

ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TRABAJO FINAL DE GRADO
SEPTIEMBRE 2018

ALUMNO: PABLO BENAVENT MARCO

TUTOR: LUIS MARÍA DE MAZARREDO AZNAR



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

1. INDICE

1. INDICE.....	2
2. RESUMEN.....	3
3. PALABRAS CLAVE.....	5
4. AGRADECIMIENTOS	6
5. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA	7
6. OBJETIVOS Y METODOLOGIA.....	9
6.1 OBJETIVOS.....	9
6.2 METODOLOGÍA	9
6.2.1 ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL	10
6.2.2 PROPUESTAS.....	13
7. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DE LAS PROPUESTAS Y PORQUE ELEGIMOS ESA OPCIÓN.....	25
8. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.....	27
8.1 HERRAMIENTAS	27
8.1.1 PROGRAMA	27
8.1.2 CARGAS	28
8.1.3 MATERIALES	31
8.2 DESARROLLO DE LA ESTRUCTURA	33
9. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	39
10. CONCLUSIONES.....	41
11. PLANOS.....	42
12. BIBLIOGRAFÍA.....	52
13. REFERENCIAS IMAGENES.....	53

2. RESUMEN

El objetivo del trabajo es, mediante el análisis de la estructura actual y los conocimientos adquiridos, tratar de generar una nueva estructura para la Casa Ponce tratando de optimizar y mejorar la actual.

En este caso la estructura que será sustitutoria, de la actual, estará formada por estructura de hormigo armado en sistema de pórticos (vigas, viguetas y pilares de hormigón). En algunos casos para la rigidización de la estructura se han sustituido esos forjados de viguetas pretensadas por losas, para lograr una disminución en la flecha de los voladizos.

El programa en el que nos basamos es el ya establecido de vivienda unifamiliar, generada en tres plantas. En la planta zócalo se establece una zona de servicio, que queda oculta entre los muros de hormigón, quedando oculta de las vistas directas.

En la planta primera se encuentra la zona más pública de la casa, donde todos los cerramientos son acristalados otorgando gran luminosidad a la planta y haciendo que sea un espacio confortable.

Y en la planta superior, la zona de dormitorios, en la cual se despliega toda la majestuosidad estructural propia de esta vivienda.

La idea con la que se plantea el proyecto es, desde el punto del análisis de las estructuras, comparar con otro sistema estructural si se ha construido la vivienda de la forma más óptima posible. Para ello desarrollaremos mediante architrave el volumen estructural con la tipología prevista y obtendremos conclusiones de si ha sido construida de la mejor manera, si la estructura se podría optimizar y si se podría optimizar el presupuesto y el material utilizado.

Hay que tener en cuenta que pese a utilizar un sistema constructivo diferente lo que se trata es de mantener la esencia de la vivienda conservando los tres volúmenes flotantes y los largos voladizos, no tendría sentido variar la esencia de la morfología de la vivienda, debido a que si realizáramos esto ya no sería la Casa Ponce.

Ingles

The objective of the work is, through the analysis of the current structure and the acquired knowledge, to try to generate a new structure for Casa Ponce trying to optimize and improve the current one.

In this case, the structure that will be substitute, of the current one, will be formed by an armed structure in a gantry system (beams, joists and concrete pillars). In some cases, for the stiffening of the structure, those slabs of prestressed beams have been replaced by slabs, in order to achieve a decrease in the deflection of the cantilevers. The objective of the work is, through the analysis of the current structure and the acquired knowledge, to try to generate a new structure for Casa Ponce trying to optimize and improve the current one

The program on which we base is the already established single-family house, generated in three floors. In the basement a service area is established, which is hidden between the concrete walls, being hidden from the direct views.

On the first floor is the most public area of the house, where all the enclosures are glazed giving great light to the plant and making it a comfortable space.

And on the upper floor, the sleeping area, in which all the structural majesty typical of this house is displayed.

The idea with which the project is proposed is, from the point of the analysis of the structures, to compare with another structural system if the house has been built in the most optimal way possible. To do this we will develop the structural volume with architrave with the planned typology and we will obtain conclusions on whether it has been built in the best way, if the structure could be optimized and if the budget and the material used could be optimized.

Keep in mind that despite using a different construction system what is involved is to maintain the essence of the house while retaining the three floating volumes and the long overhangs; it would not make sense to vary the essence of the morphology of the house, due to that if we did this, it would no longer be Casa Ponce.

Valenciano

L'objectiu del treball és, per mitjà de l'anàlisi de l'estructura actual i els coneixements adquirits, tractar de generar una nova estructura per a la Casa Ponce tractant d'optimitzar i millorar l'actual. En este cas l'estructura que serà substitutòria, de l'actual, estarà formada per estructura de cendra armat en sistema de pòrtics (bigues, biguetes i pilars de formigó). En alguns casos per a la rigidizació de l'estructura s'han substituït eixos forjats de biguetes pretesades per lloses, per a aconseguir una disminució en la fletxa de les volades

El programa en què ens basem és el ja establert de vivenda unifamiliar, generada en tres plantes. En la planta sòcol s'establix una zona de servici, que queda oculta entre els murs de formigó, quedant oculta de les vistes directes.

En la planta primera es troba la zona més pública de la casa, on tots els tancaments són envidrats atorgant gran lluminositat a la planta i fent que siga un espai confortable.

I en la planta superior, la zona de dormitoris, en la qual es desplega tota la majestuositat estructural pròpia d'esta vivenda.

La idea amb què es planteja el projecte és, des del punt de l'anàlisi de les estructures, comparar amb un altre sistema estructural si s'ha construït la vivenda de la manera més òptima possible. Per a això desenrotllarem per mitjà d'Architrave el volum estructural amb la tipologia prevista i obtindrem conclusions de si ha sigut construïda de la millor manera, si l'estructura es podria optimitzar i si es podria optimitzar el pressupost i el material utilitzat.

Cal tindre en compte que a pesar d'utilitzar un sistema constructiu diferent el que es tracta és de mantindre l'essència de la vivenda conservant els tres volums flotants i les llargues volades, no tindria sentit variar l'essència de la morfologia de la vivenda, pel fet que si realitzàrem açò ja no seria la Casa Ponce.

3. PALABRAS CLAVE

Las palabras clave a tener en cuenta en este proyecto son:

- VIVIENDA UNIFAMILIAR
- ESTRUCTURA DE PÓRTICOS
- HORMIGÓN ARMADO
- CÁLCULO ESTRUCTURAL
- ARCHITRAVE

Inglés

The key words to consider in this project are:

- DETACHED HOUSE
- BEAM STRUCTURE
- REINFORCED CONCRETE
- STRUCTURAL CALCULATION
- ARCHITRAVE

Valenciano

Les paraules clau a tindre en compte en este projecte són:

- VIVENDA UNIFAMILIAR
- ESTRUCTURA DE PÒRTICS
- FORMIGÓ ARMAT
- CÀLCUL ESTRUCTURAL
- ARCHITRAVE

4. AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento general a todas aquellas personas que han ayudado al correcto desarrollo de este proyecto aportando conocimientos sobre el programa Architrave y sus triquiñuelas, Gracias Luis Mazarredo en este aspecto, puesto que es el que de manera sutil nos ha guiado para comprender y descifrar este maravilloso mundo del cálculo de las estructuras.

También cabe mencionar la ayuda de mis compañeros de TFG por la puesta en común de investigación sobre la vivienda, funcionamiento estructural y compartir conocimientos sobre los programas utilizados.

Será injusto no mencionar a mis padres, implicados en la llamada semanal para informarse de la evolución del trabajo y aguantar explicaciones una y otra vez sobre el mismo tema, la monotemática durante este último periodo y esa frase, venga Pablo que no queda nada.

Especial mención a Ana Rodríguez, esto no habría sido posible sin ella y su constante apoyo. Ella ha sido el pilar sobre el cual ha girado todo mi mundo estos últimos meses.

5. INFORMACIÓN DE LA VIVIENDA

Obra: Casa Ponce

Ubicación: Calle Perdriel, San Isidro
Buenos Aires, Argentina

Cliente: Hernán Ponce

Año de proyecto: 2000

Año de construcción: 2011-2003

Superficie de terreno: 2.000m²

Superficie construida: 570m²

Presupuesto: US\$ 1.400 /m² (estimado)

Arquitecto: Mathias Klotz

Arquitecto colaborador: Pablo Riquelme

Arquitecto paisajista: Juan Grimm

Coordinador obra: Enrique Weledniger

Ingeniería estructural: Enzo Valladares

Inspección técnica de obra: SEWCO

Construcción: STIEGLITZ

Instalación sanitaria: Carlos Oneto

Instalación eléctrica: José Luis Varela

Climatización: Oscar Vásquez

Sistema constructivo: Muros y losas de hormigón armado

Cerramientos: Carpinterías de acero inoxidable, paneles de cristal, perfiles de vidrio Profilit.

Cubiertas: Gravillas (5cm diámetro) sobre losa y membrana asfáltica, entablado de madera de teca sobre envigado metálico y losa, lucernarios circulares cubiertas de cristal y revestidas en acero inoxidable.

Terminaciones: Hormigón visto, hormigón revocado, pavimentos de mármol travertino.

La casa de Ponce está ubicada en un barrio de los años cuarenta en Buenos Aires, Argentina. La parcela es larga y estrecha (16m x 120m) con vegetación densa en los lindes de la parcela, con una pronunciada inclinación de la parcela y una clara vista sobre el Río de la Plata.

El desafío de este proyecto según los artículos consultados era mantener las vistas desde el acceso de la vivienda al río para que esta no fuera un obstáculo y dividiera la parcela en zona delantera y trasera.



Ilustración 1 _ Vista de la vivienda - ARQ Ediciones – Mathias Klotz

La casa se está constituida por dos volúmenes planta baja y primera y un semi sótano.

SEPTIEMBRE 2018

La planta principal alberga áreas públicas, una cocina, terrazas y una piscina, formando un volumen completamente acristalado que se conecta visualmente con el terreno en todas las direcciones.



Ilustración 2 _ Vista interior de la vivienda - ARQ Ediciones – Mathias Klotz

En las habitaciones de nivel superior se encuentran en un volumen más cerrado y conectado a la terraza de la azotea. Una lavandería, una sala de máquinas, una bodega y una sala de servicio se encuentran en el sótano.



Ilustración 3 _ Vista interior de la vivienda - ARQ Ediciones – Mathias Klotz

La casa de Ponce plantea una integridad volumétrica y estructural en la que un gran voladizo descansa sobre un volumen que deja despejada la zona al ser de vidrio y a su vez descansa sobre una base que en los bordes contiene áreas de servicio.

6. OBJETIVOS Y METODOLOGIA

6.1 OBJETIVOS

Los objetivos principales de este trabajo final de grado son el análisis estructural de la vivienda elegida en el taller y la propuesta de un sistema estructural alternativo al ejecutado. Teniendo en cuenta las posibilidades constructivas, la capacidad de generar un nuevo sistema estructural y ser capaz de elaborar una conclusión final ante la posibilidad de un mejor comportamiento estructural.

Para generar este tipo de información se realiza un análisis de la vivienda, se realizan toda la documentación gráfica de la vivienda necesaria, análisis de tipos de estructuras porticadas y todo se implementa mediante el programa de cálculo de estructuras architrave, facilitado por la UPV y el departamento.

6.2 METODOLOGÍA

Los pasos adoptados para desarrollar este trabajo son:

- Análisis formal de la vivienda seleccionada.
- Establecer el tipo estructural ejecutado y elementos que lo conforman.
- Delineación de los planos que servirán de apoyo a la elaboración estructural.
- Establecer la formalidad estructural, dirección de los pórticos, vigas, zunchos, brochales y forjados.
- Establecer la estimación de cargas mediante la elección de materiales, zonas geográficas y otros parámetros.
- Modelización de las pruebas necesarias para llegar al modelo óptimo.
- Cálculo del modelo y revisión del buen funcionamiento estructural.
- Planos de estructura, despiece de vigas y detalles.
- Mediciones del modelo, kg de acero y m³ de hormigón.
- Presupuesto detallado de las mediciones.
- Análisis y comparativo.

6.2.1 ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

La estructura que vamos a realizar es mediante pórticos por lo que habrá que tener en cuenta el comportamiento de los mismos.

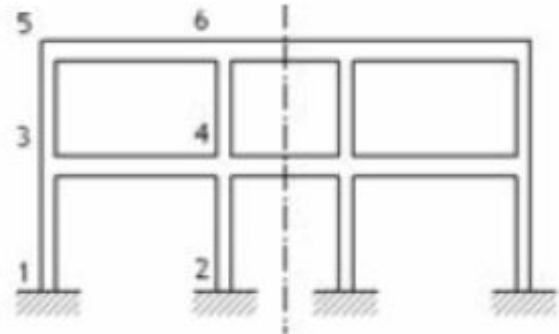


Ilustración 4 _ Estructura porticada - Apuntes estructuras 2 (UPV)

Para ello deberemos tener en cuenta cómo actúan las cargas sobre la estructura hay que tener en cuenta cómo se comporta la estructura.

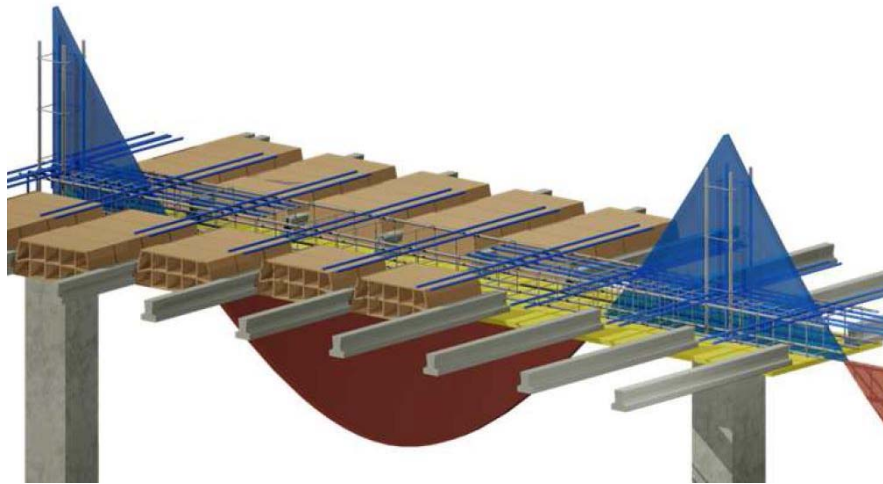


Ilustración 5 _ Momentos en viga in situ - Apuntes estructuras 2 (UPV)

Tendremos que tener en cuenta dependiendo de la distribución de la estructura y las cargas aplicadas se producirán unas rigideces y por lo tanto unos repartos que afectan a esta.

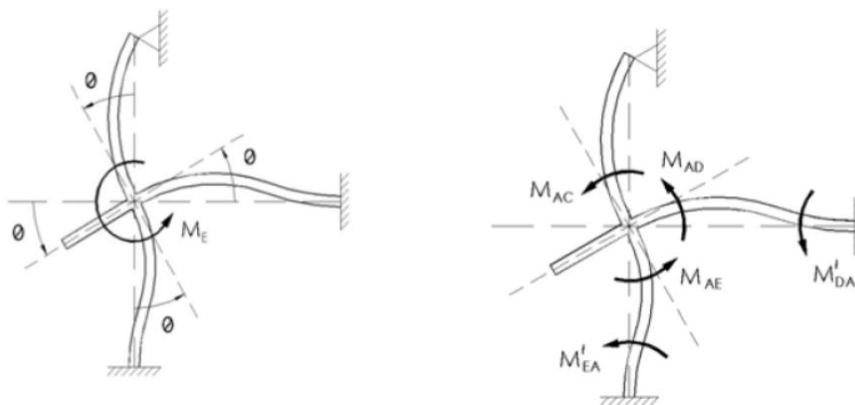


Ilustración 6 _ Rigideces y repartos - Apuntes estructuras 2 (UPV)

Como podemos observar la estructura en sección es soportada desde la base por una cimentación de pilotes y losa, los cuales buscan estratos lo suficientemente resistentes para asentar la vivienda. Las pantas superiores están sustentadas por tres muros de hormigón armado provenientes del sótano, los cuales apoyan directamente en la losa.

SEPTIEMBRE 2018

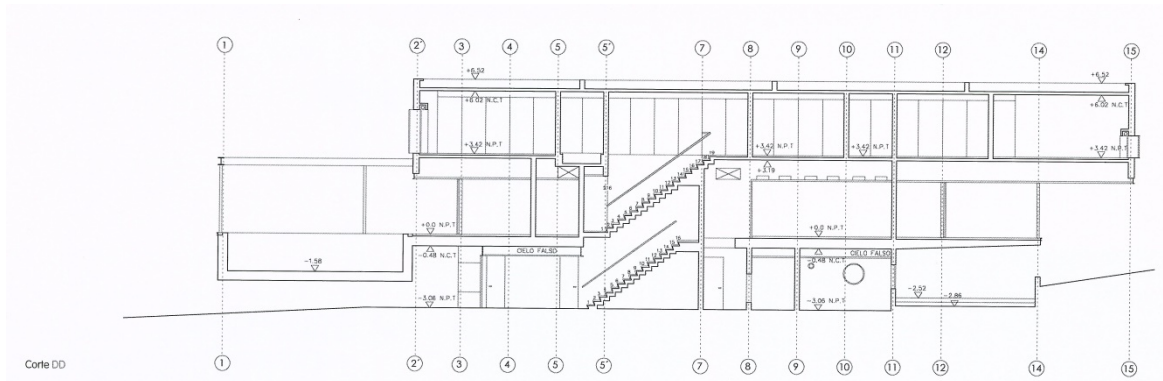


Ilustración 7 _ Sección detalles_ “ARQ Ediciones – Mathias Klotz”

En la planta primera el reparto se realiza mediante una losa con canto variable de hormigón visto que sustentará la zona de salón comedor y hacia la otra aparte se desarrolla el volumen saliente.

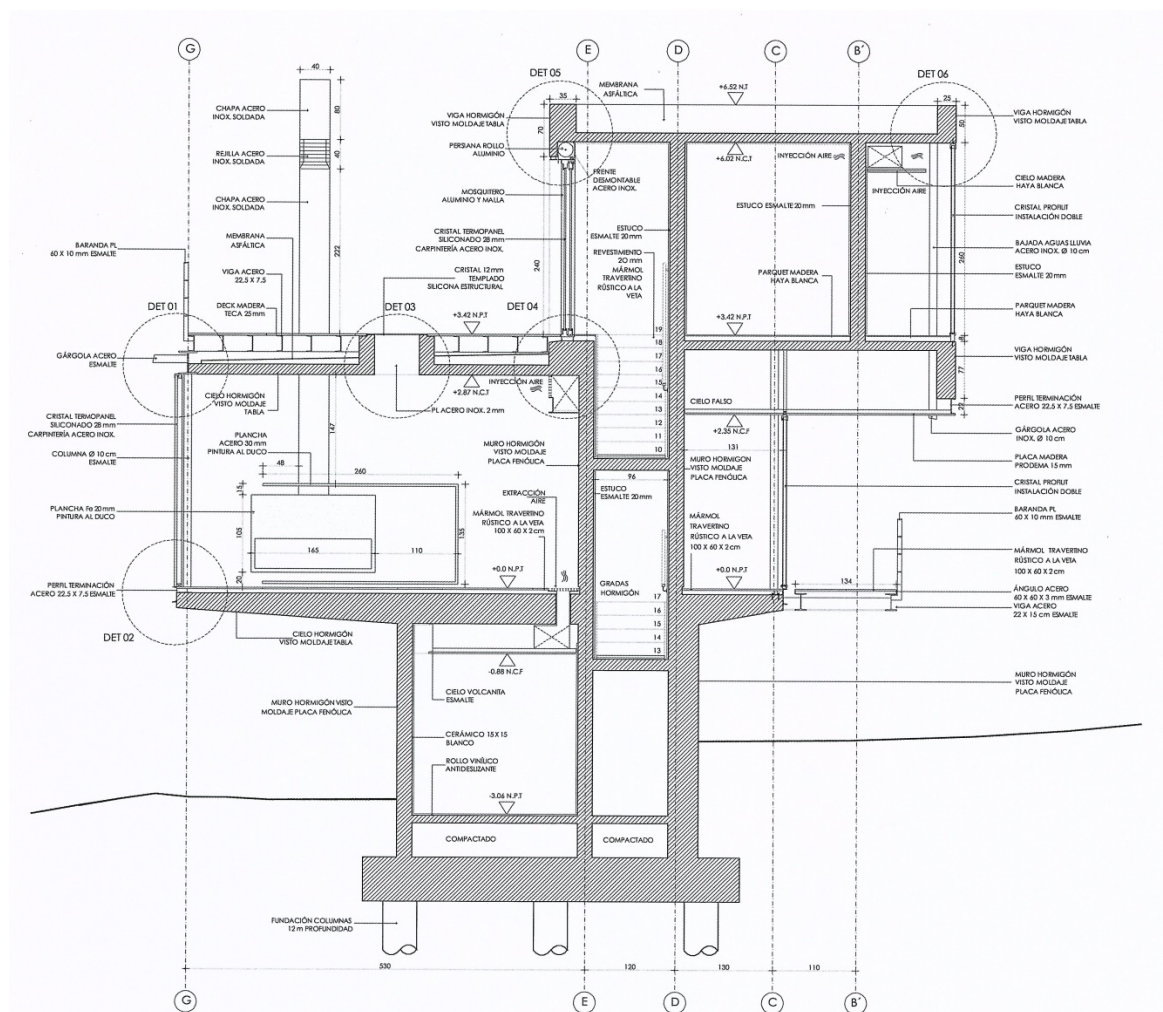


Ilustración 8 _ Sección constructiva_ “ARQ Ediciones – Mathias Klotz”

En la planta segunda se detallan las vigas de hormigón de gran canto que ayudan a resolver los momentos y las inercias generadas por el vuelo, además de los muros que ayudan a aumentar la rigidez del elemento en ambos voladizos.

SEPTIEMBRE 2018

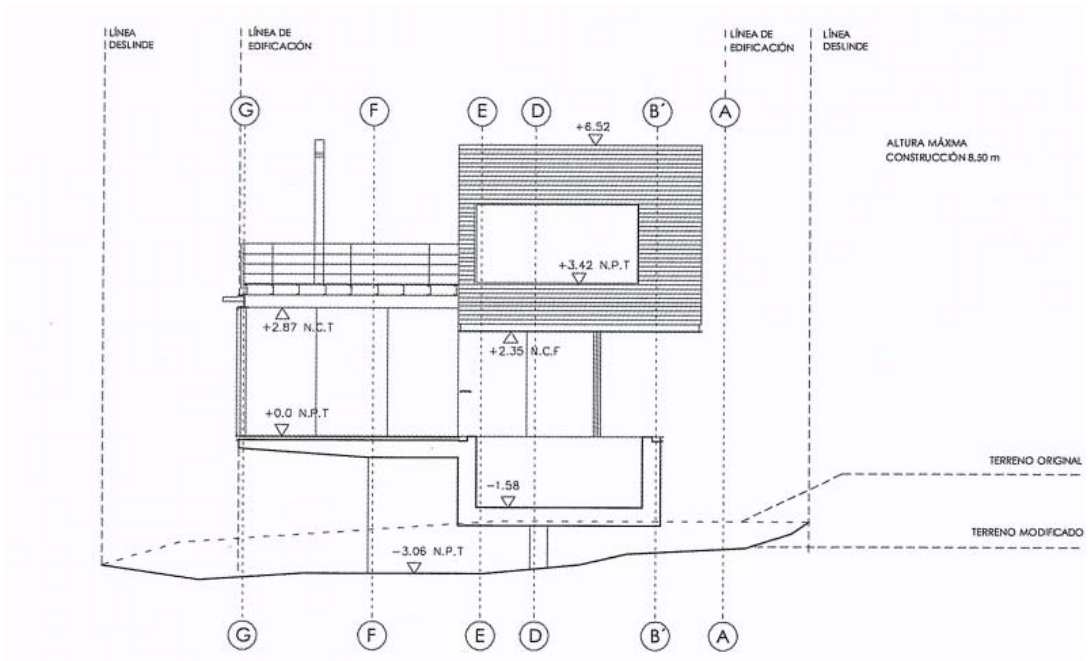


Ilustración 9 _ Corte A-A - "ARQ Ediciones – Mathias Klotz"

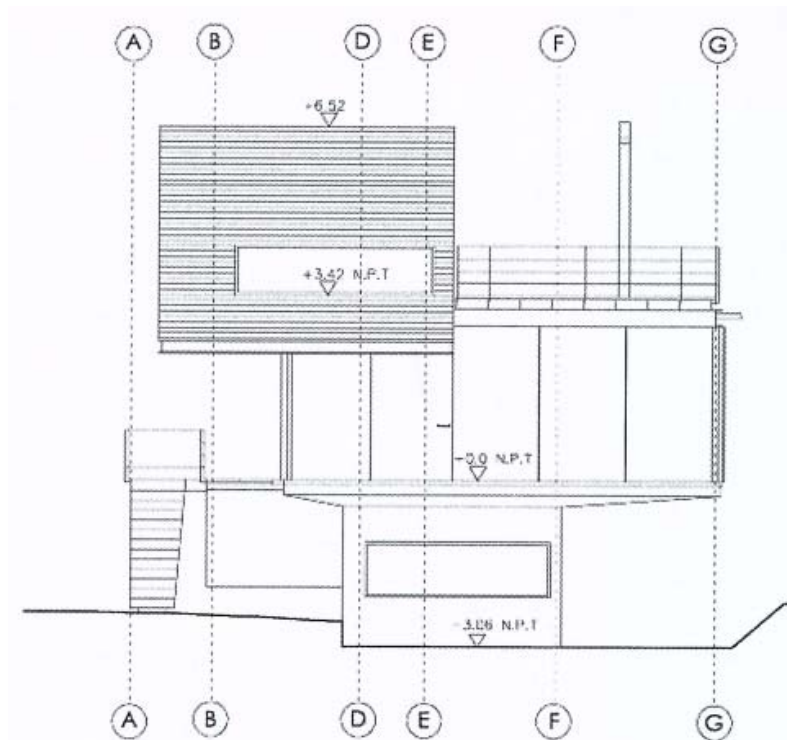


Ilustración 10 _ Elevación de poniente - "ARQ Ediciones – Mathias Klotz"

6.2.2 PROPUESTAS

Lo que propondremos debido a que cambiaremos el sistema estructural de la vivienda, buscando la optimización, es tratar de integrar los soportes y las vigas en el diseño original para mantener la esencia de la vivienda.

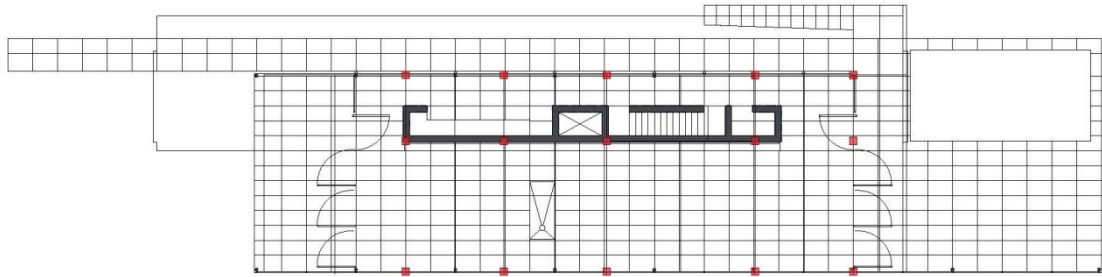


Ilustración 11 Planta Baja - "ARQ Ediciones – Mathias Klotz"

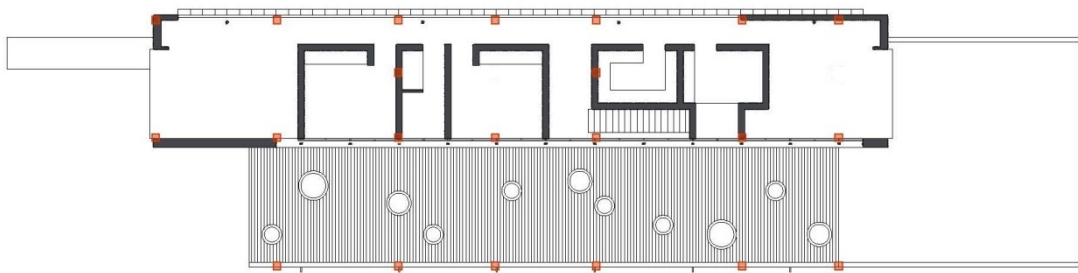


Ilustración 12 Planta Primera - "ARQ Ediciones – Mathias Klotz"

RESUMEN DE MODELOS

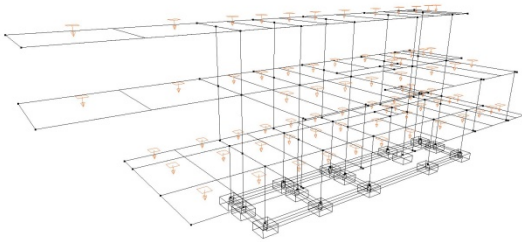


Ilustración 13 Modelo 1

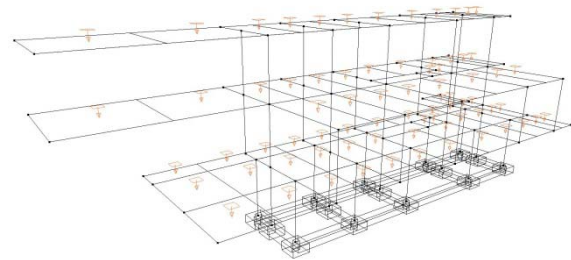


Ilustración 14 Modelo 2

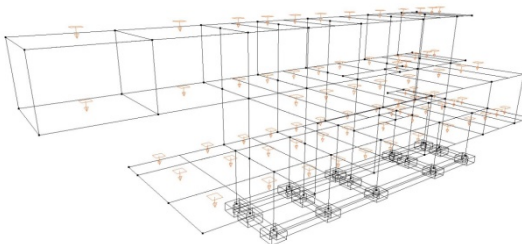


Ilustración 15 Modelo 3

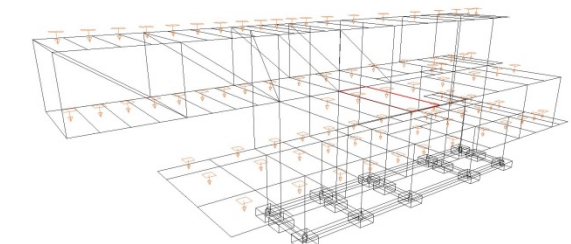


Ilustración 16 Modelo 4

SEPTIEMBRE 2018

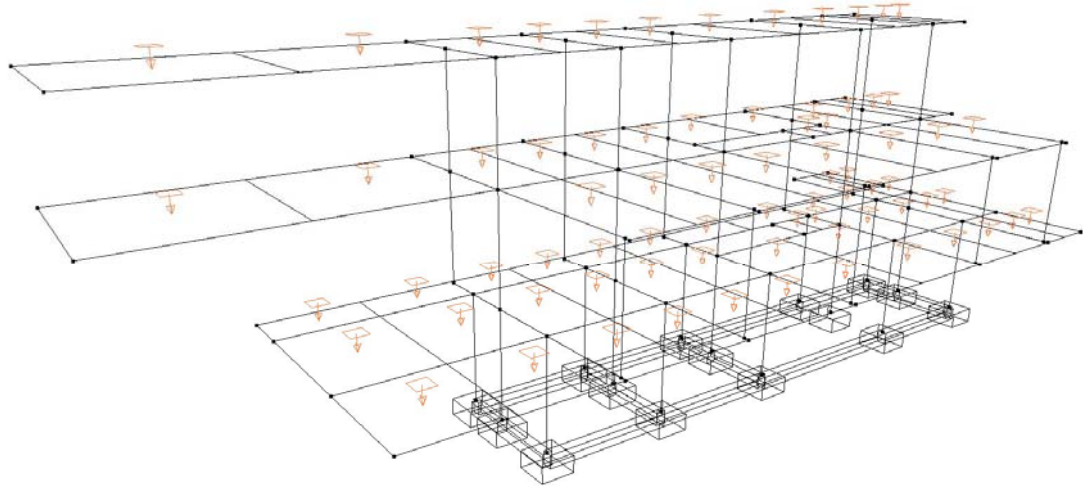
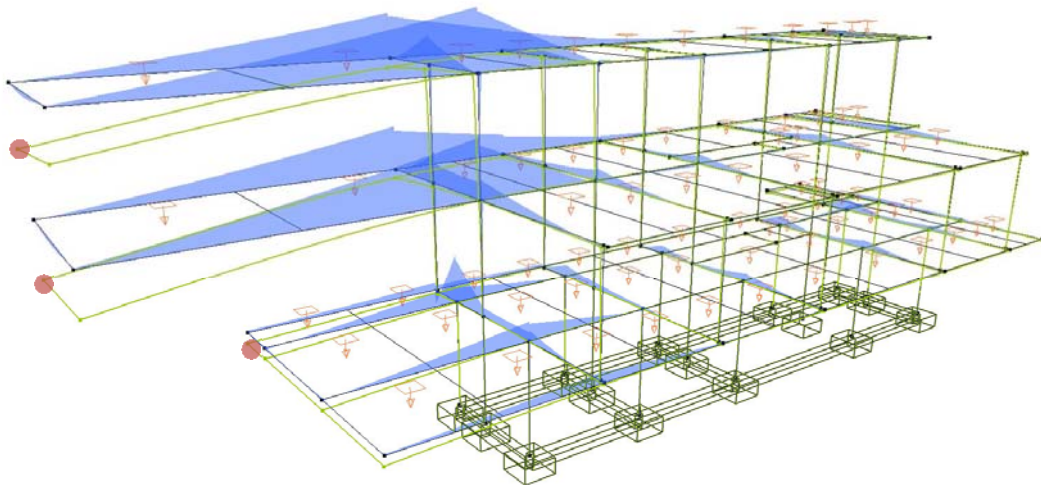
MODELO 1

Ilustración 17 _ Modelo 1 - Indeformada

Ilustración 18 _ Modelo 1 – Cálculo [ELS] - Momentos
Escala de la deformada: 10

En esta primera propuesta generamos una estructura “ideal” para la tipología escogida.

Dos grandes vigas de 100cm de canto en la punta del voladizo para tratar de contrarrestar los momentos que se producen en las vigas de los voladizos.

Las vigas de la zona de la terraza son de 80 cm, para contrarrestar el voladizo.

Las vigas transversales a las principales en los puntos donde se genera el voladizo de la planta superior son de 80cm de canto tratando de contrarrestar la torsión generada.

VIGA DE VOLADIZO - ELS

Posición	Tamaño	Flecha
Superior	30 x 100cm	-16,28 cm
Inferior	30 x 100cm	-16,12 cm

TERRAZA

30 x 80cm	-3,02 cm
-----------	----------

SEPTIEMBRE 2018

GRÁFICAS DEL MODELO 1

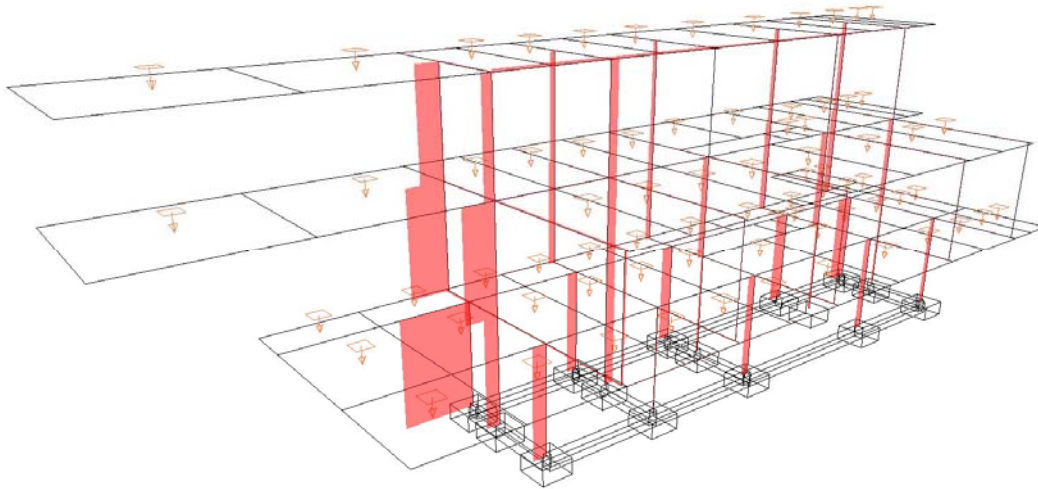


Ilustración 19 _ Modelo 1 – Cálculo [ELU] – Axiles
Escala 0.001

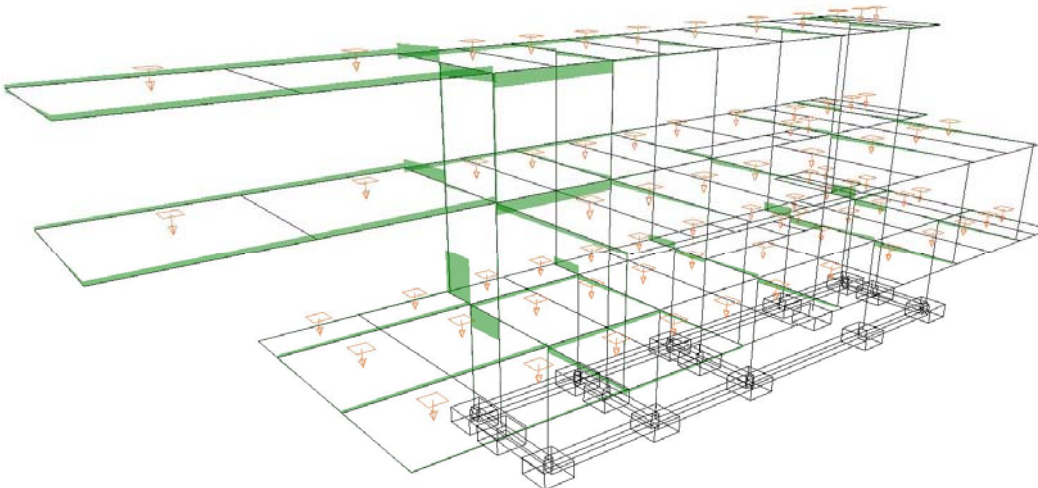


Ilustración 20 _ Modelo 1 – Cálculo [ELU] – Cortante Vy
Escala 0.001

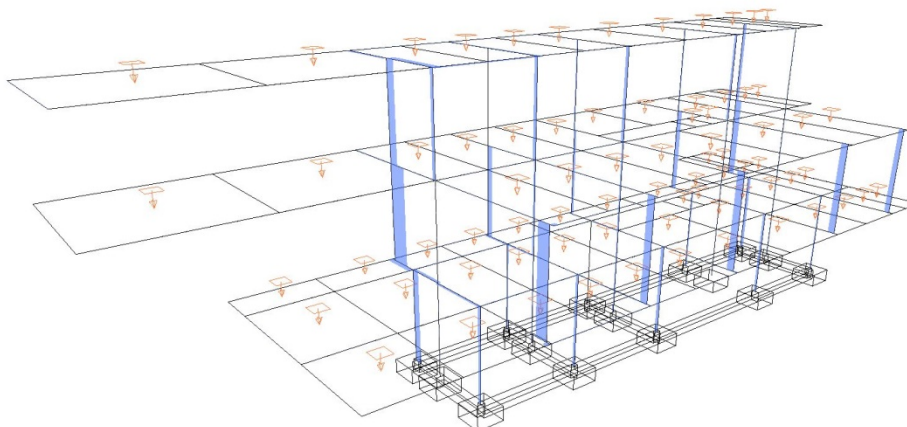


Ilustración 21 _ Modelo 1 – Cálculo [ELU] – Cortante Vz
Escala 0.01

MODELO 2

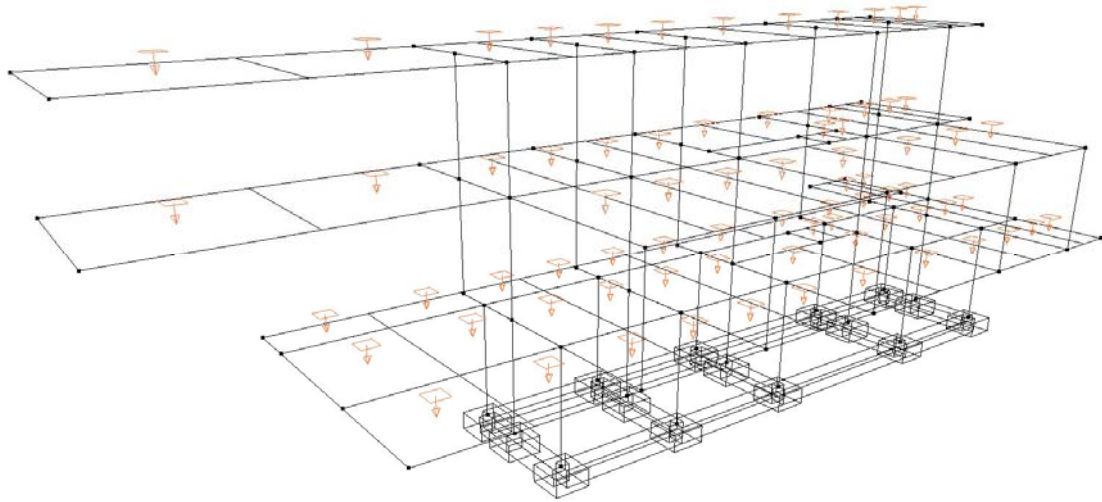


Ilustración 22 _ Modelo 2 - Indeformada

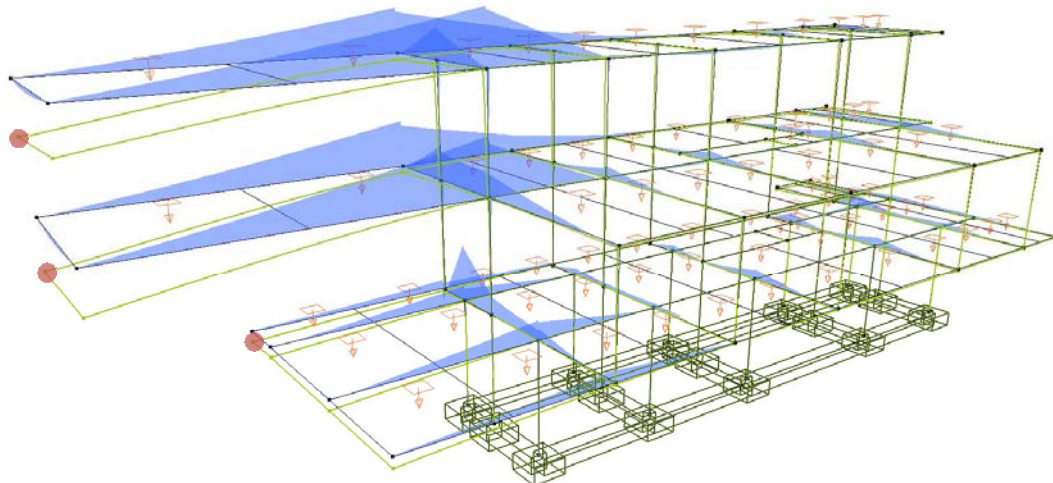


Ilustración 23 _ Modelo 2 – Cálculo [ELS]
Escala de la deformada: 10

En esta segunda propuesta aumentamos el canto de las vigas en los voladizos donde la flecha pese a verse reducida sigue siendo inadmisibles, por lo que seguimos realizando cambios en la estructura.

Dos grandes vigas de 120cm de canto en la punta del voladizo para tratar de contrarrestar los momentos que se producen en las vigas de los voladizos.

Las vigas de la zona de la terraza son de 80 cm, para contrarrestar el voladizo.

Las vigas transversales a las principales en los puntos donde se genera el voladizo de la planta superior son de 100cm de canto tratando de contrarrestar la torsión generada y el cortante que se aplica en este punto supera la resistencia de la viga.

VIGA DE VOLADIZO - ELS

Posición	Tamaño	Flecha
Superior	30 x 120cm	-14,09 cm
Inferior	30 x 120cm	-14,28 cm
TERRAZA	30 x 80cm	-2,86 cm

GRÁFICAS DEL MODELO 2

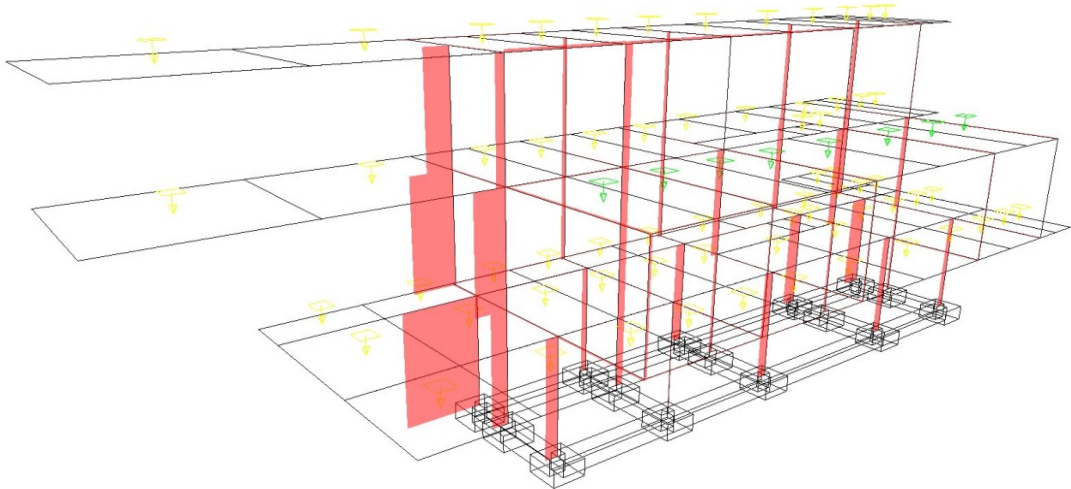


Ilustración 24 _ Modelo 2 – Cálculo [ELU] – Axiles
Escala 0.001

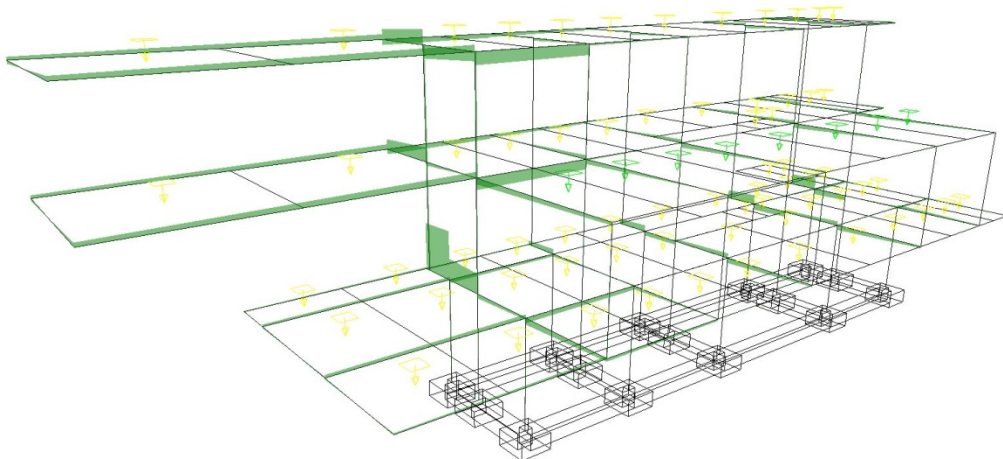


Ilustración 25 _ Modelo 2 – Cálculo [ELU] – Cortante Vy
Escala 0.001

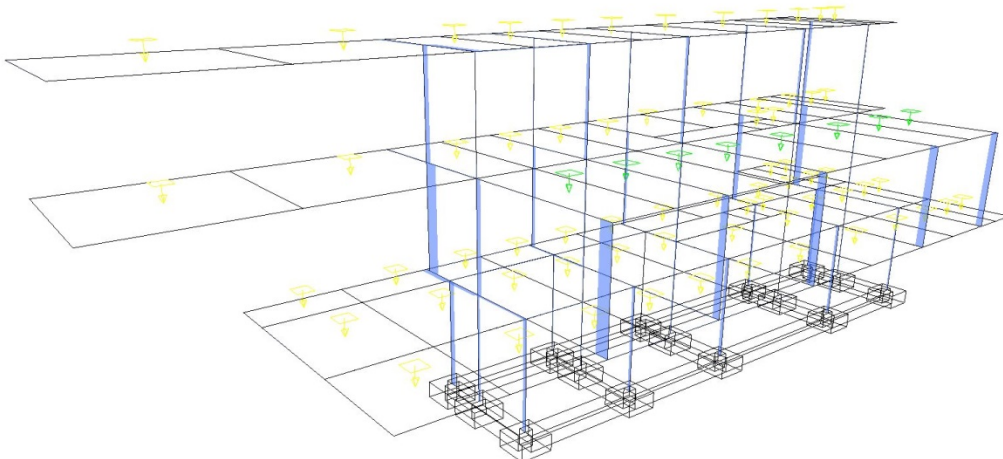


Ilustración 26 _ Modelo 2 – Cálculo [ELU] – Cortante Vz
Escala 0.01

MODELO 3

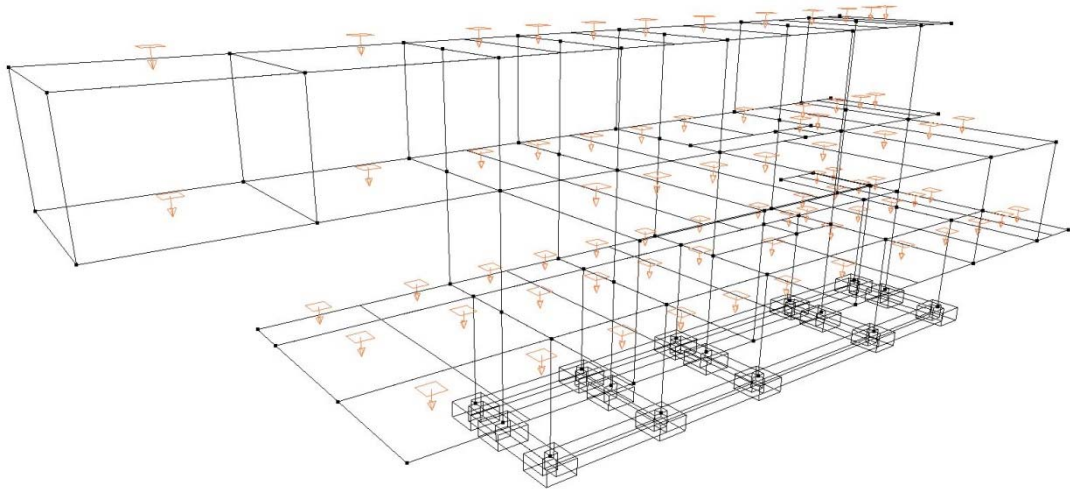


Ilustración 27 _ Modelo 3 - Indeformada

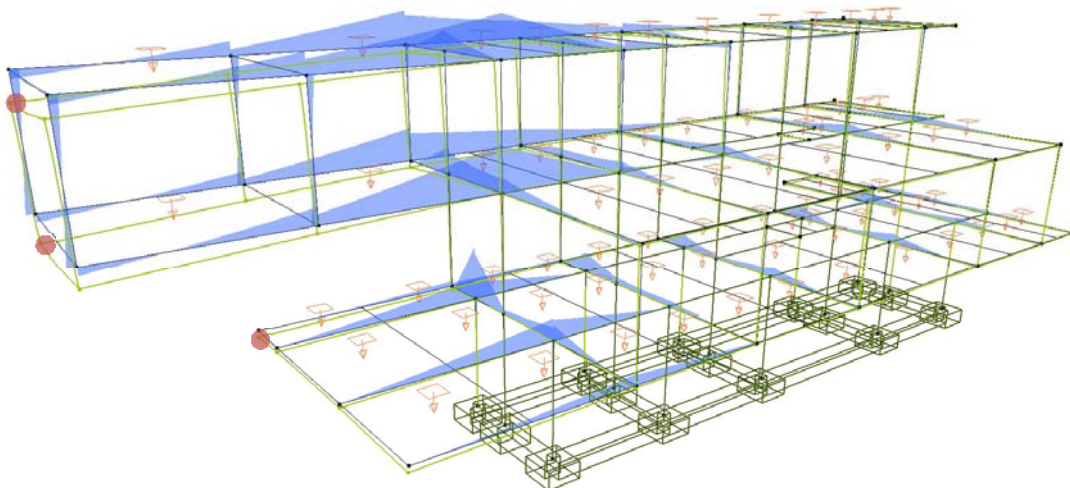


Ilustración 28 _ Modelo 3 – Cálculo [ELS]
Escala de la deformada: 10

En esta tercera propuesta el canto de las vigas ya es suficientemente grande como para seguir aumentando, por lo que se toma la decisión de rigidizar el volumen para tratar que trabajen conjuntamente la parte superior y la parte inferior del voladizo.

Dos grandes vigas de 120cm de canto en la punta del voladizo para tratar de contrarrestar los momentos que se producen en las vigas de los voladizos y los pilares que generan la rigidez son de 20x30cm.

Las vigas de la zona de la terraza son de 80cm, para contrarrestar el voladizo.

Las vigas transversales a las principales en los puntos donde se genera el voladizo de la planta superior son de 120cm de canto tratando de contrarrestar la torsión generada.

VIGA DE VOLADIZO - ELS

Posición	Tamaño	Flecha
Superior	30 x 120cm	-7,57 cm
Inferior	30 x 120cm	-7,75 cm

TERRAZA

	30 x 80cm	-2,86 cm
--	-----------	----------

SEPTIEMBRE 2018

GRÁFICAS DEL MODELO 3

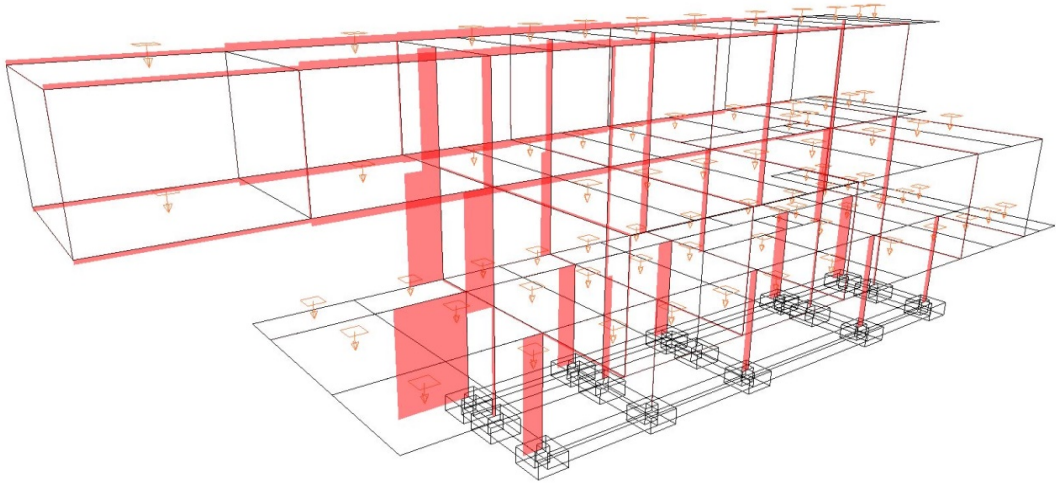


Ilustración 29 _ Modelo 3 – Cálculo [ELU] – Axiles
Escala 0.001

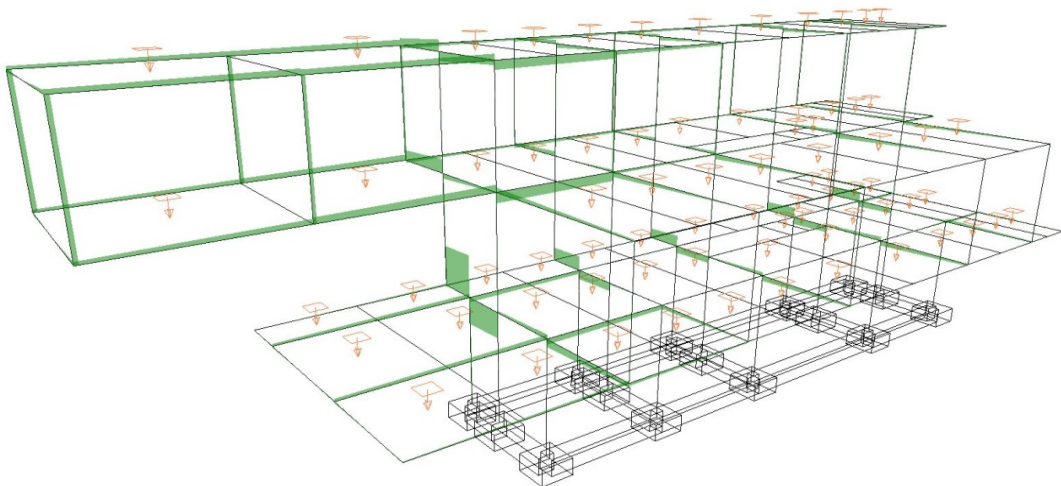


Ilustración 30 _ Modelo 3 – Cálculo [ELU] – Cortante Vy
Escala 0.001

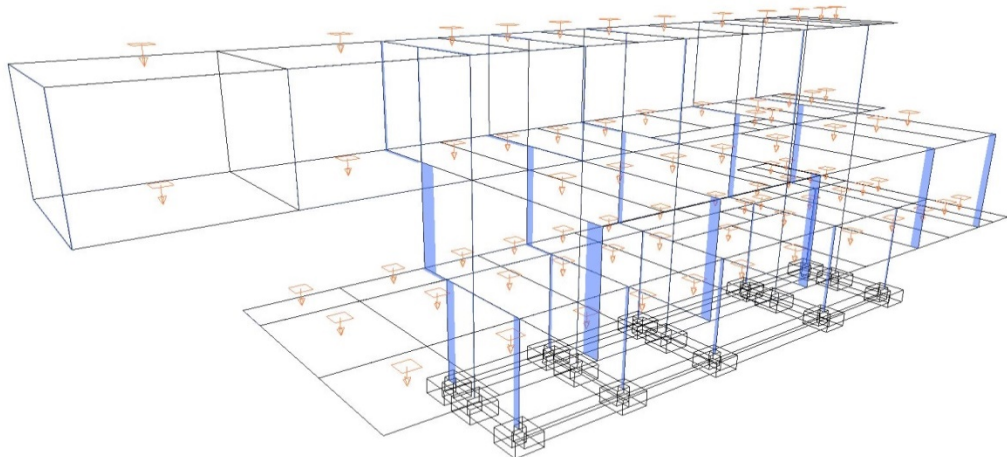


Ilustración 31 _ Modelo 3 – Cálculo [ELU] – Cortante Vz
Escala 0.01

SEPTIEMBRE 2018

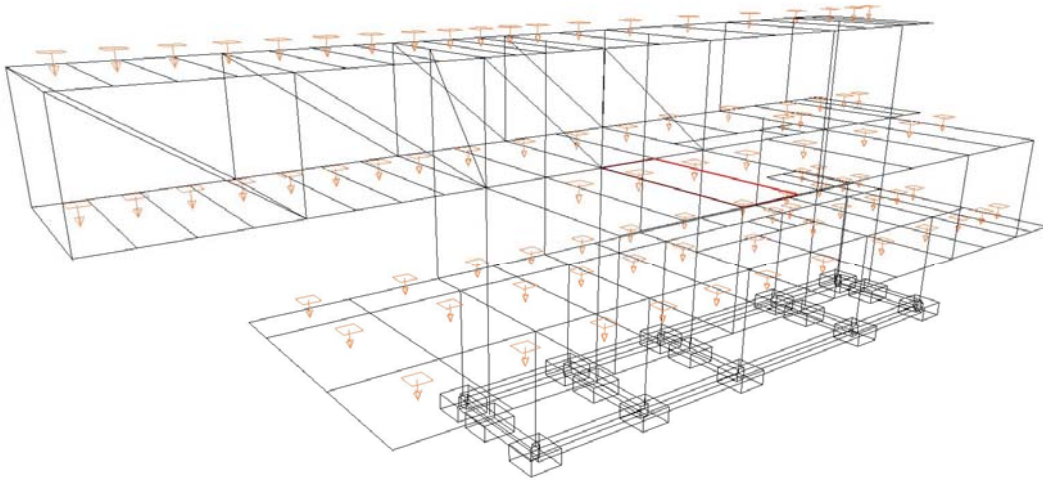
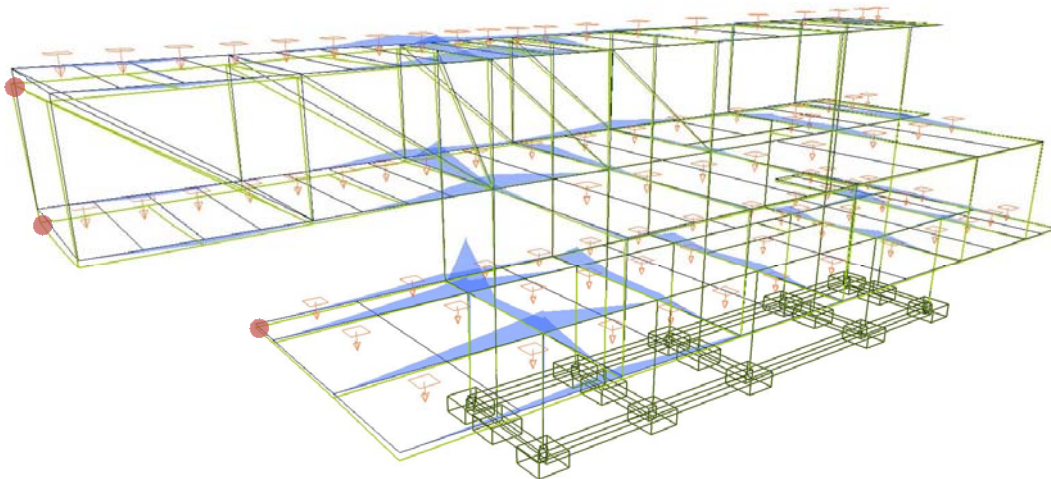
MODELO 4

Ilustración 32 _ Modelo 4 - Indeformada

Ilustración 33 _ Modelo 4 – Cálculo [ELS]
Escala de la deformada: 10

En esta cuarta propuesta el canto de las vigas se ha disminuido drásticamente debido a que la rigidización del voladizo trabaja de una manera diferente.

Las vigas por las cuales han sido sustituidas las anteriores tienen un canto de 80cm, debido a que la rigidización del volumen del voladizo trabaja ahora de una manera diferente como bien se muestra en la imagen. Los pilares que generan la rigidez también se han reducido a 20x30cm.

Se han modificado las cargas aplicadas que en apartados siguientes detallaremos.

Las vigas de la zona de la terraza son de 80cm, para contrarrestar el voladizo.

Las vigas transversales a las principales en los puntos donde se genera el voladizo de la planta superior son de 120cm de canto tratando de contrarrestar la torsión generada.

VIGA DE VOLADIZO - ELS

Posición	Tamaño	Flecha
Superior	30 x 80cm	-2,83 cm
Inferior	30 x 80cm	-2,85 cm
TERRAZA	30 x 80cm	-0,94 cm

GRÁFICAS DEL MODELO 4

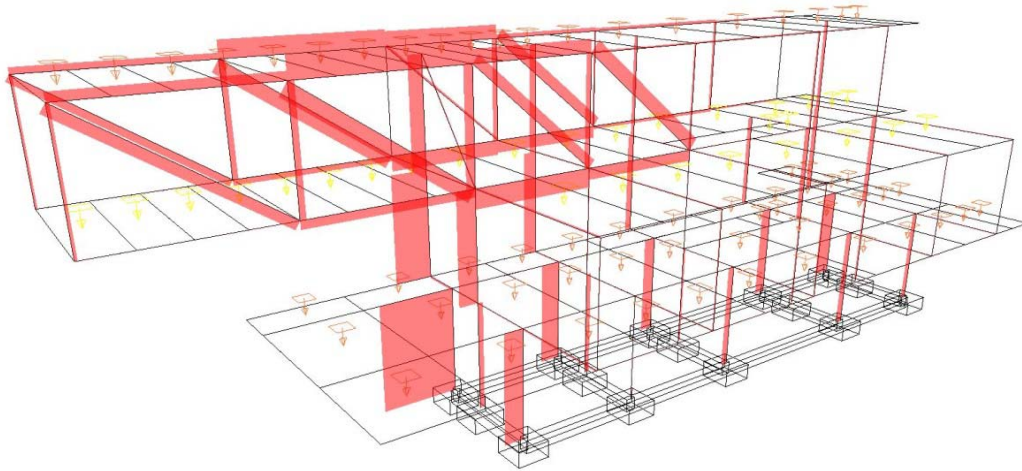


Ilustración 34 _ Modelo 4 – Cálculo [ELU] – Axiles
Escala 0.001

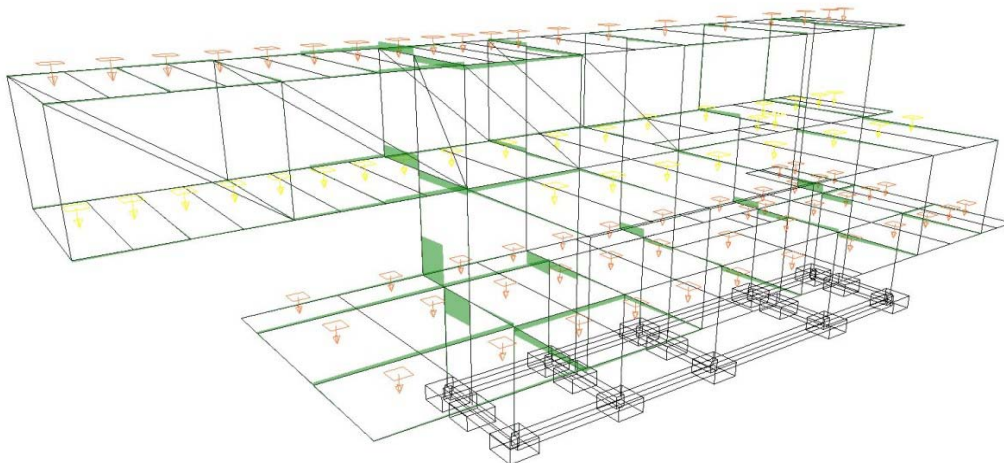


Ilustración 35 _ Modelo 4 – Cálculo [ELU] – Cortante Vy
Escala 0.001

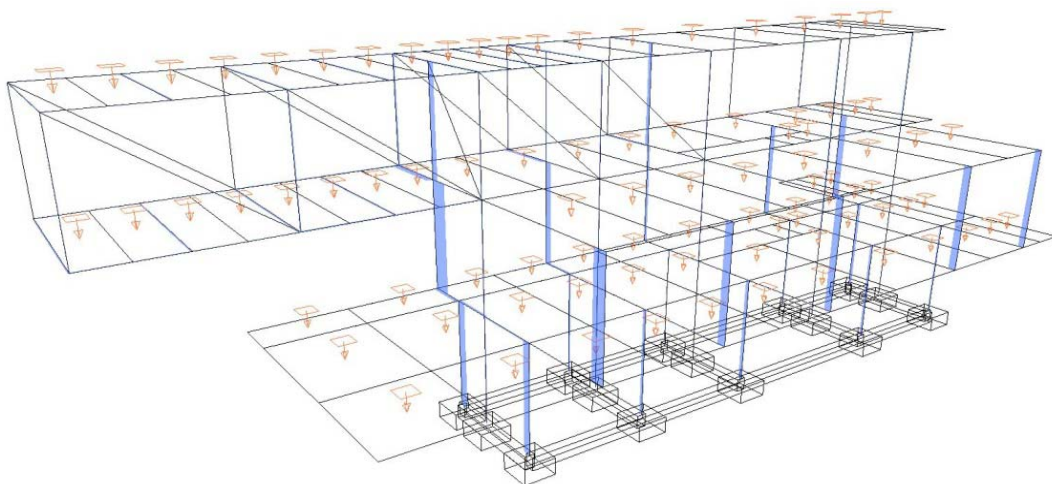


Ilustración 36 _ Modelo 4 – Cálculo [ELU] – Cortante Vz
Escala 0.01

SEPTIEMBRE 2018

VOLUMETRIAS 1 DE LOS MODELOS SÓLIDOS

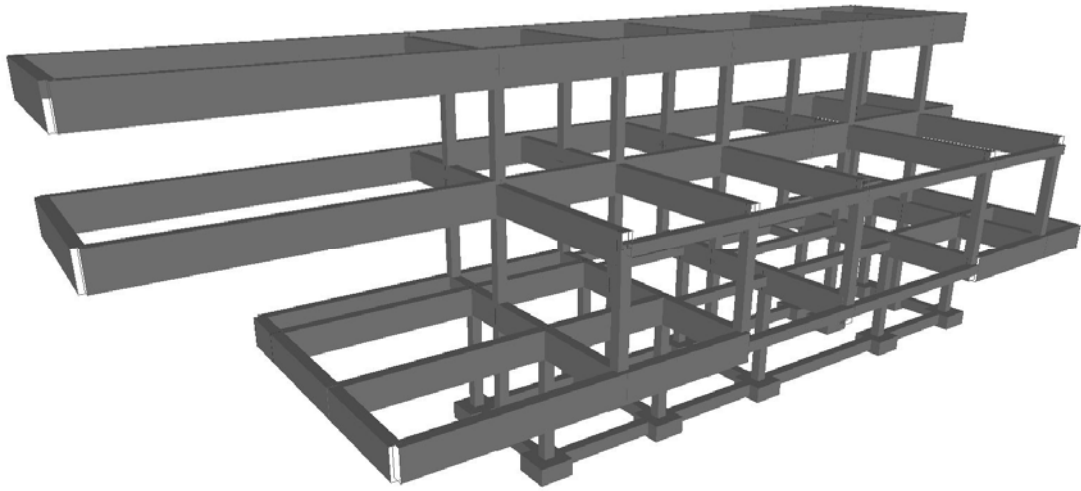


Ilustración 37 _ Modelo 1 – Sólido

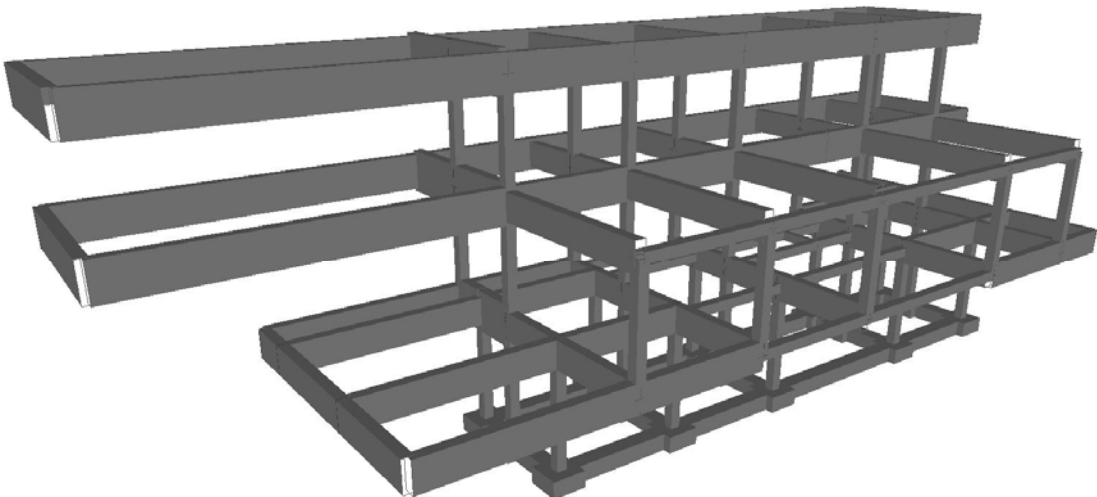


Ilustración 38 _ Modelo 2 – Sólido

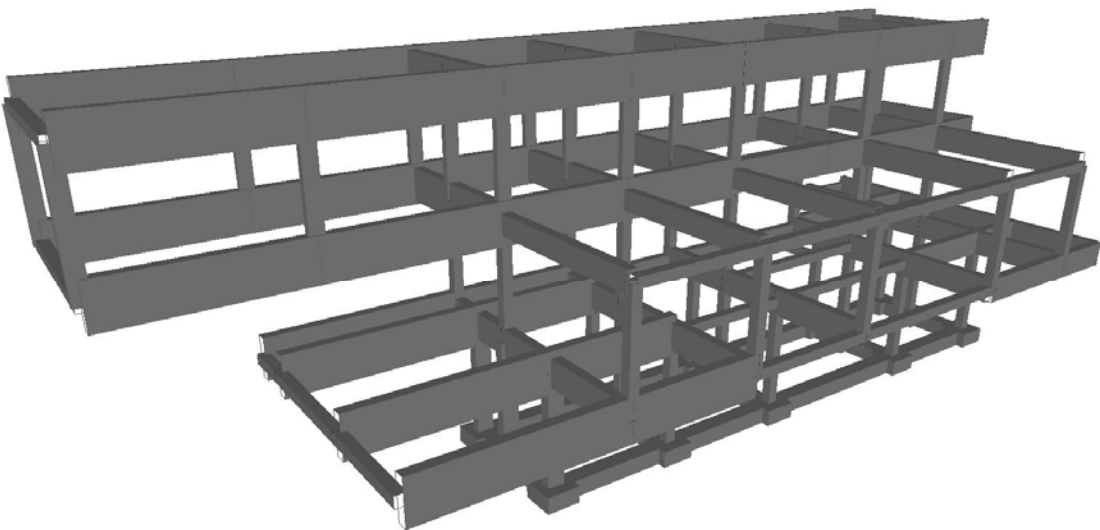


Ilustración 39 _ Modelo 3 – Sólido

SEPTIEMBRE 2018

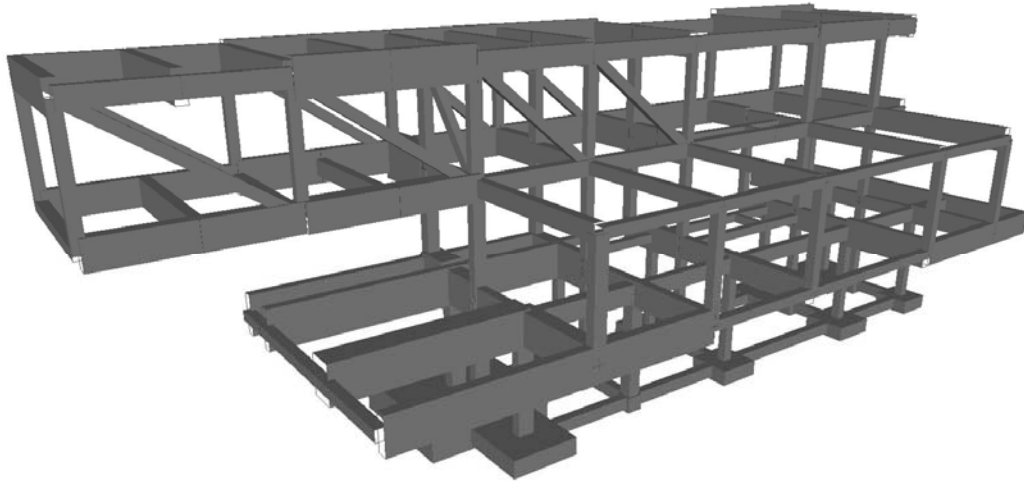


Ilustración 40 _ Modelo 4 – Sólido

VOLUMETRIAS 2 DE LOS MODELOS SÓLIDOS

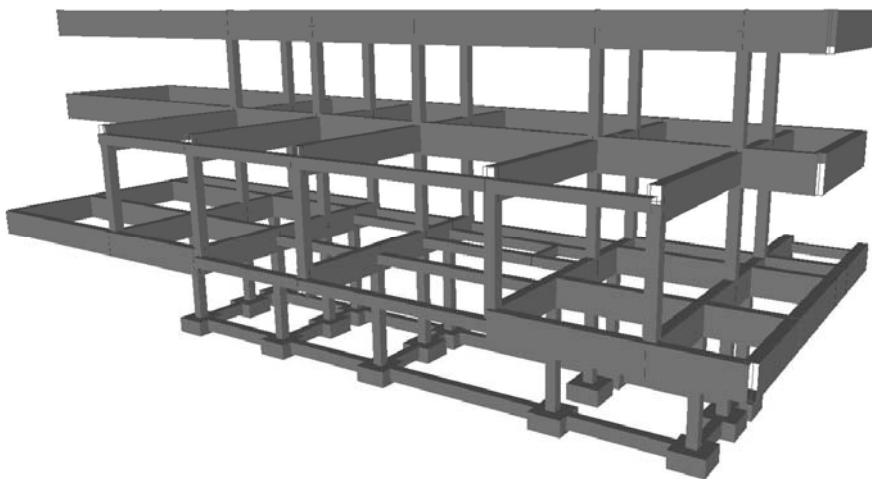


Ilustración 41 _ Modelo 1.2 – Sólido

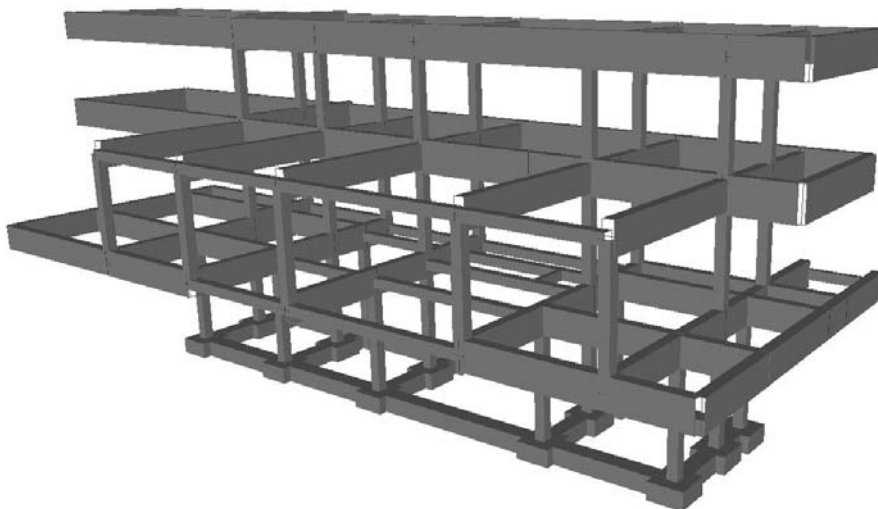


Ilustración 42 _ Modelo 2.2 – Sólido

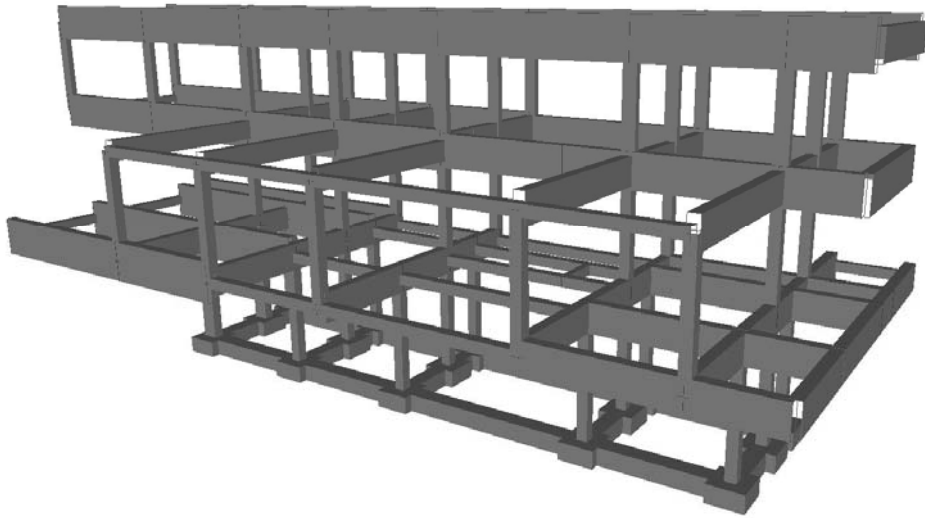


Ilustración 43 _ Modelo 3.2 – Sólido

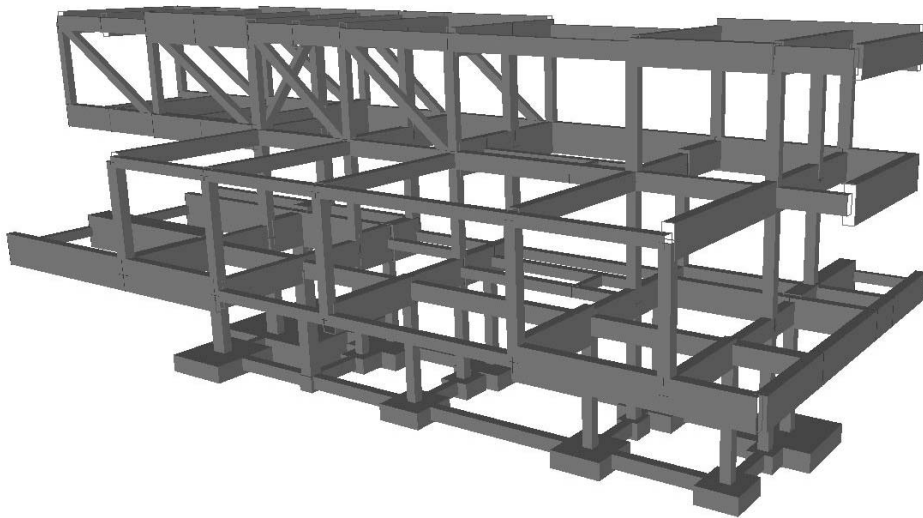


Ilustración 44 _ Modelo 4.2 – Sólido

7. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DE LAS PROPUESTAS Y PORQUE ELEGIMOS ESA OPCIÓN

Como he comentado en la justificación anterior la estructura elegida es la propuesta 4, debido a que tiene un mejor comportamiento estructural que las anteriores realizadas.

La estructura ha sido analizada, reestructurada y mejorada para que sufra los mínimos esfuerzos posibles, pese a disminuir el canto en las vigas respecto a los anteriores modelos, obtiene un mejor comportamiento en los puntos críticos estudiados.

Se han reducido los cantos mediante el estudio exhaustivo de cada punto de la estructura disminuyendo los cantos donde es posible, esto se debe que pese a haber reformulado la estructura de la vivienda cabe la optimización con los medios que disponemos.

Se ha conseguido aligerar peso mediante la utilización de otros sistemas constructivos diferentes al de forjado unidireccional de vigueta y bovedilla, sustituyéndolo por forjado de placa colaborante donde los esfuerzos eran mayores y el peso propio era un inconveniente.

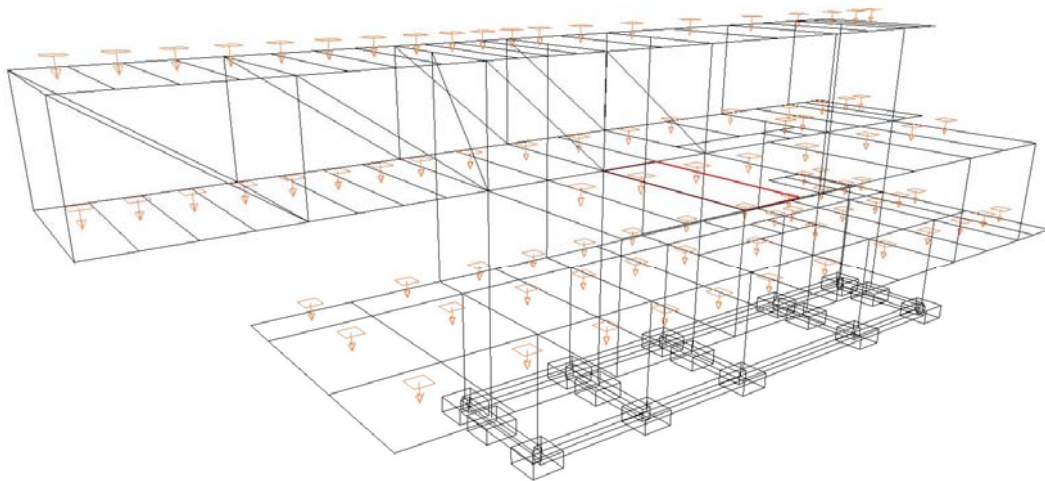


Ilustración 45 _ Modelo 4 – Cálculo [ELS]

Podemos ver en las gráficas los resultados obtenidos después de todas las mejoras, que existen zonas que están sometidas a grandes esfuerzos debido a que en esas zonas es donde la vivienda cambia de plano vertical generándose el gran voladizo.

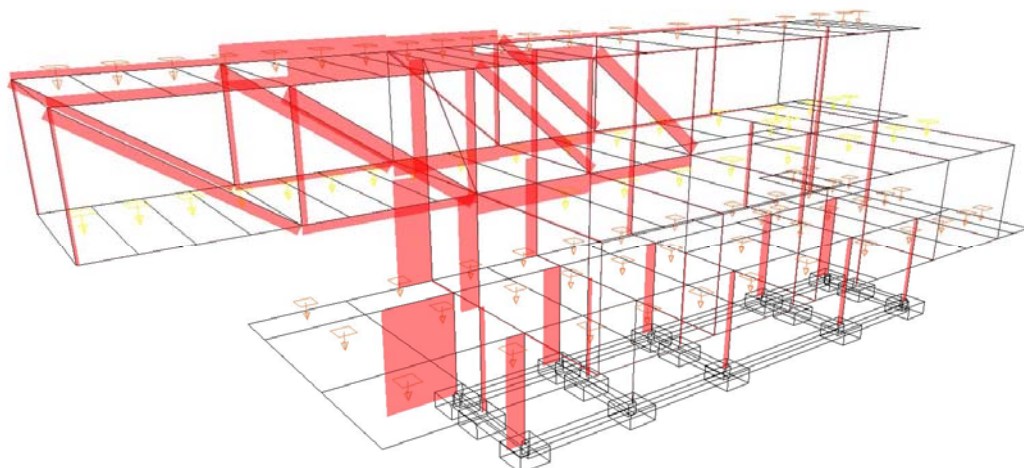


Ilustración 46 _ Modelo 4 – Axil

SEPTIEMBRE 2018

Las deformaciones son de tipo angular, no son ni alargamientos ni acortamientos esto se debe a las deformaciones producidas por los esfuerzos cortantes.

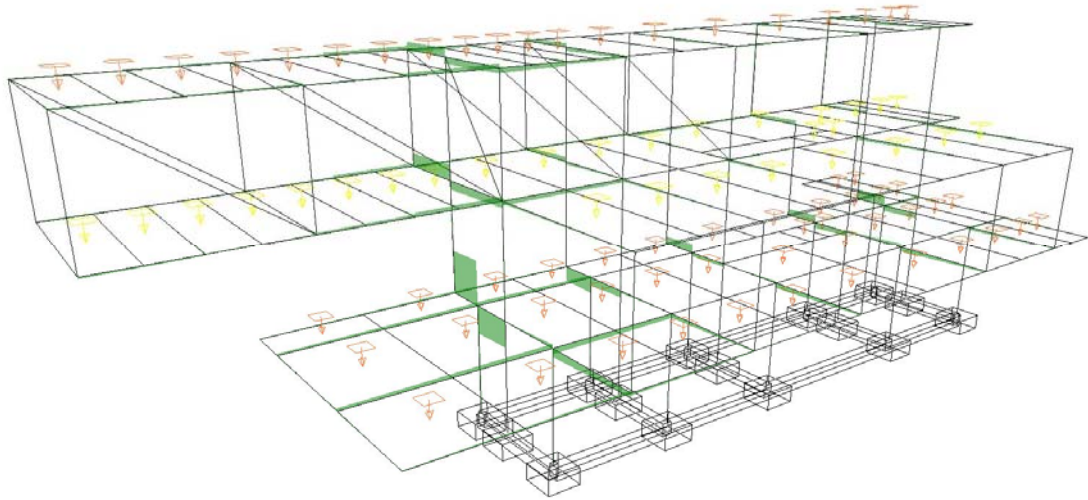


Ilustración 47 _ Modelo 4 –Cortante

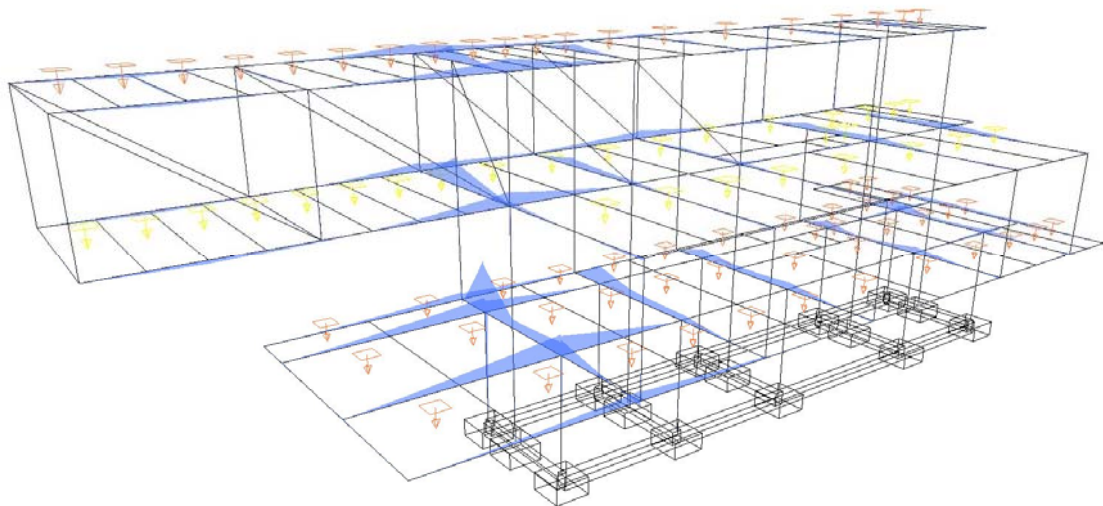


Ilustración 48 _ Modelo 4 – Momento Flector Mz

Esta optimización de la estructura supone una disminución en el peso propio de la estructura, un menor coste y que la vivienda pese a ser estudiada con otro método estructural mantenga la esencia de la vivienda.

Como hemos apuntado individualmente anteriormente observamos que la flecha del modelo en punta de voladizo disminuye sustancialmente con la mejora del modelo entre el modelo 1 y el modelo 4.

VIGA DE VOLADIZO - ELS

Modelo	Tamaño	Flecha
Modelo 1	30 x 100cm	-16,12 cm
Modelo 2	30 x 80cm	-2,85 cm

8. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

8.1 HERRAMIENTAS

8.1.1 PROGRAMA

Architrave® es la herramienta idónea para sus labores profesionales, docentes o investigadoras. Con ella podrá diseñar y calcular eficazmente todo tipo de estructuras de edificación y obra civil. En Architrave puede trabajar con:



“El modelo se construye por completo en AutoCAD 3D utilizando Architrave Diseño, una interfaz que crea las líneas, 3Dcaras, polilíneas y bloques que lo definen. De ese modo aprovecha sus conocimientos de AutoCAD y los aplica al diseño estructural.”

“Trabaje con una caja de cristal en vez de calcular con una caja negra. Toda la información que necesite está a su disposición y la encuentra fácilmente. Analice problemas específicos que no es capaz de abordar su programa "de toda la vida" y obtenga una "segunda opinión" cuando hay algo que no le encaja en los resultados que le proporcione ese programa”.

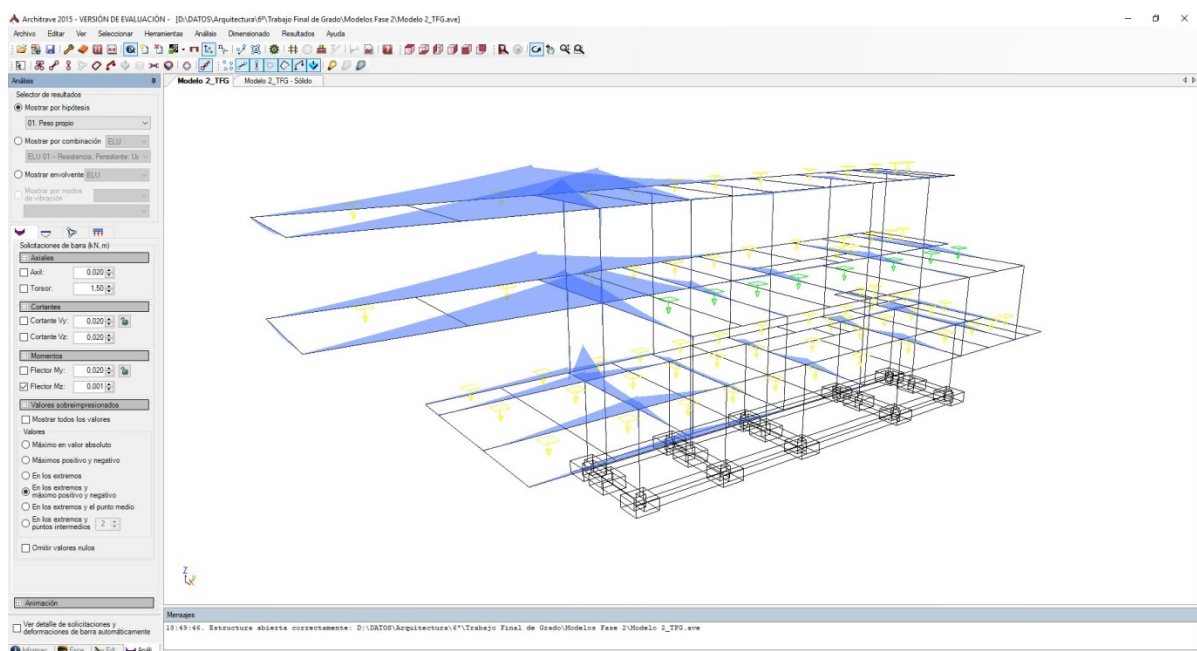


Ilustración 49 _ Architrave programa

8.1.2 CARGAS

Para ello deberemos tener en cuenta las cargas globales que la afectan.

- Permanentes

- Peso propio de la construcción

Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos

Elemento	Peso
Forjados	kN / m ²
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
Cerramientos y particiones (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	kN / m
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
Solados (incluyendo material de agarre)	kN / m ²
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldañado; grueso total < 0,15 m	1,5
Cubierta, sobre forjado (peso en proyección horizontal)	kN / m ²
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5
Rellenos	kN / m ³
Agua en aljibes o piscinas	10
Terreno, como en jardineras, incluyendo material de drenaje ⁽¹⁾	20

⁽¹⁾ El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

Ilustración 50 CTE-DB SE-AE – Tabla de pesos propios

- Empuje del terreno

- Variables

- Sobrecarga de uso

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Ilustración 51 CTE-DB SE-AE – Tabla de sobrecarga de usos

- Viento (no se aplicará en las cargas)

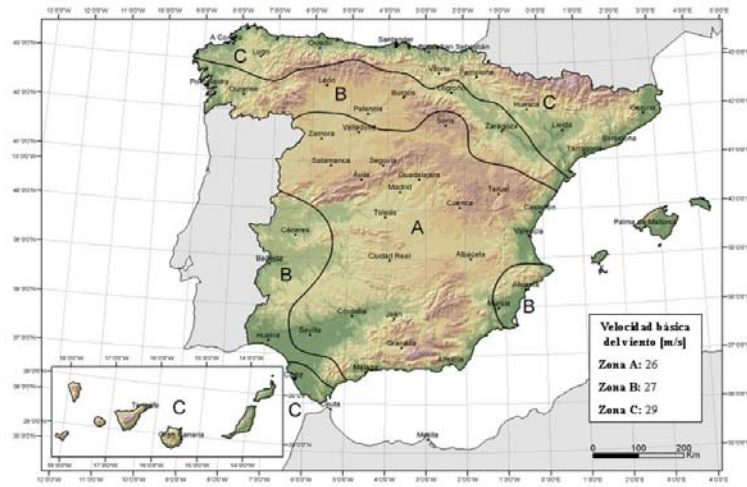


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b
 Ilustración 52 CTE-DB SE-AE – Tabla de velocidad de viento

- Nieve (se tiene en cuenta la carga de Valencia)

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / <i>Alacant</i>	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / <i>Lleida</i>	150	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / <i>Bilbo</i>	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	550	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / <i>Ourense</i>	130	0,4	Valencia/ <i>València</i>	0	0,5
Córdoba	100	0,6	Oviedo	230	0,4	Valladolid	690	0,2
Coruña / <i>A Coruña</i>	0	0,2	Palencia	740	0,5	Vitoria / <i>Gasteiz</i>	520	0,4
Cuenca	0	0,3	Palma de Mallorca	0	0,4	Zamora	650	0,7
Gerona / <i>Girona</i>	1.010	1,0	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	210	0,4
Granada	70	0,4	Pamplona/ <i>Iruña</i>	450	0,7	Ceuta y Melilla	0	0,5
	690	0,5						0,2

Ilustración 53 CTE-DB SE-AE – Tabla de sobrecarga de nieve

- Accidentales (estas no son tenidas en cuenta en el cálculo)
- Incendio
- Sismo

También hay que tener en consideración las locales que la afectan

- Variables
- Sobrecarga de borde de vuelo
- Acción horizontal en barandillas

Tabla 3.3 Acciones sobre las barandillas y otros elementos divisorios

Categoría de uso	Fuerza horizontal [kN/m]
C5	3,0
C3, C4, E, F	1,6
Resto de los casos	0,8

Ilustración 54 CTE-DB SE-AE –Acciones sobre barandillas

- Acción horizontal en tabiques
- Acción local sobre forjados

CARGAS APLICADAS EN EL MODELO

Cargas aplicadas en forjado tipo 1	
Peso propio forjado unidireccional; grueso total < 0,30m	4 kN/m ²
Peso propio tabique simple; grueso total < 0,09m	1 kN/m ²
Peso propio solados de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total <0,08m	1 kN/m ²
Sobre carga de uso; viviendas	2 kN/m ²
Total	8 kN/m²

Cargas aplicadas en forjado tipo 2	
Peso propio chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12m	2 kN/m ²
Peso propio tabique simple; grueso total < 0,09m	1 kN/m ²
Peso propio solados de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total <0,08m	1 kN/m ²
Sobre carga de uso; viviendas	2 kN/m ²
Total	6 kN/m²

Cargas aplicadas en cubierta tipo 1	
Peso propio chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12m	2 kN/m ²
Peso propio cubierta; plana, a la catalana o invertida con acabado de grava.	2,5 kN/m ²
Sobre carga de uso; cubiertas transitables privadas	1 kN/m ²
Sobre carga de nieve (Valencia)	0,2 kN/m ²
Total	5,7 kN/m²

Cargas aplicadas en cubierta tipo 2	
Peso propio chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12m	2 kN/m ²
Peso propio cubierta; faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1 kN/m ²
Sobre carga de uso; cubiertas transitables privadas	1 kN/m ²
Sobre carga de nieve (Valencia)	0,2 kN/m ²
Total	4,2 kN/m²

8.1.3 MATERIALES

Para los materiales utilizados nos apoyaremos en la Instrucción EHE-08

31.4 Valor mínimo de la resistencia

En los hormigones estructurales, la resistencia de proyecto f_{ck} (véase 39.1) no será inferior a 20 N/mm² en hormigones en masa, ni a 25 N/mm² en hormigones armados o pretensados.

Dimensionado de la estructura

Materiales estructura

HORMIGON ARMADO HA-25

Propiedades del homigón
 Tipo: HA25
 fck: 25,00 N/mm2

Estructura traslacional

Habilitar edición

Dimensionar Cerrar

Configuración de perfiles de Acero Configuración de Homigón y armadura

Coeficientes de Seguridad Historia de Carga Parámetros de Armado Opciones

α larga duración: 1,00 (EHE-08) 1,00

Hormigonado vertical: 1,00 (EHE-08) 1,00

Hormigón γ_c : 1,50 (control normal) 1,50

Acero armaduras γ_s : 1,15 (control normal) 1,15

Limitación flecha activa: L/400 (pisos con tabiques or) L/ 400

Limitación flecha total: L/250 (EHE, combinación ca) L/ 250

Limitación flecha total - 10: L/500 (edificio con usuarios) L/ 500

Ilustración 55 Coeficientes de seguridad

Dimensionado de la estructura

Materiales estructura

HORMIGON ARMADO HA-25

Propiedades del homigón
 Tipo: HA25
 fck: 25,00 N/mm2

Estructura traslacional

Habilitar edición

Dimensionar Cerrar

Configuración de perfiles de Acero Configuración de Homigón y armadura

Coeficientes de Seguridad Historia de Carga Parámetros de Armado Opciones

Tipo de forjado: Viguetas o losas alveolares

Uso del edificio: Residencial o sobrecarga moderada

Velocidad de construcción: Lenta

Construcción de la tabiquería: Después del pavimento

	P. Propio	Permanente 1	Permanente 2	+ Uso	- Uso
% Carga:	47	13	13	27	-27
Días:	28	70	110	170	172

Flecha activa a partir de escalón: 3 Ver gráfica

Ilustración 56 Historia de carga de la estructura

SEPTIEMBRE 2018



Ilustración 57 Historia de carga 2

En esta gráfica se observa como la estructura va a ser cargada durante el tiempo y en qué porcentaje. A los 24 días se aplica el 40% de la carga, siendo esta el peso propio, seguidamente a los 70 días se aplica peso del pavimento y a los 110 el peso de la tabiquería. A los 170 días la estructura estará cargada al 100% añadiendo la sobrecarga de uso y a los 172 días se elimina la sobrecarga de uso y vuelve al 73%.

La ventana 'Dimensionado de la estructura' muestra los parámetros de armado para hormigón armado HA-25. Se detallan los coeficientes de seguridad, la historia de carga, los parámetros de armado y las opciones de configuración.

Parámetro	Valor
Redistribución de momentos (%)	0
Armadura de montaje mínima (Ø mm)	12
Recubrimiento nominal (mm)	35
Separación de cercos (cm)	>= 10,0
Amado de pilares (Ø mm)	<input checked="" type="checkbox"/> 12, <input type="checkbox"/> 14, <input checked="" type="checkbox"/> 16, <input checked="" type="checkbox"/> 20, <input type="checkbox"/> 25, <input type="checkbox"/> 32, <input type="checkbox"/> 40
Acero amadura para pilares	Tipo: B500, Resistencia (Fyk): 500,00 N/mm ²
Amado de vigas (Ø mm)	<input type="checkbox"/> 8, <input type="checkbox"/> 10, <input checked="" type="checkbox"/> 12, <input type="checkbox"/> 14, <input checked="" type="checkbox"/> 16, <input checked="" type="checkbox"/> 20, <input type="checkbox"/> 25, <input type="checkbox"/> 32
Acero amadura para vigas	Tipo: B500, Resistencia (Fyk): 500,00 N/mm ²
Cercos (Ø mm)	<input type="checkbox"/> 6, <input checked="" type="checkbox"/> 8, <input checked="" type="checkbox"/> 10

Propiedades del hormigón:
 Tipo: HA25
 fck: 25,00 N/mm²

Estructura traslacional

Botones: Habilitar edición, Dimensionar, Cerrar

Ilustración 58 Parámetros de armado

8.2 DESARROLLO DE LA ESTRUCTURA

Llegados a este punto donde la estructura ya está calculada debemos optimizar el desarrollo que nos ha llevado a la estructura final. Esto se realiza mediante el programa architrave.

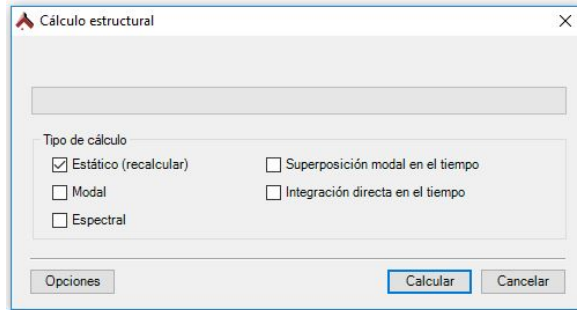


Ilustración 59 Cálculo estructural

El programa calcula mediante las hipótesis de cargas que hemos establecido previamente en el programa

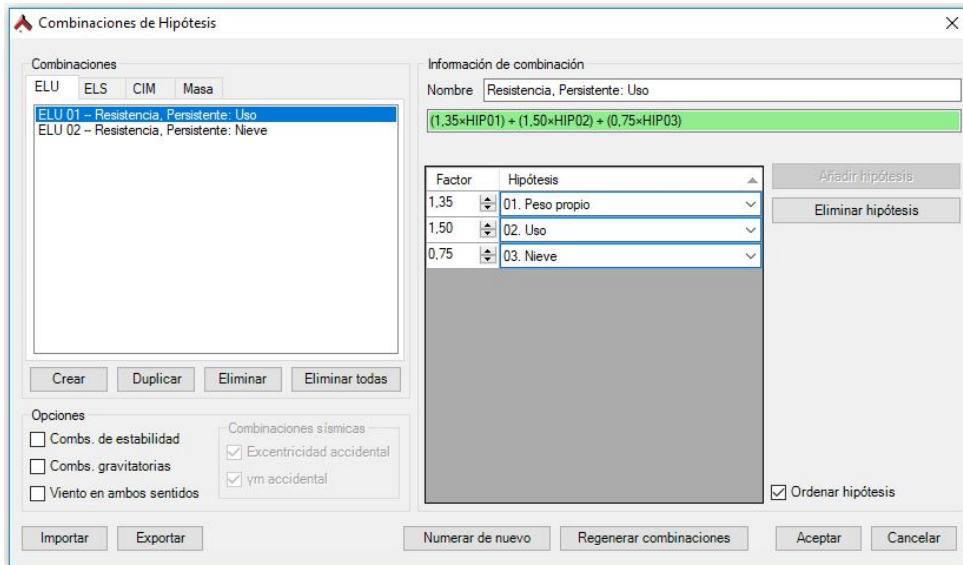


Ilustración 60 Hipótesis de ELU

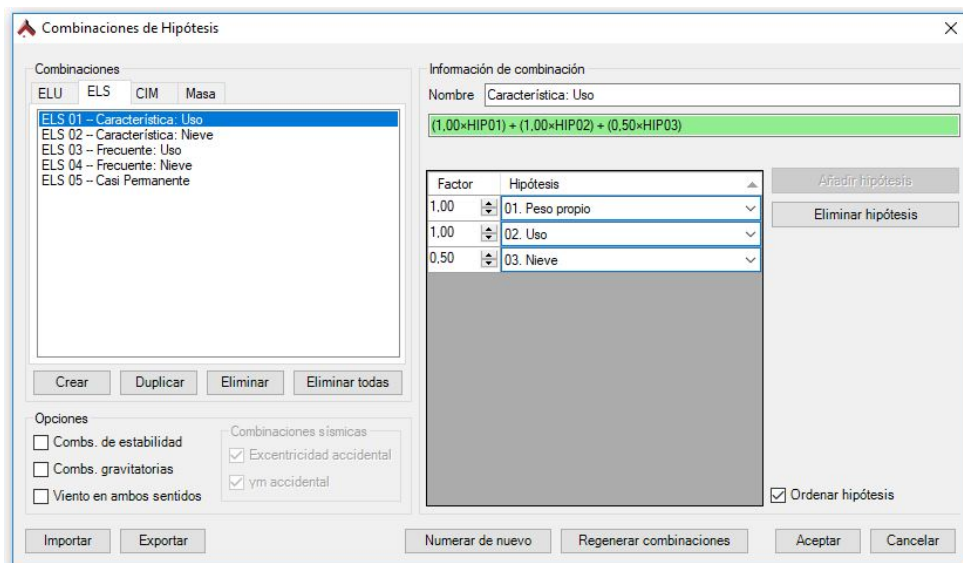


Ilustración 61 Hipótesis de ELS

Posteriormente al cálculo de la estructura la dimensionaremos para optimizar la estructura y solventar los problemas de dimensionado de la misma.

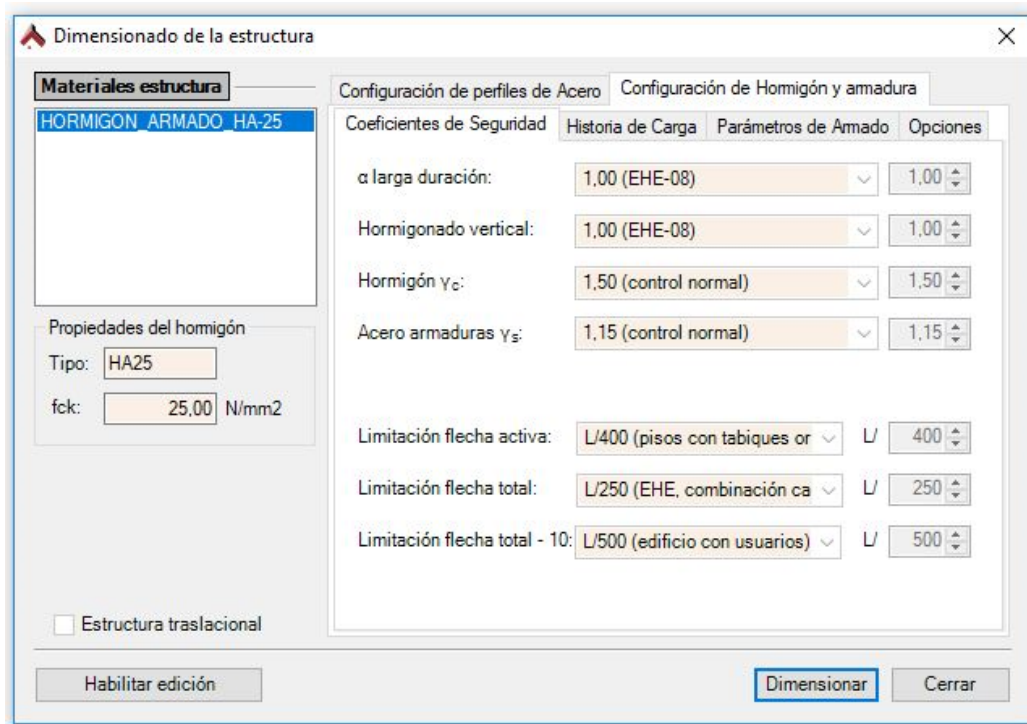


Ilustración 62 Dimensionado de la estructura

Al dimensionar obtendremos la peritación de esta, la cual nos indicará que elementos no cumplen normativa, ELU o ELS.



Ilustración 63 Comprobación de vigas

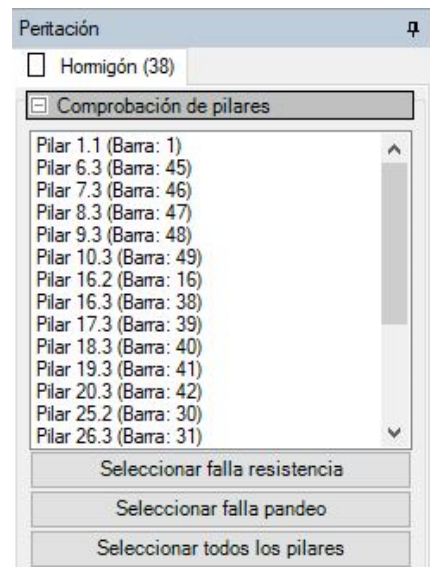


Ilustración 64 Comprobación pilares

En el caso de la peritación de los pilares se generará de la siguiente manera.

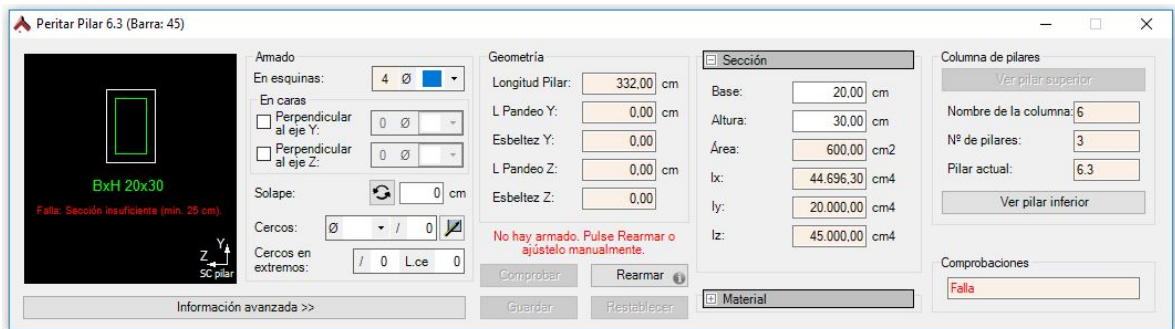


Ilustración 65 Peritación pilares

El programa perita que el pilar tiene un fallo, en este caso el fallo se da en que el pilar no tiene el espesor suficiente para armarse.

Simplemente con añadir 5 cm al espesor del pilar será suficiente para que el pilar se pueda armar. Comprobaremos que el pilar coincide con el inferior en dimensiones para no generar encuentros extraños entre plantas.

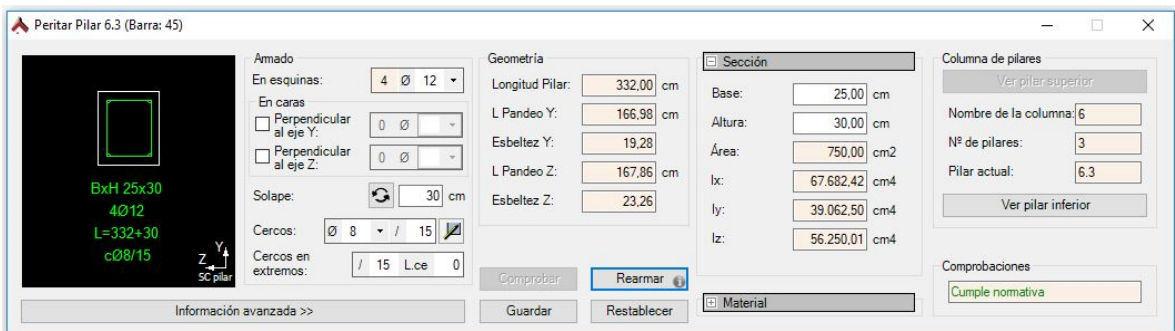


Ilustración 66 Peritación pilares

Obtenemos en información avanzada más datos relevantes en el caso de que la comprobación no fuera satisfactoria y debiéramos analizar otro tipo de información.

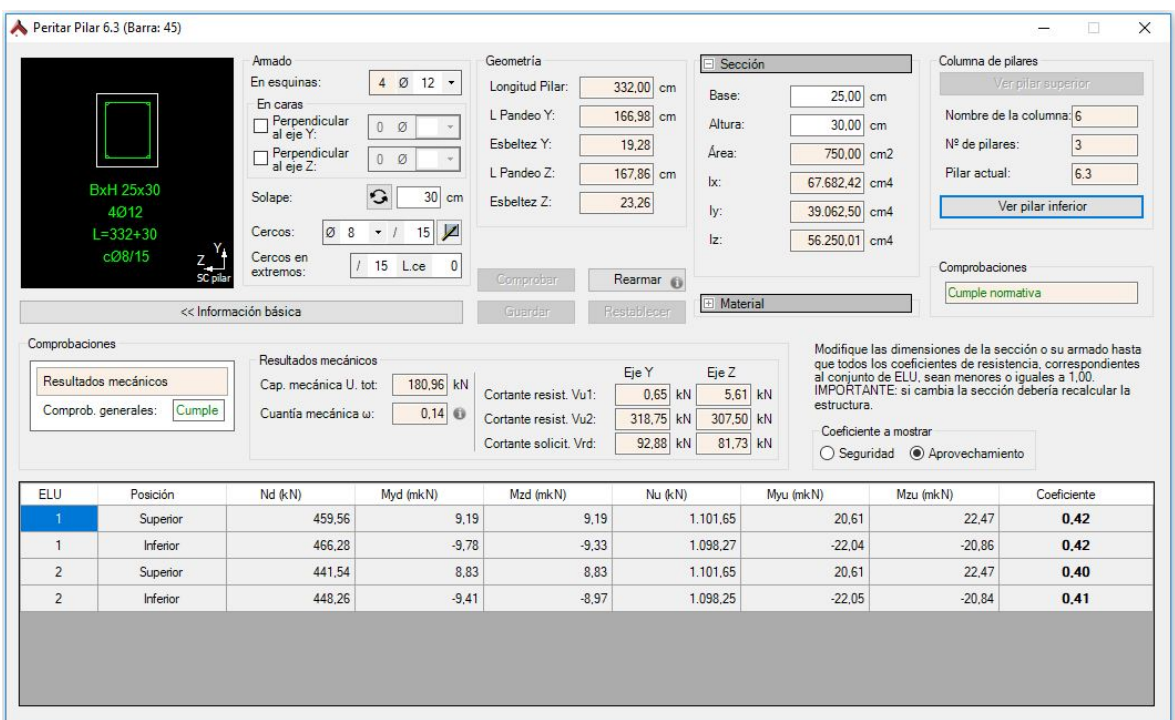


Ilustración 67 Peritación pilares

En el caso de la peritación de las vigas se generará de la siguiente manera.

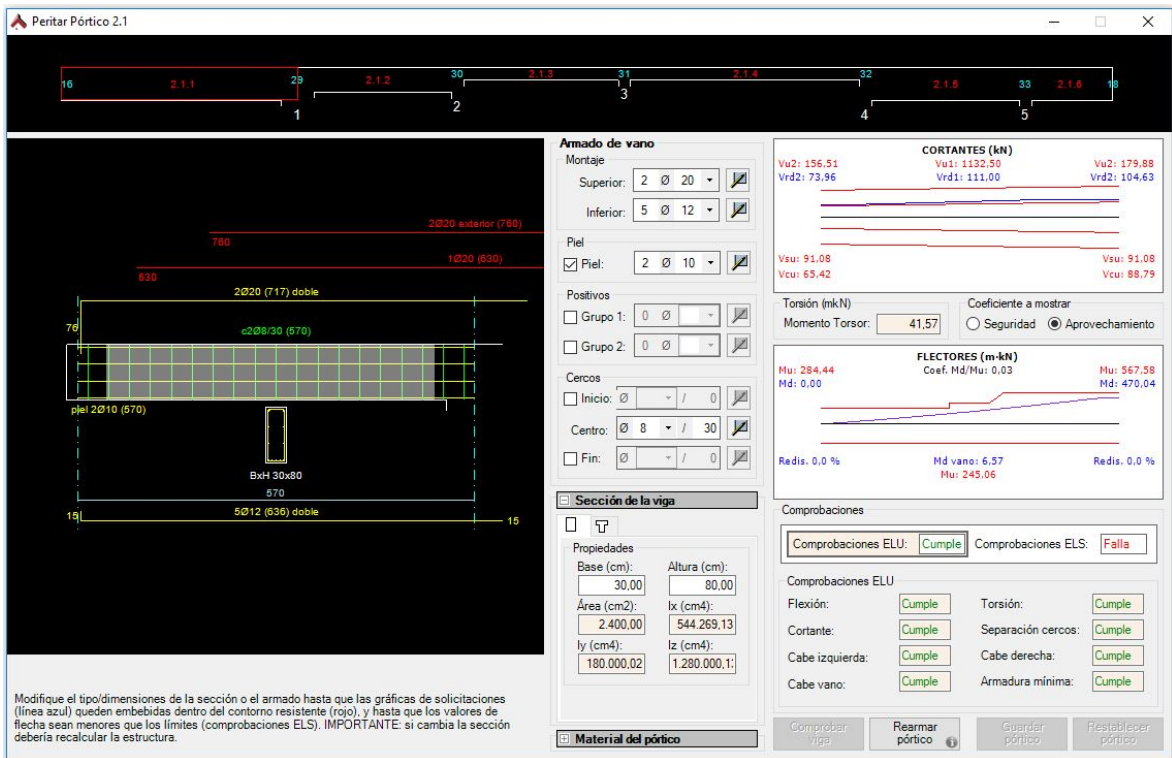


Ilustración 68 Peritación vigas – Sección de viga y ELU

El programa perita que la viga tiene un fallo, en este caso el fallo se da en que la viga no cumple los cálculos de ELS.

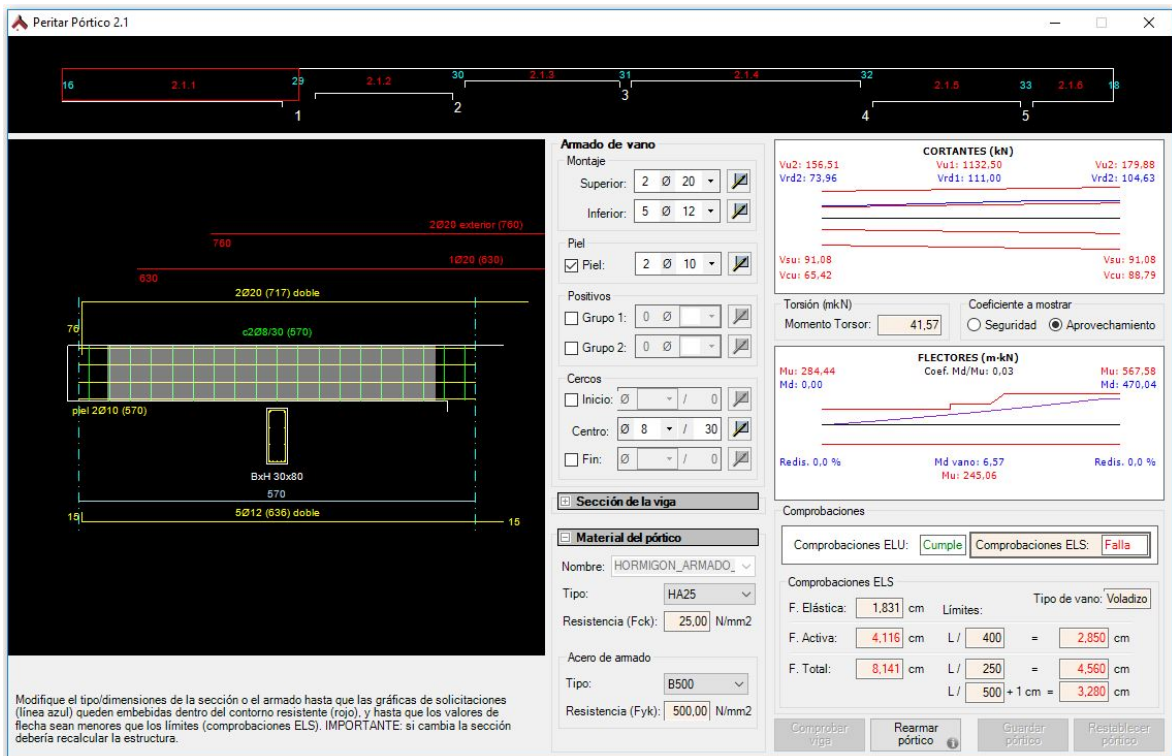


Ilustración 69 Peritación vigas – Material del pórtico y ELS

Como vemos este fallo se produce en todos los factores de flechas en el tipo de voladizo.

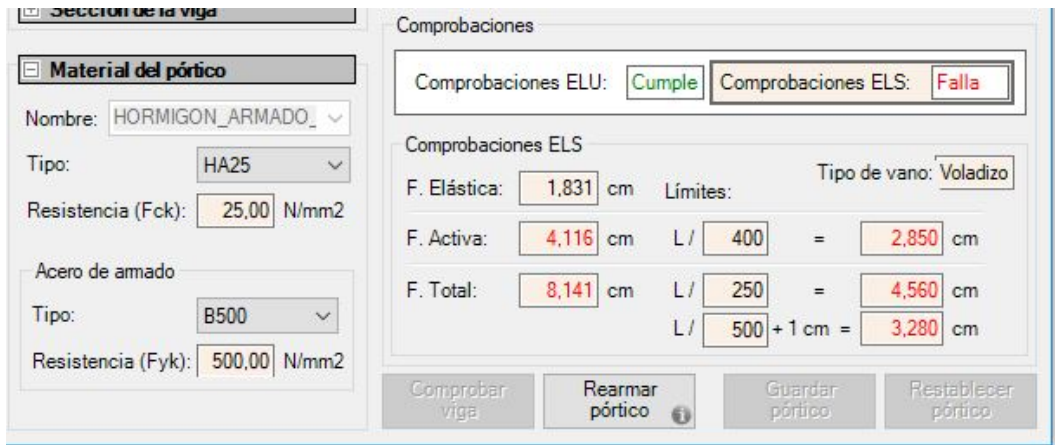


Ilustración 70 Peritación vigas – Comprobación flechas

La acción a tomar en este caso es en primer lugar rearmar y si no surtiera efecto modificar la sección de la viga. El rearmado de la viga no surte efecto puesto que sigue sin cumplir las flechas mínimas.

Para no ir a un canto excesivo (pasaríamos de 80cm a 100cm de canto) para cumplir con las flechas, lo que haremos será aumentar la base para compensar con el armado.

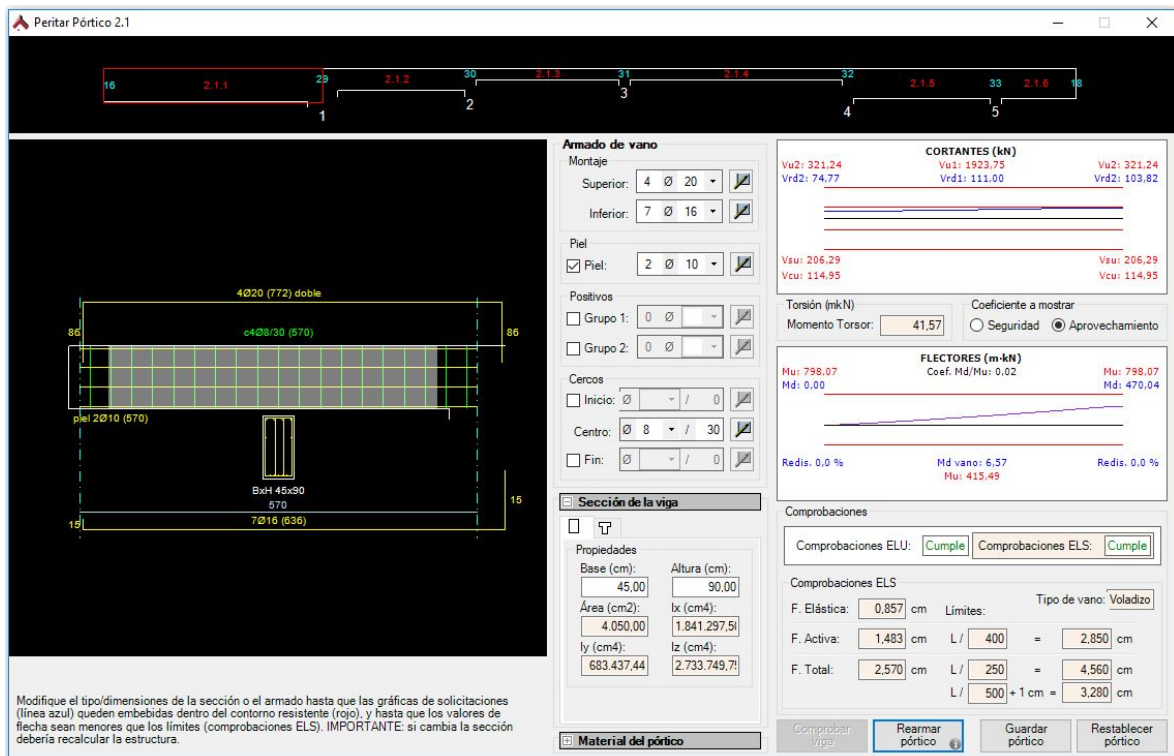


Ilustración 71 Peritación vigas – Comprobación y rearmado.

9. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**CIMENTACIÓN**

m ³		Zapata corrida de cimentación, de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 100 kg/m ³ .				Subtotal	Precio	Total
	Uds.	Largo	Ancho	Alto				
1	1	4,050	4,050	1,050	17,223			
2	1	2,100	3,500	0,550	4,043			
5	1	2,250	2,900	0,550	3,589			
					24,855	204,19	5.075,14€	

m ³		Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 50 kg/m ³ .				Subtotal	Precio	Total
	Uds.	Largo	Ancho	Alto				
3	1	1,700	1,700	0,500	1,445			
4	1	1,750	1,750	0,500	1,531			
6	1	0,950	0,950	0,500	0,451			
7	1	0,700	0,650	0,500	0,228			
8	1	2,150	2,100	0,550	2,483			
9	1	0,950	0,950	0,500	0,451			
10	1	1,400	1,400	0,500	0,980			
11	1	1,500	1,500	0,500	1,125			
12	1	1,250	1,200	0,500	0,750			
					9,444	153,61	1.450,69€	

m ³		Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 60 kg/m ³ .				Subtotal	Precio	Total
	Uds.	Largo	Ancho	Alto				
1	1	14,850	0,300	0,400	1,782			
2	1	0,500	0,300	0,400	0,060			
3	1	2,300	0,300	0,400	0,276			
4	1	2,050	0,300	0,400	0,246			
5	1	1,970	0,300	0,400	0,236			
6	1	1,850	0,300	0,400	0,222			
7	1	16,350	0,300	0,400	1,962			
1	1	14,850	0,300	0,400	1,782			
2	1	0,500	0,300	0,400	0,060			
					4,784	151,44	724,49€	

SEPTIEMBRE 2018

ESTRUCTURA

m² Forjado unidireccional de hormigón armado, horizontal, altura libre de planta de hasta 3 m, canto 30 = 25+5 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen total de hormigón 0,11 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S con una cuantía total de 2 kg/m², sobre sistema de encofrado continuo; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión. Sin incluir repercusión de pilares ni de vigas.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Precio	Total
Forjado Planta Primera	1	221,480			221,480		
Forjado Planta Segunda	1	250,550			250,550		
Forjado Cubierta	1	81,750			81,750		
					553,780	54,23	30.031,49€

m³ Viga de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 96,3 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de madera, en planta de hasta 3 m de altura libre.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Precio	Total
Forjado 1	1	29,250			29,250		
	1	14,850			14,850		
Forjado 2	1	40,650			40,650		
Forjado 3	1	32,880			32,880		
					117,630	345,86	40.683,51€

m³ Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 151,88 kg/m³; montaje y desmontaje del sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables, hasta 3 m de altura libre y 30x30 cm de sección media.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	Precio	Total
	1	16,130			16,130		
					16,130	503,99	8.129,36€

COSTE DE LA ESTRUCTURA

Cimentaciones.	7.250,32
Estructuras.	78.844,36
Total:	86.094,68€

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de:

OCHENTA Y SEIS MIL NOVENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS.

10. CONCLUSIONES

En primer lugar y debido a la bibliografía detallada que se encuentra en internet y en bibliografías referidas a la vivienda de Mathias Klotz, el análisis formal de la vivienda no fue demasiado complicado.

Mediante lo anterior comentado y los detalles extraídos de “ARQ Ediciones – Mathias Klotz”, se comprende el funcionamiento estructural de la vivienda, puesto que simplemente viendo imágenes del exterior de esta es ciertamente complicado. La vivienda tiene una solución estructural igual de complicada que eficiente.

Al haber realizado la tarea de búsqueda de información previa para el análisis de la vivienda, el delineado de los planos era una tarea sencilla, pero muy importante para la correcta elaboración del trabajo. Puesto que me han servido de guía para todo el proceso.

Debido a la dirección de los voladizos y siguiendo la pauta estructural utilizada por Klotz ubico los pórticos de forma que los mayores momentos van a ser sustentados por las vigas de mayor tamaño en mi caso, aunque al final la morfología no fuera de tan grandes dimensiones.

En primer lugar modelice una estructura de manera ideal, con dos grandes vigas. Inmediatamente después de haber dibujado el modelo y haberlo pasado a Architrave para calcular la flecha del voladizo de 10 metros vi que la estructura inicialmente planteada era insuficiente, puesto que la flecha en punta de voladizo era de -16.28cm.

En el segundo modelo y siguiendo el mismo procedimiento traté de aminorar la flecha aumentando el canto de las vigas, desde 100cm a 120cm y conseguí aminorar la flecha de este, pero de una manera insuficiente, hasta los -14.09cm. Seguía siendo inadmisibles.

En el tercer modelo tratando de rigidizar la estructura, para que en vez de dos voladizos independientes comenzar a funcionar como un sistema en caja. Este modelo aportó significativas mejoras al modelo y con un elemento importante, no rompía la esencia de la vivienda. Consigo mediante este sistema disminuir la flecha hasta los -7.57cm, pero aún hay ciertos elementos que mejorar, los grandes cantos de la viga, que generan un alto peso propio y la flecha.

En el cuarto modelo, manteniendo el sistema de caja, realicé variaciones para aminorar el peso propio de la estructura. Sustituir parte del forjado de vigueta y bovedilla por placa colaborante, añadiendo unos pilares inclinados para que con la compresión disminuyera la carga derivada a la punta del voladizo y peritando de nuevo la estructura para comprobar si el tamaño de las vigas podía disminuir para tratar de aminorar el peso propio de estas. Estas variaciones fueron correctas y además de rebajar la flecha en punta de voladizo hasta los -2.83 (cumpliendo los límites establecidos en la norma de $L/250$), también aminore el tamaño de las vigas, que afectará en un final al presupuesto de la estructura.

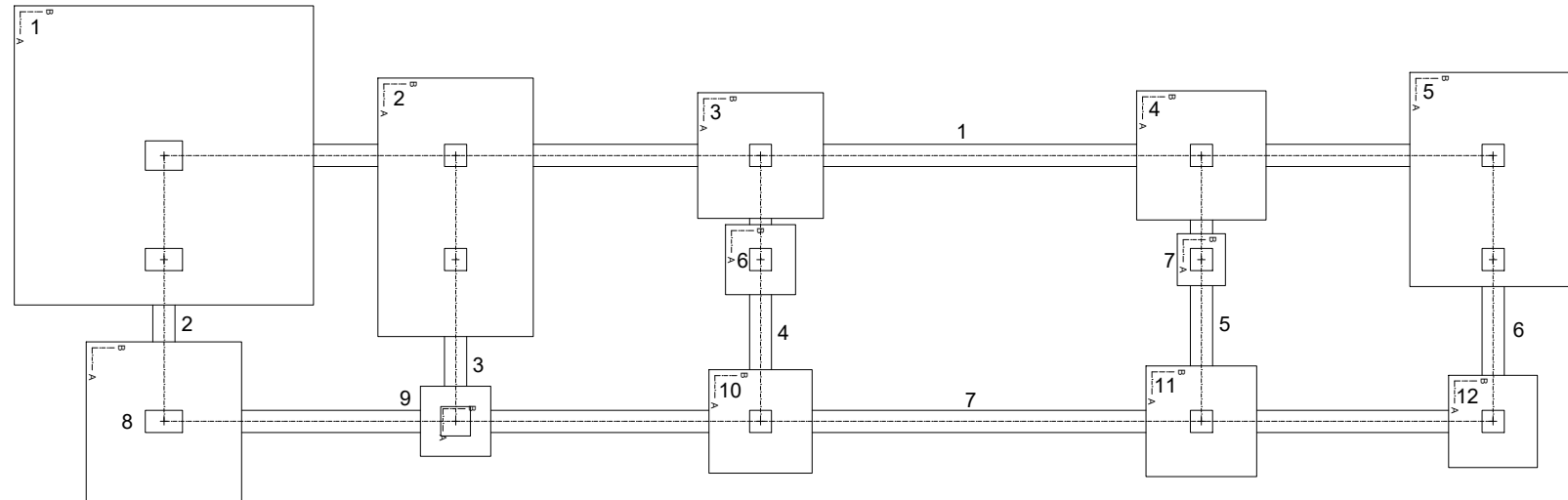
Pese haber tratado de simplificar la estructura para evitar esta complejidad formal y estructural de la misma, en todos los casos volvía hacia atrás siendo las flechas de los voladizos inadmisibles o los cantos de las vigas exagerados.

Con este último modelo y mediante el programa Architrave exporto los planos a AutoCAD, con los despieces de las vigas y añadiendo los detalles propios de la estructura. En AutoCAD y con la aplicación de Architrave obtengo las mediciones de kg de acero y m^3 de hormigón.

Apoyándome en programas de mediciones y presupuestos desarrolle el presupuesto detallado de la estructura definitiva y con ello el presupuesto total de la misma.

Como análisis final puedo aportar que la estructura está diseñada mediante un sistema óptimo, debido a que mediante pórticos hay que hacer uso de vigas de grandes cantos, utilizar variaciones estructurales, combinación de materiales que complican su diseño, el comportamiento y la ejecución de la misma.

11. PLANOS



ZAPATAS AISLADAS						
Número	Tipo	Carga (kN)	AxBxH (cm)	Armadura en dirección A	Armadura en dirección B	Esperas - solape
1	Combinada	2819,80	405x405x105	21Ø20/20cm	21Ø20/20cm	18Ø20 - 60 cm
2	Combinada	781,95	210x350x55	14Ø12/15cm	14Ø12/15cm	4Ø12 - 30 cm
3	Centrada	496,35	170x170x50	9Ø12/20cm	9Ø12/20cm	4Ø12 - 30 cm
4	Centrada	550,82	175x175x50	6Ø16/30cm	6Ø16/30cm	4Ø12 - 30 cm
5	Combinada	879,86	225x290x55	12Ø16/20cm	12Ø16/20cm	4Ø20 - 60 cm
6	Centrada	-147,67	95x95x50	4Ø12/25cm	4Ø12/25cm	4Ø16 - 40 cm
7	Centrada	19,97	70x65x50	3Ø12/25cm	3Ø12/25cm	4Ø12 - 30 cm
8	Centrada	729,29	215x210x55	21Ø12/10cm	22Ø12/10cm	14Ø20 - 60 cm
9	Centrada	-146,09	95x95x50	4Ø12/25cm	4Ø12/25cm	4Ø20 - 60 cm
10	Centrada	305,05	140x140x50	7Ø12/20cm	7Ø12/20cm	4Ø12 - 30 cm
11	Centrada	384,20	150x150x50	8Ø12/20cm	8Ø12/20cm	4Ø12 - 30 cm
12	Centrada	231,56	125x120x50	5Ø12/25cm	5Ø12/25cm	4Ø12 - 30 cm

VIGAS DE CIMENTACIÓN						
Número	Tipo	BxH (L) (cm)	Armadura superior	Armadura inferior	Piel	Estribos
1	Riostra	30x40 (1485)	4Ø16(1800)/1 capa	3Ø20(1800)	2Ø12(1800)	2Ø8/25cm
2	Riostra	30x40 (50)	4Ø16(360)/1 capa	3Ø20(360)	2Ø12(360)	2Ø8/25cm
3	Riostra	30x40 (230)	2Ø12(360)/1 capa	2Ø12(360)	2Ø12(360)	2Ø8/25cm
4	Riostra	30x40 (205)	2Ø12(360)/1 capa	2Ø12(360)	2Ø12(360)	2Ø8/25cm
5	Riostra	30x40 (197,5)	2Ø12(360)/1 capa	2Ø12(360)	2Ø12(360)	2Ø8/25cm
6	Riostra	30x40 (185)	2Ø12(360)/1 capa	2Ø12(360)	2Ø12(360)	2Ø8/25cm
7	Riostra	30x40 (1635)	2Ø12(1800)/1 capa	2Ø12(1800)	2Ø12(1800)	2Ø8/25cm

Cimentación
 Nivel 0. Cota: 0,00 m.
 Material predominante: HA25
 Tensión admisible: 200,00 kN/m²
 Tipo de suelo: Cohesivo

HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	f _{ck} (N/mm ²)	α larga duración	γ _c	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	γ _s
HA25	25,00	1,00	1,50	B500	B500	1,15

ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TRABAJO FINAL DE GRADO
 SEPTIEMBRE 2018

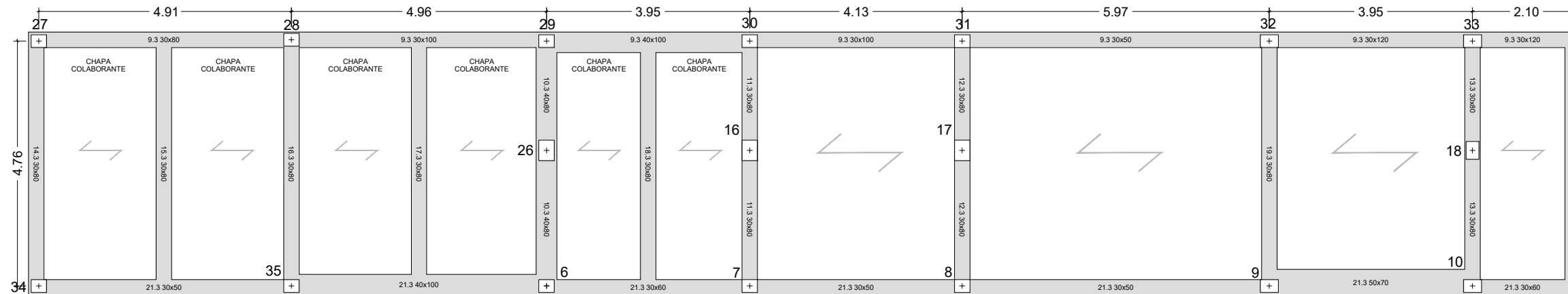


ALUMNO: PABLO BENAVENT MARCO
 TUTOR: LUIS MARÍA DE MAZARREDO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

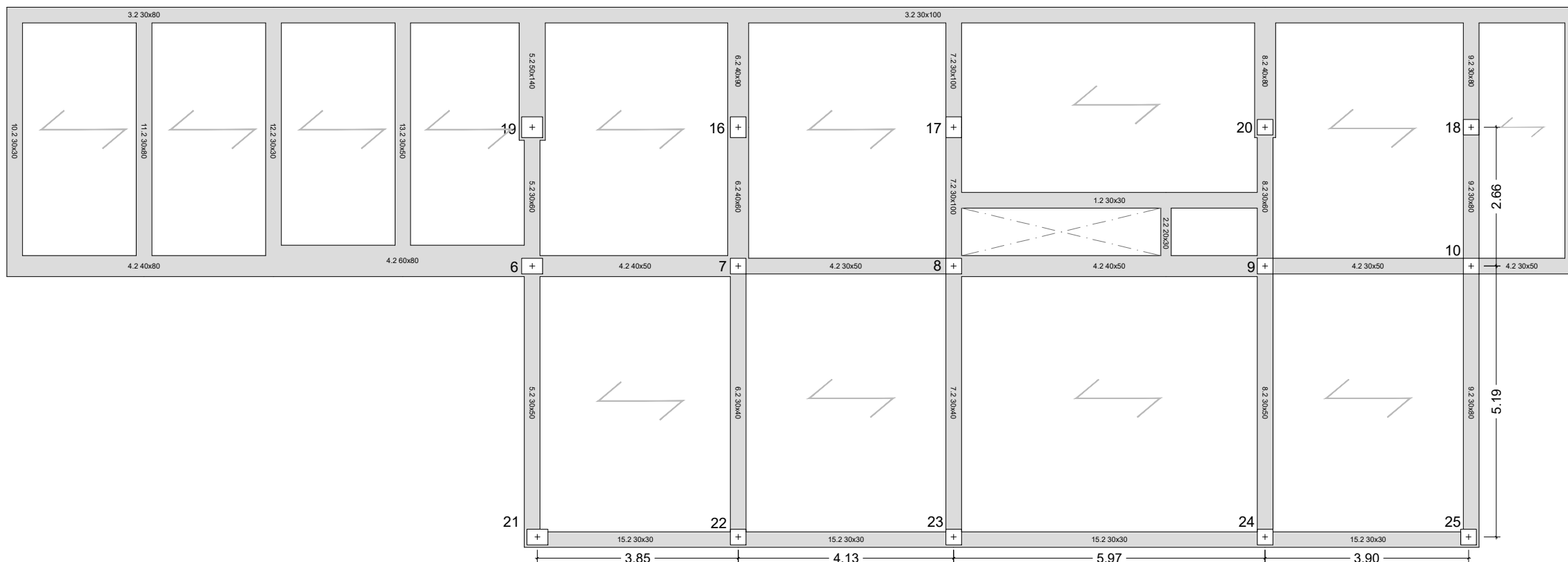
ESCALA 1: 100

NIVEL 0



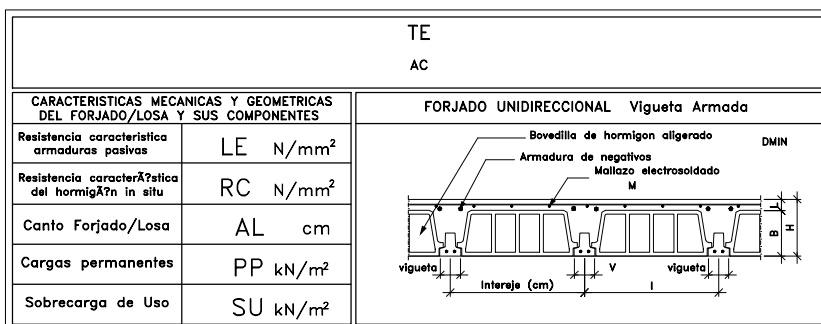
Forjado
 Nivel 3. Cota: +9,96 m.
 Material predominante: HA25

HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	fck (N/mm ²)	α larga duración	γc	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	γs
HA25	25,00	1,00	1,50	B500	B500	1,15



Forjado
 Nivel 2. Cota: +6,64 m.
 Material predominante: HA25

HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	fck (N/mm ²)	α larga duración	γc	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	γs
HA25	25,00	1,00	1,50	B500	B500	1,15



ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TRABAJO FINAL DE GRADO
 SEPTIEMBRE 2018



ALUMNO: PABLO BENAVENT MARCO
 TUTOR: LUIS MARÍA DE MAZARREDO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

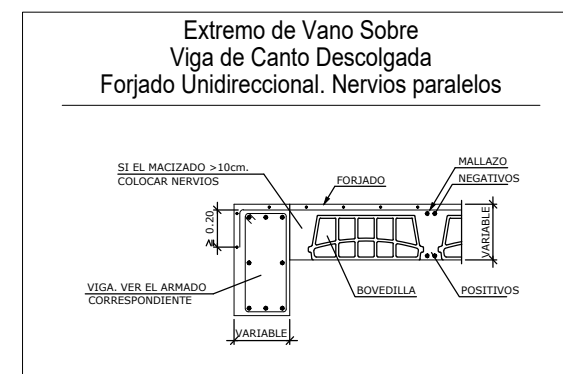
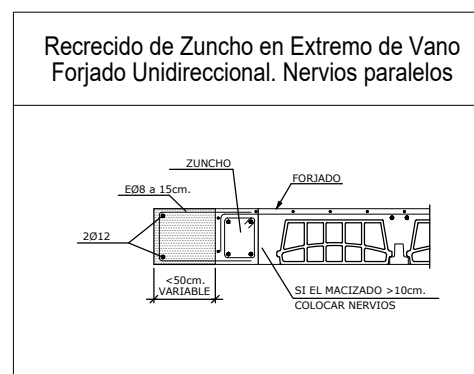
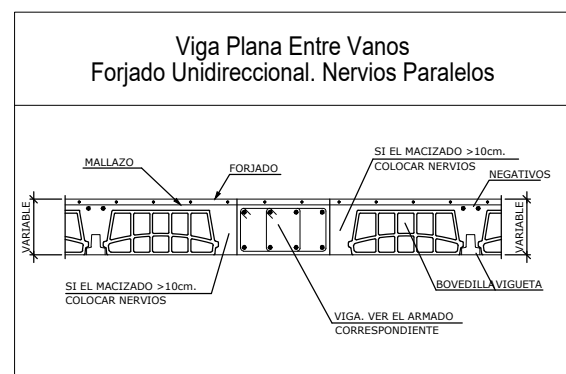
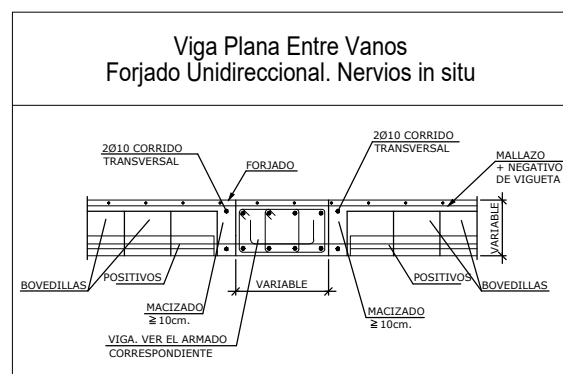
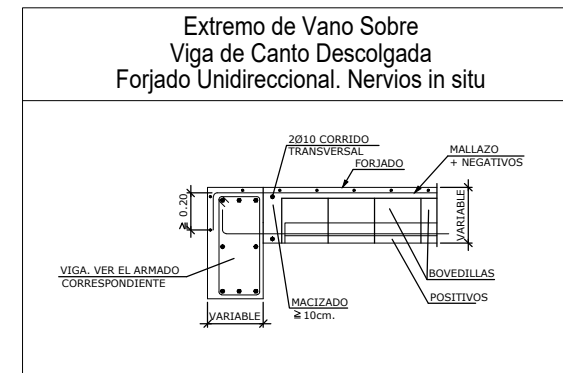
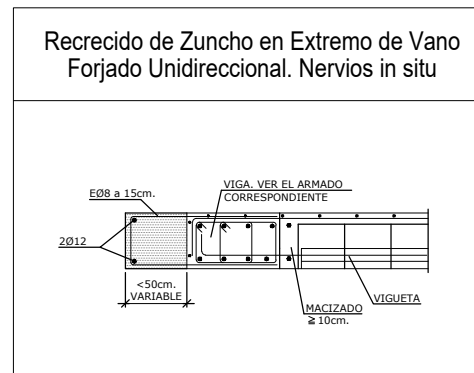
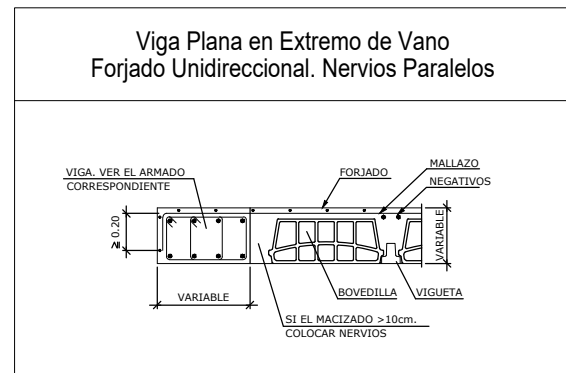
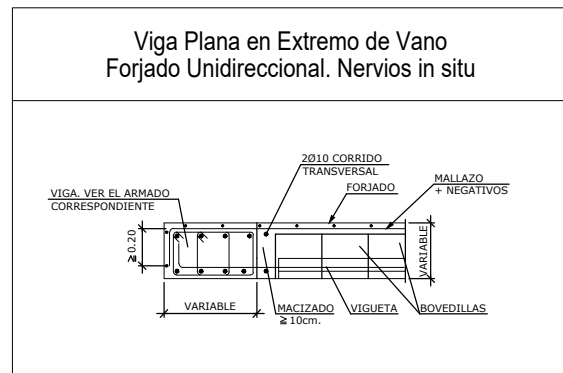
ESCALA 1: 100

NIVEL 2 | NIVEL 3



Forjado
 Nivel 1. Cota: +3,32 m.
 Material predominante: HA25

HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	f _{ck} (N/mm ²)	α larga duración	γ _c	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	γ _s
HA25	25,00	1,00	1,50	B500	B500	1,15



ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ARQUITECTURA


























TRABAJO FINAL DE GRADO
 SEPTIEMBRE 2018

ALUMNO: PABLO BENAVENT MARCO
 TUTOR: LUIS MARÍA DE MAZARREDO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

ESCALA 1: 100

NIVEL 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
					 BxH 25x40 6Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 25x30 4Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 25x30 4Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 25x35 4Ø16 L=332+40 cØ8/15	 BxH 25x35 4Ø20 L=332+60 cØ8/15						Cota 9,96. Forjado 3
					 BxH 30x40 6Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø20 L=332+60 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø20 L=332+60 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø12 L=332+30 cØ8/15						Cota 6,64. Forjado 2
 BxH 40x50 18Ø20 L=332+60 cØ8/25	 BxH 30x30 4Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø20 L=332+60 cØ8/15	 BxH 30x50 8Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø20 L=332+60 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø16 L=332+40 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 30x50 14Ø20 L=332+60 cØ8/15	 BxH 40x40 8Ø20 L=332+60 cØ8/25	 BxH 30x30 4Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø12 L=332+30 cØ8/15	 BxH 30x30 4Ø12 L=332+30 cØ8/15	Cota 3,32. Forjado 1
															Cota 0,00. Cimentación 0

CUADRO DE PILARES
Material predominante: HA25

HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	fck (N/mm ²)	α larga duración	γc	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	γs
HA25	25,00	1,00	1,50	B500	B500	1,15

ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TRABAJO FINAL DE GRADO
SEPTIEMBRE 2018



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ALUMNO: PABLO BENAVENT MARCO

TUTOR: LUIS MARÍA DE MAZARREDO








ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

ESCALA 1:75

PILARES 1

31	32	33	34	35	Cota 9,96. Forjado 3
 BxH 25x30 4Ø16 L=332+40 cØ8/15	 BxH 25x35 8Ø20 L=332+60 cØ8/15	 BxH 25x35 8Ø20 L=332+60 cØ8/15	 BxH 25x30 4Ø16 L=332+40 cØ8/15	 BxH 25x30 8Ø20 L=332+60 cØ8/15	
31	32	33	34	35	Cota 6,64. Forjado 2

CUADRO DE PILARES
Material predominante: HA25

HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	fck (N/mm ²)	α larga duración	γc	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	γs
HA25	25,00	1,00	1,50	B500	B500	1,15

ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TRABAJO FINAL DE GRADO
SEPTIEMBRE 2018



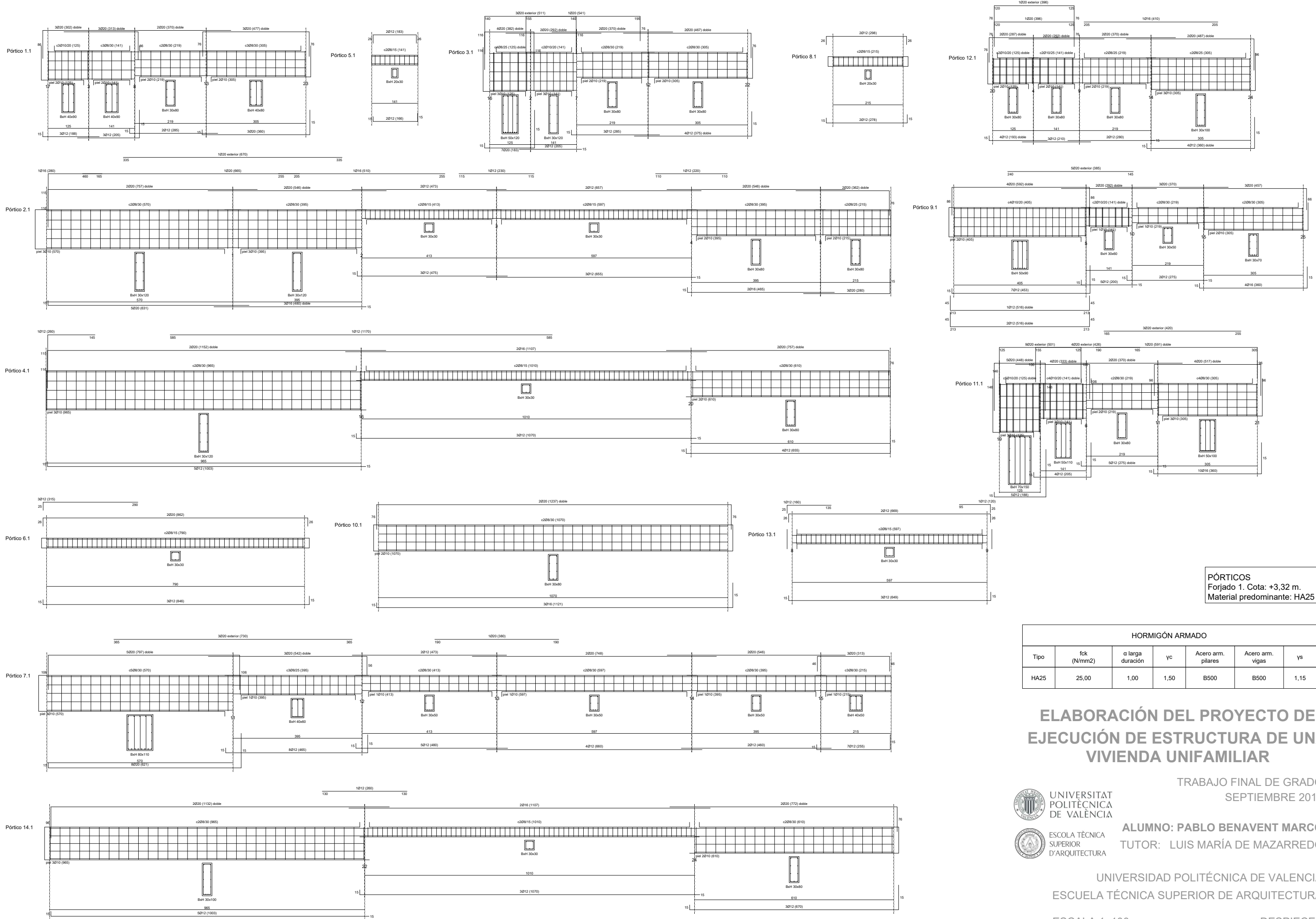
UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

ALUMNO: PABLO BENAVENT MARCO
TUTOR: LUIS MARÍA DE MAZARREDO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA



PÓRTICOS
 Forjado 1. Cota: +3,32 m.
 Material predominante: HA25

HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	f _{ck} (N/mm ²)	α larga duración	γ _c	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	γ _s
HA25	25,00	1,00	1,50	B500	B500	1,15

ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

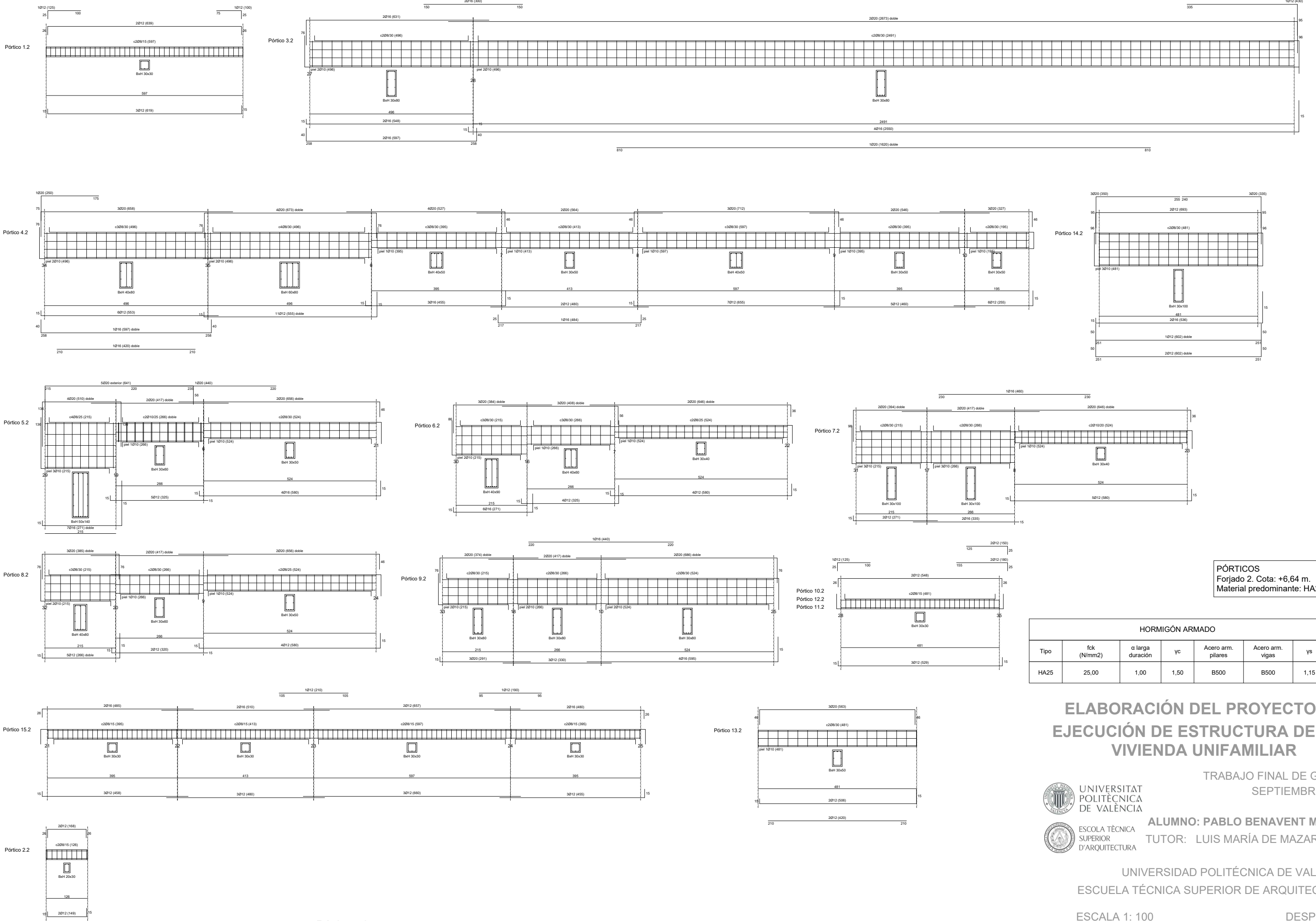


TRABAJO FINAL DE GRADO
 SEPTIEMBRE 2018

ALUMNO: PABLO BENAVENT MARCO
TUTOR: LUIS MARÍA DE MAZARREDO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

ESCALA 1: 100 DESPIECE 1



PÓRTICOS
 Forjado 2. Cota: +6,64 m.
 Material predominante: HA25

HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	fck (N/mm ²)	α larga duración	γc	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	γs
HA25	25,00	1,00	1,50	B500	B500	1,15

ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TRABAJO FINAL DE GRADO
 SEPTIEMBRE 2018



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ARQUITECTURA

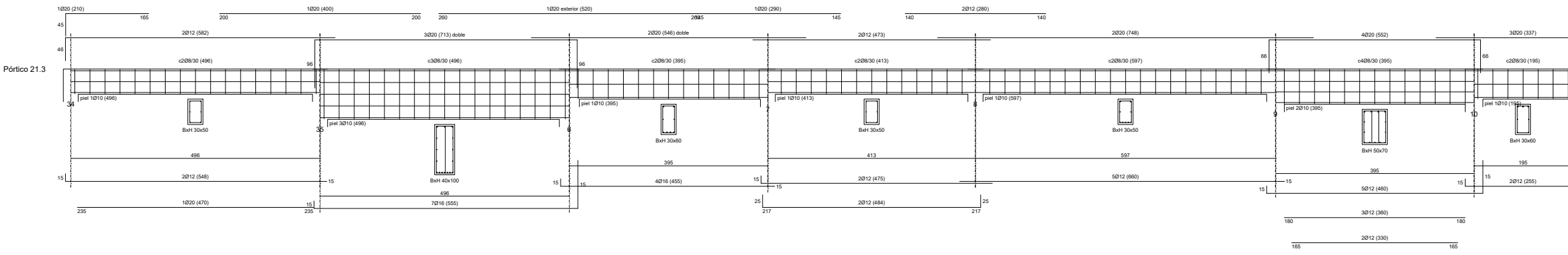
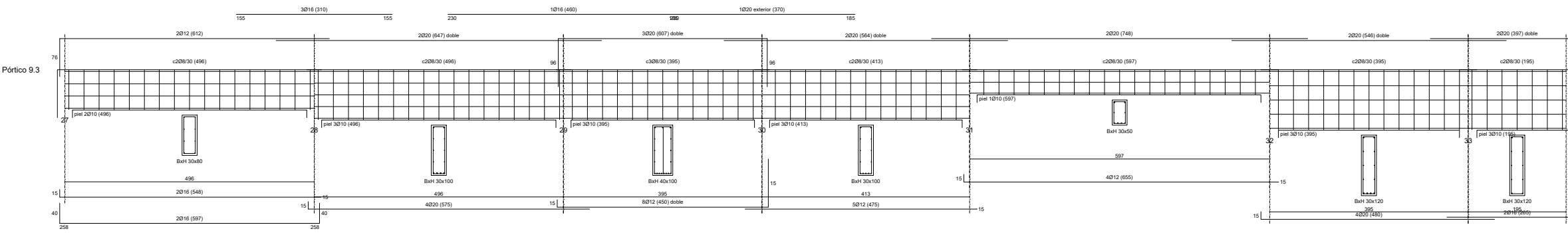
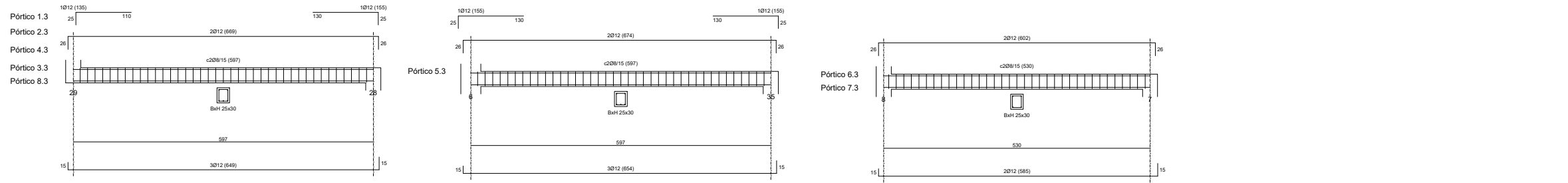
ALUMNO: PABLO BENAVENT MARCO

TUTOR: LUIS MARÍA DE MAZARREDO

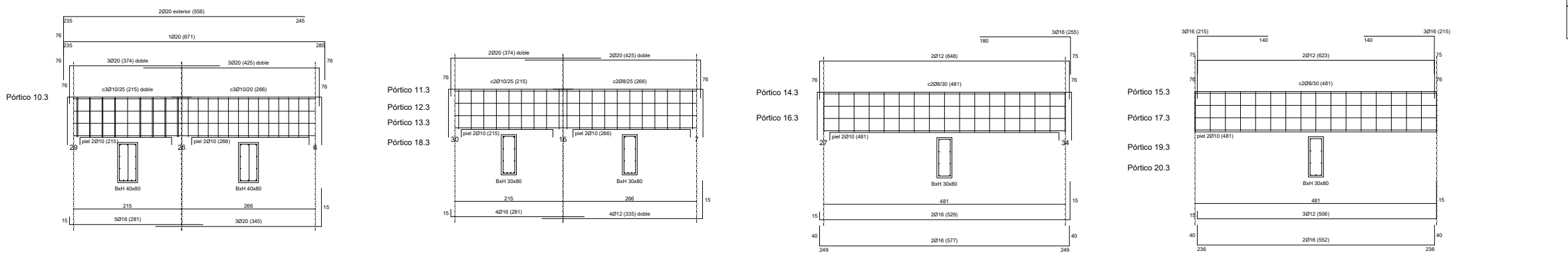
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

ESCALA 1: 100

DESPIECE 2



PÓRTICOS
Forjado 3. Cota: +9.96 m.
Material predominante: HA25



HORMIGÓN ARMADO						
Tipo	f _{ck} (N/mm ²)	α larga duración	γ _c	Acero arm. pilares	Acero arm. vigas	γ _s
HA25	25.00	1,00	1,50	B500	B500	1,15

ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

TRABAJO FINAL DE GRADO
SEPTIEMBRE 2018



ALUMNO: PABLO BENAVENT MARCO
TUTOR: LUIS MARÍA DE MAZARREDO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

ESCALA 1: 100

DESPIECE 3

12. BIBLIOGRAFÍA

Descripción:

www.mathiasklotz.com

Documentación

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-102302/casa-ponce-mathias-klotz>

Descripción architrave:

www.architrave.es

Imágenes:

*ARQ Ediciones – Mathias Klotz
Disponible en Centro de Información Arquitectónica (UPV)*

13. REFERENCIAS IMAGENES

Ilustración 1 _ Vista de la vivienda - <i>ARQ Ediciones – Mathias Klotz</i>	7
Ilustración 2 _ Vista interior de la vivienda - <i>ARQ Ediciones – Mathias Klotz</i>	8
Ilustración 3 _ Vista interior de la vivienda - <i>ARQ Ediciones – Mathias Klotz</i>	8
Ilustración 4 _ Estructura porticada - Apuntes estructuras 2 (UPV)	10
Ilustración 5 _ Momentos en viga in situ - Apuntes estructuras 2 (UPV).....	10
Ilustración 6 _ Rigideces y repartos - Apuntes estructuras 2 (UPV)	10
Ilustración 7 _ Sección detalles_ “ <i>ARQ Ediciones – Mathias Klotz</i> ”.....	11
Ilustración 8 _ Sección constructiva_ “ <i>ARQ Ediciones – Mathias Klotz</i> ”.....	11
Ilustración 9 _ Corte A-A - “ <i>ARQ Ediciones – Mathias Klotz</i> ”.....	12
Ilustración 10 _ Elevación de poniente - “ <i>ARQ Ediciones – Mathias Klotz</i> ”.....	12
Ilustración 11 Planta Baja - “ <i>ARQ Ediciones – Mathias Klotz</i> ”	13
Ilustración 12 Planta Primera - “ <i>ARQ Ediciones – Mathias Klotz</i> ”	13
Ilustración 13 Modelo 1	13
Ilustración 14 Modelo 2	13
Ilustración 15 Modelo 3	13
Ilustración 16 Modelo 4	13
Ilustración 17 _ Modelo 1 - Indeformada	14
Ilustración 18 _ Modelo 1 – Cálculo [ELS] - Momentos	14
Ilustración 19 _ Modelo 1 – Cálculo [ELU] – Axiles	15
Ilustración 20 _ Modelo 1 – Cálculo [ELU] – Cortante Vy	15
Ilustración 21 _ Modelo 1 – Cálculo [ELU] – Cortante Vz	15
Ilustración 22 _ Modelo 2 - Indeformada	16
Ilustración 23 _ Modelo 2 – Cálculo [ELS].....	16
Ilustración 24 _ Modelo 2 – Cálculo [ELU] – Axiles	17
Ilustración 25 _ Modelo 2 – Cálculo [ELU] – Cortante Vy	17
Ilustración 26 _ Modelo 2 – Cálculo [ELU] – Cortante Vz	17
Ilustración 27 _ Modelo 3 - Indeformada	18
Ilustración 28 _ Modelo 3 – Cálculo [ELS].....	18
Ilustración 29 _ Modelo 3 – Cálculo [ELU] – Axiles	19
Ilustración 30 _ Modelo 3 – Cálculo [ELU] – Cortante Vy	19
Ilustración 31 _ Modelo 3 – Cálculo [ELU] – Cortante Vz	19
Ilustración 32 _ Modelo 4 - Indeformada	20
Ilustración 33 _ Modelo 4 – Cálculo [ELS].....	20
Ilustración 34 _ Modelo 4 – Cálculo [ELU] – Axiles	21
Ilustración 35 _ Modelo 4 – Cálculo [ELU] – Cortante Vy	21
Ilustración 36 _ Modelo 4 – Cálculo [ELU] – Cortante Vz	21
Ilustración 37 _ Modelo 1 – Sólido	22
Ilustración 38 _ Modelo 2 – Sólido	22
Ilustración 39 _ Modelo 3 – Sólido	22
Ilustración 40 _ Modelo 4 – Sólido	23
Ilustración 41 _ Modelo 1.2 – Sólido	23
Ilustración 42 _ Modelo 2.2 – Sólido	23
Ilustración 43 _ Modelo 3.2 – Sólido	24
Ilustración 44 _ Modelo 4.2 – Sólido	24
Ilustración 45 _ Modelo 4 – Cálculo [ELS].....	25
Ilustración 46 _ Modelo 4 – Axil	25

Ilustración 47 _ Modelo 4 –Cortante	26
Ilustración 48 _ Modelo 4 – Momento Flector Mz	26
Ilustración 49 _ Architrave programa	27
Ilustración 50 CTE-DB SE-AE – Tabla de pesos propios	28
Ilustración 51 CTE-DB SE-AE – Tabla de sobrecarga de usos	28
Ilustración 52 CTE-DB SE-AE – Tabla de velocidad de viento	29
Ilustración 53 CTE-DB SE-AE – Tabla de sobrecarga de nieve.....	29
Ilustración 54 CTE-DB SE-AE –Acciones sobre barandillas	29
Ilustración 55 Coeficientes de seguridad.....	31
Ilustración 56 Historia de carga de la estructura.....	31
Ilustración 57 Historia de carga 2	32
Ilustración 58 Parámetros de armado.....	32
Ilustración 59 Cálculo estructural.....	33
Ilustración 60 Hipótesis de ELU	33
Ilustración 61 Hipótesis de ELS	33
Ilustración 62 Dimensionado de la estructura	34
Ilustración 63 Comprobación de vigas.....	34
Ilustración 64 Comprobación pilares.....	34
Ilustración 65 Peritación pilares.....	35
Ilustración 66 Peritación pilares.....	35
Ilustración 67 Peritación pilares.....	35
Ilustración 68 Peritación vigas – Sección de viga y ELU.....	36
Ilustración 69 Peritación vigas – Material del pórtico y ELS	36
Ilustración 70 Peritación vigas – Comprobación flechas	37
Ilustración 71 Peritación vigas – Comprobación y rearmado.	37
Ilustración 72 Peritación vigas – Rearmado.	38
Ilustración 73 Peritación vigas – Rearmado.	38