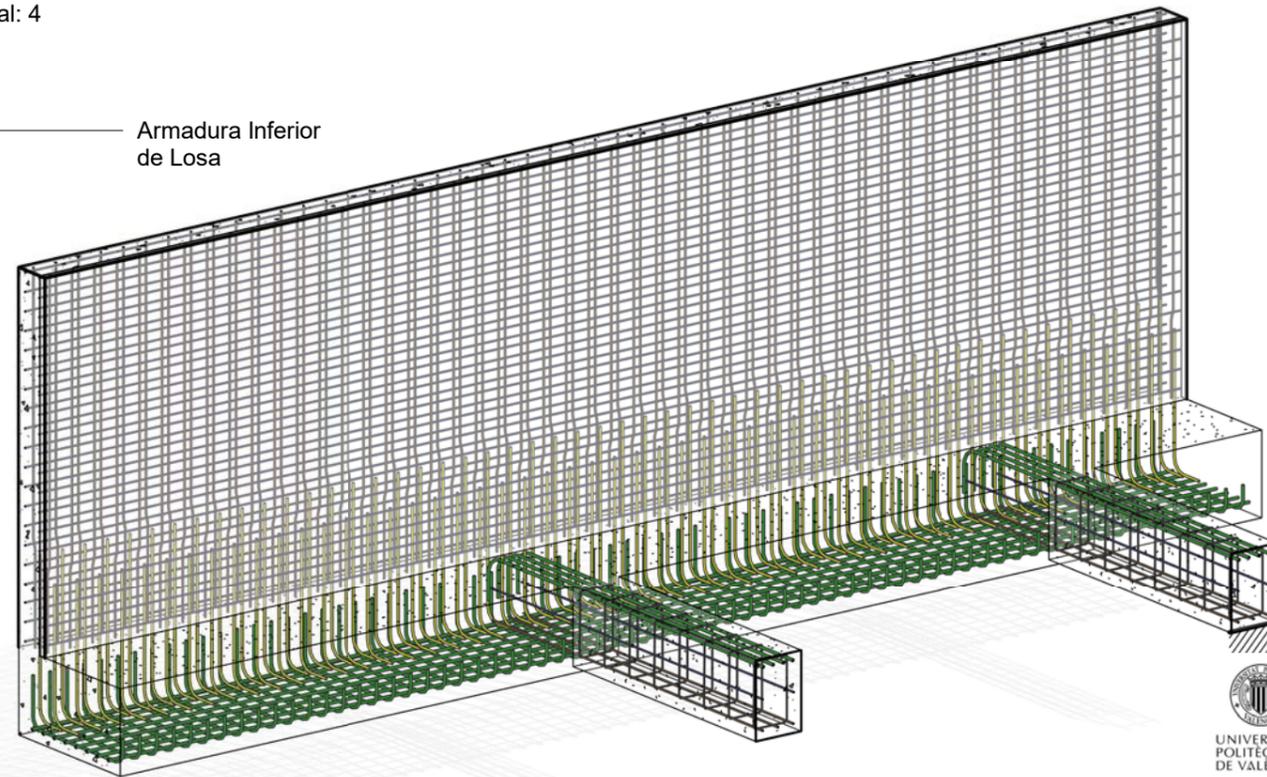
1
05 Detalle Muro de Sótano

3
05 Armadura Filtros Muro sótano

Volumen de hormigón y coste general_Muro de Sotano					
Marca	Tipo de Hormigón	Volumen	Volumen total	Costo m3	Precio total
Muro Sotano	HA-25/B/20/Ila	0,57 m³	0,63 m³	64,55€	40,40€
Muro Sotano	HA-25/B/20/Ila	2,19 m³	2,40 m³	64,55€	155,15€
Muro Sotano	HA-25/B/20/Ila	0,00 m³	0,00 m³	64,55€	0,00€
Muro Sotano	HA-25/B/20/Ila	11,38 m³	12,52 m³	64,55€	807,86€
Muro básico			15,54 m³		1.003,41€
			15,54 m³		1.003,41€

Cantidades de Barras de Acero_Muro Sotano							
Imagen	Familia y Tipo	Material	Comentarios	Diámetro de barra	Espaciado	Cantidad	Longitud total de barra
Muro Sotano							
	Barra de armadura: 10 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Horizontal	10 mm	15,00 cm	23	315,91 m
	Barra de armadura: 10 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Horizontal	10 mm	15,00 cm	23	315,83 m
	Barra de armadura: 12 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Vertical	12 mm	20,00 cm	70	227,03 m
	Barra de armadura: 12 B 500 S	Acero s275 JR	Armado Vertical	12 mm	20,00 cm	70	227,08 m

Total general: 4

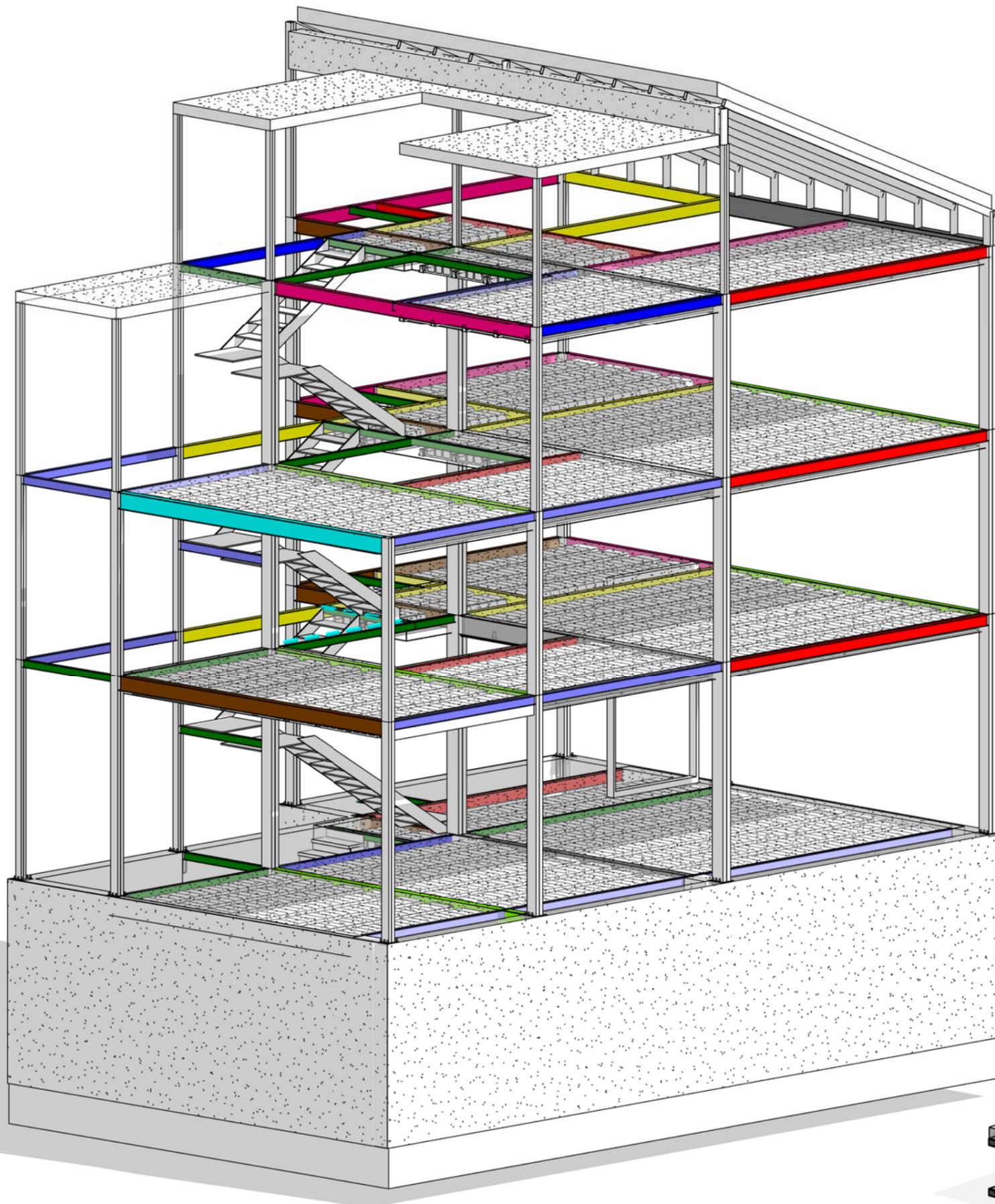


ALUMNO
Pablo Martínez Triguero

PROYECTO
Estructura de Vivienda Unifamiliar

NOMBRE DE PLANO
05 Encuentro Muro y Losa

ESCALA

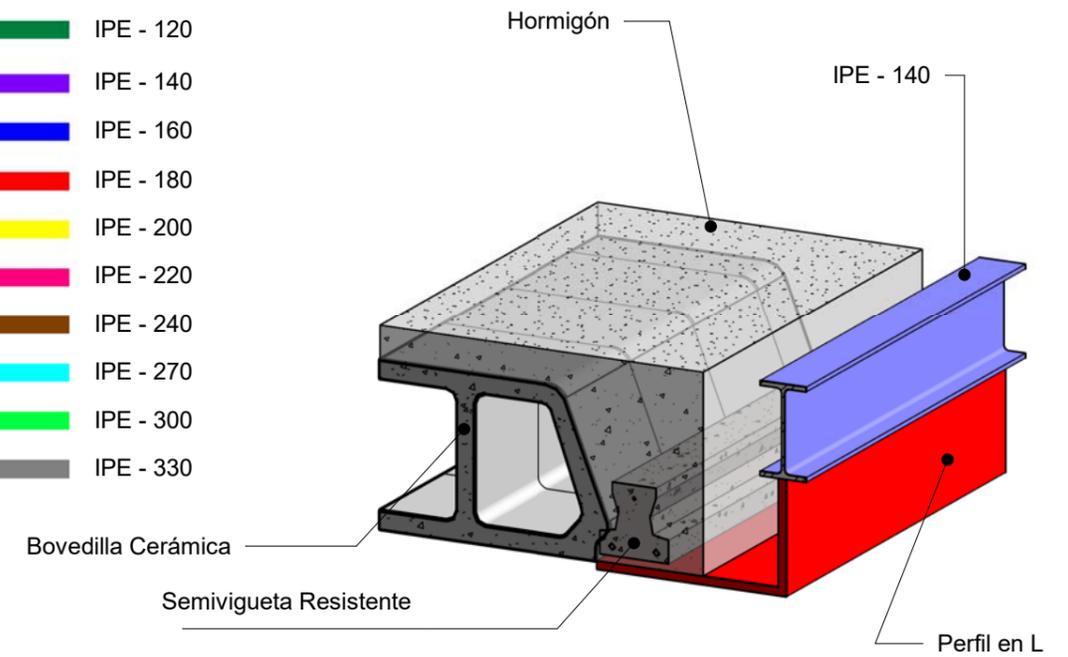


Precio de Vigas Metálicas

Tipo	Recuento	Material: Nombre	Peso en Kg	Precio por kg	Precio total
IPE 120	19	Metal - Acero - 345 MPa	20,80	2,09€	825,97€
IPE 140	13	Metal - Acero - 345 MPa	25,80	2,09€	700,99€
IPE 160	3	Metal - Acero - 345 MPa	31,60	2,09€	198,13€
IPE 180	7	Metal - Acero - 345 MPa	37,60	2,09€	550,09€
IPE 200	11	Metal - Acero - 345 MPa	44,80	2,09€	1.029,95€
IPE 220	6	Metal - Acero - 345 MPa	32,40	2,09€	406,30€
IPE 240	6	Metal - Acero - 345 MPa	61,40	2,09€	769,96€
IPE 270	1	Metal - Acero - 345 MPa	72,20	2,09€	150,90€
IPE 300	5	Metal - Acero - 345 MPa	84,40	2,09€	881,98€
IPE 330	4	Metal - Acero - 345 MPa	98,20	2,09€	820,95€
IPE 360	1	Metal - Acero - 345 MPa	104,20	2,09€	217,78€
Total general	76				6.552,99€

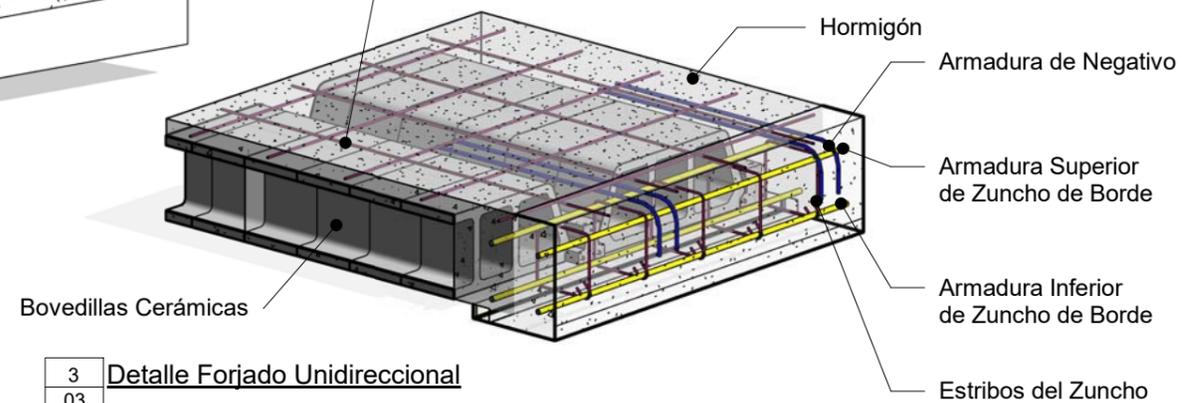
LEYENDA DE FILTROS

- IPE - 120
- IPE - 140
- IPE - 160
- IPE - 180
- IPE - 200
- IPE - 220
- IPE - 240
- IPE - 270
- IPE - 300
- IPE - 330



2
03 Encuentro de Viga IPE 140 con forjado unidireccional

Armadura de Reparto



3
03 Detalle Forjado Unidireccional

1
03 ST Filtros Vigas



ALUMNO
Pablo Martínez Triguero

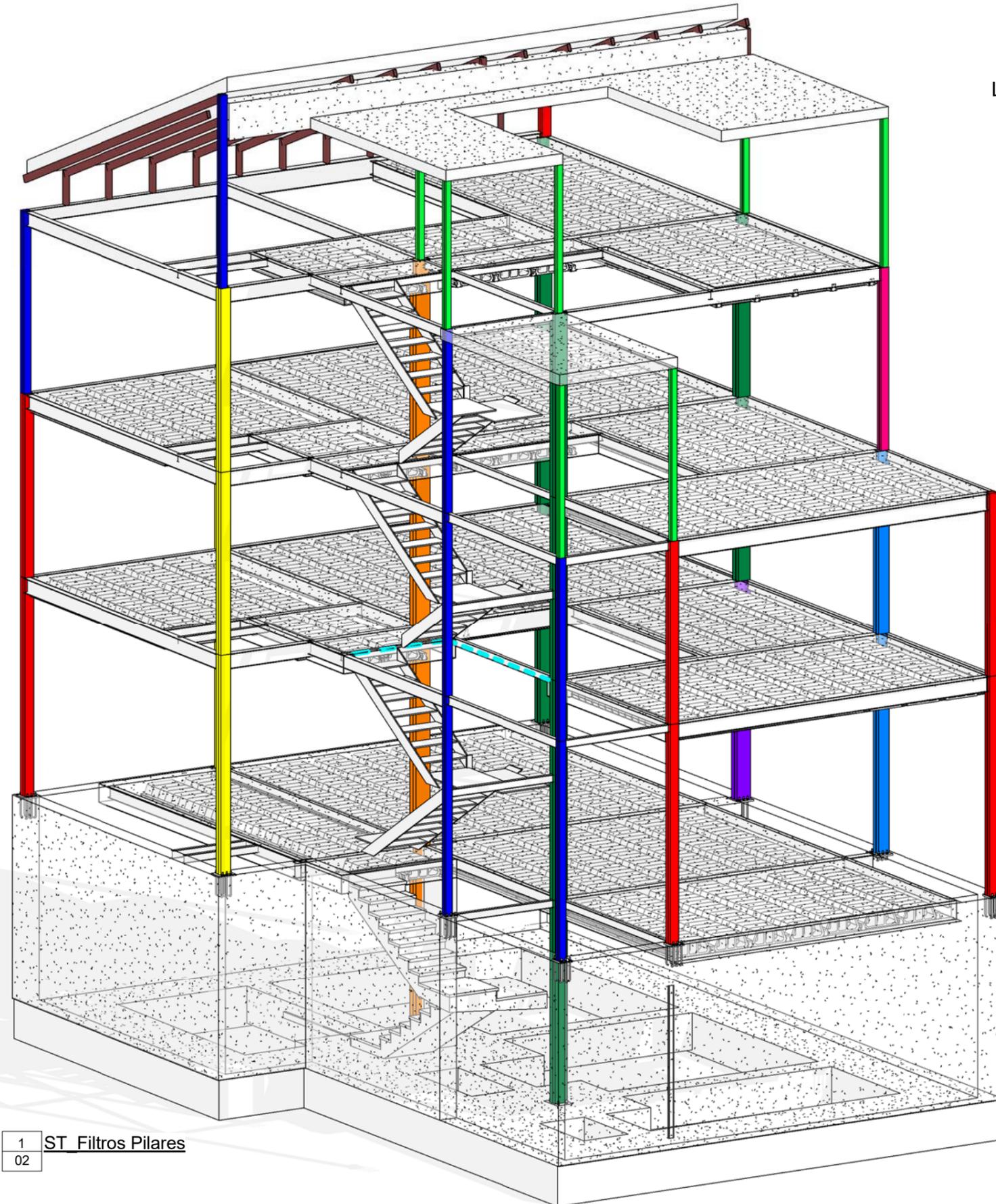
PROYECTO
Estructura de Vivienda Unifamiliar

NOMBRE DE PLANO
03 Vigas

ESCALA
1 : 100

Precio Pilares estructurales

Marca	Ubicación	Familia	Precio por kg	Peso en Kg	Precio Total
00_Cimentación					
P6	B-2	UPN220_U	2,09	58,80	122,89€
P7	C-2	UPN260_U	2,09	75,80	158,42€
					281,31€
02_Acceso					
P1	A-1	UPN160_U	2,09	37,60	78,58€
P2	B-1	UPN200_U	2,09	50,60	105,75€
P3	C-1	UPN240_U	2,09	66,40	138,78€
P4	D-1	UPN220_U	2,09	58,80	122,89€
P5	A-2	UPN160_U	2,09	37,60	78,58€
P6	B-2	UPN220_U	2,09	58,80	122,89€
P7	C-2	UPN260_U	2,09	75,80	158,42€
P8	D-2	UPN180_U	2,09	44,00	91,96€
P9	A-3	UPN120_U	2,09	26,80	56,01€
P10	B-3	UPN120_U	2,09	26,80	56,01€
P11	C-4	UPN180_U	2,09	44,00	91,96€
P12	D-4	UPN160_U	2,09	37,60	78,58€
					1.180,43€
03_Primer a Planta					
P1	A-1	UPN160_U	2,09	37,60	78,58€
P2	B-1	UPN200_U	2,09	50,60	105,75€
P3	C-1	UPN220_U	2,09	58,80	122,89€
P4	D-1	UPN220_U	2,09	58,80	122,89€
P5	A-2	UPN160_U	2,09	37,60	78,58€
P6	B-2	UPN220_U	2,09	58,80	122,89€
P7	C-2	UPN260_U	2,09	75,80	158,42€
P8	D-2	UPN180_U	2,09	44,00	91,96€
P9	A-3	UPN120_U	2,09	26,80	56,01€
P10	B-3	UPN120_U	2,09	26,80	56,01€
P11	C-4	UPN180_U	2,09	44,00	91,96€
P12	D-4	UPN160_U	2,09	37,60	78,58€
					1.164,55€
04_Planta Segunda					
P2	B-1	UPN140_U	2,09	32,00	66,88€
P3	C-1	UPN220_U	2,09	58,80	122,89€
P4	D-1	UPN220_U	2,09	58,80	122,89€
P5	A-2	UPN100_U	2,09	21,20	44,31€
P6	B-2	UPN220_U	2,09	58,80	122,89€
P7	C-2	UPN260_U	2,09	75,80	158,42€
P8	D-2	UPN100_U	2,09	21,20	44,31€
P9	A-3	UPN100_U	2,09	21,20	44,31€
P10	B-3	UPN120_U	2,09	26,80	56,01€
P11	C-4	UPN180_U	2,09	44,00	91,96€
P12	D-4	UPN120_U	2,09	26,80	56,01€
					930,89€
05_Planta Altillo					
P2	B-1	UPN100_U	2,09	21,20	44,31€
P3	C-1	UPN100_U	2,09	21,20	44,31€
P4	D-1	UPN160_U	2,09	37,60	78,58€
P6	B-2	UPN100_U	2,09	21,20	44,31€
P7	C-2	UPN100_U	2,09	21,20	44,31€
P10	B-3	UPN100_U	2,09	21,20	44,31€
P11	C-4	UPN120_U	2,09	26,80	56,01€
					356,14€
Total general					3.913,32€



LEYENDA DE FILTROS

- █ 2UPN - 100
- █ 2UPN - 120
- █ 2UPN - 140
- █ 2UPN - 160
- █ 2UPN - 180
- █ 2UPN - 200
- █ 2UPN - 220
- █ 2UPN - 240
- █ 2UPN - 260

1 ST Filtros Pilares
02



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ALUMNO
Pablo Martínez Triguero

PROYECTO
Estructura de Vivienda Unifamiliar

NOMBRE DE PLANO
02 Precio pilares

ESCALA
1 : 100