

# Análisis Estructural del Edificio “La Llotgeta”

29 jul. 15

---

AUTOR:

**BOULLOSA ABRIL, SARA**

TUTOR ACADÉMICO:

Ochando Perales, Carlos Manuel

Departamento de Mecánica de los Medios  
Continuos y Teoría de Estructuras



ETS de Ingeniería de Edificación  
Universitat Politècnica de València

## Resumen

El presente Proyecto Final de Grado se centra en el análisis de las prestaciones estructurales del edificio “La Llotgeta”, concluyendo, para el nuevo uso que se le va a destinar y tras las actuaciones de rehabilitación que se van a llevar a cabo, si la capacidad portante del mismo es suficiente y proponiendo, en caso de ser necesario, las actuaciones de rehabilitación, refuerzo o sustitución de las partes estructurales afectadas que fuera perceptivas.

Para ello y teniendo en cuenta que tratamos con un edificio datado en 1928 y que forma parte del conjunto histórico del Mercado Central de Valencia se realizará un análisis de los diferentes materiales que lo componen, determinando sus características mecánicas más relevantes para el cálculo y planteando soluciones estructurales de acuerdo con el nivel de conservación y respetando el entorno histórico en el que se enmarca el edificio.

**Palabras Clave:** La Llotgeta, Mercado Central de Valencia, Análisis estructural, Refuerzo estructural, Características mecánicas.

## Abstrat

This Final of Career work consist in the structural analysis of the building “La Llotgeta”, concluding, for the new use that is going to have and taking in account the new composition that is going to have after his rehabilitation, if the actual structural system it is enough for support the new estate of structural loads or if required interventions for the consolidation, restoration or replacement in a extreme case.

For this purpose and taking care that we are talking about a building dated on 1928 and is part of the historical set “Mercado Central de Valencia” will be performed an analysis of the different materials of construction establishing

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

establishing their most relevant mechanical characteristics for the calculation and proposing interventions.

**Key Words:** La Llotgeta, Valencia’s Central Market, Structural analysis, Structural reinforcement, Mechanical characteristics.

## Agradecimientos

Quiero mostrar mis agradecimientos por este Proyecto Final de Grado (PFG) en primer lugar al tutor del mismo, el que fuera ya por entonces mi profesor de Estructuras, Carlos Manuel Ochando Perales, por toda su dedicación, implicación y paciencia, así como por el trato personal, motivos por los cuales siempre le tendré en gran estima.

No podría dejar de agradeceréselo a aquellos profesores que continuaron prendiendo la mecha de mi amor por la construcción, que son un ejemplo para mí y que me enseñaron que debemos ser grandes tanto a nivel profesional como humano.

También quisiera agradeceréselo a mis amistades, tanto a las que nacieron en la universidad como a las que ya llevan tiempo a mi lado, ellas y ellos tienen parte de mérito en el camino recorrido hasta llegar a la realización de este trabajo.

Agradecer enormemente a mi madre, Maria Abril Cereza, por el apoyo incondicional, por educarme para ser una mujer independiente, por los valores que me ha transmitido y por empujarme a realizar mis sueños.

Por último, y no menos importante, a mis abuelos, Josefina Cereza Vilas y Clemente Abril Pardo; a la primera por ser una segunda madre y por todo su cariño. A mi abuelo, por transmitirme el amor por esta profesión, la satisfacción del trabajo bien realizado, por todos esos detalles que nunca me hubieran enseñado en la universidad y por todos esos recuerdos de incalculable valor vividos dentro y fuera de nuestras obras.

GRACIAS A TODOS DE CORAZÓN.



## Acrónimos utilizados

CTE: Código Técnico de la Edificación.

DB\_SE: Documento Básico de Seguridad Estructural

DB\_SE-AE: Acciones en la Edificación

DB\_SE-C: Cimientos

DB\_SE-A: Acero

DB\_SE-F: Fabricas

DIT: Documento de Idoneidad Técnica

EHE-08: Instrucción de Hormigón Estructural

IVE: Instituto Valenciano de la Edificación

PBME: MEMORIA JUSTIFICATIVA - PROYECTO BÁSICO MODIFICADO Y DE EJECUCIÓN CON ESTUDIO DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL EDIFICIO “LA LLOTGETA” para la Rehabilitación y recuperación del antiguo Pabellón de Administración del Mercado destinado a Centro Cultural de la Obra Social de la Caja del Mediterraneo.

PFG: Proyecto final de grado.

# Índice

1.	Introducción .....	9
1.1.	Contexto Histórico y Localización.....	9
1.2.	Cronología de Intervenciones .....	15
1.3.	Propuesta de Intervención .....	17
2.	Objetivos del Proyecto .....	18
3.	Metodología .....	19
3.1.	Estudio Previo y Documentación .....	19
3.2.	Análisis de los materiales y tipologías constructivas.....	20
3.3.	Levantamiento.....	20
3.4.	Identificación de Elementos Tipo .....	21
3.5.	Análisis Estructural .....	21
3.6.	Mapeo de los resultados .....	23
3.7.	Especificaciones Constructivas.....	23
3.8.	Valoración Económica .....	23
4.	Problemáticas a Solventar.....	24
4.1.	Soportes .....	24
4.2.	Escaleras.....	25
5.	Sustentación de edificio .....	27
5.1.	Sistema Estructural.....	27
5.2.	Sistema Envoltente .....	34

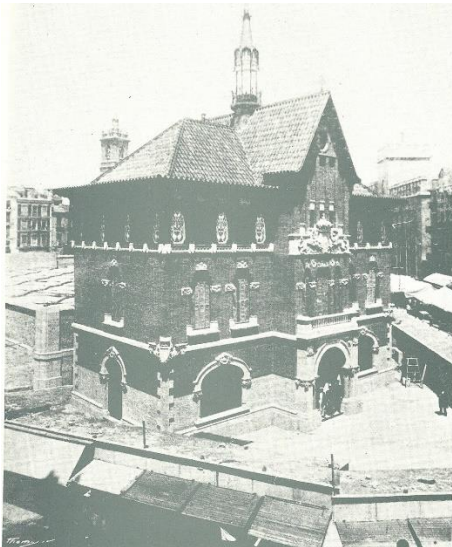
5.3.	Cambios Formales en la Estructura.....	37
6.	Cumplimiento CTE_SE .....	39
6.1.	DB_SE_AE .....	40
6.2.	DB_SE .....	48
6.3.	DB_SE_A .....	53
6.4.	DB_SE_F.....	59
6.5.	Dimensionado según CTE para Estructura Actual .....	61
7.	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN .....	62
7.1.	Estructura Horizontal (Vigas).....	62
7.2.	Estructura Horizontal (Forjados) .....	77
7.3.	Estructura de Bajada de Cargas y Soportes.....	91
7.4.	Cimentación .....	97
8.	Especificaciones de Ejecución .....	102
8.1.	Demoliciones .....	102
8.2.	Construcción a Nuevo .....	102
8.3.	Actuaciones de Consolidación.....	104
8.4.	Actuaciones de Refuerzo.....	108
9.	Presupuesto y Medición.....	116
10.	Conclusiones.....	134
11.	Bibliografía y Referencias Bibliográficas.....	136
12.	Índice de Figuras.....	138
12.1.	Tablas.....	138

12.2. Ilustraciones .....	139
Anexos .....	141
1. Cargas .....	141
2. Datos Vigas Tipo Z .....	144
3. E.L.U. Vigas Existentes .....	148
4. E.L.S. Vigas Existentes.....	150
5. Planos .....	152

# 1. Introducción

## 1.1. Contexto Histórico y Localización

El objeto de estudio de este proyecto es uno de los tres pabellones que tiene anexos el Mercado Central de Valencia, icono histórico de la ciudad. El edificio en concreto se trata del pabellón de la Antigua administración del mercado, de corte modernista, construido para recibir la vivienda y dependencias del administrador-gerente y que actualmente alberga exposiciones y sirve como salón de actos.



*Ilustración 1 La Llotgeta 1928- <http://www.skyscrapercity.com>*

El complejo data de principios del siglo XX, la construcción de “la Llotgeta” (Nombre que deriva de sus elementos decorativos que recuerdan a los de la Lonja, literalmente “La Llotgeta” significa pequeña Lonja) comenzó en 1914 y finalizó en 1928, siendo este pabellón en concreto, el primero en ejecutarse de todo el complejo del mercado central, tal y como se aprecia en la Ilustración 1, donde vemos la Llotgeta terminada y el mercado en obras. Esta tarea fue llevada a cabo por los Arquitectos Alejandro Soler i March y Francesc Guàrdia i Vidal, ambos arquitectos formados en la Escuela de Arquitectura de Barcelona y siendo colaboradores habituales del Domènech i Montaner, arquitecto que destacó por tener un estilo modernista muy propio que se desmarcaba de las líneas generales del movimiento. En el momento de inicio de las obras Guàrdia i Vidal se encontraba a cargo de la construcción del Palau de la Música, también proyectada por Domenech.

El complejo del mercado central de Valencia, es uno de los principales atractivos turísticos de la ciudad, así como la expresión de los tiempos de expansión que esta vivía; dio respuesta a una de las necesidades más apremiantes de la época de la Valencia burguesa, ya que antes de su construcción existía un mercadillo ambulante en el conocido como el Arrabal de la Boatella, el cual se celebraba los jueves y resultaba insuficiente para la demanda social, la plaza en si tenía diversos usos populares (corridas de toros, ajusticiamientos, torneos de justas... ). Para su construcción fue necesaria la demolición del convento de las magdalenas, para remodelar urbanísticamente la zona y dar cabida al mercado.

Así pues, nos encontramos con un emblemático edificio de estilo modernista, apreciando características como el uso del hierro, el acero laminado y las cristaleras, los cuales tienen un trato exquisito a lo largo de toda la construcción, destacan sus vidrieras emplomadas y su cerámica usada en los

revestimientos con motivos de productos de la tierra como la naranja, con acabados vitrificados y metalizados.

El edificio se localiza dentro del casco urbano, concretamente sita en el número 4 de la Plaza del Mercado de Valencia, con referencia catastral: 5528803YJ2752H0001AU.

Es de reseñar que se halla dentro del casco histórico protegido con regulación específica al tratarse de un edificio BIC sobre el que se contempla un Plan Especial de Reforma Interior Del Barrio del Mercado de 1993. Clasificado como CHP-151-Conjunto Histórico protegido, con calificación PROTEGIDO-DOT1.Grado de Protección Nivel 1 “Nivel de protección monumental”.

Fue en 1910 cuando se presentó el concurso para su construcción, a continuación podemos observar los planos originales del proyecto, cabe destacar que la distribución interior no se conserva, pero la envolvente del edificio no ha sufrido modificaciones y se conserva en buen estado, aunque hay que subrayar la gran suciedad que acumula y que contrasta con el estado de conservación del resto del complejo.

#### 1.1.1. Proyecto Original del Mercado Central de Valencia

Los siguientes planos son fechados en 1915.

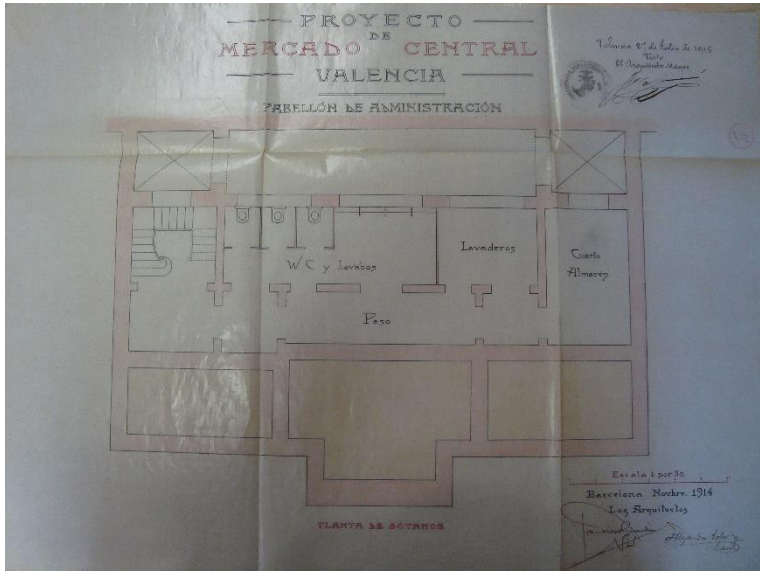


Ilustración 2 Plano Distribución Planta Sótano (1915)-J.García Valldecabres



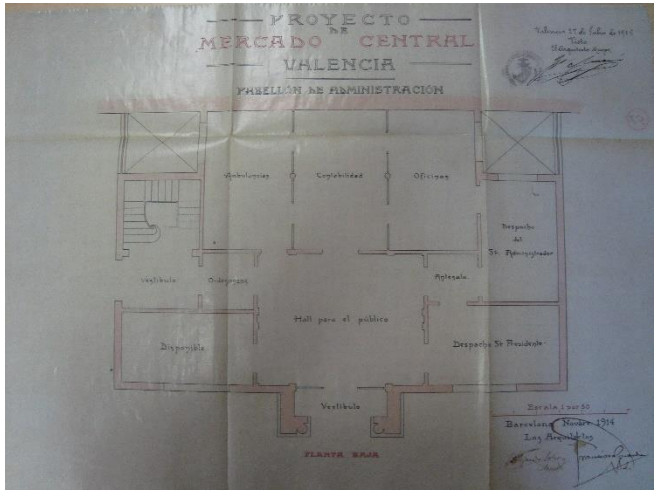


Ilustración 3 Plano Distribución Planta Baja (1915)- J.García Valdecabres

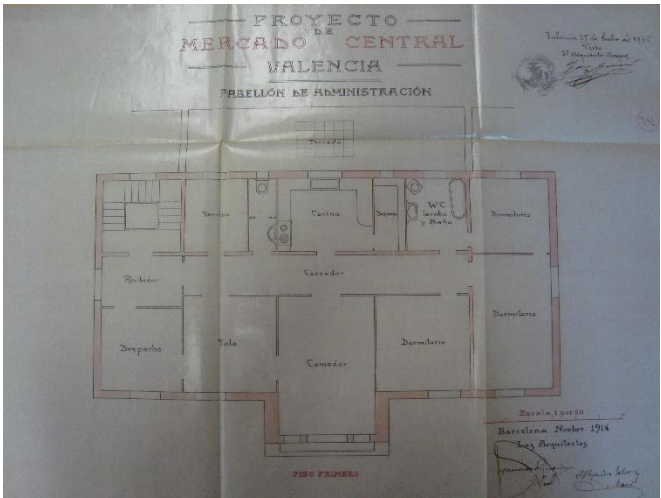


Ilustración 4 Plano Distribución Planta Primera (1915)- J.García Valdecabres



Ilustración 5 Plano Distribución Planta Segunda (1915)- J.García Valldecabres



Ilustración 6 Alzado Principal (1915)- J.García Valldecabres

Los presentes escaneados del proyecto original han sido cedidos para el presente PFG por Jorge García Valdecabres, autor del Proyecto Básico Modificado de Ejecución que actualmente versa sobre el edificio.

(1), (2), (3), (4) y (5).

## 1.2. Cronología de Intervenciones

El edificio ha servido a lo largo de su vida a varios usos públicos hasta que finalmente en 1980 fue restaurado interiormente para albergar una entidad bancaria y finalmente en 1993 convertirse en el Aula Cultural de la Obra Social de Caja Mediterraneo.

En 1982 la CAJA DE AHORROS PROVINCIAL DE VALENCIA adquiere el edificio de la Llotgeta, entonces propiedad del Ayuntamiento y se realizan las correspondientes obras de adaptación del edificio para oficina bancaria, en la que se establece la Caja Provincial de Valencia en 1983.

En 1986 se comienza a estudiar la posibilidad de que el edificio albergue la Obra Social de la entidad, aunque no sería hasta 1990 cuando se llevaron a cabo las primeras obras de consolidación estructural y albañilería previstas en la fase I del Proyecto. Tras un breve parón se reanudaron las obras al año siguiente consistentes en la instalación de electricidad, conductos de aire acondicionado, sistemas de extinción de incendios y terminación de la fase de estructura hasta completar los objetivos marcados en el Proyecto. Se llevó a cabo la construcción de la nueva escalera, instalación de servicios y acabados en general. Además como consecuencia de la instalación de equipos autónomos de prevención de incendios, era necesario garantizar la presión constante en suministro de agua, por lo que fue preciso la instalación de un aljibe con su correspondiente equipo de bombeo.

En el año 1999, se llevó a cabo una intervención para erradicar las termitas del edificio.

En el 2000, se llevaron a cabo obras de restauración en la fachada y la cubierta, prestando especial atención en la reparación de grietas en las cornisas, y las goteras.

En 2006, se elevó la nivelación de las pendientes del pasillo que franquea el edificio para facilitar la evacuación de agua.

En 2007, se sustituyó el sistema antiguo de aire acondicionado, retirando las máquinas exteriores de terraza posterior y colocando las nuevas en la misma ubicación. Se instalaron cassettes en las plantas baja, primera y segunda, y se anuló los antiguos conductos de climatización. También se aprovechó para impermeabilizar el suelo de la terraza posterior (aunque todavía presenta goteras). También se sustituyó el antiguo ascensor, en su lugar se colocó uno hidráulico que va desde el sótano a la planta segunda.

En 2009, se han restaurado parcialmente algunos elementos de la carpintería especialmente las puertas de entrada al hall del edificio.

### **Actuaciones realizadas en el conjunto de los edificios del Mercado**

En el año 2004 se realizó la Rehabilitación integral de recuperación y adaptación de instalaciones en todo el recinto del mercado. Actualmente se está llevando a cabo desde octubre de 2009 las obras de rehabilitación integral del edificio gemelo que alberga oficinas municipales: la Concejalía de mercados.

La única parte del conjunto histórico del mercado que quedaría por rehabilitar y reformar es el edificio La Llotgeta.

Es muy notoria la diferencia del estado de conservación y aspecto de este con respecto al conjunto de los otros edificios del Mercado, haciéndose necesaria su intervención.

(2)

Los planos 2, 3, 4, 5, 6 y 7 muestran la distribución actual del edificio

### 1.3. Propuesta de Intervención

La propuesta de intervención integral para el cambio de uso del edificio, tiene como resultado la demolición de toda la distribución interior existente. No creemos necesario para el tema que vamos a tratar incluirla en el presente proyecto, no obstante se ha utilizado para analizar que partes de la distribución existente se veían afectadas, la superposición de la distribución propuesta y la existente llevó a la conclusión de que se proyectaba una demolición completa de todos los elementos interiores, lo cual fue un punto importante a la hora de solventar el sistema de bajada de cargas de la estructura, del que hablaremos más adelante.

En los planos 11, 12, 13 y 14 se muestra el resultado de cotejar ambas distribuciones, perfilándose en un tono gris las partes que serán demolidas.

## 2. Objetivos del Proyecto

Los objetivos del Proyecto se centran en concluir el estado en el que se encuentra la estructura del edificio y determinar, en caso de ser necesario, las actuaciones a llevar a cabo para la correcta puesta en servicio de la estructura.

Se pretende dar una solución concreta a aquellas zonas de la estructura que no cumplan las prestaciones mínimas exigibles para soportar tanto la edificación en si como el nuevo uso al que se le va a destinar.

Estas soluciones intuimos que se concretarán en refuerzos estructurales o bien trabajos de consolidación, como podría darse en algunos elementos estructurales que visiblemente están afectados por oxidación, pero que en la práctica pueden suponer o no una considerable disminución de la sección de los perfiles y por ende de su capacidad portante.

Así pues, para cada una de las medidas propuestas, se acotará el alcance de su intervención así como del correcto modo de proceder.

Teniendo en cuenta que tenemos acceso real a muy pocos puntos de la estructura y que solo disponemos de un informe con unas pocas catas de la misma; la intención del proyecto es por un lado, determinar las capacidad resistente mínima que deben tener los elementos existentes y por otro lado, proponer una intervención que no tenga en cuenta lo anterior.

## 3. Metodología

Las fases de elaboración del presente PFG son: En primer lugar, el estudio previo de la documentación disponible, seguido del análisis estructural del edificio, sus materiales y tipología; para finalizar concretando actuaciones y soluciones constructivas. A continuación, se desarrolla estas fases indicando la metodología de trabajo que se ha utilizado.

### 3.1. Estudio Previo y Documentación

En primer lugar realizaremos un estudio previo de la variada documentación que versa sobre el edificio, centrándonos en analizar en detalle los siguientes documentos:

- Proyecto Básico Modificado y de Ejecución con Estudio de Gestión Ambiental del edificio "La Llotgeta" para la rehabilitación y recuperación del antiguo Pabellón de Administración del Mercado destinado a Centro Cultural de la Obra Social de la Caja del Mediterraneo (2011) Garcia Valdecabres, Jorge.
- Informe de catas realizadas en el edificio por la empresa GRUPOINSERMAN para la Caja de Ahorros del mediterraneo.
- Hidalgo Delgado, Francisco. Investigación integral de las unidades constructivas-arquitectónicas que definen el Mercado Central de Valencia como ejemplo singular de la arquitectura modernista valenciana (2010) Hidalgo Delgado, Francisco.

De estos, así como de la documentación señalada en la bibliografía del presente PFG, se desprende la información sobre la que trabajaremos: obteniendo una contextualización histórica, información sobre las actuaciones llevadas a cabo a posteriori de su construcción, futuros trabajos de intervención previstos y características de los materiales que lo componen.

### 3.2. Análisis de los materiales y tipologías constructivas

Para poder analizar la estructura del edificio en su conjunto, es esencial conocer cada uno de los elementos que la componen, del mismo modo necesitamos conocer los elementos que gravitarán sobre la misma, a fin de determinar las cargas que debe soportar. Por tanto, se recoge cada uno de ellos y las características que en su caso interese al tema que tratamos (Peso del material, capacidad resistente,...).

Los materiales propios de la estructura son tres: Acero laminado, Acero de fundición y ladrillo cerámico macizo.

### 3.3. Levantamiento

Dado las inconcluencias que comentaremos más adelante, se hizo necesario realizar un levantamiento de la estructura actual, con la finalidad de poder trabajar sobre datos fiables. Así pues, se realizó “in situ” las mediciones pertinentes para determinar la posición de los elementos que conforman la estructura, concretando su posición, luces, intereses...

Este punto retrasó el avance del proyecto, puesto que no estaba contemplado entre las tareas que marcaban los objetivos, pero se volvió necesario al encontrar contrariedades en los planos del PBME.



### 3.4. Identificación de Elementos Tipo

Sobre el levantamiento realizado, se enumeró y/o nombró cada uno de los elementos tipo que existen, entendiendo como elemento tipo, aquellos que tienen las mismas características. De esta forma conseguimos dos cosas: por un lado, facilitar la localización sobre el plano del elemento y de otro lado, poder trabajar con nombres tipo que ayuden a organizar toda la información que se generará sobre ellos en cuanto a recogida de características, pesos que se le asigna, dimensiones... etc. De tal forma que las viguetas llevan la identificación tipo de v, y aquellas que tengan las mismas luz, ámbito, cargas, material... se recojen todas bajo el nombre de vigueta tipo v1, del mismo modo se procedió con las vigas y soportes.

Así pues cada elemento tipo estará referenciado sobre plano y tendrá relación con los elementos tipo que se nombren a lo largo de la memoria del presente PFG.

### 3.5. Análisis Estructural

Para el análisis, por motivos que se detallarán más adelante, se realizará dos tipos de enfoque a la hora de dar una solución a la problemática que se nos plantea. De un lado, concluiremos con las dimensiones mínimas que deben cumplir los elementos existentes y por otra parte, se concluirá con una propuesta de intervención que ofrecerá una solución en la que la intervención sobre la estructura existente se deja en segundo plano, confiriendo a los refuerzos que se diseñan la capacidad portante del edificio.

En cualquier caso las hipótesis de cálculo son de tipo lineal.

### 3.5.1. DB-SE

Se realiza un barrido del documento y sus anexos, extrayéndose los fragmentos de la norma en los cuales basaremos el dimensionamiento y que son de obligado cumplimiento. Sobre estos apartados indicaremos que valores, restricciones, hipótesis de cálculo... que se han tenido en cuenta; en función del edificio que estamos tratando, la zona en la que se encuentre, etc.

### 3.5.2. Dimensionado

Con todo lo anteriormente citado y la información recabada y organizada, estamos en disposición de dimensionar tanto la estructura existente como los refuerzos que proponemos.

Así pues se realizará un dimensionado por Estado Limite Ultimo y Estado Límite de Servicio, para las vigas principales, las vigas secundarias o viguetas que forman parte del forjado, los soportes y la cimentación. Todo esto se recogerá en tablas que relacionen los cálculos con los elementos tipo sobre los que se han trabajado.

### 3.5.3. Conclusiones

En función de los datos obtenidos en el dimensionado se concretará las soluciones que se proponen, quedando definida una solución concreta donde se expresa la forma, el material y las dimensiones.

Con los puntos anteriores podemos justificar las conclusiones propuestas así como, la necesidad de intervenir sobre ciertos elementos de la estructura, para trabajos que van desde refuerzos en cimentaciones y pilares, hasta otros como intervenciones de consolidación del elemento.

### 3.6. Mapeo de los resultados

Se plasmará, sobre plano, la propuesta de intervención que se ha concluido en los apartados anteriores. Recogiendo el elemento tipo propuesto así como su localización.

También se plasma sobre plano otros aspectos como son: la apertura y cierre de huecos, las demoliciones necesarias, la distribución, etc.

### 3.7. Especificaciones Constructivas

Para cada una de las casuísticas y soluciones concluidas, se prescriben los pasos a seguir a la hora de ejecutarlas, de forma que se acoten los trabajos a realizar definiendo: el orden de ejecución, los detalles constructivos y los detalles específicos de cada solución.

De esta forma se plantean soluciones constructivas bien definidas, tanto en forma como en ejecución.

### 3.8. Valoración Económica

Se realizará la medición y el presupuesto de las acciones propuestas, para su elaboración nos ayudaremos del programa informático Cype, en su apartado Arquímedes, de los planos que se han realizado y de la base de datos del IVE para determinar el precio de las partidas. Este presupuesto sirve de base para solicitar propuesta a las diferentes constructoras que en un futuro quisieran realizar una propuesta económica para llevar a cabo los trabajos aquí definidos.

## 4. Problemáticas a Solventar

Durante el análisis previo de la documentación, se detectaron en el PBME ciertos aspectos que he considerado incorrectamente definidos; o bien porque dificultan su propia construcción, con el diseño establecido, o bien porque constructivamente no son correctos. Este hecho desembocó en realizar trabajo que no estaba definido previamente en los objetivos y que supuso un aumento de tareas, todas ellas necesarias para llevar a cabo los objetivos establecidos para el PFG.

### 4.1. Soportes

Por una parte, mientras analizaba y trabajaba en la recopilación de datos, sobre los planos de estructuras que figuraban en el PBME, me di cuenta que había discrepancia entre las luces de las distintas plantas, en elementos que a priori deberían ser idénticos.

Así pues, con la ayuda del programa informático Autocad, superpuse los planos de estructura, tomando para ello el mismo punto de referencia, fue entonces cuando comprobé que existía desplome entre los soportes del orden de 15 a 20 cm. En ocasiones en una sola dirección, en otras en ambas. En concreto, y como caso extremo, el soporte Primero cambiaba completamente su disposición, en ambas direcciones y en longitudes del orden de 30 cm a 1 m.

Con ello, se surgió la necesidad de realizar un levantamiento, de la parte estructural, que se ajustara a la realidad y nos permitiera continuar trabajando sobre unos datos más concisos.

Por otra parte, tras realizar la lectura y recogida de datos del PBME, en la memoria del mismo se indicaba que los muros se demolían y en su lugar se

empesillaban los soportes. Estas indicaciones se hallaban insuficientemente definidas, con lo que nos tomamos la libertad de diseñar, dimensionar y dictar especificaciones para la ejecución de los nuevos soportes.

Además contábamos con dos casuísticas bien diferenciadas que tratamos por separado y que finalmente se concretarían en dar una solución de refuerzo a: muros de carga o machones de ladrillo macizo que se demolerían hasta formar un soporte del mismo material y a columnas de acero de fundición.

## 4.2. Escaleras

Proponemos un cambio de diseño de las escaleras, respetuoso con el proyectado, en el que este, se modifique lo menos posible.

Esta transformación responde principalmente a una necesidad constructiva, pues con ello se pretende que las escaleras mueran por delante de la viga principal, y no que caigan en cualquier punto del forjado. Además el diseño de los huecos del forjado no está correctamente planteado y en algunos puntos no cumplen con la altura libre de paso.

### *De Planta Sótano a Planta Baja*

En el diseño de la nueva escalera se suprime un escalón del tercer tramo y se le añade al segundo.

De esta forma la llegada de la escalera se sitúa por delante de la línea de pilares, en la cual colocaremos una viga metálica para recibir la escalera.

### *De Planta Baja a Planta Primera*

En el planteamiento de la nueva escalera se elimina dos escalones del tercer tramo, obteniendo el mismo resultado que en la anterior.

### *De Planta Primera a Planta Segunda*

En el trazado de la nueva escalera se suprime dos escalones del tercer tramo y se añade dos más; uno en el segundo tramo y otro en el tercero.

Con ello conseguimos dos cosas, en primer lugar que la escalera muera por delante de la viga principal; y en segundo lugar, sortear el pilar para que este no quede embebido en la escalera, de esta forma el pilar queda justo al lado de la misma, pero no sobre ella.

### *De Planta Segunda a Planta Tercera*

En este tramo, el diseño que ofrece el proyecto es inviable ya que se incurre en un incumplimiento del paso mínimo libre que debe existir bajo forjado (2,10 m.)

La zona en la que se produce cabezada no puede ser demolida, puesto que, sobre ese forjado descansa toda la formación de tabiquillos conejeros, que sustentan la cubierta.

Por tanto se propone se respete el diseño actual de la misma, aumentando el ámbito de paso, para adecuarlo a las restricciones que impone la norma en espacios públicos.

## 5. Sustentación de edificio

En el siguiente apartado se realiza un análisis de los materiales y tipologías constructivas que son de interés para el presente PFG.

### 5.1. Sistema Estructural

#### 5.1.1. Cimentación

Disponemos de dos catas realizadas sobre la cimentación: la primera cata se sitúa al lado del muro de carga perimetral, se trata de una zapata corrida de ladrillo macizo del mismo ancho que el pilar y canto mayor de un metro; la segunda, localizada bajo el cerramiento que separa el grupo electrógeno, es una zapata corrida del mismo ancho que el pilar hasta 35 cm. De profundidad, donde aparece un saliente de 10 cm. De ancho y 20 cm. De profundidad, con un canto total de zapata de 55 cm. (6)

Por tanto, la cimentación está formada por zapatas corridas, construidas con ladrillo cerámico macizo.



*Ilustración 7 Cata Cimentación.2010.Grupo Inserman*



*Ilustración 8 Cata Cimentación 2.2010.Grupo Inserman*

Está proyectado realizar un vaciado de un metro de profundidad con lo que se facilitará la rehabilitación de la cimentación a la vez que permitirá realizar una correcta impermeabilización.

El proceso constructivo de adaptación del sótano, según la memoria del PBME, se describe a continuación:

- Vaciado de 1 metro por medios mecánicos y retirada de tierras (según las catas, del citado informe, realizadas el subsuelo está formado por terrenos blandos que facilitan enormemente dicha tarea).
- Refuerzo y consolidado de la cimentación existente.

Para ello se proyecta realizar unos zunchos de refuerzo a los muros a base de hormigón armado HA-30/B/20/Qb realizado in situ y puesto en obra con medios manuales, vibrado y curado, realizado a modo de encepado con dimensiones, forma y armado con acero B500S como se detalla en los planos, aunque dichas actuaciones pueden variar o adaptarse si así lo estima la DF en función de las necesidades in situ una vez realizado el vaciado.

- Regularización el terreno mediante una capa de hormigón de limpieza HM-15/B/20/Qa de 10cm puesto en obra según EHE y NTE.



- Impermeabilización con lámina aislante de polietileno solapada sobre los muros al menos 1.5 metros, la lámina se protegerá con una lámina de polietileno sobre la que se realizará una solera a modo de capa de protección con formación de pendientes conforme lo detallado en planos.
- Sobre la solera de impermeabilización se colocará una estructura tridimensional de polietileno (tipo CUPOLEX o similar) que servirá a modo de encofrado perdido para la realización de la solera ventilada. Se ejecutará separada de los soportes mediante una banda de poliestireno de ancho suficiente que permita su dilatación. El agua se canalizará a las arquetas de los baños ubicados en el sótano y se eliminará con bombas. Sobre la estructura se colocará mallazo y se realizará la solera con hormigón HA-30/B/20/Qb sobre la que posteriormente se colocará el pavimento. (6) y (2)

#### 5.1.2. Estructura de bajada de cargas y soporte

La estructura de bajada de cargas está basada en la combinación de muros portantes y pilares construidos con ladrillo cerámico macizo, que se combinan con algún pilar metálico a base de acero de fundición y de sección variable.



*Ilustración 9 Soporte de Acero de fundición en Planta Baja.2012.J, García Valldecabres*

### 5.1.3. Estructura Horizontal

Disponemos de dos catas en los forjados; una de ellas, situada en el forjado de la planta primera y la otra en el de planta segunda. En estas observamos que la estructura horizontal está formada por forjados unidireccionales con viguetas autoresistentes de acero tipo IPN 140 con ala de 5 cm o IPN 160 con ala de 6 cm. respectivamente, el elemento de entrevigado está construido mediante revoltones de ladrillo cerámico macizo, de dimensiones 29,5 cm. De soga y 14,5 cm. De tizón.

Además en los años 80, se realizó una intervención posterior con la finalidad de reforzarlo y se dispuso una capa de compresión, con conectores de espesor 6 cm, de 6,5 cm., de espesor, con mallazo en cuadrícula de 15x15 cm. Y acero corrugado de diámetro 5 mm. y, en planta segunda, de espesor 5 cm. Con mallazo en cuadrícula de 15x15 cm. Y acero corrugado de diámetro 5 mm. En cuanto a los cantos de forjado son de 20,5 cm. Y 21 cm., respectivamente.

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

(2) y (6)



*Ilustración 10 Cata Forjado Suelo Planta 1.2010. Grupo INSERMAN*



*Ilustración 11 Cata Forja Suelo Planta 2.2010. Grupo INSERMAN*

#### 5.1.4. Arriostramiento Vertical

El arriostramiento de la estructura se consigue gracias a los forjados horizontales.

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

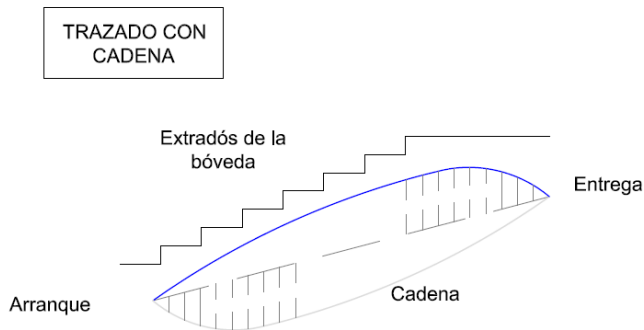
Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

### 5.1.5. Escalera

La escalera existente no cumple con las exigencias mínimas que marca el CTE en cuanto a seguridad para la utilización, por ello se plantea su demolición y posterior ejecución adaptándola a los mínimo establecidos (ancho, dimensiones de huella y contrahuella, barandilla...), respetando la tipología existente y recuperando aquellos elementos ornamentales de valor para su uso en la nueva ejecución.

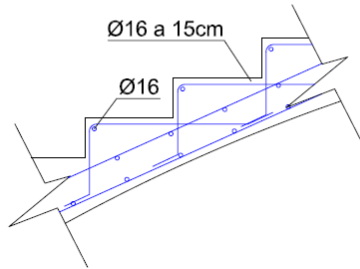
Según la memoria del PBME: “se procederá primero a realizar una bóveda tabicada de una hoja con rasillas y ejecutada conforme los detalles en planos, posteriormente sobre dicha bóveda se realizará una losa de hormigón armado de 20cm de espesor conforme lo establecido en planos.” (2)

Como ya se ha comentado en el apartado 4 del presente PFG, vamos a modificar el diseño de las escaleras no así su modo de ejecución.



*Ilustración 12 Detalle Escalera 1 201.J.Garcia Valdecabres*

DETALLE FORMACIÓN  
DE PELDAÑOS



*Ilustración 13 Detalle Escalera 2- 2012.J, Garcia Valldecabres.*

DETALLE ARMADO Y APOYO ESCALERAS

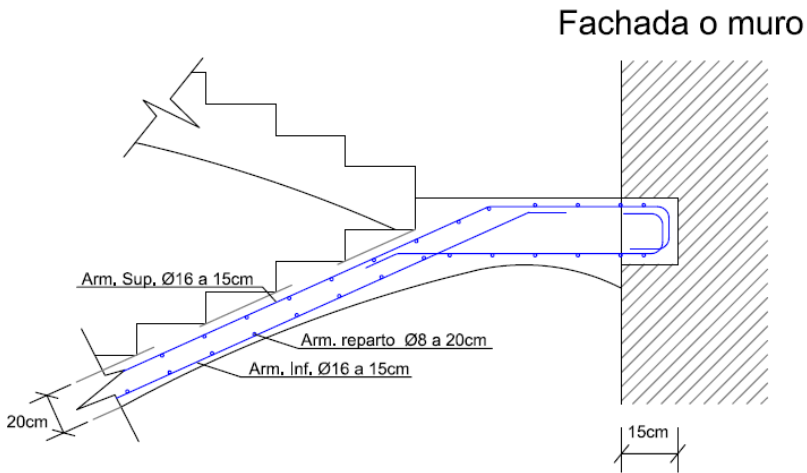


Ilustración 14 Detalle Escalera 3.2012.J.Garcia Valldecabres

## 5.2. Sistema Envoltante

### 5.2.1. Fachada

Compuesta por muros portantes construidos con ladrillo cerámico macizo visto. Por la disposición de sus ladrillos, del tipo Aparejo Flamenco o Gótico, podemos deducir que es de un pie de espesor. Además observamos

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

aplicaciones de piedra y de cerámica, de gran valor artístico, que lo decoran, observamos motivos florales en las cerámicas y diferentes elementos en piedra, destacando un gran escudo de España, vigilado por dos leones a cada lado, situados en la tercera altura del vano central.



*Ilustración 15 Fachada. Detalle Ventana y Aparejo.2012. J.García Valldecabres*

La piedra empleada es de dos tipos, por una parte, para los elementos más sencillos se usó una piedra de Buñol, por otra parte, en los elementos de labra más complejos, se utilizó una piedra más blanda de Alcalá de Chivert. (7)

La fachada descansa sobre muros portantes a excepción de la fachada posterior, que descansa sobre soportes de fundición y pilastras de ladrillo macizo.

### 5.2.2. Cubierta

La cubierta es de tipo inclinada a cuatro aguas, de fuerte pendiente y con dos tragaluces en la zona central a dos aguas.

La formación de pendientes está constituida por tabiquillos conejeros sobre los que descansa la teja cerámica, la mayor parte del tabiquillo conejero descansa sobre el forjado techo de la planta tercera, menos en la zona central, donde existe un desván cuyos paramentos son inclinados. En esta zona disponemos de una cata que indica que la estructura de la cubierta está realizada con un tubo cuadrado de acero de 10 cm. De lado; sobre esta estructura se apoyan correas de acero realizadas con perfiles IPN 180; sobre estas se apoyan un tablero realizado con doble hoja de ladrillo macizo, con espesor total de 5 cm.; sobre el tablero apoyan los tabiquillos conejeros de ladrillo macizo formando un entramado de paralelas y perpendiculares al elemento de apoyo, sobre estos apoyan otro tablero de ladrillo, para finalmente apoyar la teja.



*Ilustración 16 Cata Cubierta.2010.Grupo Inserman*





*Ilustración 17 Cata Cubierta.2010. Grupo Inserman*

En el centro de la cubierta existe un hueco circular sobre el que descansa una aguja decorativa. Esta está construida con vidrieras y hierro de forja. Con una estructura interior formada con perfiles metálicos. Se apoya sobre el entramado metálico que sustenta el desván, el cual a su vez, se apoya en los muros portantes. La cubierta la rodea un alerón perimetral de madera con canalón oculto perimetral que fue restaurado en el año 2000.

(2) y (6)

### 5.3. Cambios Formales en la Estructura.

El programa de necesidades da lugar a la modificación, tanto de elementos estructurales como en su distribución interior, a continuación se analizan esos cambios.

#### 5.3.1. Apertura de Huecos

En los planos 19, 20, 21 y 22 se recoge sobre plano aquellas zonas donde se van a realizar apertura de huecos.

### 5.3.2. Cierre de Huecos

En los planos 23, 24 y 25 se recoge sobre plano aquellas zonas donde se van a realizar cierre de huecos y por ende estructura a nueva ejecución.

### 5.3.3. Demolición distribución

La nueva distribución nos lleva a eliminar la mayor parte de la tabiquería interior del edificio. En ciertos puntos esto implica eliminar muros de carga o machones, que funcionan como elementos de transmisión de cargas; para compensar su eliminación, la memoria del proyecto básico y de Ejecución contempla el refuerzo de pilares con presillas, pero no especifica donde ha de realizarse esa intervención, así como no contempla el caso específico de los soportes de fundición.

En los planos 11, 12, 13 y 14 se recoge como afecta la nueva distribución a la existente y se refleja que partes son demolidas. Los elementos a demoler se encuentran grafiados en tono gris, mientras que los elementos que se conservarán se grafían en negro.

A lo largo del presente P.F.G. se solventará el tema de los soportes y se dará la solución constructiva necesaria, así como, las especificaciones para su correcta ejecución.

## 6. Cumplimiento CTE\_SE

En el citado, Proyecto Básico Modificado y de Ejecución con Estudio de Gestión Ambiental del edificio "La Llotgeta" para la rehabilitación y recuperación del antiguo Pabellón de Administración del Mercado destinado a Centro Cultural de la Obra Social de la Caja del Mediterraneo (2011) Garcia Valldecabres, Jorge. Se justifica el cumplimiento de todos los Documentos Básicos de la norma a excepción del DB\_SE, así pues, se tendrán en cuenta todos los aspectos y exigencias de la citada norma al diseñar y calcular, los refuerzos que se pretenden proyectar en la totalidad de la estructura y/o al justificar, que los elementos estructurales existentes resisten las sollicitaciones a las que van a estar expuestos con el cambio de uso del edificio.

El citado documento básico tiene como finalidad verificar las exigencias básicas para asegurar un comportamiento estructural adecuado frente a las sollicitaciones a las que está sometido.

A continuación extraeremos las partes que afectan a nuestro proyecto de la citada normativa, al mismo tiempo que indicamos los datos que posteriormente utilizaremos y que se basan en este documento.

**Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE)**

1. El objetivo del requisito básico "Seguridad estructural" consiste en asegurar que el *edificio* tiene un *comportamiento estructural adecuado* frente a las *acciones e influencias previsibles* a las que pueda estar sometido durante su *construcción y uso previsto*.
2. Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. Los Documentos Básicos "DB-SE Seguridad Estructural", "DB-SE-AE Acciones en la Edificación", "DB-SE-C Cimientos", "DB-SE-A Acero", "DB-SE-F Fábrica" y "DB-SE-M Madera", especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.

**10.1. Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad**

La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen *riesgos* indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las *acciones e influencias previsibles* durante las fases de *construcción y usos previstos* de los *edificios*, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el *mantenimiento previsto*.

**10.2. Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio**

La aptitud al servicio será conforme con el *uso previsto* del *edificio*, de forma que no se produzcan *deformaciones inadmisibles*, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un *comportamiento dinámico inadmisibles* y no se produzcan *degradaciones* o anomalías *inadmisibles*.

## 6.1. DB\_SE\_AE

### 6.1.1. Variables Básicas

#### *Acciones Permanentes (G)*

El DB\_SE-AE en su apartado 2 y Anejo C establece el valor característico de los pesos propios de cada uno de los elementos.

## Pesos Propios

**2.1 Peso propio**

- 1 El peso propio a tener en cuenta es el de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.
- 2 El valor característico del peso propio de los elementos constructivos, se determinará, en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios. En el Anejo C se incluyen los pesos de materiales, productos y elementos constructivos típicos.
- 3 En el caso de tabiques ordinarios cuyo peso por metro cuadrado no sea superior a  $1,2 \text{ kN/m}^2$  y cuya distribución en planta sea sensiblemente homogénea, su peso propio podrá asimilarse a una carga equivalente uniformemente distribuida. Como valor de dicha carga equivalente se podrá adoptar el valor del peso por metro cuadrado de alzado multiplicado por la razón entre la superficie de tabiquería y la de la planta considerada. En el caso de tabiquería más pesada, ésta podrá asimilarse al mismo valor de carga equivalente uniforme citado más un incremento local, de valor igual al exceso de peso del tabique respecto a  $1,2 \text{ kN por m}^2$  de alzado.  
  
En general, en viviendas bastará considerar como peso propio de la tabiquería una carga de  $1,0 \text{ kN por cada m}^2$  de superficie construida.
- 4 Si se procede por medición directa del peso de la tabiquería proyectada, deberán considerarse las alteraciones y modificaciones que sean razonables en la vida del edificio.
- 5 El peso de las fachadas y elementos de compartimentación pesados, tratados como acción local, se asignará como carga a aquellos elementos que inequívocamente vayan a soportarlos, teniendo en cuenta, en su caso, la posibilidad de reparto a elementos adyacentes y los efectos de arcos de descarga. En caso de continuidad con plantas inferiores, debe considerarse, del lado de la seguridad del elemento, que la totalidad de su peso gravita sobre sí mismo.
- 6 El valor característico del peso propio de los equipos e instalaciones fijas, tales como calderas colectivas, transformadores, aparatos de elevación, o torres de refrigeración, debe definirse de acuerdo con los valores aportados por los suministradores.

Tabiquería	0 kN/m <sup>2</sup>
Solado	1,5 kN/m <sup>2</sup>
Forjado Unidireccional	4 kN/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>5,5 kN/m<sup>2</sup></b>

*Tabla 1 Peso Propio Forjado Planta Baja, Primera y Segunda.*

Tabiquería	1kN/m <sup>2</sup>
Solado	1,5 kN/m <sup>2</sup>
Forjado Unidireccional	4 kN/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>6,5 kN/m<sup>2</sup></b>

*Tabla 2 Peso Propio Forjado Planta Tercera*

Faldón de teja sobre tablero y tabique conejero	3 kN/m <sup>2</sup>
Forjado Unidireccional	4 kN/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>7 kN/m<sup>2</sup></b>

*Tabla 3 Peso Propio Forjado Planta Cubierta*

## Empujes del terreno

### 2.3 Acciones del terreno

- Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones, se evalúan y tratan según establece el DB-SE-C.

### Acciones Variables (Q)

El DB\_SE-AE establece en su apartado 3 que las acciones variable son las producidas por:

- Sobrecarga de uso
- Acciones sobre barandillas o elementos divisorios
- Viento
- Acciones Térmicas
- Nieve

### Sobrecarga de uso

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	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 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(1)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1,3 <sup>(1)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

A continuación se recogen las subcategorías de uso que se va a destinar a cada planta:

Forjado Planta Tercera	C1	3 kN/m <sup>2</sup>
Forjado Planta Segunda	C1	3 kN/m <sup>2</sup>
	C3	5 kN/m <sup>2</sup>
Forjado Planta Primera	C1	3 kN/m <sup>2</sup>
	C3	5 kN/m <sup>2</sup>
Forjado Planta Primera (Azotea)	F	1 kN/m <sup>2</sup>
Forjado Planta Baja	C3	5 kN/m <sup>2</sup>

Acciones sobre barandillas o elementos divisorios

No procede analizar este apartado

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

## Viento

No consideramos relevante la acción del viento para el tema que nos ocupa.

## Acciones Térmicas

### 3.4 Acciones térmicas

#### 3.4.1 Generalidades

- 1 Los edificios y sus elementos están sometidos a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura ambiente exterior. La magnitud de las mismas depende de las condiciones climáticas del lugar, la orientación y de la exposición del edificio, las características de los materiales constructivos y de los acabados o revestimientos, y del régimen de calefacción y ventilación interior, así como del aislamiento térmico.
- 2 Las variaciones de la temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, en particular, los estructurales, que, en los casos en los que estén impedidas, producen tensiones en los elementos afectados.
- 3 La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud. Para otro tipo de edificios, los DB incluyen la distancia máxima entre juntas de dilatación en función de las características del material utilizado.

#### 3.4.2 Cálculo de la acción térmica

- 1 Los efectos globales de la acción térmica pueden obtenerse a partir de la variación de temperatura media de los elementos estructurales, en general, separadamente para los efectos de verano, dilatación, y de invierno, contracción, a partir de una temperatura de referencia, cuando se construyó el elemento y que puede tomarse como la media anual del emplazamiento o 10°C.
- 2 Las temperaturas ambiente extremas de verano y de invierno pueden obtenerse del Anejo E.
- 3 Para elementos expuestos a la intemperie, como temperatura mínima se adoptará la extrema del ambiente. Como temperatura máxima en verano se adoptará la extrema del ambiente incrementada en la procedente del efecto de la radiación solar, según la tabla 3.7

Tabla 3.7 Incremento de temperatura debido a la radiación solar

Orientación de la superficie	Color de la superficie		
	Muy claro	Claro	Oscuro
Norte y Este	0 °C	2 °C	4 °C
Sur y Oeste	18 °C	30 °C	42 °C

- 4 Como temperatura de los elementos protegidos en el interior del edificio puede tomarse, durante todo el año, una temperatura de 20°C.
- 5 Como temperatura de los elementos de la envolvente no directamente expuestos a la intemperie se puede adoptar la media entre las de los dos casos anteriores.

En nuestro caso y según el Anejo E; la temperatura máxima esta entre 42 y 44 °C, la temperatura mínima es de -5°C.



- 1 El valor característico de la temperatura máxima del aire, depende del clima del lugar y de la altitud. A falta de datos empiricos más precisos, se podrá tomar, independientemente de la altitud, igual al límite superior del intervalo reflejado en el mapa de la figura E.1

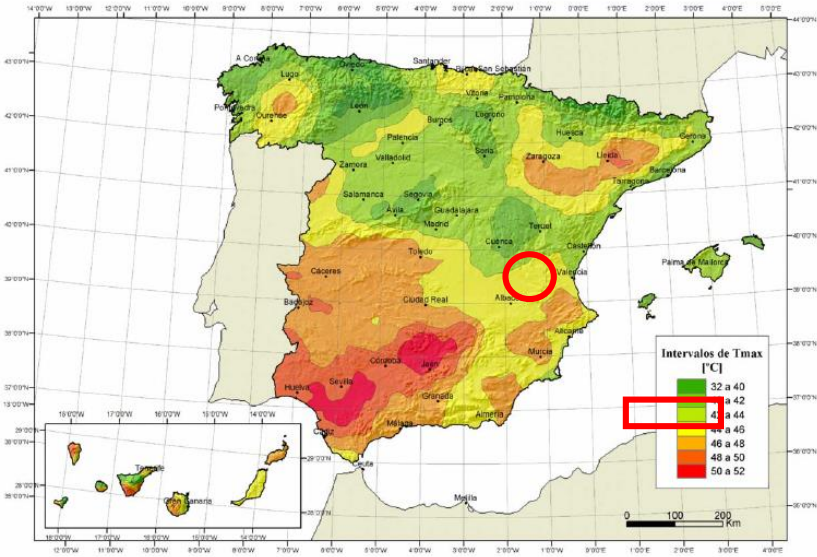


Ilustración 18 Isotermas de la Temperatura Anual Máxima del Aire-CTE

- 2 Como valor característico de la temperatura mínima del aire exterior, puede tomarse la de la tabla E.2, en función de la altitud del emplazamiento, y la zona climática invernal, según el mapa de la figura E.3.

**Tabla E.1 Temperatura mínima del aire exterior (°C)**

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1.000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1.200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1.400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1.600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1.800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2.000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10



*Ilustración 19 Zonas Climáticas de Invierno- CTE*

Nieve

3.5 Nieve

- 1 La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.
- 2 Los modelos de carga de este apartado sólo cubren los casos del depósito natural de la nieve. En cubiertas accesibles para personas o vehículos, deben considerarse las posibles acumulaciones debidas a redistribuciones artificiales de la nieve. Asimismo, deben tenerse en cuenta las condiciones constructivas particulares que faciliten la acumulación de nieve.

3.5.1 Determinación de la carga de nieve

- 1 En cubiertas planas de edificios de pisos situados en localidades de altitud inferior a 1.000 m, es suficiente considerar una carga de nieve de 1,0 kN/m<sup>2</sup>. En otros casos o en estructuras ligeras, sensibles a carga vertical, los valores pueden obtenerse como se indica a continuación.
- 2 Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q<sub>n</sub>, puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot s_k \tag{3.2}$$

siendo:

- μ coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3
- s<sub>k</sub> el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2

- 3 Como valor de carga de nieve en un terreno horizontal, s<sub>k</sub>, puede tomarse de la tabla E.2 función de la altitud del emplazamiento o término municipal, y de la zona climática del mapa de la figura E.2

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Tabla 4 Sobrecarga de Nieve en un Terreno Horizontal

Por tanto: q<sub>n</sub> = 2 x 0,2 = 0,4 kN/m<sup>2</sup>

Dado que vamos a considerar sobre la cubierta una sobrecarga de uso de Mantenimiento y partiendo de la incompatibilidad de que las dos sobrecargas actúen al mismo tiempo; solo se considerará, para la sobre carga de uso de la cubierta, la de Mantenimiento de 1 kN/m<sup>2</sup>.

### *Acciones Accidentales (A)*

El DB\_SE-AE establece en su apartado a que las acciones accidentales son las producidas por:

- Sismo
- Incendio
- Impacto
- Otras acciones accidentales

Las acciones accidentales no serán tenidas en cuenta para el cálculo y por tanto no procede analizarlas.

## 6.2. DB\_SE

### 6.2.1. Verificaciones basadas en coeficientes parciales

Para la comprobación de las exigencias básicas del DB\_SE realizaremos las verificaciones de la capacidad portante (Resistencia y Estabilidad) y de su aptitud de servicio. Para ello realizaremos Verificaciones basadas en coeficientes parciales.

## 4 Verificaciones basadas en coeficientes parciales

### 4.1 Generalidades

- 1 En la verificación de los estados límite mediante coeficientes parciales, para la determinación del efecto de las acciones, así como de la respuesta estructural, se utilizan los valores de cálculo de las variables, obtenidos a partir de sus valores característicos, u otros valores representativos, multiplicándolos o dividiéndolos por los correspondientes coeficientes parciales para las acciones y la resistencia, respectivamente.
- 2 Los valores de cálculo no tienen en cuenta la influencia de errores humanos groseros. Estos deben evitarse mediante una dirección de obra, utilización, inspección y mantenimiento adecuados.

### *Estado Límite Último: Capacidad Portante*

## 4.2 Capacidad portante

### 4.2.1 Verificaciones

- 1 Se considera que hay suficiente estabilidad del conjunto del edificio o de una parte independiente del mismo, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición.

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb} \quad (4.1)$$

siendo

$E_{d,dst}$  valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

$E_{d,stb}$  valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

- 2 Se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición.

$$E_d \leq R_d \quad (4.2)$$

siendo

$E_d$  valor de cálculo del efecto de las acciones

$R_d$  valor de cálculo de la resistencia correspondiente

4.2.2 Combinación de acciones

1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \tag{4.3}$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ( $\gamma_G \cdot G_k$ ), incluido el pretensado ( $\gamma_P \cdot P$ );
- b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ( $\gamma_Q \cdot Q_k$ ), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- c) el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ( $\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$ ).

Los valores de los coeficientes de seguridad,  $\gamma$ , se establecen en la tabla 4.1 para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Para comprobaciones de estabilidad, se diferenciará, aun dentro de la misma acción, la parte favorable (la estabilizadora), de la desfavorable (la desestabilizadora).

Los valores de los coeficientes de simultaneidad,  $\psi$ , se establecen en la tabla 4.2

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente	1,35	0,80
	Peso propio, peso del terreno		0,70
	Empuje del terreno		0,90
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

- En el **Anejo 12.1.** se plasma en una tabla las Cargas y Sobrecargas que gravitan sobre cada forjado, así como sus valores aplicándoles los correspondientes coeficientes de seguridad.
- En el **Anejo 12.2.** se recoge en una tabla, por una parte, el listado de cada uno de los elementos estructurales tipo que encontramos; agrupándolos en tipos según sus características técnicas, luz, ámbito y carga que gravita sobre él.

Por otra parte y sobre ese mismo listado se calcula la carga lineal que soporta cada elemento con la carga mayorada por los coeficientes de seguridad y con la carga sin aplicarlos.

- **En el Anejo 1** se recoge en una tabla los cálculos estructurales de cada elemento relativos al Estado Límite Último.

Para cada uno de los elementos estructurales tipo se ha llevado a cabo el siguiente cálculo, los resultados se plasman en la tabla, para facilitar y agilizar la consulta de los resultados obtenidos.

Como ejemplo efectuaremos los cálculos para la vigueta tipo v1

### *Tipo v1*

Ecuaciones de equilibrio:

$$\sum F_v=0 ; V_a + V_b = 6.89 * 3.47;$$

$$\sum M_a=0 ; V_b * 3.47 = 6.89 * 3.47 * 3.47/2 ;$$

$$\underline{V_b = 11.95415 \text{ kN} \rightarrow V_a = 11.95415 \text{ kN}}$$

Momentos y Cortantes:

$$V(a,c) = 11.95415 - 6.89 * x = 0 ; x = 1.735 \text{ m}$$

$$M(a,c) = -6.89 * x^2/2 + 11.95415 * x \rightarrow$$

$$\text{Para } x = 1.735 \rightarrow \underline{M = 10.37 \text{ kN x m}}$$

Al tratarse de un elemento trabajando a flexión simple apoyado en sus dos extremos podemos simplificar las ecuaciones de equilibrio y calcular los momentos y cortantes con las siguientes fórmulas:

$$\underline{V = (q * L)/2 = (6.89 * 3.47)/2 = 11.95 \text{ kN}}$$

$$\underline{M = (q * L^2)/8 = (6.89 * 3.47^2)/2 = 10.37 \text{ kN x m}}$$

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

## Dimensionado a Flexión

Aplicamos un coeficiente de reducción según CTE DB-SE de  $\chi=1.05$

$$f_{yd} = 275 / 1.05 = 261.9 \text{ N/mm}^2 = 26.19 \text{ kN/cm}^2$$

$$W_z > M_d / f_{yd} = (10.37 \cdot 10^2) / 26.19 = 39.64 \rightarrow \text{IPN-120} \rightarrow W_y = 54.7 \text{ cm}^3$$

## Comprobación a cortante

$$V < (A_v \cdot f_{yd}) / \sqrt{3} ; 11.95 < (6.63 \cdot 26.19) / \sqrt{3} ; 11.95 < 100.25 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Estos datos se plasman en la tabla de la siguiente manera:

Tipo	Longitud (m)	Carga Lineal sobre la vigueta Mayorada (kN/m)	Cortante (kN)	Momento (kN*m)	Módulo Resistente Elástico, $W_y$ . (cm <sup>3</sup> ) Para $f_{yd} = 26.19 \text{ kN/cm}^2$	Perfil Estructural Tipo IPN	Módulo Resistente Elástico del IPN, $W_y$ . (cm <sup>3</sup> )	Área de Cortante, $A_v$ . (cm <sup>2</sup> )	Comprobación a cortante $V < (A_v \cdot f_{yd}) / \sqrt{3}$
v1	3,47	6,8985	11,9689	10,383019	39,64497358	120	54,7	6,63	100,25093

## Estado Límite de Servicio: Aptitud de Servicio

## 4.3 Aptitud al servicio

## 4.3.1 Verificaciones

- Se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro, si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto.



### 4.3.3 Deformaciones

#### 4.3.3.1 Flechas

- 1 Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:
  - a)  $1/500$  en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
  - b)  $1/400$  en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
  - c)  $1/300$  en el resto de los casos.
- 2 Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que  $1/350$ .
- 3 Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que  $1/300$ .

En el **Anejo 12.4.** se recoge en una tabla los cálculos para cada elemento estructural tipo, relativos al Estado Límite de Servicio.

## 6.3. DB\_SE\_A

### 2.2 Verificaciones

#### 2.2.1 Tipos de verificación

- 1 Se requieren dos tipos de verificaciones de acuerdo a DB SE 3.2, las relativas a:
  - a) La estabilidad y la resistencia (estados límite últimos).
  - b) La aptitud para el servicio (estados límite de servicio).

### 2.2.2 Modelado y análisis

- 1 El análisis estructural se basará en modelos adecuados del edificio de acuerdo a DB SE 3.4
- 2 Se deben considerar los incrementos producidos en los esfuerzos por causa de las deformaciones (efectos de 2º orden) allí donde no resulten despreciables.
- 3 No es necesario comprobar la seguridad frente a fatiga en estructuras normales de edificación que no estén sometidas a cargas variables repetidas de carácter dinámico.

Debe comprobarse la seguridad frente a fatiga de los elementos que soportan maquinarias de elevación o cargas móviles o que están sometidos a vibraciones producidas por sobrecargas de carácter dinámico (máquinas, viento, personas en movimiento).

## 2.3 Estados límite últimos

### 2.3.1 Condiciones que deben verificarse

Para la verificación de la capacidad portante se consideran los estados límite últimos de estabilidad y resistencia, de acuerdo a DB SE 4.2

### 2.3.2 Efecto de las acciones

Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se obtendrán mediante las reglas de combinación indicadas en DB SE 4.2.

### 2.3.3 Coeficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia

- 1 Para los coeficientes parciales para la resistencia se adoptarán, normalmente, los siguientes valores:
 

a)	$\gamma_{M0} = 1,05$	coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material
b)	$\gamma_{M1} = 1,05$	coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad
c)	$\gamma_{M2} = 1,25$	coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión
d)	$\gamma_{M3} = 1,1$	coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.
	$\gamma_{M3} = 1,25$	coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Último.
	$\gamma_{M3} = 1,4$	coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.
- 2 Los coeficientes parciales para la resistencia frente a la fatiga están definidos en el Anejo C.

## 2.4 Estados límite de servicio

### 2.4.1 Condiciones que deben verificarse

- 1 Se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro, si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para el mismo de acuerdo a DB SE 4.3

### 2.4.2 Efecto de las acciones

- 1 Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se obtendrán mediante las reglas de combinación indicadas DB SE.

### 2.4.3 Propiedades elásticas.

- 1 Se emplearán valores medios para las propiedades elásticas de los materiales.

## 4 Materiales

### 4.1 Generalidades

- 1 Aunque muchos de los métodos de comprobación indicados en el DB pueden aplicarse a materiales de cualesquiera características, se considera que los elementos estructurales a que se refiere este DB están constituidos por aceros de los que se indican en este Capítulo.

### 4.2 Aceros en chapas y perfiles

- 1 Los aceros considerados en este DB son los establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general) en cada una de las partes que la componen, cuyas características se resumen en la Tabla 4.1.
- 2 En este DB se contemplan igualmente los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10210-1:1994 relativa a Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grado fino y en la UNE-EN 10219-1:1998, relativa a secciones huecas de acero estructural conformados en frío.

Tabla 4.1 Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico			Tensión de rotura	
	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )			$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 <sup>(1)</sup>
S450J0	450	430	410	550	0

<sup>(1)</sup> Se le exige una energía mínima de 40J.

3 Las siguientes son características comunes a todos los aceros:

- módulo de Elasticidad: E 210.000 N/mm<sup>2</sup>
- módulo de Rigidez: G 81.000 N/mm<sup>2</sup>
- coeficiente de Poisson:  $\nu$  0,3
- coeficiente de dilatación térmica:  $\alpha$   $1,2 \cdot 10^{-5}$  (°C)<sup>-1</sup>
- densidad:  $\rho$  7.850 kg/m<sup>3</sup>

## 4.5 Resistencia de cálculo

- 1 Se define resistencia de cálculo,  $f_{yd}$ , al cociente de la tensión de límite elástico y el coeficiente de seguridad del material:

$$f_{yd} = f_y / \gamma_M \quad (4.2)$$

siendo:

$f_y$  tensión del límite elástico del material base (tabla 4.1). No se considerará el efecto de endurecimiento derivado del conformado en frío o de cualquier otra operación.

$\gamma_M$  coeficiente parcial de seguridad del material, de acuerdo al apartado 2.3.3,

- 2 En las comprobaciones de resistencia última del material o la sección, se adopta como resistencia de cálculo el valor

$$f_{ud} = f_u / \gamma_{M2}$$

siendo:  $\gamma_{M2}$  coeficiente de seguridad para resistencia última.

## 5.2 Modelos del comportamiento estructural

### 5.2.1 Hipótesis

- 1 El análisis se lleva a cabo de acuerdo con hipótesis simplificadoras mediante modelos, congruentes entre sí, adecuados al estado límite a comprobar y de diferente nivel de detalle, que permitan obtener esfuerzos y desplazamientos en las piezas de la estructura y en sus uniones entre sí y con los cimientos.
- 2 Normalmente se utilizarán modelos elásticos y lineales en las comprobaciones frente a estados límite de servicio. Frente a estados límite últimos pueden emplearse siempre modelos elásticos, si bien se acepta en este DB en determinadas ocasiones el uso de cualquier procedimiento que dé como resultado un conjunto de esfuerzos en equilibrio con las acciones consideradas, como es el caso en el análisis global si las secciones críticas corresponden a la clase 1 (5.2.4), o en la comprobación de nudos o de secciones de las clases 1 y 2. En estos casos el análisis puede llevarse a cabo en régimen elástico, elástico con redistribución de momentos, elastoplástico, rígido-plástico o cualquier combinación coherente.
- 3 En todos los casos es necesario considerar el efecto de las posibles no linealidades geométricas y/o mecánicas.

## 6 Estados límite últimos

### 6.1 Generalidades

- 1 La comprobación frente a los estados límites últimos supone, en este DB, el análisis y la verificación ordenada de la resistencia de las secciones, de las barras y de las uniones.
- 2 Aunque en el caso de las clases 1 y 2 es una opción holgadamente segura, es admisible utilizar en cualquier caso criterios de comprobación basados en distribuciones elásticas de tensiones, siempre que en ningún punto de la sección, (y en clase 4, considerando sólo la eficaz), las tensiones de cálculo, combinadas conforme al criterio de plastificación de Von Mises, superen la resistencia de cálculo. En un punto de una chapa sometido a un estado plano de tensión sería:

$$\sqrt{\sigma_{xd}^2 + \sigma_{zd}^2 - \sigma_{xd} \cdot \sigma_{zd} + 3 \cdot \tau_{xzd}^2} \leq f_{yd} \quad (6.1)$$

- 3 El valor del límite elástico utilizado será el correspondiente al material base según se indica en el apartado 3 de este DB. No se considerará el efecto de endurecimiento derivado del conformado en frío o de cualquier otra operación.

### 6.2.5 Resistencia de las secciones a compresión

- 1 La resistencia de las secciones a compresión,  $N_{c,Rd}$ , será
  - a) la resistencia plástica de la sección bruta (ecuación 6.2) para las secciones de clases 1 a 3;
  - b) la resistencia de la sección eficaz para las secciones de clase 4:
$$N_{u,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd} \quad (6.6)$$
- 2 Se descontará el área de los agujeros cuando no se dispongan los correspondientes tornillos o cuando se trate de agujeros rasgados o sobredimensionados.

### 6.2.6 Resistencia de las secciones a flexión

- 1 La resistencia de las secciones a flexión,  $M_{c,Rd}$ , será:
  - a) la resistencia plástica de la sección bruta para las secciones de clase 1 y 2:
 
$$M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd} \quad (6.7)$$
 siendo  
 $W_{pl}$  módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión.
  - b) la resistencia elástica de la sección bruta para las secciones de clase 3:
 
$$M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd} \quad (6.8)$$
 siendo  
 $W_{el}$  módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión.

### 10.3.3 Preparación para el soldeo

- 1 Las superficies y bordes deben ser los apropiados para el proceso de soldeo que se utilice y estar exentos de fisuras, entalladuras, materiales que afecten al proceso o calidad de las soldaduras y humedad.
- 2 Los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijos mediante dispositivos adecuados o soldaduras de punteo, pero no mediante soldaduras adicionales, y deben ser accesibles para el soldador. Se comprobará que las dimensiones finales están dentro de tolerancias, estableciéndose los márgenes adecuados para la distorsión o contracción.
- 3 Los dispositivos provisionales para el montaje, deben ser fáciles de retirar sin dañar la pieza. Las soldaduras que se utilicen deben ejecutarse siguiendo las especificaciones generales y, si se cortan al final del proceso, la superficie del metal base debe alisarse por amolado. Se eliminarán todas las soldaduras de punteo no incorporadas a las soldaduras finales.
- 4 Se debe considerar la utilización de precalentamiento cuando el tipo de material del acero y/o la velocidad de enfriamiento puedan producir un endurecimiento de la zona térmicamente afectada por el calor. Cuando se utilice, se extenderá 75 mm en cada componente del metal base.

## 6.4. DB\_SE\_F

### 1 Generalidades

#### 1.1 Ámbito de aplicación

- 1 El campo de aplicación de este DB es el de la verificación de la seguridad estructural de muros resistentes en la edificación realizados a partir de piezas relativamente pequeñas, comparadas con las dimensiones de los elementos, asentadas mediante mortero, tales como fábricas de ladrillo, bloques de hormigón y de cerámica aligerada, y fábricas de piedra, incluyendo el caso de que contengan armaduras activas o pasivas en los morteros o refuerzos de hormigón armado.
- 2 Quedan excluidos de este DB los muros de carga que carecen de elementos destinados a asegurar la continuidad con los forjados (encadenados), tanto los que confían la estabilidad al rozamiento de los extremos de las viguetas, como los que confían la estabilidad exclusivamente a su grueso o a su vinculación a otros muros perpendiculares sin colaboración de los forjados. También quedan excluidas aquellas fábricas construidas con piezas colocadas “en seco” (sin mortero en las juntas horizontales) y las de piedra cuyas piezas no son regulares (mampuestos) o no se asientan sobre tendeles horizontales, y aquellas en las que su grueso se consigue a partir de rellenos amorfos entre dos hojas de sillares
- 3 La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, o resistencia al fuego,) quedan fuera del alcance de este DB. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las bases de cálculo.

#### 4.6.2 Resistència a compressió

- Se define resistencia característica a la compresión de la fábrica,  $f_k$ , a la que puede determinarse mediante ensayos sobre probetas de fábrica según los criterios que se indican en las normas UNE EN 1052, partes 1 a 4 (1999, 2000, 2003 y 2001, respectivamente). Por tratarse de un material que no es isótropo, la resistencia se refiere a la dirección en que actúa el esfuerzo.
- La resistencia característica a la compresión de la fábrica,  $f_k$ , correspondiente a un esfuerzo normal a los tendeles, se podrá tomar por referencia a los valores de la tabla 4.4, que recoge los casos más usuales, o en general, deducirla de las expresiones del Anejo C.

**Tabla 4.4 Resistencia característica a la compresión de fábricas usuales  $f_k$  (N/mm<sup>2</sup>)**

Resistencia normalizada de las piezas, $f_b$ (N/mm <sup>2</sup> )	5		10		15		20		25
Resistencia del mortero, $f_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	2,5	3,5	5	7,5	7,5	10	10	15	15
Ladrillo macizo con junta delgada	-	-	3	3	3	3	3	3	3
Ladrillo macizo	2	2	4	4	6	6	8	8	10
Ladrillo perforado	2	2	4	4	5	6	7	8	9
Bloques aligerados	2	2	3	4	5	5	6	7	8
Bloques huecos	1	1	2	3	4	4	5	6	6

#### 4.6.7 Resistència de càlcul

- De acuerdo con SE, la resistencia de cálculo es igual a la característica dividida por el coeficiente parcial de seguridad,  $\gamma_M$ , aplicable al caso, según tabla 4.8

**Tabla 4.8 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma_M$ )**

Situaciones persistentes y transitorias <sup>(1)</sup>	Categoría de la ejecución	Categoría de la ejecución		
		A	B	C
Resistencia de la fábrica	I	1,7	2,2	2,7
	II	2,0	2,5	3,0
Resistencia de llaves y amarres		2,5	2,5	2,5
Anclaje del acero de armar.		1,7	2,2	
Acero (armadura activa y armadura pasiva)		1,15	1,15	

<sup>(1)</sup> Para las comprobaciones en situación extraordinaria, los coeficientes de llaves y amarres son los mismos; de las fábricas los coeficientes son 1,2 1,5 y 1,8 respectivamente para las categorías A B y C.

<sup>(2)</sup> Categorías según 8.1.1



## 6.5. Dimensionado según CTE para Estructura Actual

Con lo anteriormente expuesto y los datos recogidos en los Anexos 13.1. , 13.2., 13.3., y 13.4.

Se realiza un dimensionado mínimo de los elementos existentes, a fin de que en una futura intervención, cuando se tenga acceso físico a dichos elementos se pueda determinar, con las conclusiones aquí halladas, si los perfiles existentes garantizan un comportamiento estructural acorde con la normativa que estamos analizando y con las exigencias de cargas y sobrecargas que se le demanda.

En los Anexos 13.5 y 13.6. se recogen los cálculos relativos a Estado Limite Ultimo y Estado Limite de Servicio.

## 7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Para determinar la solución óptima en cada uno de los elementos estructurales, tendremos en cuenta tanto su tipología, como el apartado 5 del presente proyecto, así como lo dispuesto en el apartado 6 en cuanto a Seguridad Estructural.

### 7.1. Estructura Horizontal (Vigas)

#### 7.1.1. Consideraciones Previas

Como ya se ha comentado, en estos momentos desconocemos los elementos estructurales que componen la estructura horizontal, aunque por el sistema constructivo de los forjados y el tipo de estructuras que solían ejecutar en la época, intuimos que serán vigas metálicas. En el Apartado 6.5 del presente PFG y sus Anexos correspondientes, se han calculado las dimensiones mínimas que estas deberían tener para las cargas que van a recibir. De este modo, si en una futura intervención estas quedaran vistas se podría determinar si el perfil existente cumple o no con el mínimo que hemos calculado.

Ante esta incertidumbre, se toma la decisión de colocar dos vigas, una a cada lado de la viga antigua, de forma que la carga que esta recibiría, se reparta entre las dos nuevas. Además se decide que estas sean vigas de acero laminado del tipo UPN, dado que facilitan la unión de las mismas a los soportes.

#### 7.1.2. Datos

A continuación se recoge en una tabla los nombres con los que se organiza sobre plano, los ámbitos de forjado que les transmiten la carga, la carga total

por metro cuadrado que deben soportar, así como la carga lineal por metro de viga, ambas expresadas con y sin coeficiente de mayoración.

Tipo	Luz (m)	Ámbito (m)			Carga (kN/m <sup>2</sup> )		Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )		Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)
		Izq	Der	Total						
W1	5,15	1,735	0	1,735	8	8	10,95	10,95	13,88	18,99825
W2	5,15	0	1,735	1,735	8	8	10,95	10,95	13,88	18,99825
W3	5,15	1,735	0	1,735	8	9,5	10,95	13,275	13,88	18,99825
W4	5,15	0	2,11	2,11	8	9,5	10,95	13,275	20,045	28,01025
W5	5,15	2,11	0	2,11	9,5	8	13,275	10,95	20,045	28,01025
W6	5,15	0	2,11	2,11	9,5	8	13,275	10,95	16,88	23,1045
W7	5,15	2,11	0	2,11	8	8	10,95	10,95	16,88	23,1045
W8	5,15	0	1,36	1,36	8	8	10,95	10,95	10,88	14,892
W9	3,03	1,735	0	1,735	8	8	10,95	10,95	13,88	18,99825
W10	3,03	0	1,735	1,735	8	8	10,95	10,95	13,88	18,99825
W11	3,03	1,735	2,035	3,77	8	9,5	10,95	13,275	33,2125	46,01288
W12	3,03	2,035	2,11	4,145	9,5	8	13,275	10,95	36,2125	50,11913
W13	3,03	2,11	0	2,11	8	8	10,95	10,95	16,88	23,1045
W14	3,03	0	1,36	1,36	8	8	10,95	10,95	10,88	14,892
W15	4,22	0	0,758	0,758	9,5	9,5	13,275	13,275	7,19625	10,05581
W16	4,07	0,758	0	0,758	9,5	9,5	13,275	13,275	7,19625	10,05581

Tabla 5 Datos Vigas Forjado Tercero

Tipo	Luz (m)	Àmbit (m)			Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)
		lq	Der	Total				
W17	5,15	1,735	0	1,735	10,5	14,925	18,2175	25,89488
W18	5,15	0	1,735	1,735	10,5	14,925	18,2175	25,89488
W19	5,15	1,735	0	1,735	10,5	14,925	18,2175	25,89488
W20	5,15	0	2,11	2,11	10,5	14,925	22,155	31,49175
W21	5,15	2,11	0	2,11	10,5	14,925	22,155	31,49175
W22	5,15	0	2,11	2,11	10,5	14,925	22,155	31,49175
W23	5,15	2,11	0	2,11	10,5	14,925	22,155	31,49175
W24	5,15	0	1,36	1,36	10,5	14,925	14,28	20,298
W25	3,03		1,53	1,53	10,5	14,925	16,065	22,83525
W26	3,03	1,66	0	1,66	10,5	14,925	17,43	24,7755
W27	3,03	0	2,11	2,11	10,5	14,925	22,155	31,49175
W28	3,03	2,11	0	2,11	10,5	14,925	22,155	31,49175
W29	3,03	0	1,36	1,36	10,5	14,925	14,28	20,298
W30	3,4	0	2	2	10,5	14,925	21	29,85
W31	3,32	0	0,9	0,9	10,5	14,925	9,45	13,4325
W32	4,06	0	1,555	1,555	10,5	14,925	16,3275	23,20838

Tabla 6 Datos Vigas Forjado Segundo

Tipo	Luz (m)	Àmbit (m)			Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)
		Izq	Der	Total				
W33	5,15	1,735	0	1,735	10,5	14,925	18,2175	25,89488
W34	5,15	0	1,735	1,735	10,5	14,925	18,2175	25,89488
W35	5,15	1,735	0	1,735	10,5	14,925	18,2175	25,89488
W36	5,15	0	2,11	2,11	10,5	14,925	22,155	31,49175
W37	5,15	2,11	0	2,11	10,5	14,925	22,155	31,49175
W38	5,15	0	2,11	2,11	10,5	14,925	22,155	31,49175
W39	5,15	2,11	0	2,11	10,5	14,925	22,155	31,49175
W40	5,15	0	1,36	1,36	10,5	14,925	14,28	20,298
W41	3,23	0	1,81	1,81	10,5	14,925	19,005	27,01425
W42	3,23	1,81	0	1,81	10,5	14,925	19,005	27,01425
W43	3,23	0	2,185	2,185	10,5	14,925	22,9425	32,61113
W44	3,03	2,11	0	2,11	10,5	14,925	22,155	31,49175
W45	3,03	0	1,36	1,36	10,5	14,925	14,28	20,298
W46	3,4	0	2	2	10,5	14,925	21	29,85
W47	3,32	0	0,905	0,905	10,5	14,925	9,5025	13,50713
W48	4,07	0	1,615	1,615	10,5	14,925	16,9575	24,10388
W49	3,32	0,905	0	0,905	10,5	14,925	9,5025	13,50713
W50	4,07	1,515	0	1,515	10,5	14,925	15,9075	22,61138
W51	3,52	0	1,23	1,23	10,5	14,925	12,915	18,35775
W52	4,07	0	1,23	1,23	10,5	14,925	12,915	18,35775
W53	4,07	0	1,23	1,23	10,5	14,925	12,915	18,35775

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

W54	2,65	0	1,23	1,23	10,5	14,925	12,915	18,35775
-----	------	---	------	------	------	--------	--------	----------

Tabla 7 Datos Vigas Forjado Primero

Tipo	Luz (m)	Àmbito (m)			Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)
		Izq	Der	Total				
W55	5,15	1,81	0	1,81	10,5	14,925	19,005	27,01425
W56	5,15	0	1,81	1,81	10,5	14,925	19,005	27,01425
W57	5,15	1,81	0	1,81	10,5	14,925	19,005	27,01425
W58	5,15	0	2,185	2,185	10,5	14,925	22,9425	32,61113
W59	5,15	2,185	0	2,185	10,5	14,925	22,9425	32,61113
W60	5,15	0	2,185	2,185	10,5	14,925	22,9425	32,61113
W61	5,15	2,185	0	2,185	10,5	14,925	22,9425	32,61113
W62	5,15	0	1,425	1,425	10,5	14,925	14,9625	21,26813
W63	3,03	0	1,81	1,81	10,5	14,925	19,005	27,01425
W64	3,03	1,81	0	1,81	10,5	14,925	19,005	27,01425
W65	3,03	0	2,185	2,185	10,5	14,925	22,9425	32,61113
W66	3,03	2,185	0	2,185	10,5	14,925	22,9425	32,61113
W67	3,03	0	1,425	1,425	10,5	14,925	14,9625	21,26813
W68	2,26	1,81	0	1,81	10,5	14,925	19,005	27,01425
W69	2,26	0	2,185	2,185	10,5	14,925	22,9425	32,61113
W70	2,26	2,185	0	2,185	10,5	14,925	22,9425	32,61113
W71	2,26	0	1,425	1,425	10,5	14,925	14,9625	21,26813
W72	3,4	0	2	2	10,5	14,925	21	29,85

W73	3,32	0	0,905	0,905	10,5	14,925	9,5025	13,50713
W74	4,07	0	1,615	1,615	10,5	14,925	16,9575	24,10388
W75	3,32	0,905	0	0,905	10,5	14,925	9,5025	13,50713
W76	4,07	0	1,405	1,405	10,5	14,925	14,7525	20,96963
W77	4,07	1,615	0	1,615	10,5	14,925	16,9575	24,10388

Tabla 8 Datos Vigas Forjado Planta Baja

### 7.1.3. Estado Límite Último

En las siguientes tablas se recogen los cálculos relativos al E.L.U., concluyendo la dimensión del perfil.

Los cálculos se han realizado teniendo en cuenta que:

$$V = \frac{Q \cdot L}{2}$$

$$M = \frac{Q \cdot L^2}{8}$$

$$W_y = \frac{M \cdot 100}{26.19}$$

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)	Cortante (kN)	Momento (kN*m)	Módulo Resistente Elástico, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Perfil Tipo UPN	Módulo Resistente Elástico del UPN, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Área de Cortante, Avz. (cm <sup>2</sup> )	Comprobación a cortante $V < (Avz \cdot f_{yd}) / \sqrt{3}$
T	L	Q*	V	M	Wy	UPN	Wy-UPN	Avz-UPN	V<
W1	5,15	18,99825	49	63	240,5	220	244,5	20,62	311,791

W2	5,15	18,99825	49	63	240,5	220	244,5	20,62	311,791
W3	5,15	18,99825	49	63	240,5	220	244,5	20,62	311,791
W4	5,15	28,01025	72	93	354,6	260	370,8	27,12	410,0762
W5	5,15	28,01025	72	93	354,6	260	370,8	27,12	410,0762
W6	5,15	23,1045	59	77	292,5	220	244,5	20,62	311,791
W7	5,15	23,1045	59	77	292,5	220	244,5	20,62	311,791
W8	5,15	14,892	38	49	188,5	200	191	17,71	267,7894
W9	3,03	18,99825	29	22	83,25	140	86,4	10,41	157,4076
W10	3,03	18,99825	29	22	83,25	140	86,4	10,41	157,4076
W11	3,03	46,01288	70	53	201,6	220	244,5	20,62	311,791
W12	3,03	50,11913	76	58	219,6	220	244,5	20,62	311,791
W13	3,03	23,1045	35	27	101,2	160	115,6	12,6	190,5221
W14	3,03	14,892	23	17	65,25	140	86,4	10,41	157,4076
W15	4,22	10,05581	21	22	85,47	140	86,4	10,41	157,4076
W16	4,07	10,05581	20	21	79,5	140	86,4	10,41	157,4076

Tabla 9 E.L.U. Vigas Forjado Tercero

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)	Cortante (kN)	Momento (kN*m)	Módulo Resistente Elástico, Wy. (cm3)	Perfil Tipo UPN	Módulo Resistente Elástico del UPN, Wy. (cm3)	Área de Cortante, Avz. (cm2)	Comprobación a cortante $V < (Avz * f_{yd}) / \sqrt{3}$
T	L	Q*	V	M	Wy	UPN	Wy-UPN	Avz-UPN	V<
W17	5,15	25,89488	67	86	327,8	260	370,8	27,12	410,0762
W18	5,15	25,89488	67	86	327,8	260	370,8	27,12	410,0762
W19	5,15	25,89488	67	86	327,8	260	370,8	27,12	410,0762



W20	5,15	31,49175	81	104	398,6	280	448,6	29,28	442,7371
W21	5,15	31,49175	81	104	398,6	280	448,6	29,28	442,7371
W22	5,15	31,49175	81	104	398,6	280	448,6	29,28	442,7371
W23	5,15	31,49175	81	104	398,6	280	448,6	29,28	442,7371
W24	5,15	20,298	52	67	256,9	240	300	23,71	358,5143
W25	3,03	22,83525	35	26	100,1	160	115,6	12,6	190,5221
W26	3,03	24,7755	38	28	108,6	160	115,6	12,6	190,5221
W27	3,03	31,49175	48	36	138	180	150	15,09	228,1729
W28	3,03	31,49175	48	36	138	180	150	15,09	228,1729
W29	3,03	20,298	31	23	88,94	160	115,6	12,6	190,5221
W30	3,4	29,85	51	43	164,7	200	191	17,71	267,7894
W31	3,32	13,4325	22	19	70,67	140	86,4	10,41	157,4076
W32	4,06	23,20838	47	48	182,6	200	191	17,71	267,7894

Tabla 10 E.L.U. Vigas Forjado Segundo

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)	Cortante (kN)	Momento (kN*m)	Módulo Resistente Elástico, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Perfil Tipo UPN	Módulo Resistente Elástico del UPN, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Área de Cortante, Avz. (cm <sup>2</sup> )	Comprobación a cortante $V < (Avz * fyd) / \sqrt{3}$
T	L	Q*	V	M	Wy	UPN	Wy-UPN	Avz-UPN	V<
W33	5,15	25,89488	67	86	327,8	260	370,8	27,12	410,0762
W34	5,15	25,89488	67	86	327,8	260	370,8	27,12	410,0762
W35	5,15	25,89488	67	86	327,8	260	370,8	27,12	410,0762
W36	5,15	31,49175	81	104	398,6	280	448,6	29,28	442,7371

W37	5,15	31,49175	81	104	398,6	280	448,6	29,28	442,7371
W38	5,15	31,49175	81	104	398,6	280	448,6	29,28	442,7371
W39	5,15	31,49175	81	104	398,6	280	448,6	29,28	442,7371
W40	5,15	20,298	52	67	256,9	240	300	23,71	358,5143
W41	3,23	27,01425	44	35	134,5	180	150	15,09	228,1729
W42	3,23	27,01425	44	35	134,5	180	150	15,09	228,1729
W43	3,23	32,61113	53	43	162,4	200	191	17,71	267,7894
W44	3,03	31,49175	48	36	138	180	150	15,09	228,1729
W45	3,03	20,298	31	23	88,94	160	115,6	12,6	190,5221
W46	3,4	29,85	51	43	164,7	200	191	17,71	267,7894
W47	3,32	13,50713	22	19	71,06	140	86,4	10,41	157,4076
W48	4,07	24,10388	49	50	190,6	200	191	17,71	267,7894
W49	3,32	13,50713	22	19	71,06	140	86,4	10,41	157,4076
W50	4,07	22,61138	46	47	178,8	200	191	17,71	267,7894
W51	3,52	18,35775	32	28	108,6	160	115,6	12,6	190,5221
W52	4,07	18,35775	37	38	145,1	180	150	15,09	228,1729
W53	4,07	18,35775	37	38	145,1	180	150	15,09	228,1729
W54	2,65	18,35775	24	16	61,53	140	86,4	10,41	157,4076

Tabla 11 E.L.U. Vigas Forjado Primero

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)	Cortante (kN)	Momento (kN*m)	Módulo Resistente Elástico, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Perfil Tipo UPN	Módulo Resistente Elástico del UPN, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Área de Cortante, Avz. (cm <sup>2</sup> )	Comprobación a cortante $V < (Avz * f_{yd}) / \sqrt{3}$
------	---------	--	---------------	----------------	--	-----------------	--	---	---

T	L	Q*	V	M	Wy	IPN	Wy-UPN	Avz-UPN	V<
W55	5,15	27,01425	70	90	342	260	370,8	27,12	410,0762
W56	5,15	27,01425	70	90	342	260	370,8	27,12	410,0762
W57	5,15	27,01425	70	90	342	260	370,8	27,12	410,0762
W58	5,15	32,61113	84	108	412,8	280	448,6	29,28	442,7371
W59	5,15	32,61113	84	108	412,8	280	448,6	29,28	442,7371
W60	5,15	32,61113	84	108	412,8	280	448,6	29,28	442,7371
W61	5,15	32,61113	84	108	412,8	280	448,6	29,28	442,7371
W62	5,15	21,26813	55	71	269,2	240	300	23,71	358,5143
W63	3,03	27,01425	41	31	118,4	180	150	15,09	228,1729
W64	3,03	27,01425	41	31	118,4	180	150	15,09	228,1729
W65	3,03	32,61113	49	37	142,9	180	150	15,09	228,1729
W66	3,03	32,61113	49	37	142,9	180	150	15,09	228,1729
W67	3,03	21,26813	32	24	93,19	160	115,6	12,6	190,5221
W68	2,26	27,01425	31	17	65,85	140	86,4	10,41	157,4076
W69	2,26	32,61113	37	21	79,5	140	86,4	10,41	157,4076
W70	2,26	32,61113	37	21	79,5	140	86,4	10,41	157,4076
W71	2,26	21,26813	24	14	51,85	120	60,7	8,8	133,0631
W72	3,4	29,85	51	43	164,7	200	191	17,71	267,7894
W73	3,32	13,50713	22	19	71,06	140	86,4	10,41	157,4076
W74	4,07	24,10388	49	50	190,6	200	191	17,71	267,7894
W75	3,32	13,50713	22	19	71,06	140	86,4	10,41	157,4076
W76	4,07	20,96963	43	43	165,8	200	191	17,71	267,7894
W77	4,07	24,10388	49	50	190,6	200	191	17,71	267,7894

Tabla 12 E.L.U. Vigas Forjado Planta Baja

### 7.1.4. Estado Límite de Servicio

En las siguientes tablas se recogen los cálculos relativos al E.L.U., concluyendo la dimensión del perfil.

Los cálculos se han realizado teniendo en cuenta que:

$$\text{Flecha} = \frac{5 Q L^4}{384 E I}$$

Se ha comparado la Flecha de los perfiles obtenidos en el cálculo del E.L.U. con la restricción que marca la norma de tener una flecha menor que la luz entre 300, los valores que se muestran en rojo son aquellos que no cumplen dicha restricción, en estos casos se ha calculado la inercia necesaria para cada luz y con ello determinado que perfil cumple la citada limitación. Obteniendo así las dimensiones finales de las vigas de refuerzo.

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Perfil tipo UPN E.L.U.	Inercia del Perfil (cm4)	L/300 (m)	Flecha (m)	Inercia necesaria para Flecha < L/300 (cm4)	UPN
W1	5,15	13,88	220	2690	0,01717	0,02363	3702,893	260
W2	5,15	13,88	220	2690	0,01717	0,02363	3702,893	260
W3	5,15	13,88	220	2690	0,01717	0,02363	3702,893	260
W4	5,15	20,05	260	4820	0,01717	0,01905	5347,586	280
W5	5,15	20,05	260	4820	0,01717	0,01905	5347,586	280
W6	5,15	16,88	220	2690	0,01717	0,02874	4503,23	260
W7	5,15	16,88	220	2690	0,01717	0,02874	4503,23	260
W8	5,15	10,88	200	1910	0,01717	0,02609	2902,556	240

W9	3,03	13,88	140	605	0,0101	0,01259	754,132	160
W10	3,03	13,88	140	605	0,0101	0,01259	754,132	160
W11	3,03	33,21	220	2690	0,0101	0,00678	1804,511	220
W12	3,03	36,21	220	2690	0,0101	0,00739	1967,508	220
W13	3,03	16,88	160	925	0,0101	0,01001	917,1289	160
W14	3,03	10,88	140	605	0,0101	0,00987	591,1352	140
W15	4,22	7,196	140	605	0,01407	0,02456	1056,267	180
W16	4,07	7,196	140	605	0,01357	0,02125	947,5879	180

Tabla 13 E.L.S. Vigas Forjado Tercero

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Perfil tipo UPN E.L.U.	Inercia del Perfil (cm <sup>4</sup> )	L/300 (m)	Flecha (m)	Inercia necesaria para Flecha < L/300 (cm <sup>4</sup> )	UPN
W17	5,15	18,22	260	4820	0,01717	0,01731	4860,047	280
W18	5,15	18,22	260	4820	0,01717	0,01731	4860,047	280
W19	5,15	18,22	260	4820	0,01717	0,01731	4860,047	280
W20	5,15	22,16	280	6280	0,01717	0,01616	5910,49	280
W21	5,15	22,16	280	6280	0,01717	0,01616	5910,49	280
W22	5,15	22,16	280	6280	0,01717	0,01616	5910,49	280
W23	5,15	22,16	280	6280	0,01717	0,01616	5910,49	280
W24	5,15	14,28	240	3600	0,01717	0,01817	3809,605	260
W25	3,03	16,07	160	925	0,0101	0,00953	872,8481	160
W26	3,03	17,43	160	925	0,0101	0,01034	947,0116	180
W27	3,03	22,16	180	1350	0,0101	0,00901	1203,732	180

W28	3,03	22,16	180	1350	0,0101	0,00901	1203,732	180
W29	3,03	14,28	160	925	0,0101	0,00847	775,8649	160
W30	3,4	21	200	1910	0,01133	0,00957	1612,078	200
W31	3,32	9,45	140	605	0,01107	0,01235	675,4234	160
W32	4,06	16,33	200	1910	0,01353	0,01512	2134,164	220

Tabla 14 E.L.S. Vigas Forjado Planta Segunda

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Perfil tipo UPN E.L.U.	Inercia del Perfil (cm <sup>4</sup> )	L/300 (m)	Flecha (m)	Inercia necesaria para Flecha < L/300 (cm <sup>4</sup> )	UPN
W33	5,15	18,22	260	4820	0,01717	0,01731	4860,047	280
W34	5,15	18,22	260	4820	0,01717	0,01731	4860,047	280
W35	5,15	18,22	260	4820	0,01717	0,01731	4860,047	280
W36	5,15	22,16	280	6280	0,01717	0,01616	5910,49	280
W37	5,15	22,16	280	6280	0,01717	0,01616	5910,49	280
W38	5,15	22,16	280	6280	0,01717	0,01616	5910,49	280
W39	5,15	22,16	280	6280	0,01717	0,01616	5910,49	280
W40	5,15	14,28	240	3600	0,01717	0,01817	3809,605	260
W41	3,23	19,01	180	1350	0,01077	0,00998	1250,851	180
W42	3,23	19,01	180	1350	0,01077	0,00998	1250,851	180
W43	3,23	22,94	200	1910	0,01077	0,00851	1510,005	200
W44	3,03	22,16	180	1350	0,0101	0,00901	1203,732	180
W45	3,03	14,28	160	925	0,0101	0,00847	775,8649	160
W46	3,4	21	200	1910	0,01133	0,00957	1612,078	200

W47	3,32	9,503	140	605	0,01107	0,01242	679,1757	160
W48	4,07	16,96	200	1910	0,01357	0,01586	2232,93	220
W49	3,32	9,503	140	605	0,01107	0,01242	679,1757	160
W50	4,07	15,91	200	1910	0,01357	0,01488	2094,668	220
W51	3,52	12,92	160	925	0,01173	0,01396	1100,151	180
W52	4,07	12,92	180	1350	0,01357	0,01709	1700,622	200
W53	4,07	12,92	180	1350	0,01357	0,01709	1700,622	200
W54	2,65	12,92	140	605	0,00883	0,00685	469,4205	140

Tabla 15 E.L.S. Vigas Forjado Primero

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Perfil tipo UPN E.L.U.	Inercia del Perfil (cm4)	L/300 (m)	Flecha (m)	Inercia necesaria para Flecha < L/300 (cm4)	UPN
W55	5,15	19,01	260	4820	0,01717	0,01806	5070,136	280
W56	5,15	19,01	260	4820	0,01717	0,01806	5070,136	280
W57	5,15	19,01	260	4820	0,01717	0,01806	5070,136	280
W58	5,15	22,94	280	6280	0,01717	0,01673	6120,578	280
W59	5,15	22,94	280	6280	0,01717	0,01673	6120,578	280
W60	5,15	22,94	280	6280	0,01717	0,01673	6120,578	280
W61	5,15	22,94	280	6280	0,01717	0,01673	6120,578	280
W62	5,15	14,96	240	3600	0,01717	0,01903	3991,682	260
W63	3,03	19,01	180	1350	0,0101	0,00773	1032,585	180
W64	3,03	19,01	180	1350	0,0101	0,00773	1032,585	180
W65	3,03	22,94	180	1350	0,0101	0,00933	1246,518	180

W66	3,03	22,94	180	1350	0,0101	0,00933	1246,518	180
W67	3,03	14,96	160	925	0,0101	0,00888	812,9467	160
W68	2,26	19,01	140	605	0,00753	0,00534	428,4728	140
W69	2,26	22,94	140	605	0,00753	0,00644	517,2448	140
W70	2,26	22,94	140	605	0,00753	0,00644	517,2448	140
W71	2,26	14,96	120	364	0,00753	0,00698	337,3335	120
W72	3,4	21	200	1910	0,01133	0,00957	1612,078	200
W73	3,32	9,503	140	605	0,01107	0,01242	679,1757	160
W74	4,07	16,96	200	1910	0,01357	0,01586	2232,93	220
W75	3,32	9,503	140	605	0,01107	0,01242	679,1757	160
W76	4,07	14,75	200	1910	0,01357	0,0138	1942,58	220
W77	4,07	16,96	200	1910	0,01357	0,01586	2232,93	220

Tabla 16 E.L.S. Vigas Forjado Planta Baja

### 7.1.5. Conclusión/Propuesta

A continuación se recoge los perfiles tipo que tendrá cada una de las vigas, su disposición se refleja en los planos 26, 27, 28 y 29.

Forjado Tercero		Forjado Segundo		Forjado Primero		Forjado Planta Baja	
Tipo	UPN	Tipo	UPN	Tipo	UPN	Tipo	UPN
W1	260	W17	280	W33	280	W55	280
W2	260	W18	280	W34	280	W56	280
W3	260	W19	280	W35	280	W57	280
W4	280	W20	280	W36	280	W58	280
W5	280	W21	280	W37	280	W59	280
W6	260	W22	280	W38	280	W60	280



W7	260	W23	280	W39	280	W61	280
W8	240	W24	260	W40	260	W62	260
W9	160	W25	160	W41	180	W63	180
W10	160	W26	180	W42	180	W64	180
W11	220	W27	180	W43	200	W65	180
W12	220	W28	180	W44	180	W66	180
W13	160	W29	160	W45	160	W67	160
W14	140	W30	200	W46	200	W68	140
W15	180	W31	160	W47	160	W69	140
W16	180	W32	220	W48	220	W70	140
<b>PROPUESTA VIGAS PRINCIPALES</b>				W49	160	W71	120
				W50	220	W72	200
				W51	180	W73	160
				W52	200	W74	220
				W53	200	W75	160
				W54	140	W76	220
						W77	220

Tabla 17 Conclusión Propuesta Vigas Principales

## 7.2. Estructura Horizontal (Forjados)

### 7.2.1. Consideraciones Previas

En el caso de los forjados si disponemos de información objetiva que permita intuir el tipo y dimensión de perfil que encontraremos en cada uno de los vanos; además también es posible determinar el intereje de estos perfiles, con ello vamos a comprobar si las viguetas existentes son capaces de soportar las nuevas solicitaciones a las que se expondrán.

Para poder realizar esta justificación; surgió el conflicto acerca del tipo de acero que íbamos a analizar, cuál sería su resistencia característica, geometría, etc. Tras una búsqueda de información, encontramos un prontuario de los Altos Hornos de Vizcaya de la época, tras analizarlo concluimos que las características del acero a analizar son las mismas que las del acero actual, este mismo ha sido tenido en cuenta a la hora de realizar el dimensionado, llegando a la conclusión de que debemos considerar las mismas características que las que poseen las actuales.

### 7.2.2. Datos

#### *Datos Viguetas Forjados Existentes*

La siguiente tabla plasma los nombres tipo con las que se organiza las viguetas sobre plano, los ámbitos de forjado que les transmiten la carga, la carga total por metro cuadrado que deben soportar, así como la carga lineal por metro de vigueta, ambas expresadas con y sin la aplicación del coeficiente de mayoración.

Tipo	Luz (m)	Ámbito (m)	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Lineal sobre la vigueta (kN/m)	Carga Lineal sobre la vigueta Mayorada (kN/m)
v1	3,4	0,63	8	10,95	5,04	6,8985
v2	3,47	0,55	8	10,95	4,4	6,0225
v3	3,47	0,59	8	10,95	4,72	6,4605
v4	4,22	0,59	9,5	13,275	5,605	7,83225
v5	4,21	0,63	8	10,95	5,04	6,8985

v6	4,21	0,59	8	10,95	4,72	6,4605
v7	2,72	0,63	8	10,95	5,04	6,8985
v8	2,72	0,59	8	10,95	4,72	6,4605
v9	1,37	0,61	9,5	13,275	5,795	8,09775

Tabla 18 Datos Viguetas Forjado Tercero

Tipo	Luz (m)	Ámbito (m)	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Lineal sobre la vigueta (kN/m)	Carga Lineal sobre la vigueta Mayorada (kN/m)
v10	3,47	0,55	10,5	14,925	5,775	8,20875
v11	4,22	0,61	10,5	14,925	6,405	9,10425
v12	3,11	0,65	10,5	14,925	6,825	9,70125
v13	4,21	0,63	10,5	14,925	6,615	9,40275
v14	2,72	0,63	10,5	14,925	6,615	9,40275
v15	2,58	0,578	10,5	14,925	6,069	8,62665

Tabla 19 Datos Viguetas Forjado Segundo

Tipo	Luz (m)	Ámbito (m)	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Lineal sobre la vigueta (kN/m)	Carga Lineal sobre la vigueta Mayorada (kN/m)
v16	3,47	0,54	10,5	14,925	5,67	8,0595
v17	3,47	0,61	10,5	14,925	6,405	9,10425
v18	3,11	0,61	10,5	14,925	6,405	9,10425

v19	4,22	0,61	10,5	14,925	6,405	9,10425
v20	4,21	0,59	10,5	14,925	6,195	8,80575
v21	2,72	0,59	10,5	14,925	6,195	8,80575
v22	2,46	0,59	6,5	8,925	3,835	5,26575

Tabla 20 Datos Viguetas Forjado Primero

Tipo	Luz (m)	Ámbito (m)	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Lineal sobre la vigueta (kN/m)	Carga Lineal sobre la vigueta Mayorada (kN/m)
v23	3,48	0,55	10,5	14,925	5,775	8,20875
v24	3,47	0,61	10,5	14,925	6,405	9,10425
v25	4,22	0,61	10,5	14,925	6,405	9,10425
v26	2,72	0,61	10,5	14,925	6,405	9,10425
v27	3,19	0,55	10,5	14,925	5,775	8,20875
v28	2,34	0,61	10,5	14,925	6,405	9,10425
v29	3,47	0,59	10,5	14,925	6,195	8,80575
v30	3,06	0,61	10,5	14,925	6,405	9,10425

Tabla 21 Datos Viguetas Forjado Planta Baja

### Datos Viguetas Forjado Nuevo

La siguiente tabla plasma los nombres tipo con las que se organiza las nuevas viguetas sobre plano y el número de elementos idénticos; las características que se plasman en la tabla son: los ámbitos de forjado, la carga total por metro cuadrado que deben soportar, así como la carga lineal por metro de vigueta, ambas expresadas con y sin coeficiente de mayoración.

Tipo	Unidades	Luz (m)	Ámbito (m)	Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Lineal sobre la vigueta (kN/m)	Carga Lineal sobre la vigueta Mayorada (kN/m)
VN1	3	3,48	0,68	10,5	14,925	7,14	10,149
VN2	3	1,9	0,775	10,5	14,925	8,1375	11,566875
VN3	6	1,55	0,65	10,5	14,925	6,825	9,70125
VN4	2	3,48	0,51	10,5	14,925	5,355	7,61175
VN5	2	3,48	0,4	10,5	14,925	4,2	5,97
VN6	10	2,58	0,64	10,5	14,925	6,72	9,552
VN7	1	4,52	0,615	10,5	14,925	6,4575	9,178875

Tabla 22 Datos Viguetas Forjado Nuevo

### 7.2.3. Estado Límite Último

En las siguientes tablas se recogen los cálculos relativos al E.L.U., concluyendo la dimensión del perfil.

Los cálculos se han realizado teniendo en cuenta que:

$$V = \frac{Q \cdot L}{2}$$

$$M = \frac{Q \cdot L^2}{8}$$

$$W_y = \frac{M \cdot 100}{26.19}$$

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)	Cortante (kN)	Momento (kN*m)	Módulo Resistente Elástico, Wy. (cm3)	Perfil Tipo IPN Mínimo	Módulo Resistente Elástico del IPN, Wy. (cm3)	Área de Cortante, Avz. (cm2)	Comprobación a cortante (kN)	Perfil Tipo IPN Supuesto
T	L	Q*	V	M	Wy	IPN	Wy-IPN	Avz	V<	IPN
v1	3,4	6,8985	12	9,97	38,06	120	54,7	6,63	100,2509	140
v2	3,47	6,0225	10	9,06	34,61	120	54,7	6,63	100,2509	140
v3	3,47	6,4605	11	9,72	37,13	120	54,7	6,63	100,2509	140
v4	4,22	7,83225	17	17,4	66,57	140	81,9	8,65	130,795	160
v5	4,21	6,8985	15	15,3	58,36	140	81,9	8,65	130,795	160
v6	4,21	6,4605	14	14,3	54,65	120	54,7	6,63	100,2509	160
v7	2,72	6,8985	9,4	6,38	24,36	100	34,2	4,85	73,3359	140
v8	2,72	6,4605	8,8	5,97	22,81	100	34,2	4,85	73,3359	140
v9	1,37	8,09775	5,5	1,9	7,254	80	19,5	3,41	51,56194	140

Tabla 23 E.L.U. Viguetas Forjado Tercero

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)	Cortante (kN)	Momento (kN*m)	Resistente Elástico, Wy.	Perfil Tipo IPN Mínimo	Módulo Resistente Elástico del IPN, Wy. (cm3)	Área de Cortante, Avz. (cm2)	Comprobación a cortante (kN)	Perfil Tipo IPN Supuesto
T	L	Q*	V	M	Wy	IPN	Wy-IPN	Avz	V<	IPN
v10	3,47	8,20875	14	12,4	47,17	120	54,7	6,63	100,2509	140
v11	4,22	9,10425	19	20,3	77,38	140	81,9	8,65	130,795	140
v12	3,11	9,70125	15	11,7	44,78	120	54,7	6,63	100,2509	160

v13	4,21	9,40275	20	20,8	79,54	140	81,9	8,65	130,795	140
v14	2,72	9,40275	13	8,7	33,2	100	34,2	4,85	73,3359	160
v15	2,58	8,62665	11	7,18	27,41	100	34,2	4,85	73,3359	140

Tabla 24 E.L.U. Viguetas Forjado Segundo

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)	Cortante (kN)	Momento (kN*m)	Módulo Resistente Elástico, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Perfil Tipo IPN	Módulo Resistente Elástico del IPN, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Área de Cortante, Avz. (cm <sup>2</sup> )	Comprobación a cortante $V < (Avz * fy) / \sqrt{3}$	Perfil Tipo IPN Existente
T	L	Q*	V	M	Wy	IPN	Wy-IPN	Avz-IPN	V<	IPN
v16	3,47	8,0595	14	12,1	46,32	120	54,7	6,63	100,2509	140
v17	3,47	9,10425	16	13,7	52,32	120	54,7	6,63	100,2509	140
v18	3,11	9,10425	14	11	42,03	120	54,7	6,63	100,2509	160
v19	4,22	9,10425	19	20,3	77,38	140	81,9	8,65	130,795	160
v20	4,21	8,80575	19	19,5	74,49	140	81,9	8,65	130,795	160
v21	2,72	8,80575	12	8,14	31,09	100	34,2	4,85	73,3359	140
v22	2,46	5,26575	6,5	3,98	15,21	80	34,2	4,85	73,3359	140

Tabla 25 E.L.U. Viguetas Forjado Primero

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)	Cortante (kN)	Momento (kN*m)	Módulo Resistente Elástico, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Perfil Tipo IPN Mínimo	Módulo Resistente Elástico del IPN, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Área de Cortante, Avz. (cm <sup>2</sup> )	Comprobación a cortante (kN)	Perfil Tipo IPN Supuesto
T	L	Q*	V	M	Wy	IPN	Wy-IPN	Avz	V<	IPN
v23	3,48	8,20875	14	12,4	47,45	120	54,7	6,63	100,2509	140
v24	3,47	9,10425	16	13,7	52,32	120	54,7	6,63	100,2509	140
v25	4,22	9,10425	19	20,3	77,38	140	81,9	8,65	130,795	160
v26	2,72	9,10425	12	8,42	32,15	100	34,2	4,85	73,3359	140
v27	3,19	8,20875	13	10,4	39,87	120	54,7	6,63	100,2509	140
v28	2,34	9,10425	11	6,23	23,79	100	34,2	4,85	73,3359	140
v29	3,47	8,80575	15	13,3	50,61	120	54,7	6,63	100,2509	140
v30	3,06	9,10425	14	10,7	40,69	120	54,7	6,63	100,2509	140

Tabla 26 E.L.U. Viguetas Forjado Planta Baja

#### 7.2.4. Estado Límite de Servicio

En las siguientes tablas se recogen los cálculos relativos al E.L.U., concluyendo la dimensión del perfil.

Los cálculos se han realizado teniendo en cuenta que:

$$\text{Flecha} = \frac{5 Q L^4}{384 E I}$$

Se ha comparado la Flecha de los perfiles obtenidos en el cálculo del E.L.U. con la restricción que marca la norma de tener una flecha menor que la luz entre 300, los valores que se muestran en rojo son aquellos que no cumplen dicha restricción, en estos casos se ha calculado la inercia necesaria para cada luz y



con ello determinado que perfil cumple la citada limitación. Obteniendo así las dimensiones finales de las viguetas de refuerzo. Además en las tablas podemos cotejar el resultado obtenido con la suposición de tipología y dimensión de perfiles que hemos realizado, comprobando que ninguna de las suposiciones tiene menos resistencia de la que necesita.

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la vigueta (kN/m)	IPN (E.L.U.)	Inercia del Perfil (cm <sup>4</sup> )	Flecha (m)	L/300 (m)	Inercia necesaria para Flecha < L/300 (cm <sup>4</sup> )	IPN Mínimo	IPN Supuesto
v1	3,4	5,04	120	328	0,0134	0,0113	386,899	140	140
v2	3,4	4,4	120	328	0,0117	0,0113	337,769	140	140
v3	3,32	4,72	120	328	0,0114	0,0111	337,354	140	140
v4	4,07	5,605	140	573	0,0175	0,0136	738,055	160	160
v5	4,07	5,04	140	573	0,0157	0,0136	663,657	160	160
v6	4,07	4,72	120	328	0,0257	0,0136	621,52	160	160
v7	2,65	5,04	100	171	0,0095	0,0088	183,188	120	140
v8	2,65	4,72	100	171	0,0089	0,0088	171,557	120	140
v9	1,29	5,795	80	77,8	0,0013	0,0043	24,297	80	140

Tabla 27 E.L.S. Viguetas Forjado Tercero

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la vigueta (kN/m)	IPN (E.L.U.)	Inercia del Perfil (cm <sup>4</sup> )	Flecha (m)	L/300 (m)	Inercia necesaria para Flecha < L/300 (cm <sup>4</sup> )	IPN Mínimo	IPN Supuesto
v10	3,47	5,775	120	328	0,0166	0,0116	471,271	140	140
v11	3,32	6,405	140	573	0,0088	0,0111	457,787	140	140
v12	4,07	6,405	120	328	0,0349	0,0136	843,398	160	160
v13	3,03	6,825	140	573	0,0065	0,0101	370,818	140	140
v14	4,07	6,615	100	171	0,0691	0,0136	871,05	160	160
v15	2,65	6,615	100	171	0,0124	0,0088	240,435	120	140

Tabla 28 E.L.S. Viguetas Forjado Segundo

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la vigueta (kN/m)	IPN (E.L.U.)	Inercia del Perfil (cm <sup>4</sup> )	Flecha (m)	L/300 (m)	Inercia necesaria para Flecha < L/300 (cm <sup>4</sup> )	IPN Mínimo	IPN Supuesto
v16	3,6	5,67	120	328	0,0189	0,012	516,679	140	140
v17	3,32	6,405	120	328	0,0154	0,0111	457,787	140	140
v18	3,03	6,405	120	328	0,0107	0,0101	347,998	140	140
v19	4,07	6,405	140	573	0,02	0,0136	843,398	160	160
v20	4,07	6,195	140	573	0,0193	0,0136	815,745	160	160
v21	2,65	6,195	100	171	0,0116	0,0088	225,169	120	140

v22	2,46	3,835	80	77,8	0,0118	0,0082	111,507	100	140
-----	------	-------	----	------	--------	--------	---------	-----	-----

Tabla 29 E.L.S. Viguetas Forjado Primero

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la vigueta (kN/m)	IPN (E.L.U.)	Inercia del Perfil (cm4)	Flecha (m)	L/300 (m)	Inercia necesaria para Flecha < L/300 (cm4)	IPN Mínimo	IPN Supuesto
v23	3,4	5,775	120	328	0,0153	0,0113	443,321	140	140
v24	3,32	6,405	120	328	0,0154	0,0111	457,787	140	140
v25	4,07	6,405	140	573	0,02	0,0136	843,398	160	160
v26	2,65	6,405	100	171	0,012	0,0088	232,802	120	140
v27	3,03	5,775	120	328	0,0097	0,0101	313,769	120	140
v28	2,46	6,405	100	171	0,0089	0,0082	186,232	120	140
v29	3,32	6,195	120	328	0,0149	0,0111	442,778	140	140
v30	3,06	6,405	120	328	0,0111	0,0102	358,438	140	140

Tabla 30 E.L.S. Viguetas Forjado Planta Baja

### 7.2.5. Estado Límite Último (Forjado a nuevo)

Para el cierre de huecos, se hace necesario ejecutar un nuevo forjado, respetaremos la tipología de forjado actual, con lo cual, debemos calcular los tipos de perfil IPN que necesitaremos para cada estado de cargas existente.

Por otro lado, al reducir los forjados por la apertura de huecos, se demolerán los perfiles que recogen las cargas de los mismos, requiriendo un nuevo perfil para dar apoyo a ese forjado y transmitir las cargas a las vigas principales.

La apertura y cierre de huecos se define en los planos 19, 20, 21 y 2

La siguiente tabla recoge los nombres con los que se organiza las nuevas viguetas sobre plano, el número de perfiles iguales, los ámbitos de forjado que les transmiten la carga, la carga total por metro cuadrado que deben soportar, así como la carga lineal por metro de viga, ambas expresadas con y sin coeficiente de mayoración.

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)	Cortante (kN)	Momento (kN*m)	Módulo Resistente Elástico, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Perfil Tipo IPN Mínimo	Módulo Resistente Elástico del IPN, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Área de Cortante, Avz. (cm <sup>2</sup> )	Comprobación a cortante (kN)
T	L	Q*	V	M	Wy	IPN	Wy-IPN	Avz	V<
VN1	3,48	7,14	12	10,8	41,27	120	54,7	6,63	100,2509
VN2	1,9	8,1375	7,7	3,67	14,02	80	19,5	3,41	51,56194
VN3	1,55	6,825	5,3	2,05	7,826	80	19,5	3,41	51,56194
VN4	3,48	5,355	9,3	8,11	30,95	100	34,2	4,85	73,3359
VN5	3,48	4,2	7,3	6,36	24,28	100	34,2	4,85	73,3359
VN6	2,58	6,72	8,7	5,59	21,35	100	34,2	4,85	73,3359
VN7	4,52	6,4575	15	16,5	62,97	140	81,9	8,65	130,795

Tabla 31 E.L.U. Nuevos Perfiles IPN

### 7.2.6. Estado Límite de Servicio (Forjado a nuevo)

En las siguientes tablas se recogen los cálculos relativos al E.L.U., concluyendo la dimensión del perfil.

Los cálculos se han realizado teniendo en cuenta que:

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

$$\text{Flecha} = \frac{5 Q L^4}{384 E I}$$

Tipo	Luz (m)	Carga Lineal sobre la vigueta (kN/m)	IPN (E.L.U.)	Inercia del Perfil (cm <sup>4</sup> )	Flecha (m)	L/300 (m)	Inercia necesaria para Flecha < L/300 (cm <sup>4</sup> )	IPN Mínimo
VN1	3,48	7,14	120	328	0,0208	0,0116	587,714	160
VN2	1,9	8,1375	80	77,8	0,0089	0,0063	109,014	100
VN3	1,55	6,825	80	77,8	0,0033	0,0052	49,6395	80
VN4	3,48	5,355	100	171	0,0299	0,0116	440,785	140
VN5	3,48	4,2	100	171	0,0235	0,0116	345,714	140
VN6	2,58	6,72	100	171	0,0113	0,0086	225,402	120
VN7	4,52	6,4575	140	573	0,0306	0,0151	1164,69	180

Tabla 32 E.L.S. Nuevos Perfiles IPN

### 7.2.7. Conclusión/Propuesta

A continuación se recoge los perfiles tipo que se supone, tendrá cada una de las viguetas, todos tienen dimensiones o inferiores o iguales.

Forjado Tercero		Forjado Segundo		Forjado Primero		Forjado Planta Baja		Nuevo Forjado	
Tipo	IPN	Tipo	IPN	Tipo	IPN	Tipo	IPN	Tipo	IPN
v1	140	v10	140	v16	140	v23	140	VN1	160
v2	140	v11	140	v17	140	v24	140	VN2	100
v3	140	v12	160	v18	140	v25	160	VN3	80
v4	160	v13	140	v19	160	v26	140	VN4	140
v5	160	v14	160	v20	160	v27	140	VN5	140
v6	160	v15	140	v21	140	v28	140	VN6	120
v7	140			v22	140	v29	140	VN7	180
v8	140					v30	140		
v9	140	<b>PROPUESTA VIGAS SECUNDARIAS</b>							

Tabla 33 Conclusión Propuesta Vigas Secundarias

## 7.3. Estructura de Bajada de Cargas y Soportes

### 7.3.1. Consideraciones Previas

La estructura de bajada de cargas actual está formada por muros de carga, perimetrales e interiores, de pie y medio, formados por ladrillos macizos de 29,5 cm de soga y 14.5 de tizón y soportes de acero de forja de la época. Según el programa de necesidades del proyecto los muros de carga son eliminados en busca de obtener espacios amplios para el uso al que se pretende destinar al edificio.

Así pues, la propuesta de refuerzo consiste en la demolición parcial de estos muros de carga o machones centrales, dejando un soporte de 30 x 30 cm. Este soporte se reforzará con perfiles metálicos en sus esquinas unidos mediante presillas, tratando que estos dos elementos tengan, sino el mismo, un espesor poco dispar, con la finalidad de conseguir un buen cordón de soldadura entre ambos. La propuesta para los soportes metálicos es embeberlos en un soporte de hormigón armado que a su vez se empresillara con la finalidad de apoyar y soldar sobre el sistema de empresillado las vigas metálicas. No se proyecta actuación sobre los muros de carga exteriores.

### 7.3.2. Estado Límite Último

#### 7.3.2.1. Soportes Ladrillo Macizo

La resistencia de cálculo del ladrillo macizo ( $F_{yd}$ ); teniendo en cuenta las consideraciones del Apartado 6 del presente proyecto, en relación con el DB\_SE\_F, será:

$$F_d = \frac{F_k}{\gamma_M} = \frac{10}{2} = 5 \text{ N/mm}^2 = 50 \text{ Kp/cm}^2$$

Donde:

$F_k$  es La Tensión del Límite Elástico del Material, en N/mm.

$\gamma_M$  es el coeficiente parcial de seguridad del material.

En primer lugar, determinamos que axil máximo aguanta un soporte de dimensiones 30 x 30 cm. Y compararemos el resultado con los axiles que soporta cada uno, concluyendo si serán capaces de soportar la carga a la que se les va a someter y en caso de no ser suficiente, se dará una solución en función de los valores obtenidos.

La resistencia de la sección a compresión, será:

$$N_c = A_{ef} \times F_{yd} = (30 \times 30) \times 50 = 45000 \text{ Kp} = 450 \text{ kN}$$

Donde:

$A_{ef}$  es el Área eficaz del soporte en  $\text{cm}^2$ .

En la Tabla se recogen los diferentes soportes de cada forjado así como el axil que tienen que soportar y en caso de que este sea mayor de 450 kN cuantos kN no puede cubrir, a esta diferencia la llamamos Exceso de Carga (E.C.), Los Pilares 2, 3, 5 y 6 de Planta Baja se analizarán en el Apartado 6.3.2., al ser estos de otro material al que estamos considerando. Para el cálculo del Axil se han considerado los pesos propios de los forjados y las sobre cargas de uso, multiplicados cada uno por el coeficiente de mayoración de cargas correspondiente.



	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P2ª	169,5816	209,4609	227,0767	169,5816	-	-	-
P1ª	400,7235	465,2537	506,8801	400,7235	-	-	-
E.C. P.1ª.	-	15,25372	56,88012	-	-	-	-
PB	631,8655	721,0466	786,6836	631,8655	685,6286	742,0512	615,8053
E.C. P.B.	181,8655	-	-	181,8655	-	-	165,8053
PS	863,0075	976,8394	1066,487	863,0075	865,6973	939,0224	778,5207
E.C. P.S.	413,0075	526,8394	616,487	413,0075	415,6973	489,0224	328,5207

Tabla 34 Axil (kN) de Soportes

En segundo lugar, calcularemos la sección de acero necesaria para absorber el exceso de carga de los pilares en planta Baja y sótano. El procedimiento para determinarlo consistirá en repartir el exceso de carga entre cuatro perfiles de acero laminado tipo angular de lados iguales, uno por esquina del soporte, determinando así la sección de acero mínima que deberán tener. Este cálculo se realizará sobre el pilar 3 de Planta Sótano por tener el mayor exceso de carga (466 kN).

La sección de total de acero ( $\Omega_{ta}$ ), será:

$$\Omega_{ta} = \frac{N}{F_{yd}} = \frac{61648,7}{2619} = 23.54 \text{ cm}^2$$

Donde:

N es el axil en kp que debe absorber el acero

F<sub>yd</sub> es la resistencia de cálculo del acero en Kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$$F_{yd} = \frac{F_y}{\gamma_M} = \frac{275}{1.05} = 261,9 \text{ N/mm}^2 = 2619 \text{ Kp/cm}^2$$

Dividiendo la sección total de acero entre cuatro perfiles, obtendremos los  $\text{cm}^2$  que deberá ser capaz de absorber el perfil.

$$23.54 / 4 = 5.885 \text{ cm}^2$$

Podremos escoger cualquier angular a excepción de las siguientes: 40x40x4, 40x40x5, 40x40x6, 45x45x4, 45x45x4.5, 45x45x5, 50x50x4, 50x50x5, 50x50x6 y 60x60x5. El resto tiene más de 5.885  $\text{cm}^2$  y por tanto elegiremos aquel que más se adecue a la solución constructiva que se propone, valorando los factores constructivos antes que los económicos.

### 7.3.2.2. Soportes de Hormigón Armado

Para las columnas de acero se procede a embeber estas es un soporte de hormigón armado, el mismo no es tenido en cuenta por no conocer las características mecánicas del material y por tener este una sección variable, aun así estará colaborando. Dado que no computa en el cálculo se descontará es área del mismo al área del soporte de H.A.

La resistencia de cálculo del hormigón ( $F_{yd}$ ); teniendo en cuenta las consideraciones del Apartado 6 del presente proyecto, en relación con el DB\_SE, será:

$$F_{yd} = \frac{F_y}{\gamma_M} = \frac{25}{1.5} = 16,6 \text{ N/mm}^2 = 166,6 \text{ Kp/cm}^2$$

Donde:

$F_y$  es La Tensión del Límite Elástico del Hormigón

$\gamma_M$  es el coeficiente parcial de seguridad del Hormigón.

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

En primer lugar, calcularemos la sección necesaria para absorber el axil, analizaremos el caso del pilar 3 de Planta Baja por ser el que mayor axil soporta (786,68 kN).

Siendo:

$$A_f = \frac{N}{F_{yd}} = \frac{78668}{166.67} = 472 \text{ cm}^2$$

En segundo lugar calcularemos la dimensión del soporte; para ello, descontaremos el área que ocupa el perfil metálico de la sección del pilar.

Siendo:

$$A_{\text{columna}} = \pi r^2 = \pi 10^2 = 314.16 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{necesaria}} = 472 + 314.16 = 786.16$$

Dado que el Area de un cuadrado en:

Acuadrado =  $l^2$ ; donde  $l$  es la dimensión de sus lados:

$$L = \sqrt{786.16} = 28 \text{ cm.}$$

Por tanto, el soporte que embeberá las columnas será de dimensiones 30 x 30 cm.

La EHE-08 establece las características mínimas que deben cumplir estos soportes:

- Dimensión de 25 x 25 cm.
- 4 barras de acero corrugado longitudinales de montaje
- Diámetro de las barras longitudinales de 12 cm.

- Una separación entre barras transversales (cercos) menor de 30 cm, 15 veces el diámetro de la barra menor ( $15 \times 12 = 18$  cm), y menor que el lado menor del elemento.
  - Diámetro de las barras horizontales mayor de 6 mm y de  $\frac{1}{4}$  del diámetro máximo de las barras longitudinales ( $12/4 = 3$  mm)
  - Además establece una cuantía geométrica mínima de acero para pilares de  $4 \times 1000$  respecto de la sección de hormigón.  
( $0,004 \times 472 = 1,888 \text{ cm}^2 / 4 \text{ barras} = 0,472 \text{ cm}^2$ ) Dado que la sección de las barras de diámetro 12 mm es de  $\pi \times 0,6^2 = 1.13 \text{ cm}^2$ , el armado mínimo será suficiente.
- (8)

Por tanto, el soporte que embeberá las columnas será de dimensiones  $30 \times 30$  cm.

### 7.3.3. Estado Límite de Servicio

La posibilidad de pandeo de los soportes no se contempla, puesto que estos van a ser empresillados con perfilería metálica, la cual evitará dicha posibilidad.

### 7.3.4. Conclusiones/Propuesta

Por una parte, hemos convertido los muros de carga o machones interiores en soportes del mismo material de  $30 \times 30$  cm, que se reforzarán con 4 angulares, que a su vez estarán unidos mediante presillas cada 50 cm.

Por otra parte, las cargas que reciben las cuatro columnas de planta baja serán absorbidas por un soporte de hormigón armado de  $30 \times 30$  cm. Con un armado longitudinal de montaje de 4 redondos de 12 mm y un armado transversal (cercos) de diámetro 6 mm, dispuestos cada 15 cm. No se tendrá en cuenta el soporte actual al desconocerse sus características mecánicas y geométricas.

## 7.4. Cimentación

### 7.4.1. Consideraciones Previas

#### *Tensión del Terreno*

No se ha realizado un Estudio Geotécnico del terreno, se dispone de los datos de algunos edificios de los alrededores donde se refleja una tensión del terreno muy baja.

Así pues, se decide realizar una estimación de la tensión a la que trabaja el terreno, dado que conocemos las cargas actuales que recibe y la dimensión de la cimentación, podemos deducir la tensión a la que está trabajando el terreno. Con este dato ya podemos determinar si es necesario o no, reforzar la cimentación para las nuevas cargas que debe absorber, que a efectos prácticos, son las nuevas sobrecargas de uso que surgen al cambiar el uso del edificio, puesto que está trabajando bien para las cargas actuales, ya que no se aprecia grietas que pudieran indicar el asiento de la cimentación.

Las cargas que recibe actualmente la cimentación son los pesos propios de los forjados:

$$P_p = (7 + 5,5 + 5,5 + 5,5 + 5,5) = 29 \text{ kN/m}^2$$

Siendo el mayor de los ámbitos que tiene de 2,6 m; podemos deducir, que la carga que recibe la cimentación, de los forjados, es:

$$Q_f = 29 \times 2,65 = 76,85 \text{ Kn/m} = 7658 \text{ Kp/m}$$

A demás, recibe la carga del peso propio del muro de carga, siendo este de:

$$Q_m = 16 \text{ kN/m}^3 \times 0,45 \text{ m} \times 21 \text{ m} = 151,2 \text{ kN/m} = 15120 \text{ kp/m}$$

La Carga Total es de :

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

$$Q_t = 7658 + 15120 = 22805 \text{ kp/m} = 228,05 \text{ kp/cm}$$

Por otra parte, deducimos que el espesor del muro de carga es menor que el de la cimentación, ya que si suponemos que es del mismo espesor nos da una tensión muy elevada que no corresponde a la realidad, del tal forma que se concluye que la cimentación tiene un espesor de 90 cm, lo que correspondería a un muro de tres pies configurado con las dimensiones de ladrillo macizo tipo en este edificio y un espesor de junta de 1 cm.

$$\text{Conociendo que la } \sigma = \frac{Q}{\Omega} = \frac{228.05}{90} = 2.54 \text{ Kp/cm}^2$$

Este apartado se ha presentado con estas suposiciones ya que si el muro fuera de pie y medio (la cata así lo define pero pienso que la cata no fue suficientemente profunda) estaríamos diciendo que el terreno trabaja con una tensión de rotura de 5.2 kp/cm<sup>2</sup>, lo cual por la localización que estudiamos resulta una aberración.

Así pues, se recomienda que para una futura intervención en la cimentación se realice el estudio geotécnico del terreno.

Naturaleza del terreno	Presión admisible en kg/cm <sup>2</sup> , para profundidad de cimentación en metros de:				
	0	0.5	1	2	>3
1. <i>Rocas (1)</i> No estratificadas Estratificadas	30 10	40 12	50 16	60 20	60 20
2. <i>Terrenos sin cohesión (2)</i> Graveras Arenosos gruesos Arenosos finos	- - -	4 2.5 1.6	5 3.2 2	6.3 4 2.5	8 5 3.2
3. <i>Terrenos coherentes</i> Arcillosos duros Arcillosos semiduros Arcillosos blandos Arcillosos fluidos	- - - -	- - - -	4 2 1 0.5	4 2 1 0.5	4 2 1 0.5
4. <i>Terrenos deficientes</i> Fangos Terrenos orgánicos Rellenos sin consolidar	En general resistencia nula, salvo que se determine experimentalmente el valor admisible.				
OBSERVACIONES: (1) a) Los valores que se indican corresponden a rocas sanas, pudiendo tener alguna grieta. b) Para rocas meteorizadas o muy agrietadas las tensiones se reducirán prudencialmente. (2) a) Los valores indicados se refieren a terrenos consolidados que requieren el uso del pico para removerlos. Para terrenos de consolidación media en que la pala penetra con dificultad los valores anteriores se multiplicarán por 0.8. Para terrenos sueltos, que se remuevan fácilmente con la pala, los valores indicados se multiplicarán por 0.5. b) Los valores indicados corresponden a una anchura de cemento igual o superior a 1 m. En caso de anchuras inferiores, la presión se multiplicará por la anchura del cemento expresada en metros. c) Cuando el nivel freático diste de la superficie de apoyo menos de su anchura, los valores de la Tabla se multiplicarán por 0.8.					

Tabla 35 Tensión admisible en el terreno en función de su naturaleza (9)

### 7.4.2. Cálculo Cimentación

Una vez determinada la tensión de trabajo del terreno, procedemos a comprobar que superficie necesitamos para transmitir las nuevas cargas al terreno, con este dato seremos capaces de concluir si hace falta o no reforzar la cimentación y en caso de ser necesario, que dimensiones tendrá este refuerzo.

Para el cálculo vamos a tomar el peso propio del muro y el peso propio de los forjados más la sobrecarga de uso, sin aplicarles los coeficientes de mayoración. Tomando para el cálculo el punto más desfavorable de la estructura:

$$Q_f = 9,5 + 4 \times 10,5 = 51,5 \text{ kN/m}^2 \times 2,6 \text{ m} = 133,9 \text{ kN/m}$$

$$Q_m = 16 \text{ kN/m}^3 \times 0,45 \text{ m} \times 21 \text{ m} = 151,2 \text{ kN/m} = 15120 \text{ kp/m} = 151,2 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo  $Q_f$  la carga de los forjados y

$Q_m$  la carga del muro.

$$Q_t = Q_f + Q_m = 133,9 + 151,2 = 285,1 \text{ kN/m} = 28510 \text{ Kp/m} = 285,1 \text{ Kp/cm}$$

La superficie necesaria es:

$$\Omega = \frac{Q}{\sigma} = \frac{285,1}{2,54} = 112,25 \text{ cm}$$

### 7.4.3. Conclusiones/Propuesta

#### *Cimentación Perimetral*

Dado que la superficie que necesitamos es 115 cm de espesor y el muro tiene 90 cm. Proyectamos una viga de cimentación de 25 cm. X 30 cm. De canto, que se dispondrá en la cara interior del perímetro.

#### *Cimentación Central*

En el caso de las centrales el espesor de los muros de carga es de un pie y medio (45 cm.) con lo que para llegar a los 125 cm. realizaremos dos vigas, una a cada lado con un espesor de 40 cm. x 50 cm. de canto cada una.



### *Forma de Trabajo de la Cimentación tras la Intervención*

Debemos tener en cuenta que actualmente la carga se reparte de forma homogénea a lo largo de la cimentación corrida, al convertir los machones y muros de carga en soportes puntuales, estas cargas pasan de repartirse homogéneamente a concentrarse de forma puntual bajo el soporte, con lo que solo trabajará la zona bajo el soporte y su parte anexo, pero no la hará todo el cimiento.

Para evitar esta concentración de cargas sobre el terreno, las vigas de refuerzo se ejecutarán como vigas de cimentación en lugar de vigas de atado (riostros), con lo cual estarán armadas a flexión en su cara superior entre soportes y en la cara inferior bajo pilares; con ello conseguiremos una homogeneización de las cargas; es decir un reparto de las mismas en la cimentación más equilibrado.

## 8. Especificaciones de Ejecución

A continuación para las conclusiones obtenidas en el apartado 7 del presente PFG, se concretan las propuestas y se pautan las actuaciones necesarias a llevar a cabo, así como los detalles constructivos más relevantes para su completa definición.

### 8.1. Demoliciones

Para la demolición de las zonas proyectadas deberán aplicarse las siguientes precauciones:

- Se realizarán todos los apeos necesarios para que el elemento o elementos sobre los que se va a trabajar estén fuera de servicio durante su manipulación.
- La estructura estará apeada durante todo el proceso de demolición.
- No se retirarán los apeos hasta que se asegure la resistencia requerida de cada elemento.

### 8.2. Construcción a Nuevo

Según el Programa de necesidades del proyecto, existen zonas en las que se hace necesario abrir y cerrar huecos en el forjado debido al cambio de lugar que ocupan las escaleras y el ascensor. En el apartado 5.3. Cambios Formales de la Estructura, del presente P.F.G., se han definido que elementos son aquellos que han de realizarse de obra nueva.

Así pues, se propone una intervención que respete la forma y disposición del forjado existente, y que cumpla con los requisitos que se le demanda para el nuevo uso.

### 8.2.1. Forjado Unidireccional

Para el cierre de huecos se proyecta la misma tipología de forjado que la existente (forjado unidireccional de viguetas autoresistentes metálicas del tipo IPN, como elemento de entrevigado se respetará las bovedillas de revoltón de ladrillo cerámico macizo). En el apartado 7.2.10. del presente proyecto, se recogen las dimensiones de los IPN según los cálculos realizados.

### 8.2.2. Capa de Compresión

La nueva capa de compresión del nuevo forjado, deberá conectar con la existente en los forjados existentes, de forma que se asegure la transmisión de esfuerzos entre ambas de forma correcta, para ello se tendrá en cuenta las longitudes de solape entre ambas mallas así como el tratamiento de la junta de hormigonado que se genera entre ambas.

La Armadura de reparto de la capa de compresión la formará una malla electrosoldada con separaciones entre sus elementos transversales y longitudinales menores de 350 mm y diámetro mayor de 4 mm, en las dos direcciones.

La longitud de solape de la malla electrosoldada de la capa de compresión teniendo en cuenta las especificaciones del Artículo 69. Procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas, de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), será: en el caso de solapo para mallas acopladas, de  $L_s = \alpha L_{b, \text{neta}}$ ; Siendo  $\alpha = 1$  y  $L_{b, \text{neta}} = 150$  mm; la  $L_s = 150$  mm y en el caso de mallas superpuestas,  $L_s = 1,7 L_{b, \text{neta}}$ , Portanto  $L_s = 255$  mm. En cualquier

caso la Longitud mínima del solapo no será menor que 15 veces el diámetro de la barra ni a 200 milímetros. (8)

El proceso de ejecución comenzará por picar la capa de compresión del forjado existente, abarcando la suficiente superficie para que se cumplan los valores antes citados de solape, en el borde de picado se dispondrá una junta de hormigón inclinada la cual, en el momento de hormigonar, cumplirá: Estar libre de árido suelto y con una superficie rugosa, para mejorar la adherencia entre hormigones y ser humedecida para que no absorba el agua del hormigón fresco. En este caso no se considera necesario disponer de un puente de unión a base de resinas entre los dos hormigones, por estar tratando de un elemento de escasa importancia estructural.

Una vez destapadas las barras corrugadas de la malla existente, se limpiarán de tal forma que se elimine los restos de hormigón que puedan quedar adheridos a las barras, este procedimiento se realizará mediante raspado con cepillo de púas metálicas o chorro de arena. Por otra parte comprobaremos que se encuentran en un buen estado de conservación y que no se aprecia un nivel de oxidación que pueda afectar a sus características mecánicas.

Tras descubrir y limpiar las armaduras existentes, se procederá a solaparlas con las barra de la malla nueva, la unión se realizará mediante atado con alambre negro.

Finalmente se hormigonará la capa de compresión.

### 8.3. Actuaciones de Consolidación

Como hemos comprobado la capacidad portante de las viguetas existentes, cumple con los requisitos requeridos tanto para el Estado Ultimo de Servicio

como para el Estado Ultimo de Aptitud. Así pues, solo son necesarias unas actuaciones de consolidación.

Se ha podido observar, tras levantar el falso techo de los baños situados en la planta sótano, que existe oxidación en las viguetas metálicas de los forjados.

Las actuaciones de consolidación serán las siguientes:

- Eliminación de la capa de óxido, se podrá realizar por raspado con cepillo de púas metálicas o mediante los sistemas de chorro de arena.
- Se comprobará que la sección de acero que se pierde no es significativa, para ello se medirá el alma resultante con un pie de rey.
- Una vez eliminado el óxido se aplicará una capa de pintura pasivante del acero; como podría ser una pintura de depósito seco de zinc.

Debemos aclarar que el proceso de oxidación, no es tan significativo, como pudiera parecer a priori. Teniendo en cuenta que el acero, al oxidarse, aumenta su volumen del orden 10 veces, podemos deducir que por cada milímetro de óxido que apreciamos, la pérdida real de sección en el perfil será de 0,1 mm. Lo cual supone, en la práctica, una disminución de sección, que no supondrá pérdida de las características mecánicas del mismo. (10) y (11)

En cualquier caso, el nivel de oxidación de la estructura deberá concluirse “in situ”, aunque a priori y con lo poco que se conoce de la estructura pareciera que el nivel de oxidación no es relevante.

En el caso de que si lo fuera la propuesta de intervención pasaría por reforzar cada una de las viguetas que presenten un grado alto de deterioro; existen diversos sistemas de refuerzo, pero se recomienda apoyar las viguetas sobre nuevos perfiles, que asumirán la carga del mismo.

Destacamos los sistemas con DIT, en caso de necesitar una intervención mayor a la propuesta, se trata de un documento expedido por el Instituto Eduardo

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

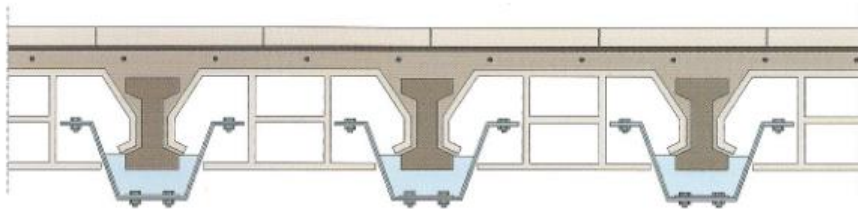
Torroja (IETcc) que acredita la idoneidad del sistema para edificación de un material, sistema o proceso constructivo no tradicional o innovador.

(12)

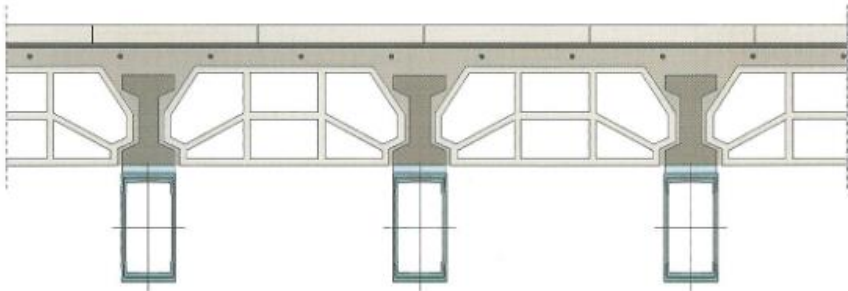
Algunos ejemplos de sistemas DIT:



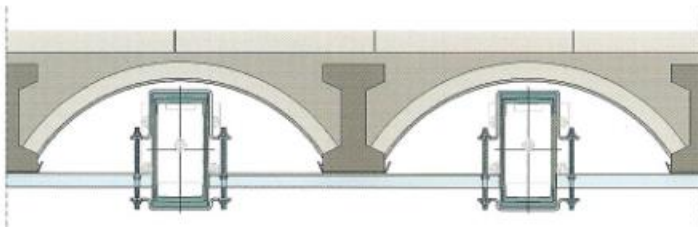
*Ilustración 20 Refuerzo DIT 303R.2009. (13)*



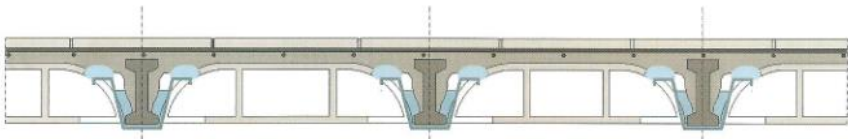
*Ilustración 21 Sistema Refuerzo DIT 331R.2009. (13)*



*Ilustración 22 Refuerzo Sistema DIT 270<sup>a</sup>.2009. (13)*



*Ilustración 23 Refuerzo Sistema DIT 270B.2009. (13)*



*Ilustración 24 Refuerzo Sistema DIT 271R.2009. (13)*



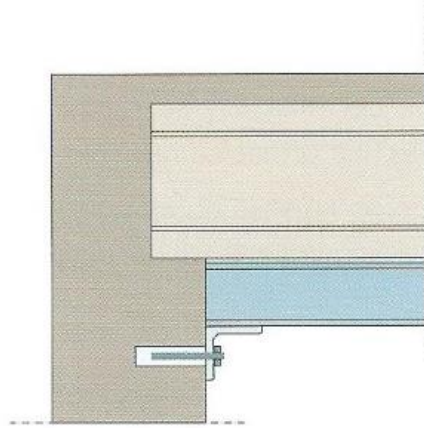
*Ilustración 25 Refuerzo Sistema DIT 269.2009. (13)*

## 8.4. Actuaciones de Refuerzo

### 8.4.1. Refuerzo de Vigas

El apoyo de las vigas se realiza de dos formas: Por una parte, en el encuentro con los soportes, se apoyarán sobre perfiles angulares, dispuestos en los soportes como capitel, y se soldará a los mismos, de forma que se garantice la transmisión de esfuerzos de la viga al soporte. Por otro lado, en el encuentro con los muros perimetrales, se apoyará sobre un perfil angular y se soldará al mismo; dicho perfil se dispone perimetralmente y estará anclado al muro de carga mediante tacos químicos, dispuestos cada 40 cm, en toda su longitud.



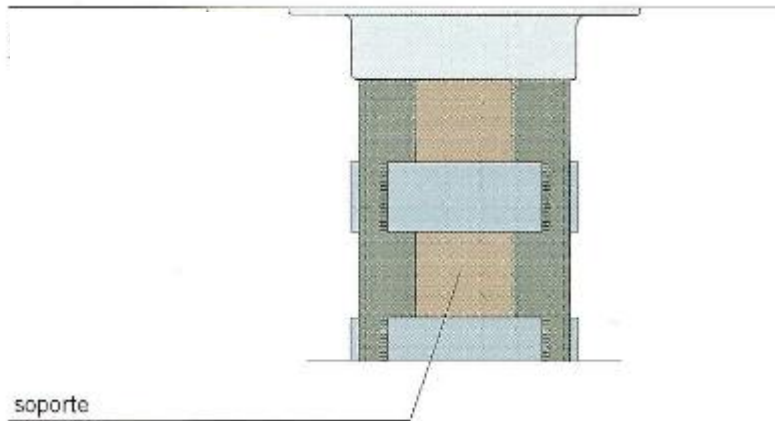


*Ilustración 26 Apoyo Refuerzo Viga sobre Muro de Carga.2009. (13)*

#### 8.4.2. Refuerzo de Soportes

En el apartado 7.3.7. del presente proyecto se han definido los dos soporte tipo que realizaremos; ahora bien, debemos tener en cuenta los siguientes detalles: Por una parte, señalar que no todos los soportes necesitan ser reforzados con perfiles metálicos para transmitir los esfuerzos a los que estará sometido, igualmente, se decide que todos dispongan de este sistema, ya que, la unión de vigas y soportes se realizará sobre las presillas; Por otra parte, gracias a este sistema de empresillado eliminamos la posibilidad de pandeo de los soportes.

### Soportes de Ladrillo macizo



*Ilustración 27 Detalle Refuerzo soporte con perfiles de acero.2009. (13)*

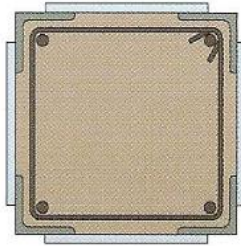
La ejecución de los mismos se realizará siguiendo las directrices que se especifican a continuación:

- Demolición de los muros de carga y/o machones, hasta dejar un soporte de 30 x 30 cm. Se tendrá en cuenta lo especificado en el punto 8.1. del presente proyecto.
- Enfoscado de 1 cm. de espesor, con mortero grout o mortero sin retracción en las caras de los soportes, de forma que se confiera una superficie lisa y homogénea para el apoyo de los perfiles.
- Colocación de los perfiles metálicos en las esquinas del soporte y unión de los mismos mediante presillas soldadas a estos. Los perfiles metálicos serán de acero laminado tipo angular de lados iguales de dimensiones 70 x 70 x 8 mm, el perfil rectangular que unirá los angulares tendrá unas dimensiones de 30 x 10 x 8 mm.

- Inyección de resina epoxi o mortero de expansión controlada de alta resistencia mecánica; entre los angulares y el soporte de forma que los angulares, apoyen correctamente sobre el soporte, de este modo se asegura una buena transmisión y se desecha la posibilidad de tensiones puntuales. Las resinas epoxi son compatibles tanto con el acero como con el hormigón.
- Para aquellos soportes sobre los que descansen las columnas de forja, se prevé la colocación de una placa de anclaje en la cabeza superior, de este forma se proporciona una base para el soporte de hormigón armado, así como una zona donde soldar las esperas del pilar. La unión de la placa y el soporte se realizará mediante un par de tacos químicos, dejando un espacio mínimo de 1 cm. Entre la placa y el soporte, la placa en su centro dispondrá de un agujero por el cual inyectaremos mortero tipo Grout, es decir, mortero sin retracción, de forma que aseguremos un correcto apoyo entre los distintos materiales, eliminando así la posibilidad de tensiones puntuales en el soporte. Dicha placa quedará embebida dentro del forjado y no debe sobresalir del mismo. Por último decir que la unión entre la placa y los tacos químicos se realizará mediante tuercas, esto no solo nos sirve para enlazar los elementos, sino que además, permite controlar el nivel de la placa apretando o soltando las tuercas.

### *Soporte de Hormigón Armado*

Se ejecutarán para embeber los soportes tipo columna de forja existente. Para su confección seguiremos las siguientes pautas, además de lo indicado en el apartado 7.3.7.



*Ilustración 28 Detalle sección soporte hormigón armado.2009. (13)*

- Apertura de un hueco en el forjado inmediatamente superior al soporte, con las dimensiones suficientes para poder hormigonar por este y posterior limpieza de los escombros que con esta actuación se generen.
- Colocación del armado tipo del soporte. Las esperas del soporte se encontrarán soldadas a una placa de anclaje, que descansará sobre el soporte inferior.
- Encofrado y hormigonado.
- Desencofrado y curado.
- Colocación del sistema de empresillado tal y como se indica en el apartado anterior.

#### *Especificaciones para el refuerzo mediante perfiles de acero*

Es recomendable, al reforzar un pilar, hacer lo mismo para todos aquellos que se encuentren en la misma plomada debajo del mismo, en nuestro caso concreto, también vamos a reforzar los inmediatamente superiores con la única finalidad de proporcionar apoyo a la vigas de refuerzo.

En este tipo de perfiles debe disponerse: por una parte, de bases y capiteles y por otra parte, de elementos que conecten ambos soportes.

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

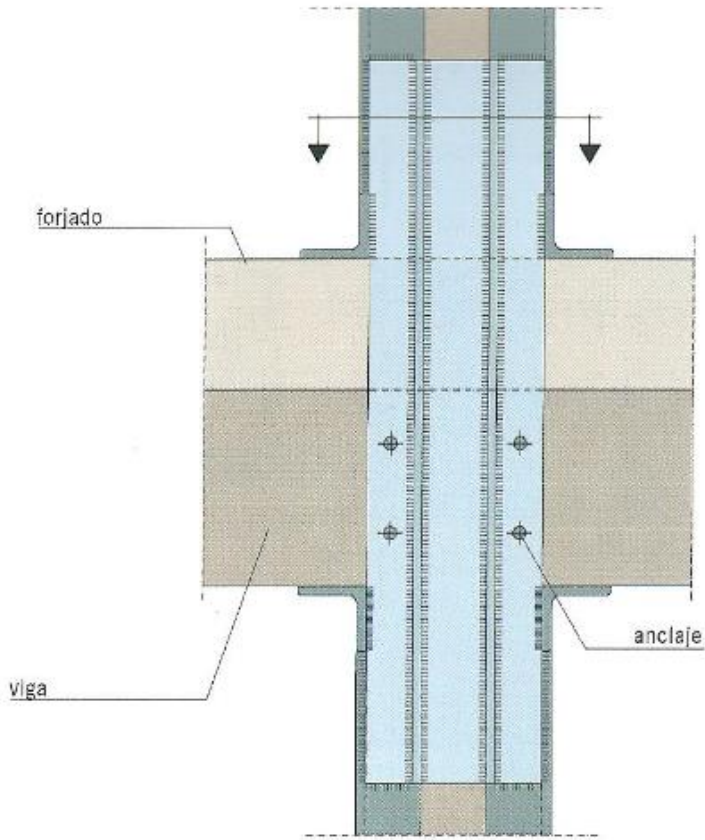
Para la formación de basas y capiteles lo usual es formarlos con perfiles angulares, aunque también puede utilizarse perfiles tipo UPN. Esta última opción suele descartarse por aportar un mayor peso y por tener una menor adaptabilidad al soporte, pero es igualmente válida.

En nuestro caso, usaremos la primera opción para la formación de las bases y capiteles. Sobre estos últimos apoyaremos y soldaremos las vigas de refuerzo tipo UPN, con lo que el capitel deberá disponerse más bajo que la cabeza del soporte con la finalidad de dejar espacio para el paso de las vigas.

Para la formación del capitel también podríamos usar los propios perfiles de las vigas, añadiendo algún perfil que terminará de cerrar el cajón que se forma alrededor del soporte.

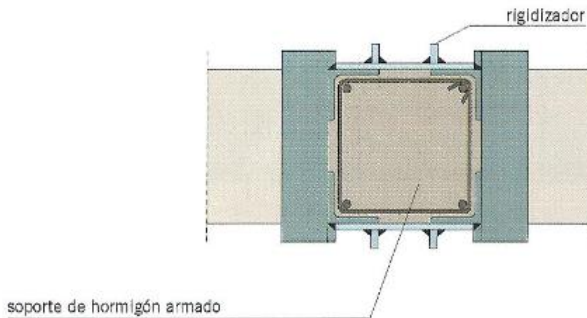
Además debemos tener en cuenta la continuidad entre soportes, para ello y tras realizar una apertura en el forjado lo suficientemente grande para trabajar, dispondremos una chapa con rigidizadores que abrace ambos soportes. Esta chapa asegurará la transmisión del axil de un soporte a otro.

También es recomendable dejar alguna espiga que conecte la chapa con la



estructura.

*Ilustración 29 Detalle chapa de continuidad.2009. (13)*



*Ilustración 30 Detalle rigidizador chapa de continuidad.2009. (13)*

### 8.4.3. Refuerzo de Cimentación

Como ya hemos mencionado en el apartado 7.4.6. del presente proyecto, encontraremos dos tipos de vigas de cimentación de refuerzo.

Por una parte, la viga de cimentación perimetral tendrá unas dimensiones de 25 x 30 cm. Dispuesta en la cara interior del muro. De otro lado, se ejecutará, a ambos lados del muro, una viga de cimentación de dimensiones 40 x 50 cm.

Como ya se ha comentado en la propuesta del citado apartado, las vigas estarán reforzadas a flexión. Dado que esta necesidad no responde al típico uso de estas vigas (que sería la de evitar el vuelco de zapatas) sino que pretende solidarizar los puntos de la cimentación que reciben más cargas con los que no, optamos por colocar un perfil tipo UPN a modo de armado superior, quedando embebido dentro de la viga.

Lo ideal sería que existiera una placa base anclada a la cimentación para realizar la transición entre la misma y el soporte, pero dado el tema que tratamos no es posible, así pues bastara con dotar de una base al soporte con alguno de los métodos comentados anteriormente.

## 9. Presupuesto y Medición

PRESUPUESTO LOTGETA

Presupuesto parcial nº 1 ACTUACIONES PREVIAS

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
--------	----	--------------	----------	--------	-------

1.1 Demoliciones

1.1.1 m2 Demolición de forjado de viguetas de hierro laminado IPN, EADE.3b bovedillas cerámicas, capa de compresión de hormigón, con martillo neumático y compresor, incluso retirada de escombros, sin incluir transporte a vertedero.

Uds. Largo Ancho Alto Subtotal

P.B.		3,81249999999999			3,813
			1,675		1,675
P.1ª		1,64999999999999			1,650
		3,66000000000008			3,660
P.2ª		1,48499999999993			1,485
			2,2875		2,288
P.3ª		1,31999999999994			1,320
		0,879999999999877			0,880
Total m2	.....:	16,771	12,58		210,98



PRESUPUESTOLLOTGETA

Presupuesto parcial nº 1 ACTUACIONES PREVIAS

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
<b>1.1.2</b>	<b>m2</b>	<b>Picado de capa de compresión, incluso limpieza de las</b>			
<b>EAD11a</b>		<b>armaduras, retirada de escombros y carga, sin incluir</b>			
		<b>transporte a vertedero.</b>			
			Uds.	Largo	Ancho
				Alto	Subtotal
P.B.			1,5525000000001		1,553
			1,1400000000007		1,140
P.1 <sup>a</sup>			1,875		1,875
			0,9999999999909		1,000
			1,5300000000002		1,530
			1,5250000000001		1,525
			1,7600000000006		1,760
P.2 <sup>a</sup>			1,8999999999999		1,900
			2,1450000000008		2,145
			1,1549999999995		1,155
			2,0099999999996		2,010
			1,7049999999991		1,705
			Total m2 .....	19,298	13,13
					253,38

## PRESUPUESTO LLOTGETA

## Presupuesto parcial nº 1 ACTUACIONES PREVIAS

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
--------	----	--------------	----------	--------	-------

## 1.2 Carga, transporte y gestión de residuos

1.2.1 m Alquiler mensual de bajante de PVC de 400 mm de diámetro  
 EATC.3b para vertido de residuos de construcción y demolición,  
 parte proporcional de embocadura y soportes de sujeción,  
 incluso colocación y desmontaje.

Uds. Largo Ancho Alt Subtotal  
 o

1			1,000		
---	--	--	-------	--	--

Total m .....	1,000	37,32	37,32		
---------------	-------	-------	-------	--	--

1.2.2 m3 Carga mecánica con pala cargadora de residuos de  
 EATC.1abd construcción y demolición mezclados, los cuales deberán  
 ser separados en fracciones por un gestor de residuos  
 autorizado antes de su vertido, sobre camión (incluido el  
 tiempo de espera de éste), incluso humedecido de la  
 carga.

Uds. Largo Ancho Alt Subtotal  
 o

Demoliciones	1,3	464,360	603,668		
--------------	-----	---------	---------	--	--

1,2			1,200		
-----	--	--	-------	--	--

Total m3 .....	604,868	1,43	864,96		
----------------	---------	------	--------	--	--

## PRESUPUESTO LLOTGETA

## Presupuesto parcial nº 1 ACTUACIONES PREVIAS

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.2.3 EATT.1aaca	m3	Transporte de residuos de construcción y demolición mezclados de densidad media 1.50 t/m3, los cuales deberán ser separados en fracciones por un gestor de residuos autorizado antes de su vertido, considerados como no peligrosos según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, llevado a cabo por empresa autorizada por la Conselleria de Medio Ambiente de la Comunitat Valenciana, con camión volquete de carga máxima 10 t y velocidad media de 45 km/h, a una distancia de 10 km a vertedero o planta de tratamiento autorizada, considerando tiempos de ida, vuelta y descarga, sin incluir los medios de carga ni el tiempo de espera del camión para la carga. Todo ello según la Ley 10/1998 a nivel nacional así como la Ley 10/2000 de Residuos de la Comunitat Valenciana.			
		Total m3 .....	604,868	1,73	1.046,42
1.2.4 EATR.5aa	u	Coste de vertido o entrega de contenedor de 2.5 m3 con residuos de construcción y demolición mezclados, considerados como residuos no peligrosos según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a vertedero específico o gestor de residuos autorizado por la Conselleria de Medio Ambiente de la Comunitat Valenciana, para operaciones de reutilización, reciclado, otras formas de valorización o eliminación en último caso, según R.D. 105/2008. No incluidos los conceptos de alquiler, entrega, recogida y transporte del contenedor. Todo ello según la Ley 10/1998 a nivel nacional así como la Ley 10/2000 de Residuos de la Comunitat Valenciana.			
		Total u .....	2,000	45,84	91,68
1.3 Medios Auxiliares					
1.3.1 RAAA21a	m2	Apuntalamiento de estructura, realizada por medio de sopandas, puntales y durmientes, para una altura no mayor de 3 m.			
		Total m2 .....	100,000	11,99	1.199,00

PRESUPUESTO LLOTGETA

Presupuesto parcial nº 2 ESTRUCTURA

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
--------	----	--------------	----------	--------	-------

2.1 Cimentación

Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, para formación de solera de asiento, con una dosificación mínima de cemento de 150 kg/m3, de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm y 10 cm de espesor, en la base de la cimentación, transportado y puesto en obra, según EHE-08.

	Uds.	Larg o	Anch o	Alto	Subtota l
Riostras Cimentación	0,88000000000021				
	8				0,880
	1,16000000000001				1,160
	1,18000000000002				1,180
	0,539999999999947				
	2				0,540
	1,54000000000005				1,540
	0,700000000000015				
	9				0,700
	0,700000000000015				
	9				0,700
	1,24000000000002				1,240
	1,56000000000002				1,560
	0,612499999999984				
	1				0,613
	0,699999999999936				
	3				0,700

1,24000000000004	1,240
1,00000000000002	1,000
0,69999999999936 3	0,700
0,70000000000015 9	0,700
0,68000000000026 4	0,680
1,0399999999996	1,040
0,97999999999912 7	0,980
0,85999999999974 3	0,860
0,80000000000018 2	0,800
0,97999999999972 9	0,980
1,40000000000003	1,400
0,93999999999910 9	0,940
1,2399999999997	1,240
1,5399999999996	1,540
0,96000000000025 5	0,960
1,3799999999996	1,380
0,80000000000018 2	0,800
1,2199999999997	1,220

0,95999999999916 3	0,960
0,83999999999981 4	0,840
0,82249999999991 4	0,823
1,3200000000004	1,320
0,98000000000024 1	0,980
1,13999999999996	1,140
0,73499999999977 7	0,735
1,4625000000001	1,463
1,8600000000004	1,860
1,15999999999996	1,160
1,46999999999996	1,470
1,2600000000001	1,260
1,62749999999995	1,628
0,96249999999975	0,963
1,69999999999985	1,700
1,7325000000003	1,733
2,5000000000006	2,500
1,4000000000003	1,400
2,3400000000005	2,340
1,5600000000002	1,560
2,06999999999991	2,070

1,37999999999995			1,380
1,69999999999985			1,700
1,02000000000003			1,020
2,09249999999991			2,093
2,09249999999991			2,093
0,76499999999981			0,765
4			
Total m2 .....	68,229	10,68	728,69

## PRESUPUESTO LLOTGETA

## Presupuesto parcial nº 2 ESTRUCTURA

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total	
2.1.2 RCLS.1aaa a	3	m Refuerzo de zapata corrida de ladrillo macizo mediante zuncho perimetral de hormigón armado con de dimensiones 0.40m, de ancho y 0.50m, de profundidad, , con excavación manual de zanja perimetral hasta la base del apoyo, perforación del cimient para colocación de conectores de barras corrugadas de acero ancladas por inyección de resina epoxi de dos componentes, armado del zuncho con barras corrugadas de calidad B500S, atado de las mismas, imprimación epoxidica de los paramentos del cimient como puente de unión entre hormigones, encofrado con tablon de madera, vertido y vibrado de hormigón HA-25/F/20/IIa, ejecutado en cuatro tramos, y relleno de zanja mediante medios manuales con tierras propias compactadas con pisón manual.				
			Uds.	Larg o	Anch o	Alto Subto tal
			68,2			34,11
			29		0,500	5
			Total m3 .....		34,115	491,72 16.775,0 3

2.1.3 EEAV.1b	k	Acero en jácenas y viguetas, de clase S275JR, con perfiles g de tipología UPN, con uniones soldadas.				
			Uds.	Larg o	Anch o	Alto Subto tal
			5,00			5,000
			15,0			15,05
			50			0



	14,9 00	14,90 0	
	19,5 50	19,55 0	
	16,2 01	16,20 1	
	13,6 00	13,60 0	
	9,10 1	9,101	
	11,8 00	11,80 0	
	11,6 51	11,65 1	
	10,2 00	10,20 0	
	10,9 50	10,95 0	
	9,30 1	9,301	
	10,5 00	10,50 0	
	10,5 00	10,50 0	
	7,65 1	7,651	
Kg/m x m	8,6	175,9 55	1.513,2 13
	Total kg .....	1.513,2 13	2,68 4.055,41

## PRESUPUESTO LLOTGETA

## Presupuesto parcial nº 2 ESTRUCTURA

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
--------	----	--------------	----------	--------	-------

## 2.2 Soportes

2.2.1 u Placa de anclaje de soporte metálico, centrada en la cimentación, de acero S275JR, dimensiones 240x240mm, y 12mm de espesor, armaduras de anclaje compuesta de barras de acero B400S, incluso taladros, roscados, tuercas, limpieza y pintura, según NTE/EAS-7.

Total u .....	4,000	19,41	77,64
---------------	-------	-------	-------

2.2.2 m Refuerzo de soporte rectangular de hormigón armado de dimensiones 30x30 cm por confinamiento de enrejado de 4 perfiles normalizados de acero laminado en caliente S275 PNL-80.8 mm de 9.63 kg/m según UNE 10025-2 dispuestos en las aristas del soporte y unidos en las cuatro caras mediante presillas metálicas soldadas in situ, cada 25 cm, para constricción por enfriamiento, incluso aporte de material de soldadura según UNE-EN ISO 2560, trabajado y colocado.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
------	-------	-------	------	----------

P.B.	7	3,700		25,900
------	---	-------	--	--------

P.1 <sup>a</sup>	7	4,050		28,350
------------------	---	-------	--	--------

P.2 <sup>a</sup>	4	3,950		15,800
------------------	---	-------	--	--------

P.3 <sup>a</sup>	4	3,050		12,200
------------------	---	-------	--	--------

Total m .....	82,250	168,66		13.872,29
---------------	--------	--------	--	-----------

## PRESUPUESTO LLOTGETA

## Presupuesto parcial nº 2 ESTRUCTURA

Código	Ud	Denominación	Medición			Precio	Total
<b>2.2.3</b>	m	<b>Soporte de hormigón armado de 30 N/mm<sup>2</sup> (HA 30/B/20/IIa) , con una</b>					
<b>EEHS19bbba</b>		<b>cuantía media de 100 kg de acero B 500 S, de sección 30x30cm,</b>					
		<b>para una altura de menor de 3.5m, incluso encofrado metálico,</b>					
		<b>desencofrado y curado, según EHE-08.</b>					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	
P.B.		7	3,700			25,900	
P.1 <sup>a</sup>		7	4,050			28,350	
P.2 <sup>a</sup>		4	3,950			15,800	
P.3 <sup>a</sup>		4	3,050			12,200	
		Total m .....				82,250	159,98 13.158,36

## 2.3 Vigas

<b>2.3.1</b>	kg	<b>Acero en jácenas y viguetas, de clase S275JR, con perfiles de</b>					
<b>EEAV.1b</b>		<b>tipología UPN, con uniones soldadas.</b>					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal	
UPN 280		41,8	118,450			4.951,210	
UPN 260		37,9	41,200			1.561,480	
UPN 240		33,2	5,150			170,980	
UPN 220		29,4	103,920			3.055,248	
UPN 200		25,3	21,570			545,721	
UPN 180		22	108,683			2.391,026	
UPN 160		18,8	37,810			710,828	

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

## PRESUPUESTO LLOTGETA

## Presupuesto parcial nº 2 ESTRUCTURA

Código Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
UPN 140		16 12,460	199,360	
UPN 120		13,3 2,260	30,058	
		Total kg .....	13.615,911	2,68 36.490,64

**2.3.2 kg Acero en jácenas y viguetas, de clase S275JR, con perfiles PPEAV.1bb de tipología IPN, con uniones soldadas.**

	Uds.	Largo	Kg/m	Alto	Subtotal
IPN 80 (VN3)	6	1,550	6,000		55,800
IPN 100 (VN2)	3	1,900	8,300		47,310
IPN 120 (VN6)	10	2,580	11,100		286,380
IPN 140 (VN4 y VN5)	4	3,480	14,400		200,448
IPN 160 (VN1)	3	3,480	17,900		186,876
IPN 180 (VN7)	1	4,520	21,900		98,988
		Total kg .....	875,802	2,68	2.347,15

PRESUPUESTO LLOTGETA

Presupuesto parcial nº 2 ESTRUCTURA

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio Total
--------	----	--------------	----------	--------------

2.4 Forjados

2.4.1 m Forjado unidireccional, realizado a base de nervios de acero EAAF.1ab 2 laminado con perfiles IPN, para canto de 16+5cm, e intereje a de 75cm, bovedilla de hormigón, mallazo de acero B 500 T, en capa de compresión y hormigón HA 25/B/12/IIa, incluso cortes, preparación y colocación de perfiles y armaduras, vertido, compactado y curado del hormigón, encofrado y desencofrado, según NTE/EAF-1.

Uds. Larg Anch Alto Subtotal  
o o l

P.B.		5,192500000000	5		5,193
		2,659999999999	7		2,660
P.1ª		3,280000000001			3,280
		8,639999999999	5		8,640
P.2ª		3,177499999999	7		3,178
		8,505000000001	1		8,505

PRESUPUESTO LLOTGETA

Presupuesto parcial nº 2 ESTRUCTURA

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
P.3 <sup>a</sup>		3,220000 0000001	3,220		
		Total m2 .....	34,676	50,65	1.756,34

PRESUPUESTO LOTGETA

Presupuesto parcial nº 3 CONSOLIDACION

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
--------	----	--------------	----------	--------	-------

3.1 Consolidación terreno

3.1.1 m3 Inyección de mortero expansivo de alta resistencia inicial RCRI.4cd sobre huelgas de recalce por puntos batcheados, comprendiendo: taponado superficial de la ranura de hormigonado, con pasta de yeso negro, colocación de boquillas de inyección (una para inyectar, otra para salida del aire), con enmasillado tixotrópico e inyección de mortero M-5 realizado con cemento portland CEM II/B-P 32.5 N, arena de granulometría 0/3 lavada y aditivo expansivo fluido que le confiere alta resistencia inicial, (100 kg/cm2 a flexotraccion y 700 kg/cm2 a compresión), confeccionado mediante mezcla del aditivo disuelto en agua en proporción 8:1 (3.5 l de agua por 25 kg de aditivo), hasta colmate de la huelga dejada en la fase de hormigonado y las oquedades o espacios vacíos que pudiera existir, posterior eliminación de yeso y limpieza, incluso medios de elevación carga y descarga, retirada de escombros y limpieza, considerando un grado de dificultad normal.

Uds. Largo Ancho Alto Subtotal

8 8,000

Total m3 .....: 8,000 323,85 2.590,80

PRESUPUESTO LLOTGETA

Presupuesto parcial nº 3 CONSOLIDACION

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
--------	----	--------------	----------	--------	-------

3.2 Vigas

3.2.1 t Protección contra oxidación de elementos metálicos mediante galvanización en continuo de cinc, 20 micrómetros/m2, 140 gr/m2, comprendiendo transporte carga y descarga a taller de galvanización, preparación del material, desengrase eliminando mediante tratamientos preliminares restos de pinturas y manchas de grasa, oxidación reducción y homogeneización de la estructura en horno, inmersión en cinc fundido, escurrido con chorro de aire o vapor, enfriado automático, enderezado, pasivación por cromatado, bobinado y cizallado, nueva carga y transporte sobre camión a obra.

Uds. Largo Ancho Alto Subtotal

	1		1,000		
		Total t .....	1,000	456,54	456,54



Presupuesto de ejecución material

1. ACTUACIONES PREVIAS .	3.703,74
2. ESTRUCTURA .	89.261,55
3. REHABILITACION Y CONSOLIDACION .	3.047,34
Total	<u>96.012,63</u>
	:

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de NOVENTA Y SEIS MIL DOCE EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS.

## 10. Conclusiones

En el presente P.F.G. se han marcado las pautas a seguir en un futuro para la intervención estructural del edificio.

De un lado, se ha realizado el cálculo de las dimensiones mínimas que deben tener las vigas existentes para cumplir con los requisitos que se les exige.

Por otro lado, dado que no se conocerá el estado real de la estructura ni la tipología de algunos elementos, hasta que no se eliminen los recubrimientos; se realiza una propuesta de intervención, que independientemente de la estructura existente, garantizará la resistencia, estabilidad y funcionalidad del edificio.

Para este último punto se ha realizado un cálculo de dimensionamiento, un diseño de los refuerzos y pautado especificaciones de construcción. Todo ello se ha realizado para los forjados, vigas, soportes y cimentación.

Se deja abierta la posibilidad de una futura línea de trabajo, que recoja la casuística de la cubierta y de los muros portantes perimetrales, así como de proponer otras opciones que resultasen más convenientes y/o económicas que las soluciones aquí expuestas. Sirva pues este documento como base para una futura intervención y como base para un análisis más pormenorizado, ya que la extensión del trabajo no ha permitido un estudio de detalle de mayor grado que el mostrado.

Así pues, como síntesis de lo declarado en este proyecto, concluimos que los forjados no necesitan intervención de refuerzo, bastará con actuaciones de consolidación, a no ser que al medir las lajas de óxido se apreciara una pérdida de sección que si afectara a la capacidad mecánica del perfil.

Las características y tipología de las vigas existentes se desconocen, con lo que planteamos su refuerzo, no del propio elemento, sino transmitiendo la carga que reciben a dos vigas anexas a la existente, una a cada lado.

Para los soportes y elementos de bajada de cargas se plantean dos opciones en función de la tipología existente; una solución para los elementos de ladrillo macizo y otra para las columnas de fundición.

Para finalizar se plantea el refuerzo de la cimentación, combinando dos tipos de vigas, las cuales necesariamente deberán trabajar conjuntamente, homogeneizando la transmisión de cargas al terreno, y estando preparadas para trabajar a flexión.

Por tanto, los objetivos que se plantearon al principio del proyecto, aunque con algún cambio de enfoque durante la elaboración del mismo, se dan por logrados y se disfruta ante la expectativa de que el trabajo aquí presentado sea de utilidad para una futura intervención sobre un edificio que es patrimonio de todos.

## 11. Bibliografía y Referencias Bibliográficas

1. *Aula Cultura "La Llotgeta". Mediterraneo, Caja del.*  
<http://www.cajamediterraneo.es/web/obs/centros/centro?centerId=29>.
2. **Valdecabres, Jorge Garcia.** *MEMORIA JUSTIFICATIVA - PROYECTO BÁSICO MODIFICADO Y DE EJECUCIÓN CON ESTUDIO DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL EDIFICIO “LA LLOTGETA” para la Rehabilitación y recuperación del antiguo Pabellón de Administración del Mercado destinado a Centro Cultural de la Obra S.* 2012.
3. **Delgado, Francisco Hidalgo.** *Investigación integral de las unidades constructivas arquitectónicas que definen el Mercado Central de Valencia como ejemplo singular de la arquitectura modernista valenciana, Ed. Departamento de EXPRESION GRAFICA ARQUITECTONICA U.P.V.* 2010.
4. *La Llotgeta - Plaza del Mercado,* 4. **jdiezarnal.**  
<http://www.jdiezarnal.com/valenciallalongeta.html>.
5. *Valencia: Centro Cultural CAM La Llotgeta.* **Earth, Google Maps y Google.**  
<http://www.panoramio.com/photo/78016603>.
6. **Inserman, Grupo.** *INFORME TRABAJOS REALIZADOS EN EL EDIFICIO.* 2010.
7. **Radiotelevisió, UPV.** Politécnica Tal Cual: [818] El mercado central. Desde construcción a rehabilitación [2013-04-14]-UPV.  
<http://www.youtube.com/watch?v=qIXSWk2TXTA>.
8. **EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural.**

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

9. Ingemecánica. Datos Geotécnicos en Suelos. <http://ingemecanica.com/tutoriales/geotecnia.html>.
10. **CORROSIÓN DEL ACERO ESTRUCTURAL. DOS CASOS REALES.** Estruconline. 2015.
11. *Perfils d'ala estreta: final de la seva vida útil.* Baquer, Josep. 2012.
12. *Documento de Idoneidad Técnica.* Torroja, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo. <http://www.ietcc.csic.es/index.php/es/apoyo-tecnologico/evaluacion-tecnica-de-productos-innovadores/documentos/dit>.
13. Edificación, Instituto Valenciano de la. *Guía de Intervención en estructuras de hormigón en edificios existentes.* 2009.
14. Buzón, Rafael. **REHABILITACIÓN Y REFORMA ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS ANTIGUOS.** <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/2140/2448>.

## 12. Índice de Figuras

### 12.1. Tablas

Tabla 1 Peso Propio Forjado Planta Baja, Primera y Segunda.....	41
Tabla 2 Peso Propio Forjado Planta Tercera .....	42
Tabla 3 Peso Propio Forjado Planta Cubierta.....	42
Tabla 4 Sobrecarga de Nieve en un Terreno Horizontal .....	47
Tabla 5 Datos Vigas Forjado Tercero.....	63
Tabla 6 Datos Vigas Forjado Segundo .....	64
Tabla 7 Datos Vigas Forjado Primero .....	66
Tabla 8 Datos Vigas Forjado Planta Baja .....	67
Tabla 9 E.L.U. Vigas Forjado Tercero .....	68
Tabla 10 E.L.U. Vigas Forjado Segundo .....	69
Tabla 11 E.L.U. Vigas Forjado Primero .....	70
Tabla 12 E.L.U. Vigas Forjado Planta Baja .....	71
Tabla 13 E.L.S. Vigas Forjado Tercero.....	73
Tabla 14 E.L.S. Vigas Forjado Planta Segunda .....	74
Tabla 15 E.L.S. Vigas Forjado Primero .....	75
Tabla 16 E.L.S. Vigas Forjado Planta Baja .....	76
Tabla 17 Conclusión Propuesta Vigas Principales .....	77
Tabla 18 Datos Viguetas Forjado Tercero .....	79
Tabla 19 Datos Viguetas Forjado Segundo.....	79
Tabla 20 Datos Viguetas Forjado Primero.....	80
Tabla 21 Datos Viguetas Forjado Planta Baja.....	80
Tabla 22 Datos Viguetas Forjado Nuevo .....	81
Tabla 23 E.L.U. Viguetas Forjado Tercero .....	82
Tabla 24 E.L.U. Viguetas Forjado Segundo.....	83
Tabla 25 E.L.U. Viguetas Forjado Primero.....	83

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

Tabla 26 E.L.U. Viguetas Forjado Planta Baja .....	84
Tabla 27 E.L.S. Viguetas Forjado Tercero .....	85
Tabla 28 E.L.S. Viguetas Forjado Segundo.....	86
Tabla 29 E.L.S. Viguetas Forjado Primero.....	87
Tabla 30 E.L.S. Viguetas Forjado Planta Baja.....	87
Tabla 31 E.L.U. Nuevos Perfiles IPN .....	88
Tabla 32 E.L.S. Nuevos Perfiles IPN .....	89
Tabla 33 Conclusión Propuesta Vigas Secundarias .....	90
Tabla 34 Axil (kN) de Soportes .....	93
Tabla 35 Tensión admisible en el terreno en función de su naturaleza (9) .....	99
Tabla 36 Cargas Forjado Primero, Segundo y Tercero .....	141
Tabla 37 Cargas Forjado Cuarto .....	141
Tabla 38 Cargas Forjado Bajo Cubierta (4º) .....	142
Tabla 39 Peso Muros Ladrillo Macizo.....	143
Tabla 40 Datos Vigas Existentes Forjado Primero .....	144
Tabla 41 Datos Vigas Existentes Forjado Segundo .....	145
Tabla 42 Datos Vigas Existentes Forjado Tercero .....	146
Tabla 43 Datos Vigas Existentes Forjado Cuarto .....	147
Tabla 44 E.L.U. Vigas Existentes (Z) .....	149
Tabla 45 E.L.S. Vigas Existentes (Z).....	151

## 12.2. Il·lustracions

Il·lustració 1 La Llotgeta 1928- <a href="http://www.skyscrapercity.com">http://www.skyscrapercity.com</a> .....	9
Il·lustració 2 Plano Distribució Planta Sótano (1915)-J.García Valldecabres .	12
Il·lustració 3 Plano Distribució Planta Baja (1915)- J.García Valldecabres.....	13
Il·lustració 4 Plano Distribució Planta Primera (1915)- J.García Valldecabres	13
Il·lustració 5 Plano Distribució Planta Segona (1915)- J.García Valldecabres	14

Trabaja Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

Ilustración 6 Alzado Principal (1915)- J.García Valldecabres .....	14
Ilustración 7 Cata Cimentación.2010.Grupo Inserman .....	27
Ilustración 8 Cata Cimentación 2.2010.Grupo Inserman .....	28
Ilustración 9 Soporte de Acero de fundición en Planta Baja.2012.J, García Valldecabres .....	30
Ilustración 10 Cata Forjado Suelo Planta 1.2010. Grupo INSERMAN.....	31
Ilustración 11 Cata Forja Suelo Planta 2.2010.Grupo INSERMAN.....	31
Ilustración 12 Detalle Escalera 1 201.J.Garcia Valldecabres .....	32
Ilustración 13 Detalle Escalera 2- 2012.J, Garcia Valldecabres. ....	33
Ilustración 14 Detalle Escalera 3.2012.J.Garcia Valldecabres .....	34
Ilustración 15 Fachada. Detalle Ventana y Aparejo.2012. J.García Valldecabres .....	35
Ilustración 16 Cata Cubierta.2010.Grupo Inserman.....	36
Ilustración 17 Cata Cubierta.2010. Grupo Inserman.....	37
Ilustración 18 Isotermas de la Temperatura Anual Máxima del Aire-CTE .....	45
Ilustración 19 Zonas Climáticas de Invierno- CTE.....	46
Ilustración 20 Refuerzo DIT 303R.2009. (13).....	106
Ilustración 21 Sistema Refuerzo DIT 331R.2009. (13).....	106
Ilustración 22 Refuerzo Sistema DIT 270ª.2009. (13) .....	107
Ilustración 23 Refuerzo Sistema DIT 270B.2009. (13).....	107
Ilustración 24 Refuerzo Sistema DIT 271R.2009. (13).....	107
Ilustración 25 Refuerzo Sistema DIT 269.2009. (13) .....	108
Ilustración 26 Apoyo Refuerzo viga sobre Muro de Carga.2009. (13).....	109
Ilustración 27 Detalle Refuerzo soporte con perfiles de acero.2009. (13) .....	110
Ilustración 28 Detalle sección soporte hormigón armado.2009. (13) .....	112
Ilustración 29 Detalle chapa de continuidad.2009. (13) .....	114
Ilustración 30 Detalle rigidizador chapa de continuidad.2009. (13) .....	115



## Anexos

## 1. Cargas

Forjado Primero, Segundo y Tercero				Carga	$\gamma$	Carga Mayorada	
G	Forjado Unidireccional	4 kN/m <sup>2</sup>	5,5 kN/m <sup>2</sup>	10,5 kN/m <sup>2</sup>	1,35	7,425 kN/m <sup>2</sup>	14,925 kN/m <sup>2</sup>
	Solado	1,5 kN/m <sup>2</sup>					
	Tabiquería	0 kN/m <sup>2</sup>					
Q	Categoría C3		5 kN/m <sup>2</sup>		1,5	7,5 kN/m <sup>2</sup>	

Tabla 36 Cargas Forjado Primero, Segundo y Tercero

Forjado Cuarto				Carga	$\gamma$	Carga Mayorada	
G	Forjado Unidireccional	4 kN/m <sup>2</sup>	6,5 kN/m <sup>2</sup>	9,5 kN/m <sup>2</sup>	1,35	8,775 kN/m <sup>2</sup>	13,275 kN/m <sup>2</sup>
	Solado	1,5 kN/m <sup>2</sup>					
	Tabiquería	1 kN/m <sup>2</sup>					
Q	Categoría C1		3 kN/m <sup>2</sup>		1,5	4,5 kN/m <sup>2</sup>	

Tabla 37 Cargas Forjado Cuarto

Forjado Bajo Cubierta				Carga	$\gamma$	Carga Mayorada	
G	Forjado Unidireccional	4 kN/m <sup>2</sup>	7 kN/m <sup>2</sup>	8 kN/m <sup>2</sup>	1,35	9,45 kN/m <sup>2</sup>	10,95 kN/m <sup>2</sup>
	Faldón de teja sobre tablero y tabique conejero	3 kN/m <sup>2</sup>					
Q	Sobrecarga nieve(0,4) o Mantenimiento		1 kN/m <sup>2</sup>		1,5	1,5 kN/m <sup>2</sup>	

Tabla 38 Cargas Forjado Bajo Cubierta (4ª)

Planta Sótano		Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kN/m <sup>3</sup> )	Carga (kN)
	M1	0,53	3,15	3,7	6,17715	16	98,83
	M2	0,45	2,86	3,7	4,7619	16	76,19
	M3	0,3	15,1	3,7	16,761	16	268,2
	M4	0,3	11,65	3,7	12,9315	16	206,9
	M5	0,3	6,9	3,7	7,659	16	122,5
	M6	0,5	2	3,7	3,7	16	59,2
	M7	0,4	3,9	3,7	5,772	16	92,35
	M8	0,5	2	3,7	3,7	16	59,2
	M9	0,3	6,9	3,7	7,659	16	122,5
	M10	0,3	9,32	3,7	10,3452	16	165,5

Planta Baja	M11	0,3	18,7	4,05	22,7205	16	363,5
	M12	0,3	9,09	4,05	11,04435	16	176,7
	M13	0,3	6,9	4,05	8,3835	16	134,1
	M14	0,5	2	4,05	4,05	16	64,8
	M15	0,4	3,9	4,05	6,318	16	101,1
	M16	0,5	2	4,05	4,05	16	64,8
	M17	0,3	6,9	4,05	8,3835	16	134,1
	M18	0,3	9,09	4,05	11,04435	16	176,7
	M19	0,3	2,6	4,05	3,159	16	50,54
	M20	0,3	1,35	4,05	1,64025	16	26,24
	M21	0,3	3,27	4,05	3,97305	16	63,57
Planta Primera	M22	0,3	9,09	3,95	10,77165	16	172,3
	M23	0,3	18,7	3,95	22,1595	16	354,6
	M24	0,3	9,09	3,95	10,77165	16	172,3
	M25	0,3	6,9	3,95	8,1765	16	130,8
	M26	0,5	2	3,95	3,95	16	63,2
	M27	0,4	3,9	3,95	6,162	16	98,59
	M28	0,5	2	3,95	3,95	16	63,2
	M29	0,3	6,9	3,95	8,1765	16	130,8
Planta Segunda	M30	0,5	2	3,05	3,05	16	48,8
	M31	0,4	3,9	3,05	4,758	16	76,13
	M32	0,5	2	3,05	3,05	16	48,8

Tabla 39 Peso Muros Ladrillo Macizo

## 2. Datos Vigas Tipo Z

Tipo	Luz (m)	Àmbito (m)			Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)
Z34	5,15	1,8	1,81	3,61	10,5	14,925	37,905	53,87925
Z35	5,15	1,81	2,19	4	10,5	14,925	41,9475	59,625375
Z36	5,15	2,19	2,19	4,37	10,5	14,925	45,885	65,22225
Z37	5,15	2,19	1,43	3,61	10,5	14,925	37,905	53,87925
Z38	3,03	2,19	1,43	3,61	10,5	14,925	37,905	53,87925
Z39	2,26	2,19	1,43	3,61	10,5	14,925	37,905	53,87925
Z40	3,03	2,19	2,19	4,37	10,5	14,925	45,885	65,22225
Z41	2,26	2,19	2,19	4,37	10,5	14,925	45,885	65,22225
Z42	3,32	2,68	1,62	4,29	10,5	14,925	16,9575	24,103875
Z43	4,07	3,63	1,62	5,24	10,5	14,925	16,9575	24,103875
Z44	3,32	1,62	1,41	3,02	10,5	14,925	31,71	45,0735
Z45	4,07	1,62	1,41	3,02	10,5	14,925	14,7525	20,969625
Z46	2,26	1,81	2,19	4	10,5	14,925	22,9425	32,611125
Z47	3,03	1,81	2,19	4	10,5	14,925	22,9425	32,611125
Z48	3,03	0	1,81	1,81	10,5	14,925	19,005	27,01425

Tabla 40 Datos Vigas Existentes Forjado Primero

Tipo	Luz (m)	Ámbito (m)			Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)
Z21	5,15	1,74	1,74	3,47	10,5	14,925	18,22	25,89488
Z22	5,15	1,74	2,11	3,85	10,5	14,925	40,37	57,38663
Z23	5,15	2,11	2,11	4,22	10,5	14,925	44,31	62,9835
Z24	5,15	2,11	1,36	3,47	10,5	14,925	36,44	51,78975
Z25	3,03	2,11	1,36	3,47	10,5	14,925	36,44	51,78975
Z26	3,23	2,19	2,19	4,37	10,5	14,925	45,89	65,22225
Z27	3,23	1,81	2,19	4	10,5	14,925	41,95	59,62538
Z28	3,23	0	1,81	1,81	10,5	14,925	19,01	27,01425
Z29	3,32	2,68	1,62	4,29	10,5	14,925	45,05	64,02825
Z30	4,07	3,63	1,62	5,24	10,5	14,925	55,02	78,207
Z31	2,81	1,81	2,19	4	10,5	14,925	41,95	59,62538
Z32	2,81	4,37	0	4,37	10,5	14,925	45,89	65,22225
Z33	2,81	2,19	1,43	3,61	10,5	14,925	37,91	53,87925

Tabla 41 Datos Vigas Existentes Forjado Segundo

Tipo	Luz (m)	Àmbito (m)			Carga (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )	Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)
Z11	5,15	1,74	1,74	3,47	10,5	14,925	36,435	51,78975
Z12	5,15	1,74	2,11	3,85	10,5	14,925	40,3725	57,38663
Z13	5,15	2,11	2,11	4,22	10,5	14,925	44,31	62,9835
Z14	5,15	2,11	1,36	3,47	10,5	14,925	36,435	51,78975
Z15	3,03	2,11	1,36	3,47	10,5	14,925	36,435	51,78975
Z16	3,03	0,33	2,11	2,44	10,5	14,925	25,5675	36,34238
Z17	4,06	0,31	1,56	1,86	10,5	14,925	19,53	27,7605
Z18	3,32	0,31	1,56	1,86	10,5	14,925	19,53	27,7605
Z19	3,03	1,53	2,19	3,72	10,5	14,925	39,0075	55,44638
Z20	3,03	0	1,53	1,53	10,5	14,925	16,065	22,83525

Tabla 42 Datos Vigas Existentes Forjado Tercero

Tipo	Luz (m)	Ámbito (m)			Carga (kN/m <sup>2</sup> )		Carga Mayorada (kN/m <sup>2</sup> )		Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)
Z1	5,15	1,74	1,74	3,47	8	8	10,95	10,95	27,76	37,9965
Z2	3,03	1,74	1,74	3,47	8	8	10,95	10,95	27,76	37,9965
Z3	5,15	1,74	2,11	3,85	8	9,5	10,95	13,28	33,93	47,0085
Z4	3,03	1,74	0,31	2,04	8	9,5	10,95	13,28	16,78	23,04713
Z5	5,15	2,11	2,11	4,22	9,5	8	13,28	10,95	36,93	51,11475
Z6	3,03	0,31	2,11	2,42	9,5	8	13,28	10,95	19,78	27,15338
Z7	5,15	2,11	1,36	3,47	8	8	10,95	10,95	27,76	37,9965
Z8	3,03	2,11	1,36	3,47	8	8	10,95	10,95	27,76	37,9965
Z9	4,07	0,3	0,69	0,98	9,5	9,5	13,28	13,28	9,31	13,0095
Z10	4,22	0,69	0	0,69	9,5	0	13,28	0	6,508	9,093375

Tabla 43 Datos Vigas Existentes Forjado Cuarto

## 3. E.L.U. Vigas Existentes

Tipo	Longitud (m)	Carga Lineal sobre la viga Mayorada (kN/m)	Cortante (kN)	Momento (kN*m)	Módulo Resistente Elástico, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Perfil Estructural Tipo IPN	Módulo Resistente Elástico del IPN, Wy. (cm <sup>3</sup> )	Área de Cortante, Avz. (cm <sup>2</sup> )	Comprobación a cortante $V < (Avz * fy_d) / \sqrt{3}$
T	L	Q*	V	M	Wy	IPN	Wy-IPN	Avz-IPN	$V < (Avz * fy_d) / \sqrt{3}$
Z1	5,15	37,9965	97,84	125,97	480,99	280	542,1	30,18	456,345851
Z2	3,03	37,9965	57,56	43,605	166,5	200	214	16,03	242,386481
Z3	5,15	47,0085	121	155,85	595,07	300	653,3	34,58	522,877387
Z4	3,03	23,04713	34,92	26,449	100,99	160	116,9	10,83	163,758302
Z5	5,15	51,11475	131,6	169,46	647,05	300	653,3	34,58	522,877387
Z6	3,03	27,15338	41,14	31,162	118,98	180	161,1	13,35	201,862727
Z7	5,15	37,9965	97,84	125,97	480,99	280	542,1	30,18	456,345851
Z8	3,03	37,9965	57,56	43,605	166,5	200	214	16,03	242,386481
Z9	4,07	13,0095	26,47	26,938	102,85	160	116,9	10,83	163,758302
Z10	4,22	9,093375	19,19	20,242	77,29	140	81,9	8,65	130,794951
Z11	5,15	51,78975	133,4	171,7	655,59	320	781,9	39,26	593,642747
Z12	5,15	57,38663	147,8	190,25	726,44	320	781,9	39,26	593,642747
Z13	5,15	62,9835	162,2	208,81	797,29	340	923,5	44,27	669,397973
Z14	5,15	51,78975	133,4	171,7	655,59	320	781,9	39,26	593,642747
Z15	3,03	51,78975	78,46	59,435	226,94	220	278,2	19,06	288,202516
Z16	3,03	36,34238	55,06	41,707	159,25	180	161,1	13,35	201,862727
Z17	4,06	27,7605	56,35	57,199	218,4	220	278,2	19,06	288,202516



Z18	3,32	27,7605	46,08	38,248	146,04	180	161,1	13,35	201,862727
Z19	5,15	25,89488	66,68	85,85	327,8	240	354,2	22,33	337,647543
Z20	5,15	57,38663	147,8	190,25	726,44	320	781,9	39,26	593,642747
Z21	5,15	62,9835	162,2	208,81	797,29	340	923,5	44,27	669,397973
Z22	5,15	51,78975	133,4	171,7	655,59	320	781,9	39,26	593,642747
Z23	3,03	51,78975	78,46	59,435	226,94	220	278,2	19,06	288,202516
Z24	3,03	36,04388	54,61	41,364	157,94	180	161,1	13,35	201,862727
Z25	4,07	27,7605	56,49	57,481	219,48	220	278,2	19,06	288,202516
Z26	3,32	27,7605	46,08	38,248	146,04	180	161,1	13,35	201,862727
Z27	5,15	51,78975	133,4	171,7	655,59	320	781,9	39,26	593,642747
Z28	5,15	57,38663	147,8	190,25	726,44	320	781,9	39,26	593,642747
Z29	5,15	62,9835	162,2	208,81	797,29	340	923,5	44,27	669,397973
Z30	5,15	51,78975	133,4	171,7	655,59	320	781,9	39,26	593,642747
Z31	3,03	51,78975	78,46	59,435	226,94	220	278,2	19,06	288,202516
Z32	3,03	36,04388	54,61	41,364	157,94	180	161,1	13,35	201,862727
Z33	2,26	51,78975	58,52	33,065	126,25	180	161,1	13,35	201,862727
Z34	2,26	36,04388	40,73	23,012	87,866	160	116,9	10,83	163,758302
Z35	4,07	23,80538	48,44	49,292	188,21	200	214	16,03	242,386481
Z36	3,32	23,80538	39,52	32,799	125,23	180	161,1	13,35	201,862727
Z37	4,07	17,46225	35,54	36,158	138,06	180	161,1	13,35	201,862727
Z38	3,32	41,26763	68,5	56,859	217,1	220	278,2	19,06	288,202516

Tabla 44 E.L.U. Vigas Existentes (Z)

## 4. E.L.S. Vigas Existentes

Tipo	Longitud (m)	Carga Lineal sobre la viga (kN/m)	Perfil tipo IPN	Inercia del Perfil (cm <sup>4</sup> )	Flecha (m)	Flecha Máxima para L/300	Diferencia de Flechas	Inercia Necesaria para Flecha < L/300	Perfil tipo IPN
Z1	5,15	27,76	320	12510	0,01	0,01717	0,0070042		
Z2	3,03	27,76	220	3060	0,005	0,0101	0,0051217		
Z3	5,15	33,925	340	15700	0,01	0,01717	0,0072707		
Z4	3,03	16,7775	180	1450	0,006	0,0101	0,0037505		
Z5	5,15	36,925	360	19610	0,009	0,01717	0,0085432		
Z6	3,03	19,7775	200	2140	0,005	0,0101	0,0050285		
Z7	5,15	27,76	320	12510	0,01	0,01717	0,0070042		
Z8	3,03	27,76	220	3060	0,005	0,0101	0,0051217		
Z9	4,07	9,31	180	1450	0,011	0,01357	0,0020965		
Z10	4,22	6,5075	160	935	0,014	0,01407	-0,000303	955,17197	180
Z11	5,15	36,435	360	19610	0,009	0,01717	0,0086577		
Z12	5,15	40,3725	360	19610	0,009	0,01717	0,0077381		
Z13	5,15	44,31	380	24010	0,008	0,01717	0,0087149		
Z14	5,15	36,435	340	15700	0,011	0,01717	0,0065385		
Z15	3,03	36,435	240	4250	0,005	0,0101	0,0053955		
Z16	3,03	25,5675	220	3060	0,005	0,0101	0,0055149		
Z17	4,06	19,53	240	4250	0,008	0,01353	0,0054045		
Z18	3,32	19,53	220	3060	0,005	0,01107	0,0060184		
Z19	5,15	18,2175	280	7590	0,011	0,01717	0,0061745		
Z20	5,15	40,3725	360	19610	0,009	0,01717	0,0077381		
Z21	5,15	44,31	380	24010	0,008	0,01717	0,0087149		
Z22	5,15	36,435	360	19610	0,009	0,01717	0,0086577		
Z23	3,03	36,435	240	4250	0,005	0,0101	0,0053955		
Z24	3,03	25,3575	220	3060	0,005	0,0101	0,0055526		

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

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

Z25	4,07	19,53	240	4250	0,008	0,01357	0,0053575		
Z26	3,32	19,53	220	3060	0,005	0,01107	0,0060184		
Z27	5,15	36,435	360	19610	0,009	0,01717	0,0086577		
Z28	5,15	40,3725	360	19610	0,009	0,01717	0,0077381		
Z29	5,15	44,31	380	24010	0,008	0,01717	0,0087149		
Z30	5,15	36,435	360	19610	0,009	0,01717	0,0086577		
Z31	3,03	36,435	240	4250	0,005	0,0101	0,0053955		
Z32	3,03	25,3575	220	3060	0,005	0,0101	0,0055526		
Z33	2,26	36,435	200	2140	0,003	0,00753	0,0046417		
Z34	2,26	25,3575	180	1450	0,003	0,00753	0,0045632		
Z35	4,07	16,7475	220	3060	0,01	0,01357	0,0037895		
Z36	3,32	16,7475	200	2140	0,006	0,01107	0,0048766		
Z37	4,07	12,285	200	2140	0,01	0,01357	0,0033114		
Z38	3,32	29,0325	240	4250	0,005	0,01107	0,0056634		

Tabla 45 E.L.S. Vigas Existentes (Z)

## 5. Planos

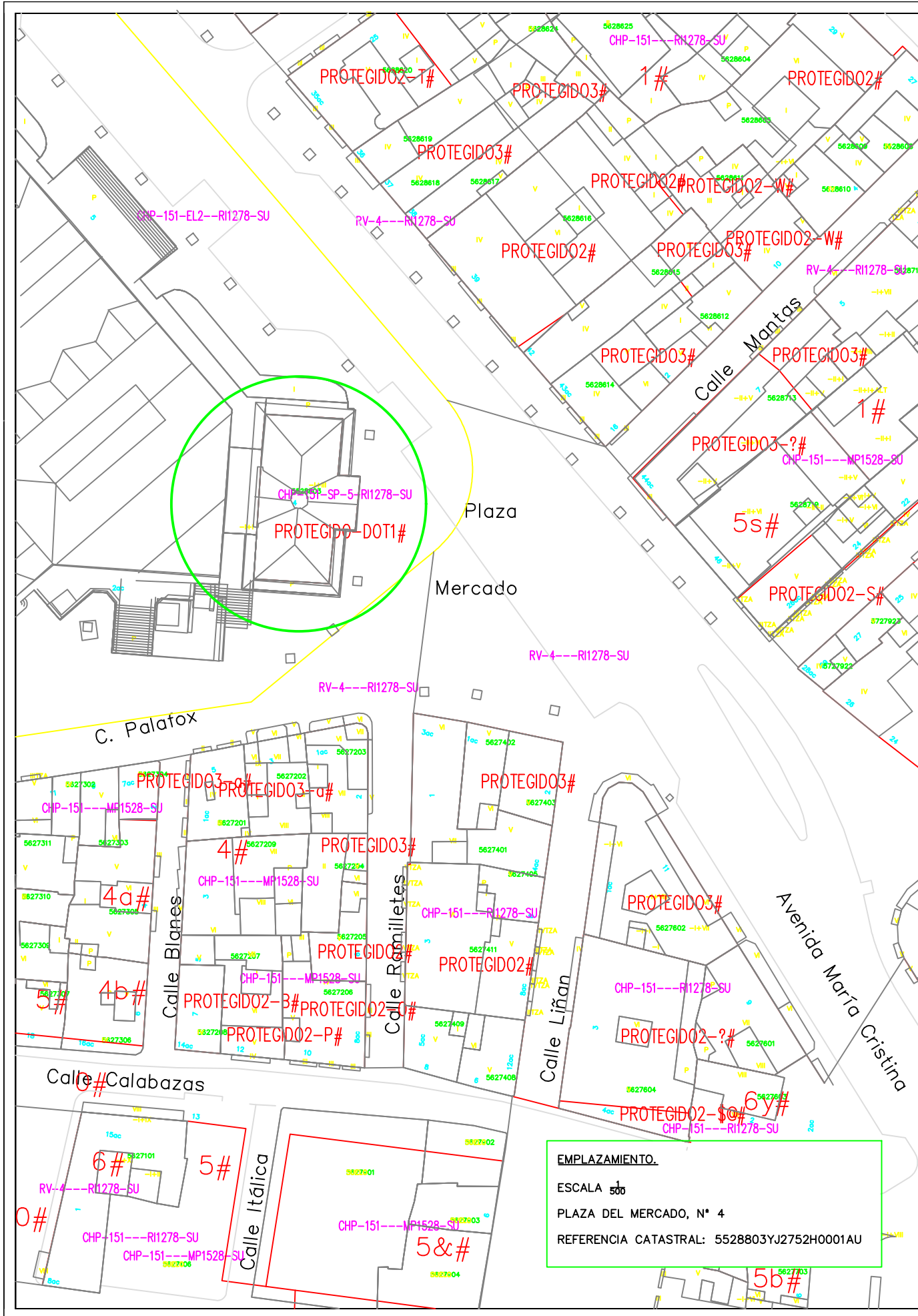
1. Situación y Emplazamiento
2. Distribución Planta Sótano
3. Distribución Planta Baja
4. Distribución Planta Primera
5. Distribución Planta Segunda
6. Distribución Planta Tercera
7. Cubierta
8. Alzado Este y Norte
9. Alzado Oeste y Sur
10. Secciones Transversales y Longitudinales
11. Demolición Distribución Planta Sótano
12. Demolición Distribución Planta Baja
13. Demolición Distribución Planta Primera
14. Demolición Distribución Planta Segunda
15. Estructura Forjado Primero
16. Estructura Forjado Segundo
17. Estructura Forjado Tercero
18. Estructura Forjado Cuarto
19. Demoliciones Estructura Forjado Primero
20. Demoliciones Estructura Forjado Segundo
21. Demoliciones Estructura Forjado Tercero
22. Demoliciones Estructura Forjado Cuarto
23. Ejecución Nueva Estructura Forjado Primero
24. Ejecución Nueva Estructura Forjado Segundo
25. Ejecución Nueva Estructura Forjado Tercero
26. Refuerzo Vigas Estructura Forjado Primero
27. Refuerzo Vigas Estructura Forjado Segundo
28. Refuerzo Vigas Estructura Forjado Tercero

Trabajo Fin de Grado Sara Boullosa Abril

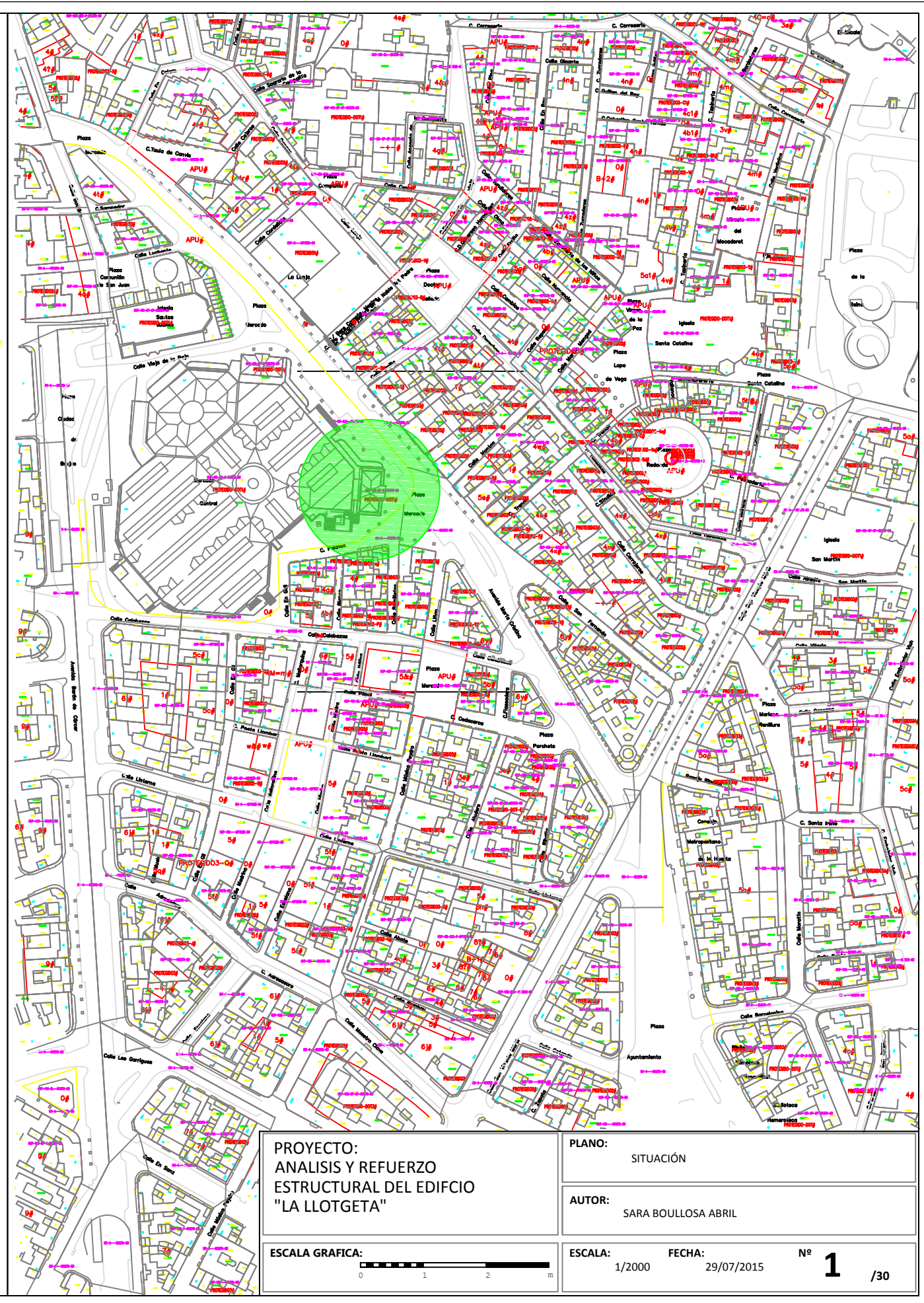
Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

29. Refuerzo Vigas Estructura Forjado Cuarto
30. Refuerzo Cimentación





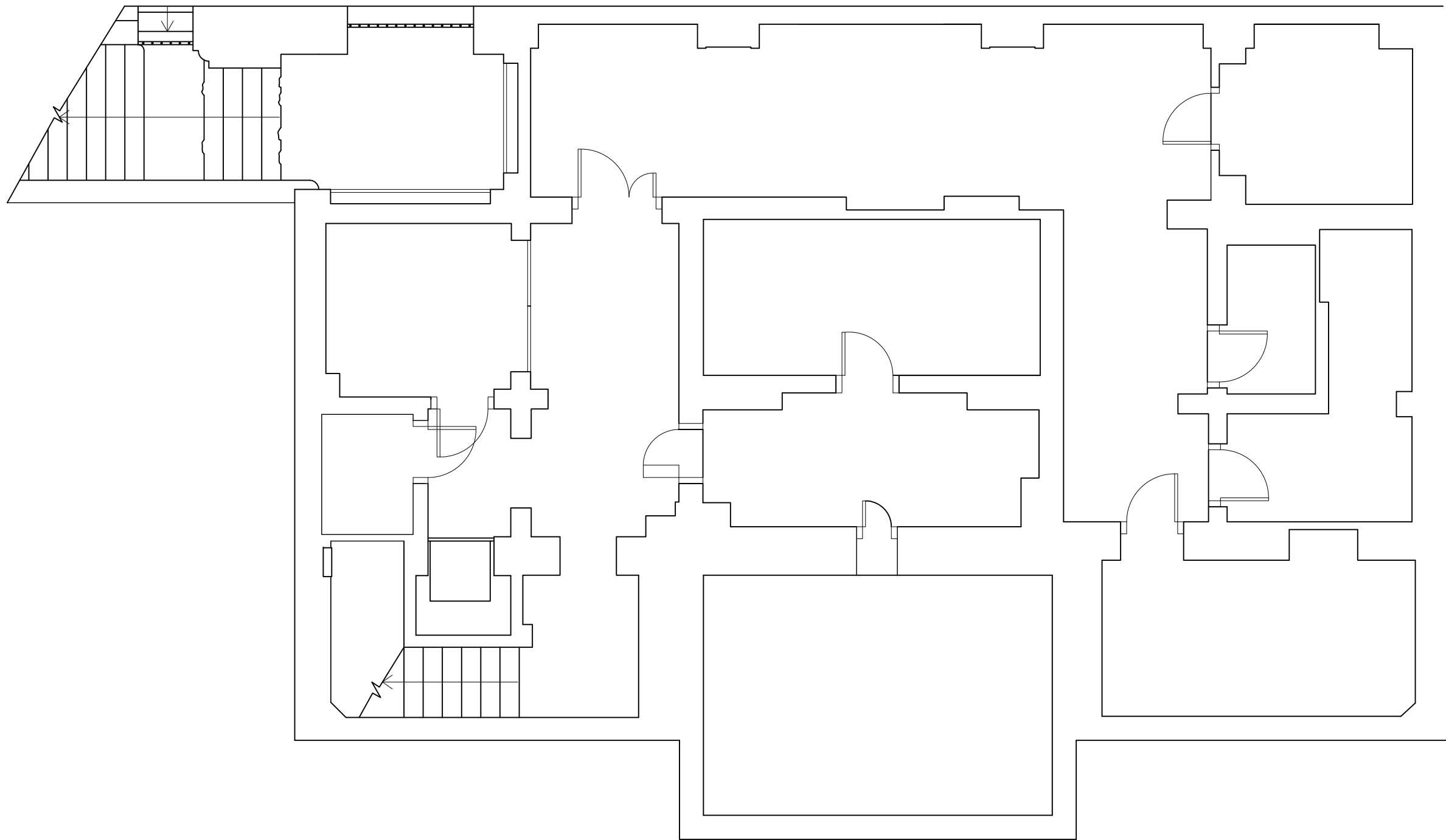
**EMPLAZAMIENTO.**  
 ESCALA 500  
 PLAZA DEL MERCADO, N° 4  
 REFERENCIA CATASTRAL: 5528803YJ2752H0001AU

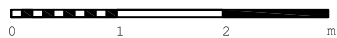


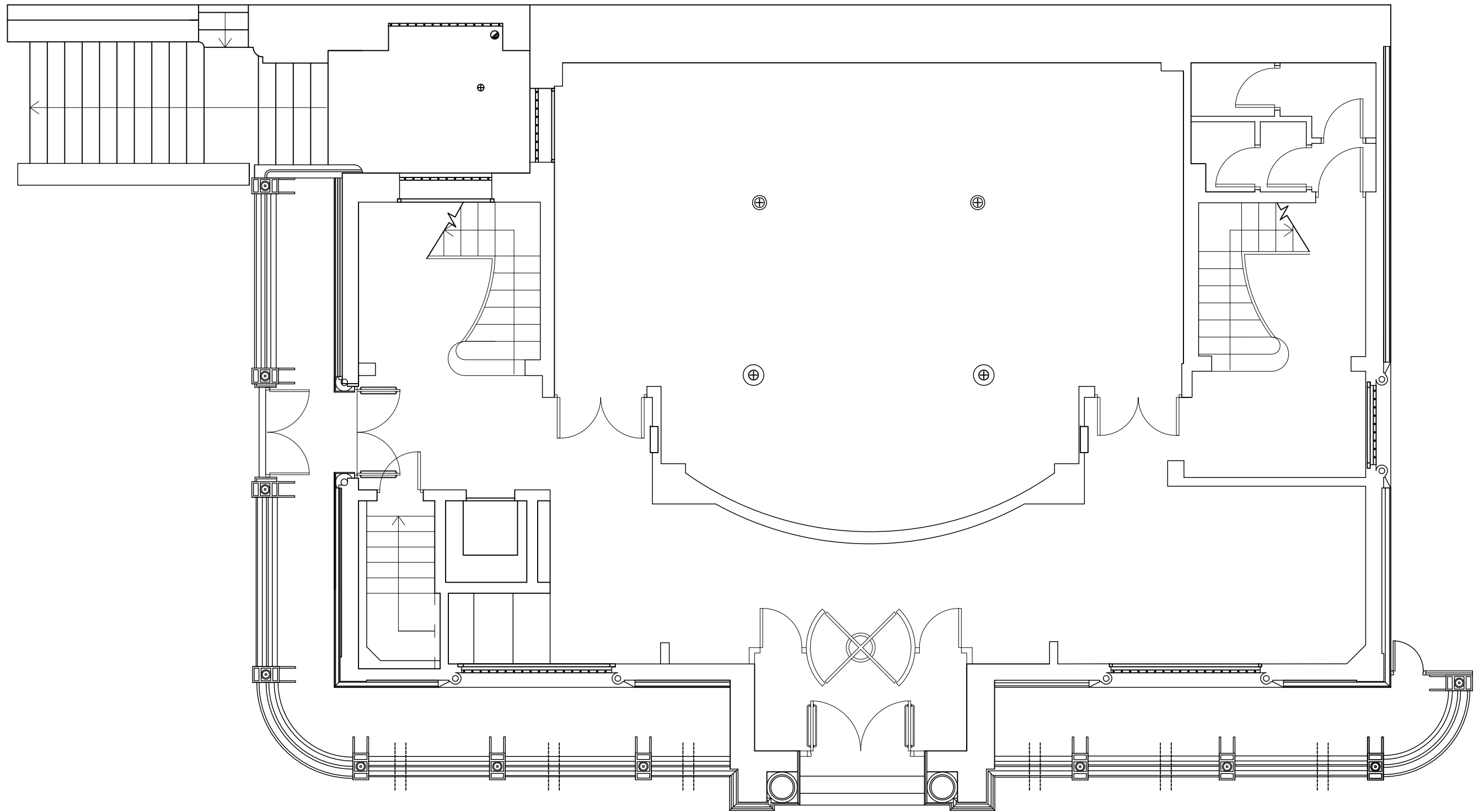
**PROYECTO:**  
 ANALISIS Y REFUERZO  
 ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
 "LA LLOTGETA"

**ESCALA GRAFICA:**  
 0 1 2 m

**PLANO:** SITUACIÓN  
**AUTOR:** SARA BOULLOSA ABRIL  
**ESCALA:** 1/2000  
**FECHA:** 29/07/2015  
**Nº 1** /30

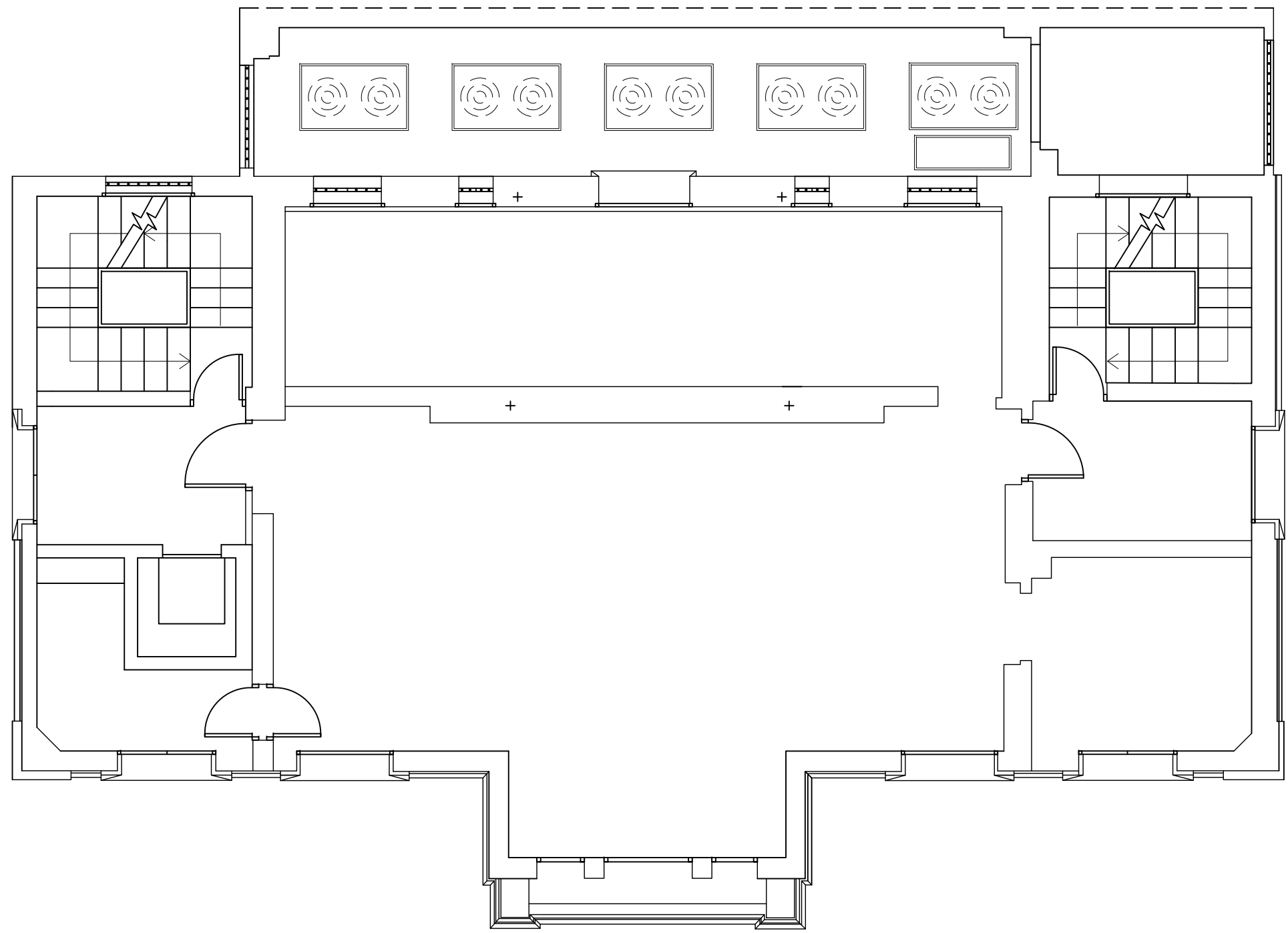


<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS Y REFUERZO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA LLOTGETA"	<b>PLANO:</b> DISTRIBUCIÓN PLANTA SÓTANO
	<b>AUTOR:</b> JORGE GARCÍA VALLDECABRES
<b>ESCALA GRAFICA:</b> 	<b>ESCALA:</b> 1/75 <b>FECHA:</b> 29/07/2015 <b>Nº</b> 2 /30

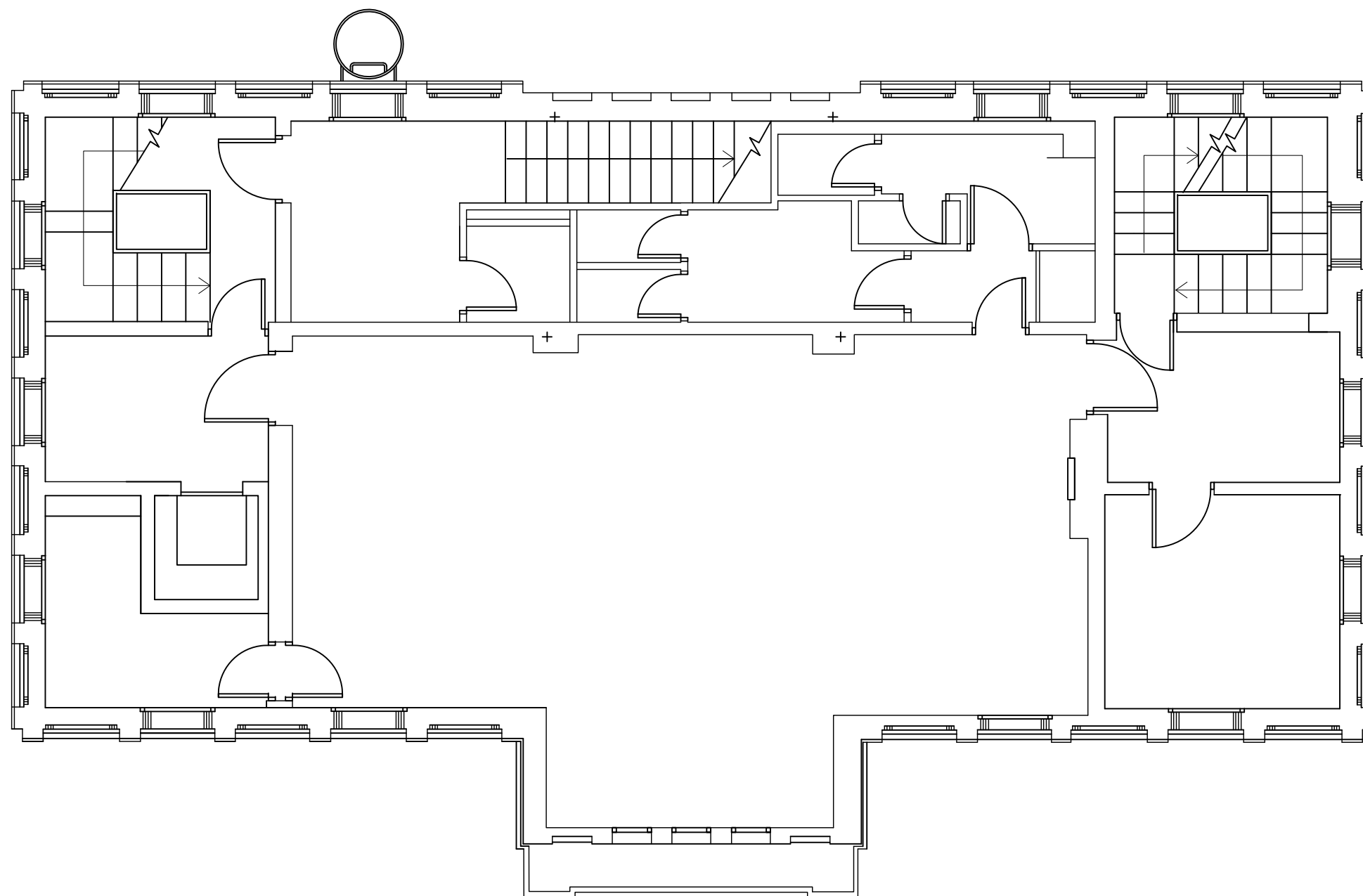


<b>PROYECTO:</b> ANALISIS Y REFUERZO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA LLOTGETA"	<b>PLANO:</b> DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA
	<b>AUTOR:</b> JORGE GARCIA VALLDECABRES
<b>ESCALA GRAFICA:</b> 	<b>ESCALA:</b> 1/75 <b>FECHA:</b> 29/07/2015 <b>Nº</b> 3 /30





<b>PROYECTO:</b> ANALISIS Y REFUERZO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA LLOTGETA"	<b>PLANO:</b> DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA
	<b>AUTOR:</b> JORGE GARCIA VALLDECABRES
<b>ESCALA GRAFICA:</b> 	<b>ESCALA:</b> 1/75 <b>FECHA:</b> 29/07/2015 <b>Nº</b> 4 /30



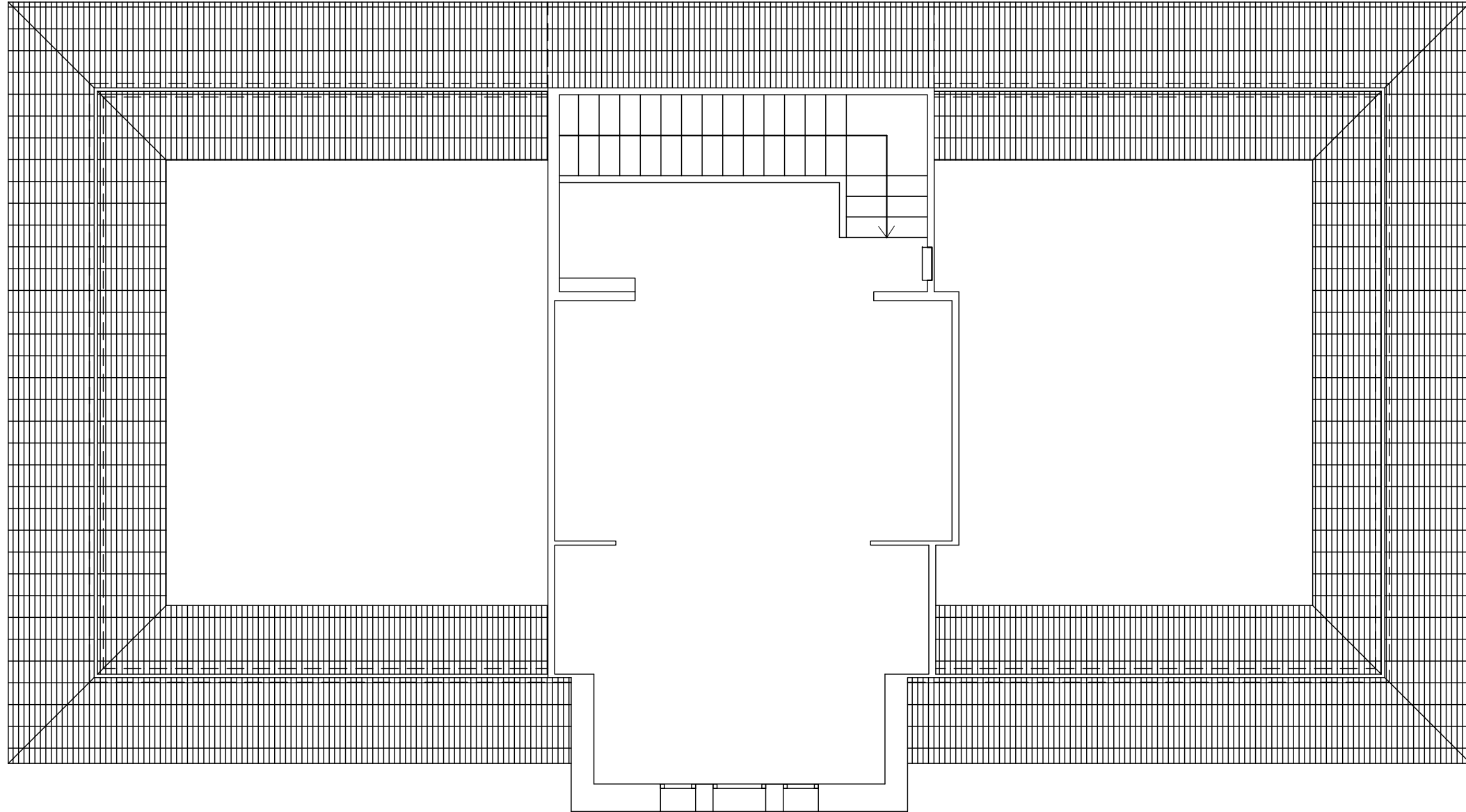
PROYECTO:  
ANÁLISIS Y REFUERZO  
ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA  
LLOTGETA"

PLANO:  
DISTRIBUCIÓN PLANTA SEGUNDA

AUTOR:  
JORGE GARCIA VALLDECABRES



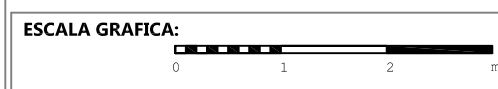
ESCALA: 1/75      FECHA: 29/07/2015      Nº **5** /30



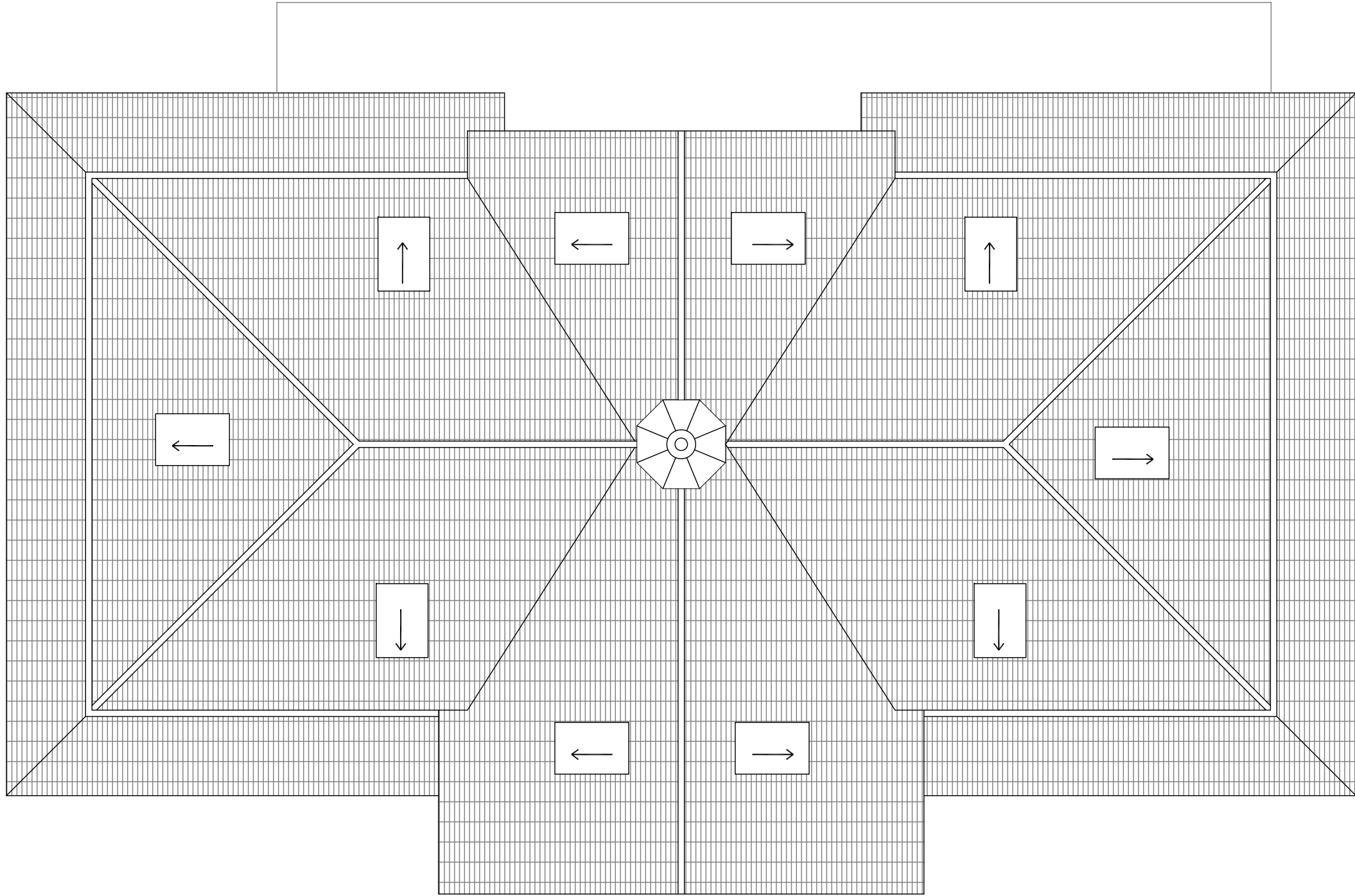
PROYECTO:  
ANÁLISIS Y REFUERZO  
ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA  
LLOTGETA"

PLANO:  
DISTRIBUCIÓN PLANTA TERCERA

AUTOR:  
JORGE GARCIA VALLDECABRES



ESCALA: 1/75      FECHA: 29/07/2015      Nº **6** /30



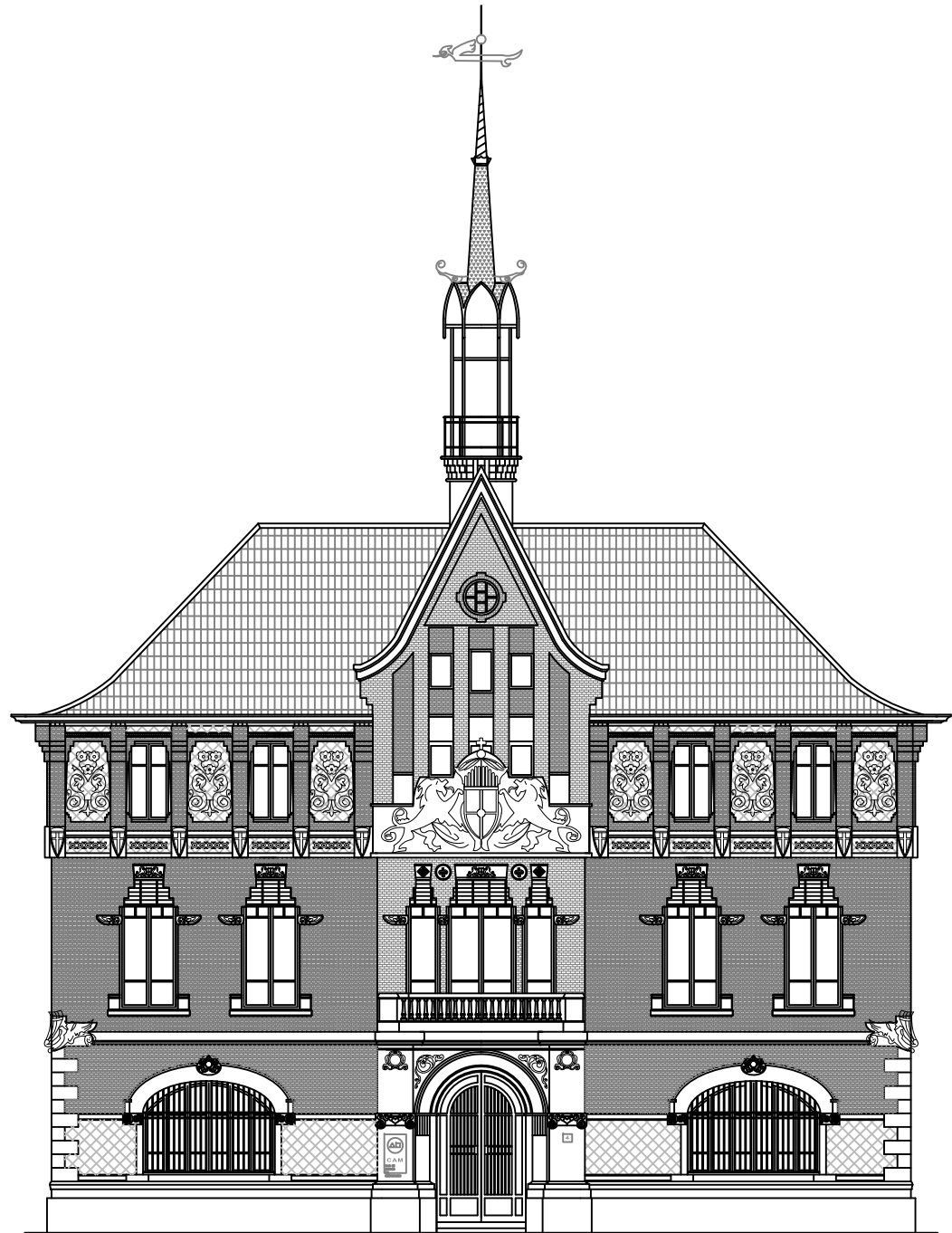
PROYECTO:  
 ANALISIS Y REFUERZO  
 ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA  
 LLOTGETA"

PLANO:  
 CUBIERTA

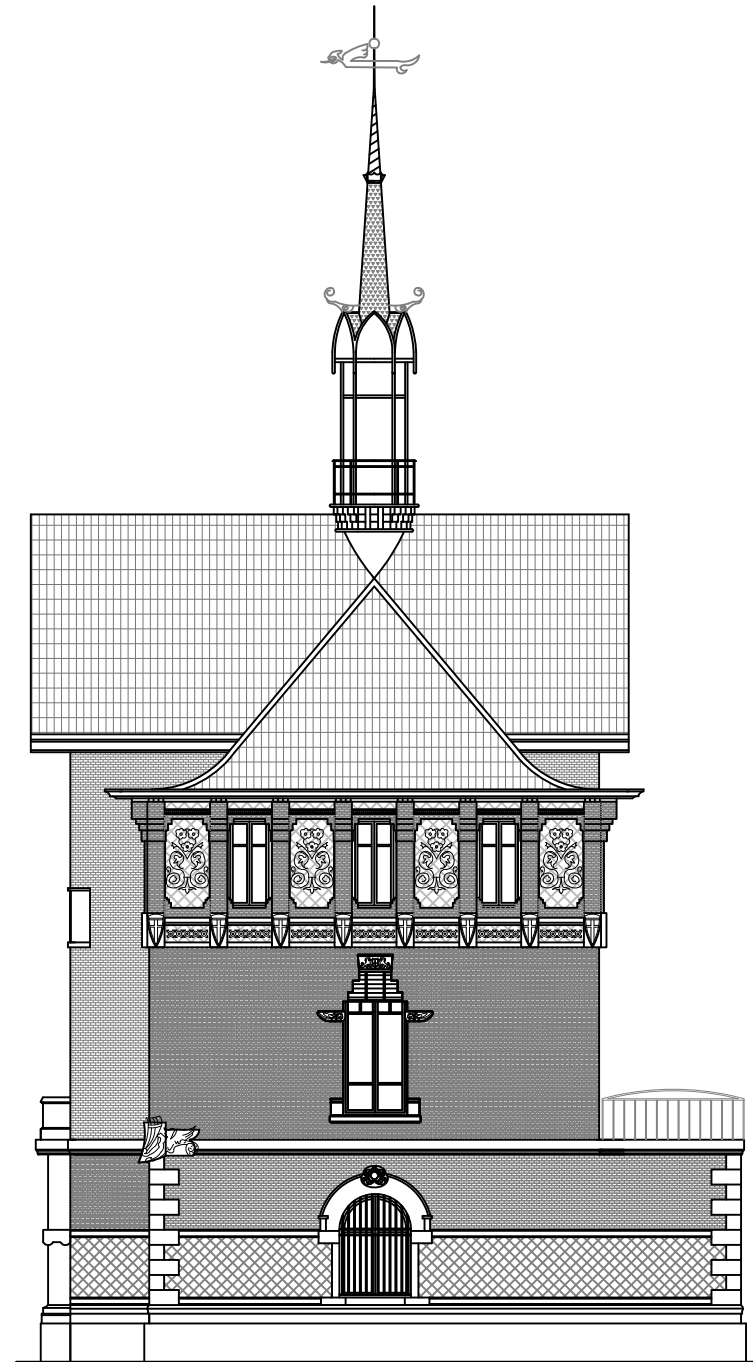
AUTOR:  
 JORGE GARCIA VALLDECABRES

ESCALA GRAFICA:

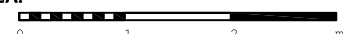
ESCALA: 1/75      FECHA: 29/07/2015      Nº **7** /30

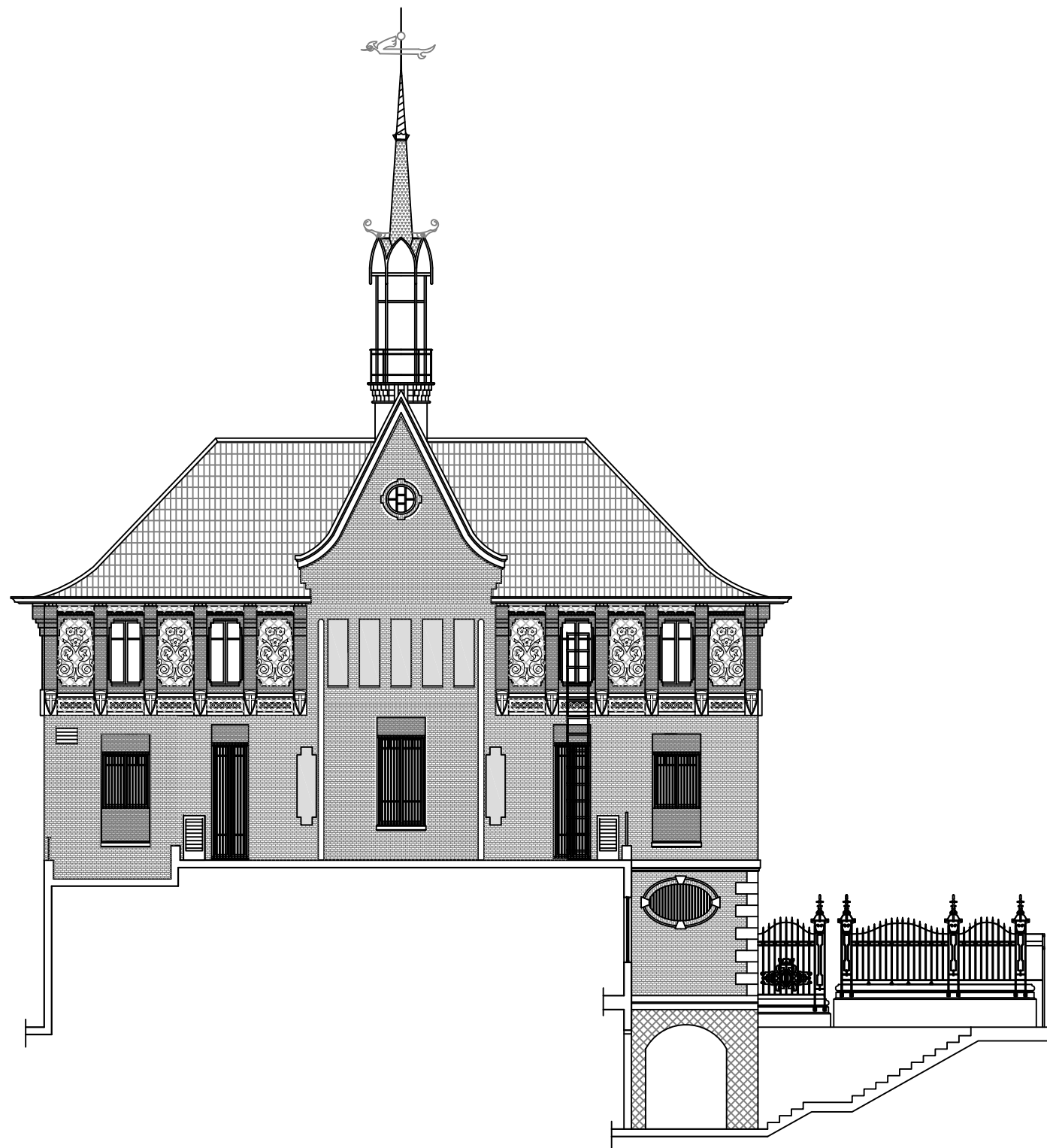


ALZADO ESTE

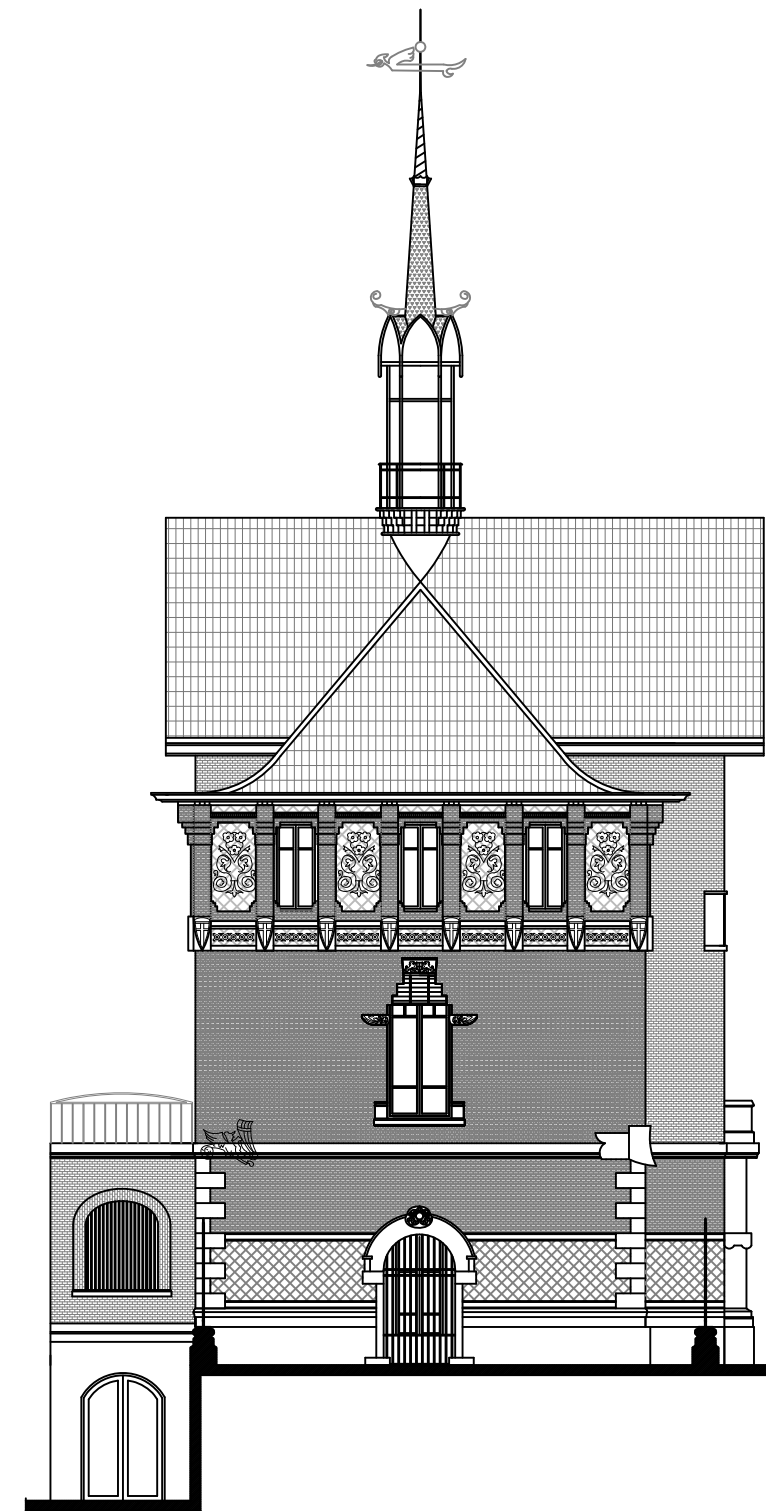


ALZADO NORTE

<p>PROYECTO: ANALISIS Y REFUERZO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA LLOTGETA"</p>	<p>PLANO: ALZADOS ESTE Y NORTE</p>
<p>ESCALA GRAFICA: 0 1 2 m</p> 	<p>AUTOR: JORGE GARCIA VALLDECABRES</p> <p>ESCALA: 1/150      FECHA: 29/07/2015      Nº 8 /30</p>

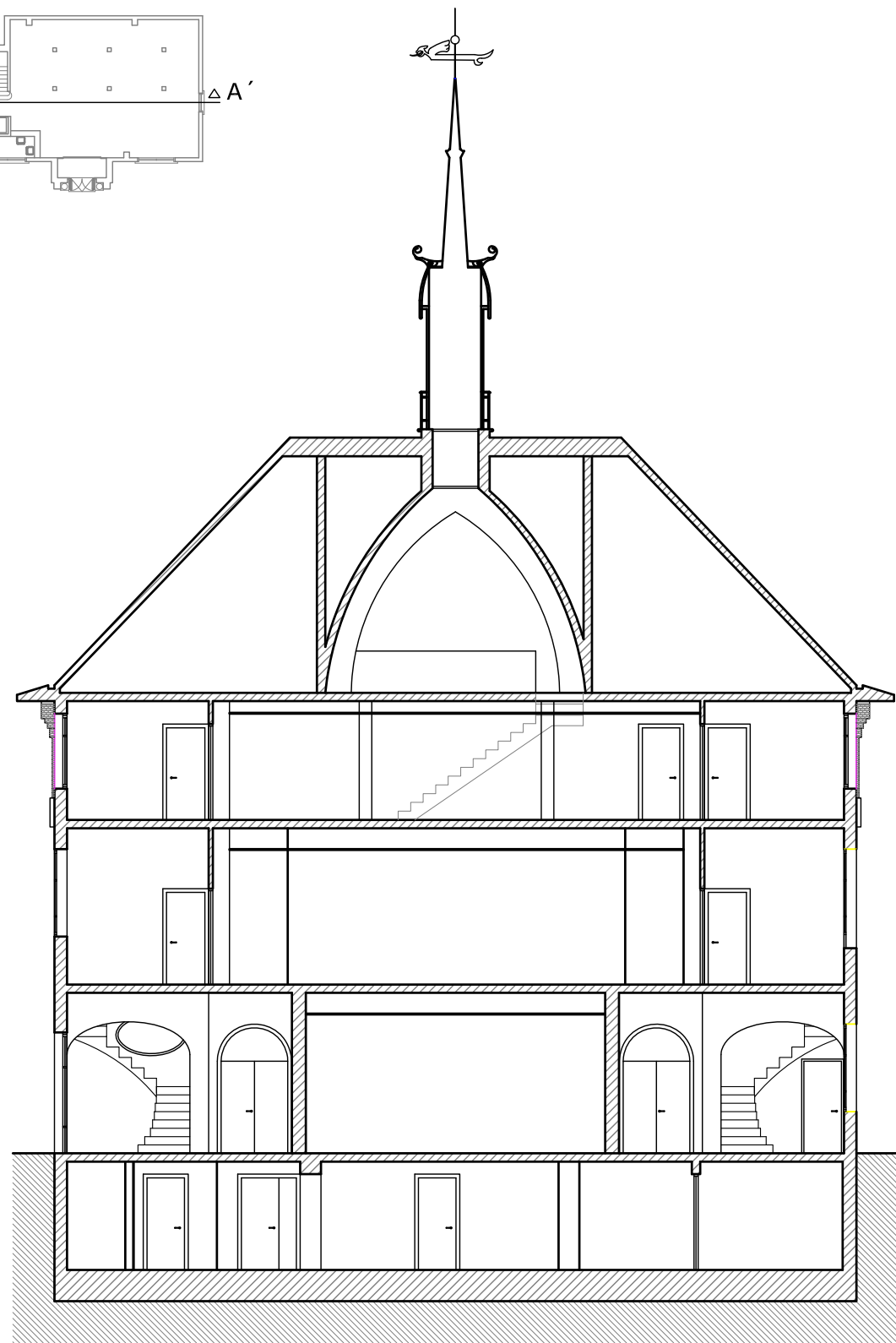
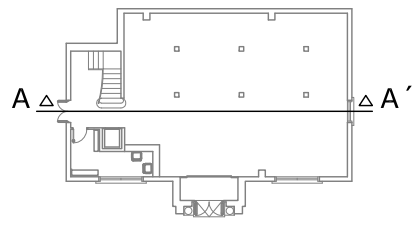
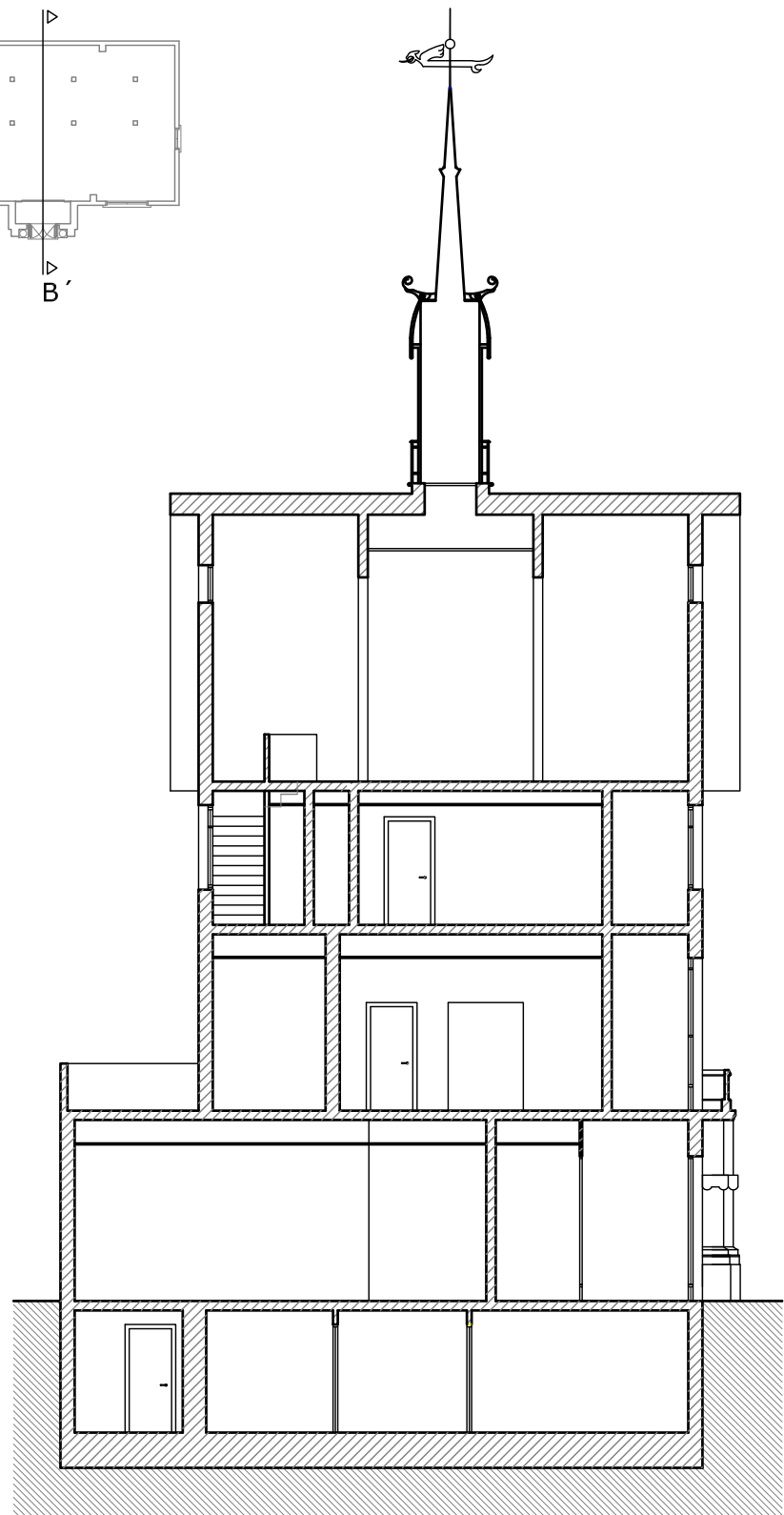
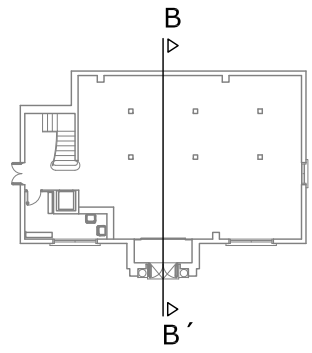


ALZADO OESTE



ALZADO SUR

<p>PROYECTO: ANÁLISIS Y REFUERZO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA LLOTGETA"</p>	<p>PLANO: ALZADOS OESTE Y SUR</p>
<p>ESCALA GRÁFICA: 0 1 2 m</p>	<p>AUTOR: JORGE GARCIA VALLDECABRES</p>
<p>ESCALA: 1/150</p>	<p>FECHA: 29/07/2015 Nº 9 /30</p>



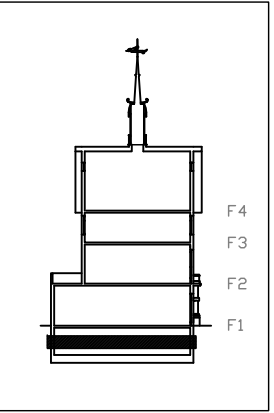
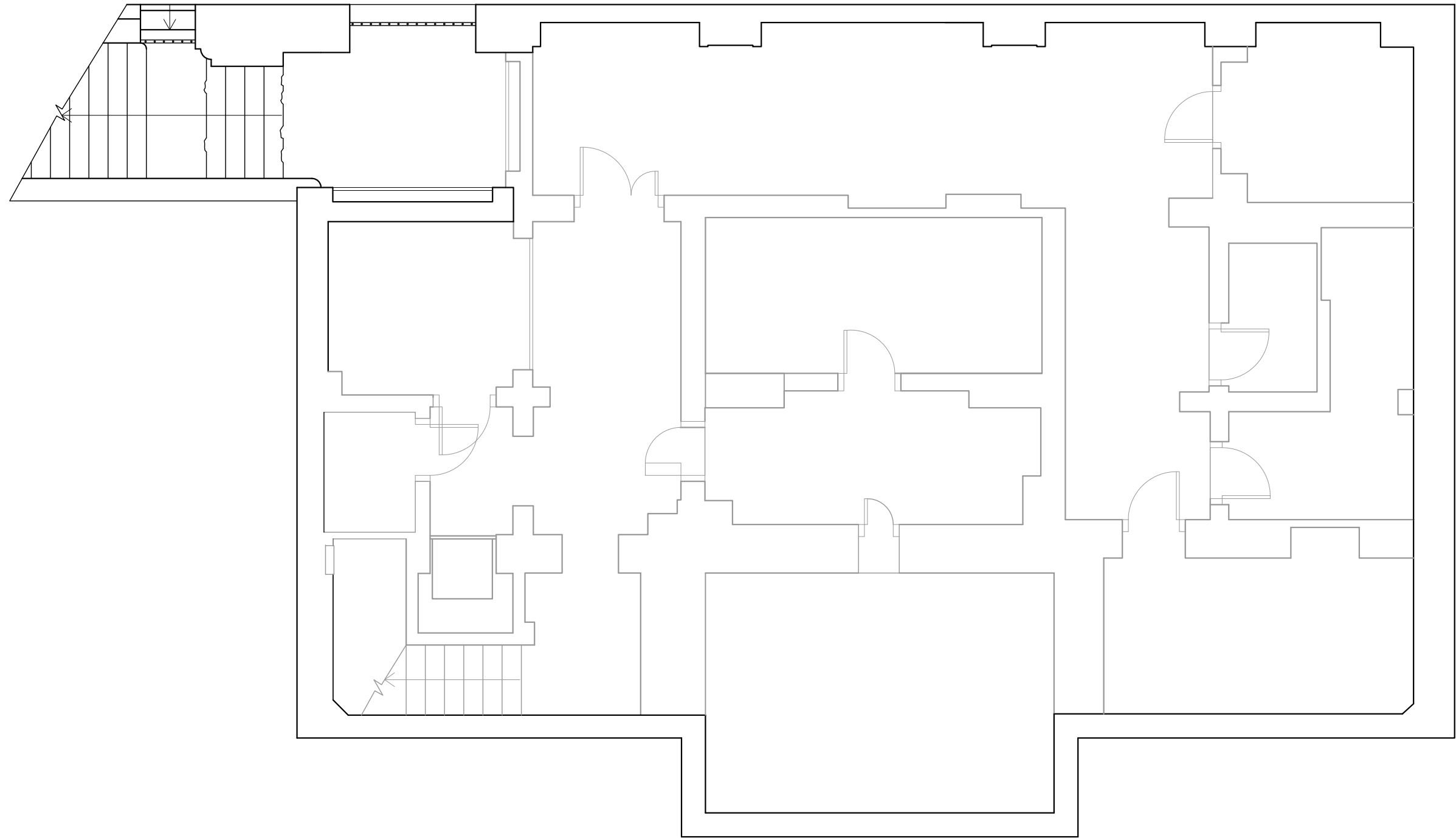
**PROYECTO:**  
 ANALISIS Y REFUERZO  
 ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
 "LA LLOTGETA"

**PLANO:**  
 ESTADO ACTUAL: SECCION TRANSVERSAL Y  
 LONGITUDINAL

**AUTOR:**  
 JORGE GARCIA VALLDECABRES

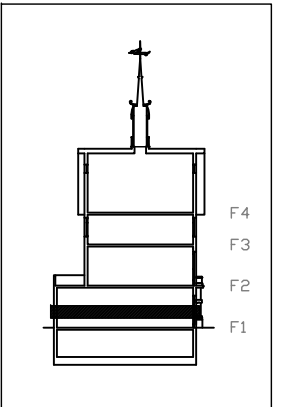
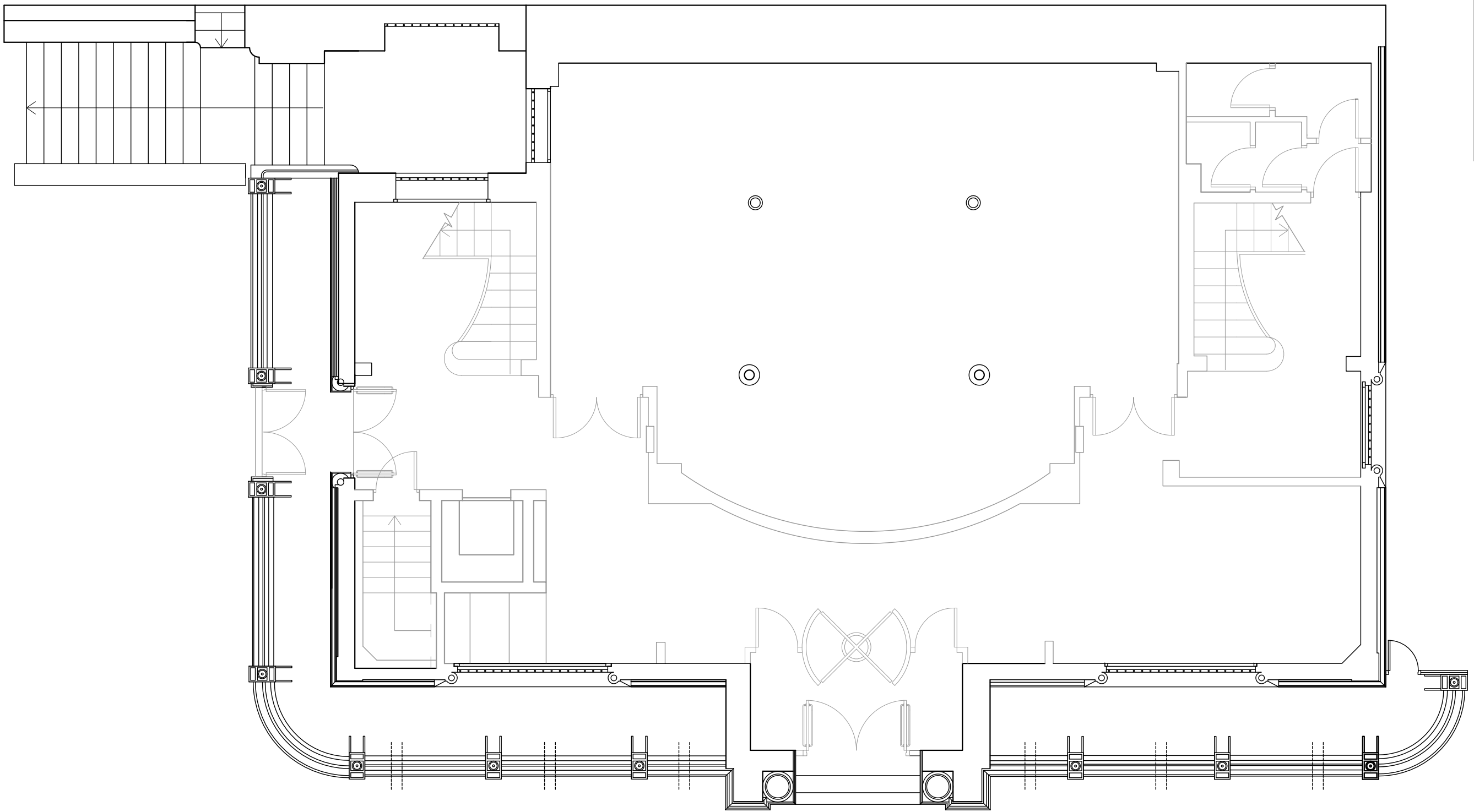


**ESCALA:** 1/150      **FECHA:** 29/07/2015      **Nº** 10 /30

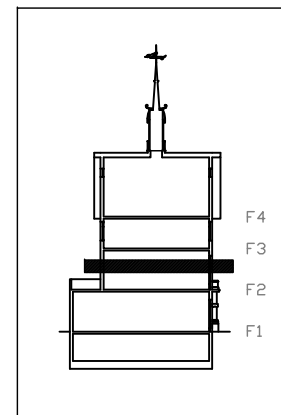
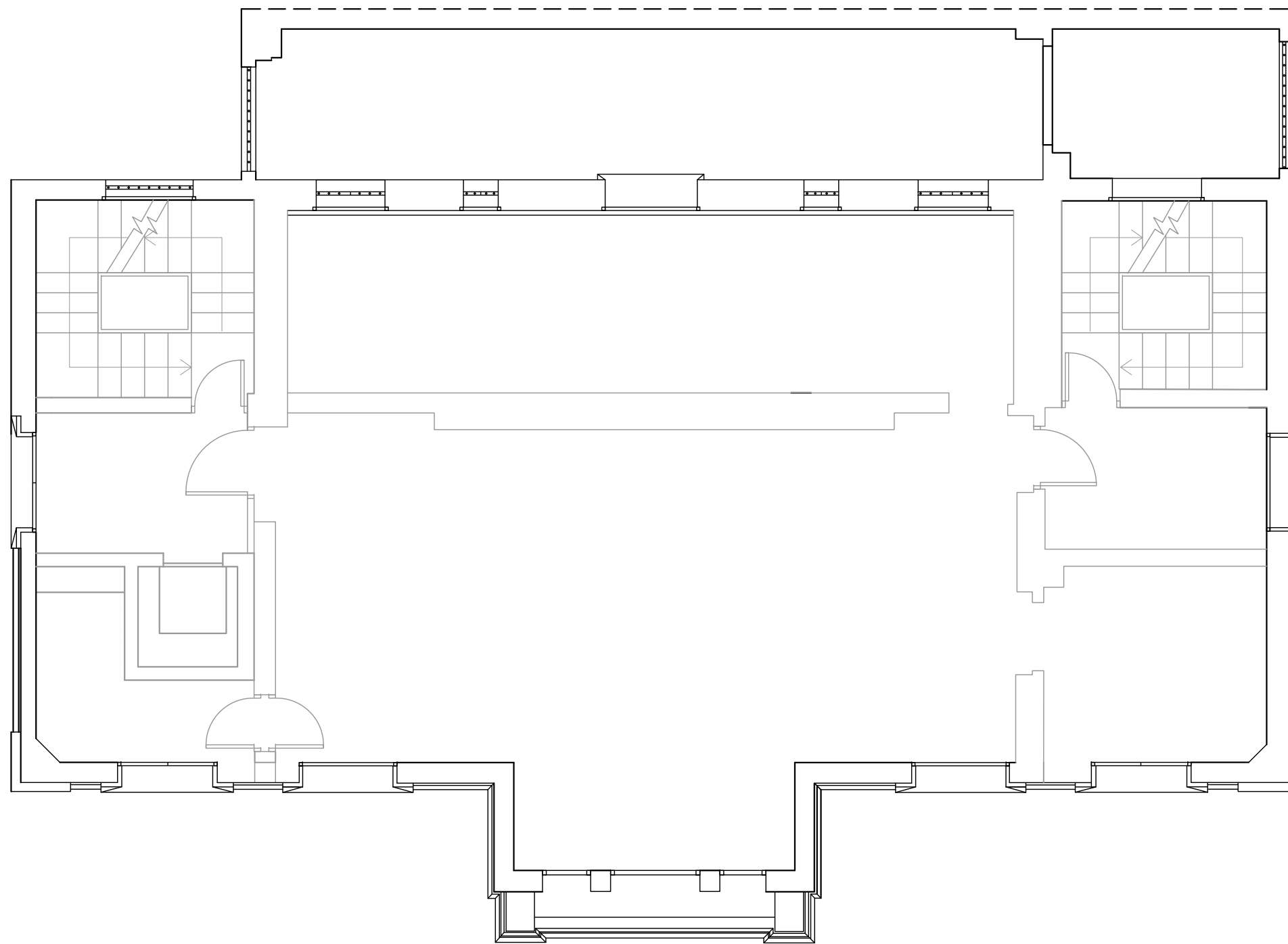


<b>PROYECTO:</b> ANALISIS Y REFUERZO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA LLOTGETA"	<b>PLANO:</b> DEMOLICIONES DISTRIBUCIÓN PLANTA SÓTANO
	<b>AUTOR:</b> SARA BOULLOSA ABRIL
<b>ESCALA GRAFICA:</b> 	<b>ESCALA:</b> 1/75 <b>FECHA:</b> 29/07/2015 <b>Nº</b> <b>11</b> /30





<b>PROYECTO:</b> ANALISIS Y REFUERZO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA LLOTGETA"	<b>PLANO:</b> DEMOLICIONES DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA
	<b>AUTOR:</b> SARA BOULLOSA ABRIL
<b>ESCALA GRAFICA:</b> 	<b>ESCALA:</b> 1/75 <b>FECHA:</b> 29/07/2015 <b>Nº</b> 12 /30



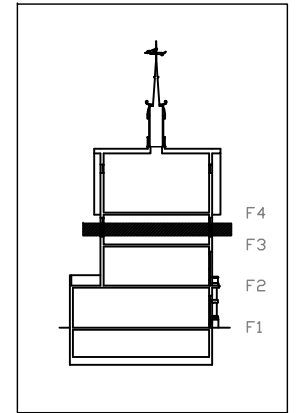
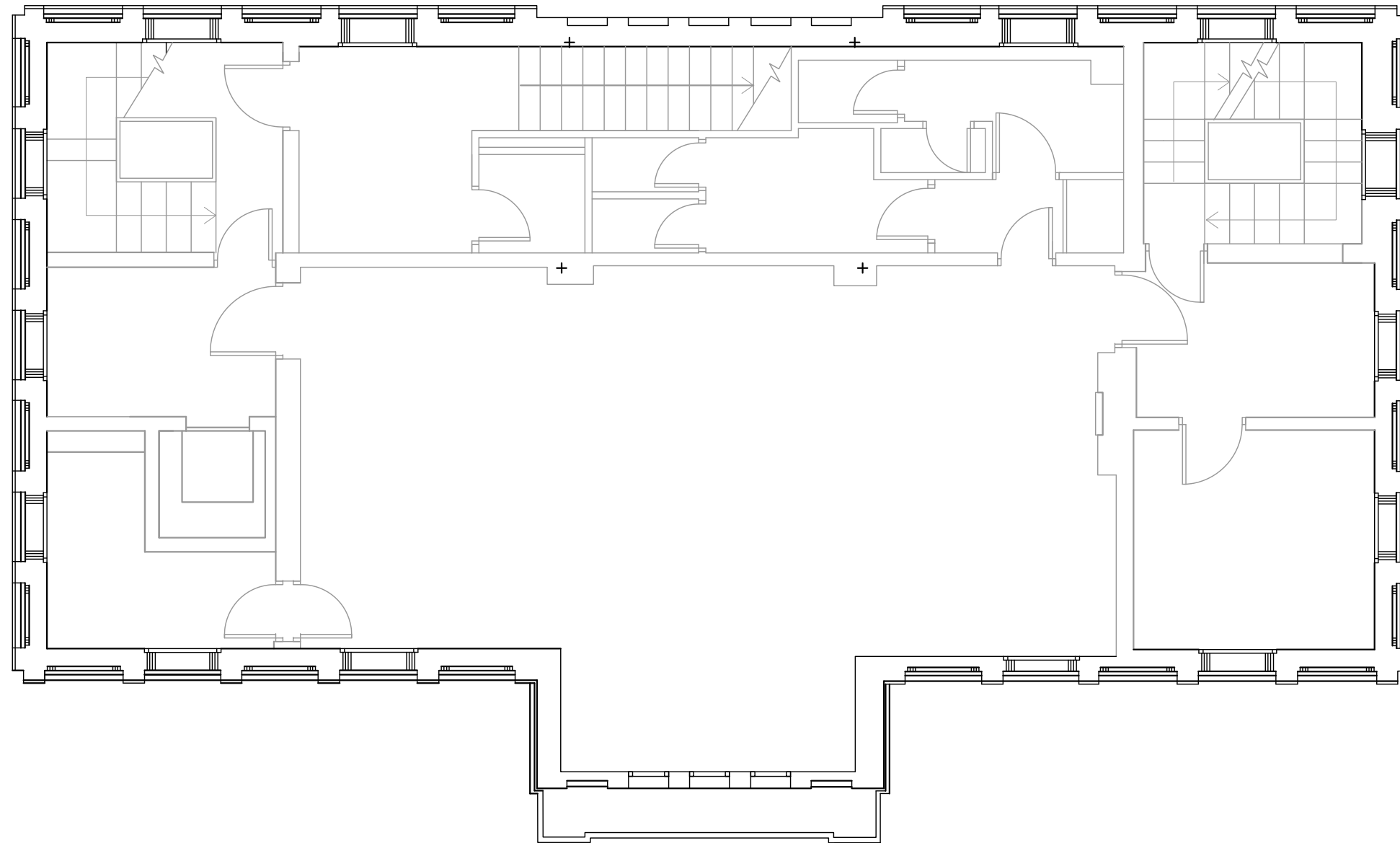
**PROYECTO:**  
 ANALISIS Y REFUERZO  
 ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
 "LA LLOTGETA"

**PLANO:**  
 DEMOLICIONES DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA

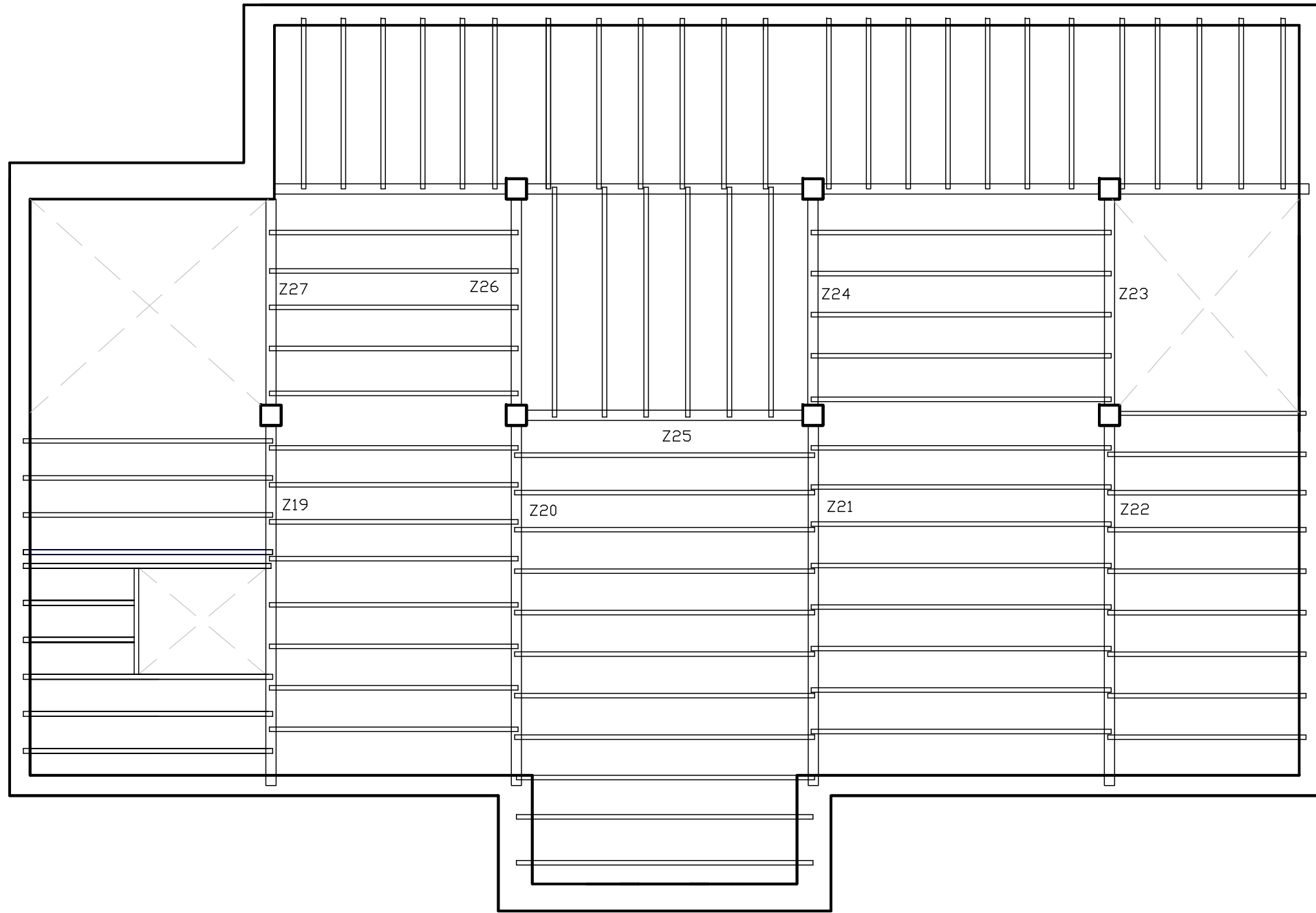
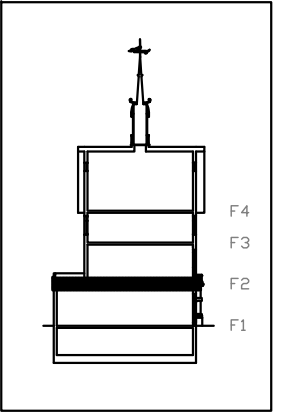
**AUTOR:**  
 SARA BOULLOSA ABRIL

**ESCALA GRAFICA:**

**ESCALA:** 1/75      **FECHA:** 29/07/2015      **Nº** 13 /30



<b>PROYECTO:</b> ANALISIS Y REFUERZO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA LLOTGETA"	<b>PLANO:</b> DEMOLICIONES DISTRIBUCIÓN PLANTA TERCERA
	<b>AUTOR:</b> SARA BOULLOSA ABRIL
<b>ESCALA GRAFICA:</b> 	<b>ESCALA:</b> 1/75 <b>FECHA:</b> 29/07/2015 <b>Nº</b> 14 /30



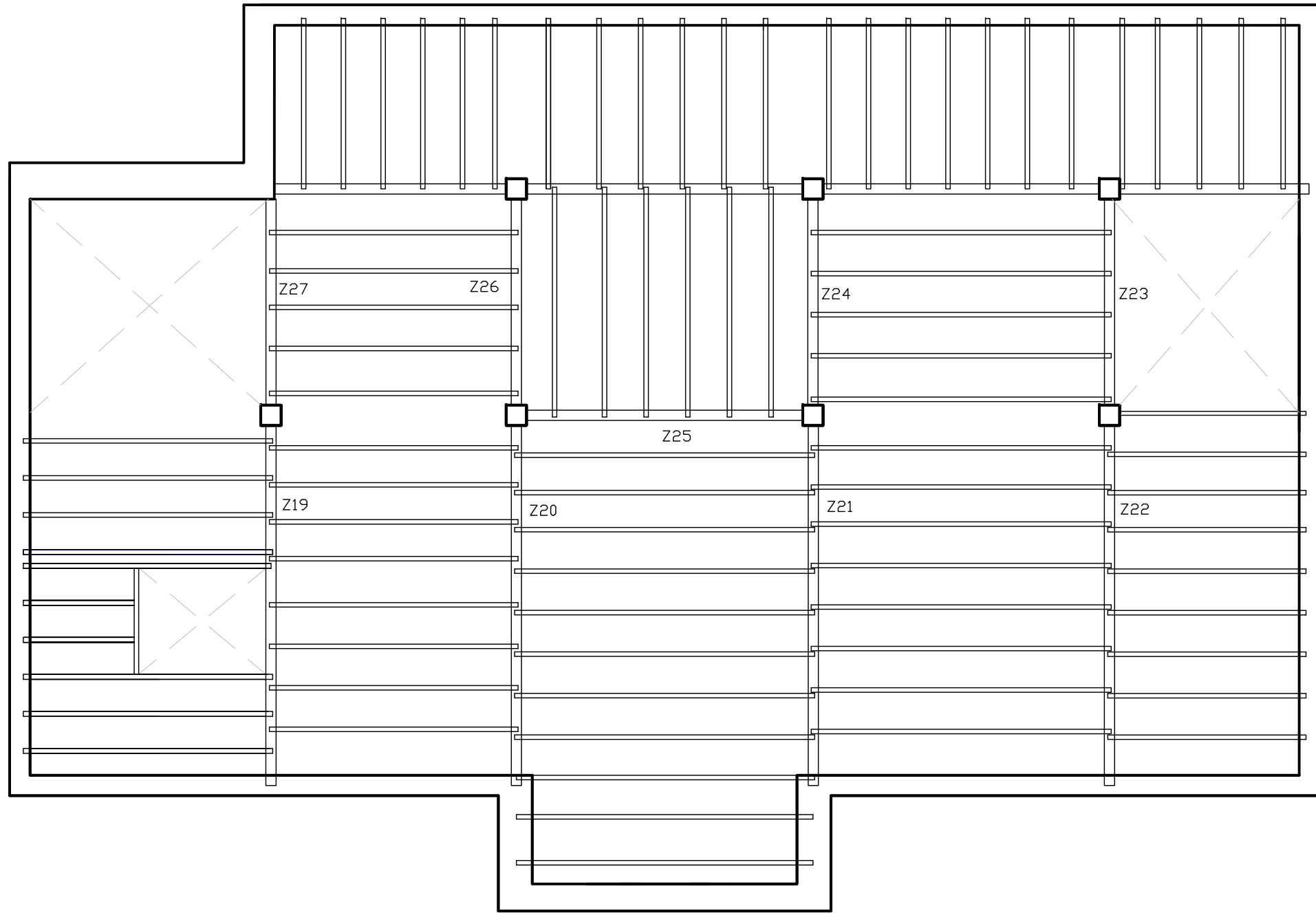
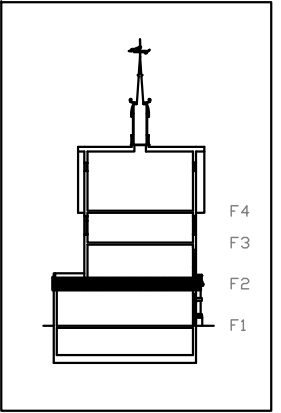
**PROYECTO:**  
 ANALISIS Y REFUERZO  
 ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
 "LA LLOTGETA"

**PLANO:**  
 ESTRUCTURA FORJADO SEGUNDO

**AUTOR:**  
 SARA BOULLOSA ABRIL



**ESCALA:** 1/75      **FECHA:** 29/07/2015      **Nº** 16 /30



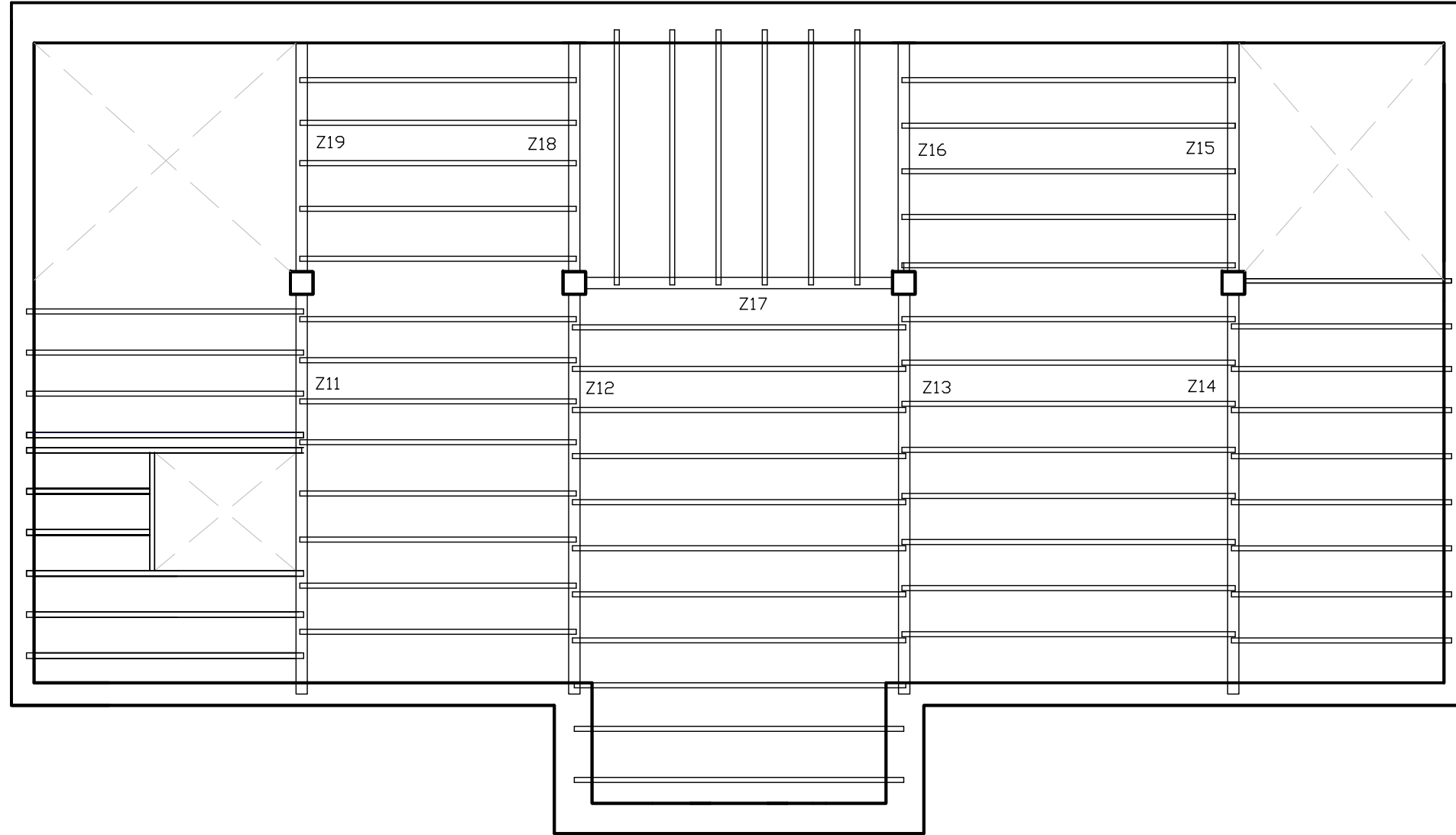
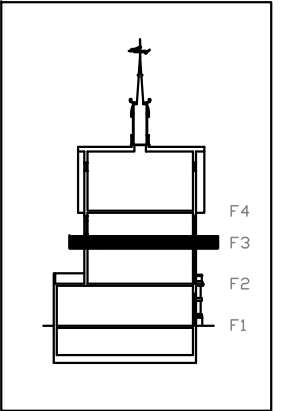
**PROYECTO:**  
 ANALISIS Y REFUERZO  
 ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
 "LA LLOTGETA"

**PLANO:**  
 ESTRUCTURA FORJADO SEGUNDO

**AUTOR:**  
 SARA BOULLOSA ABRIL



**ESCALA:** 1/75      **FECHA:** 29/07/2015      **Nº** 16 /30



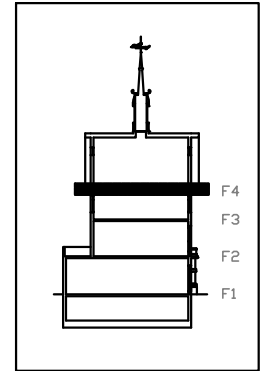
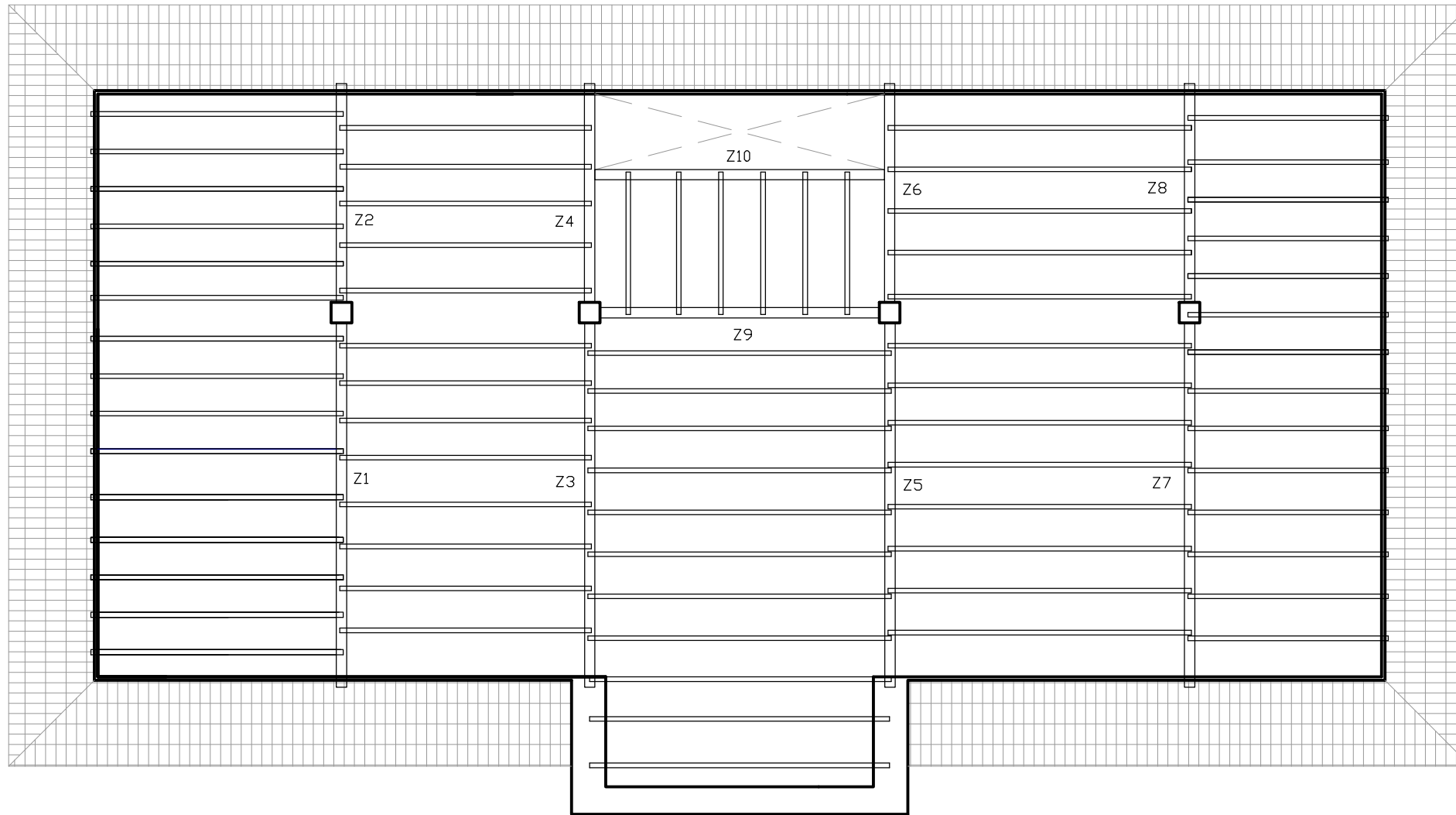
**PROYECTO:**  
 ANALISIS Y REFUERZO  
 ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
 "LA LLOTGETA"

**PLANO:**  
 ESTRUCTURA FORJADO TERCERO

**AUTOR:**  
 SARA BOULLOSA ABRIL



**ESCALA:** 1/75      **FECHA:** 29/07/2015      **Nº** 17 /30



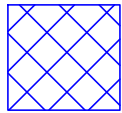
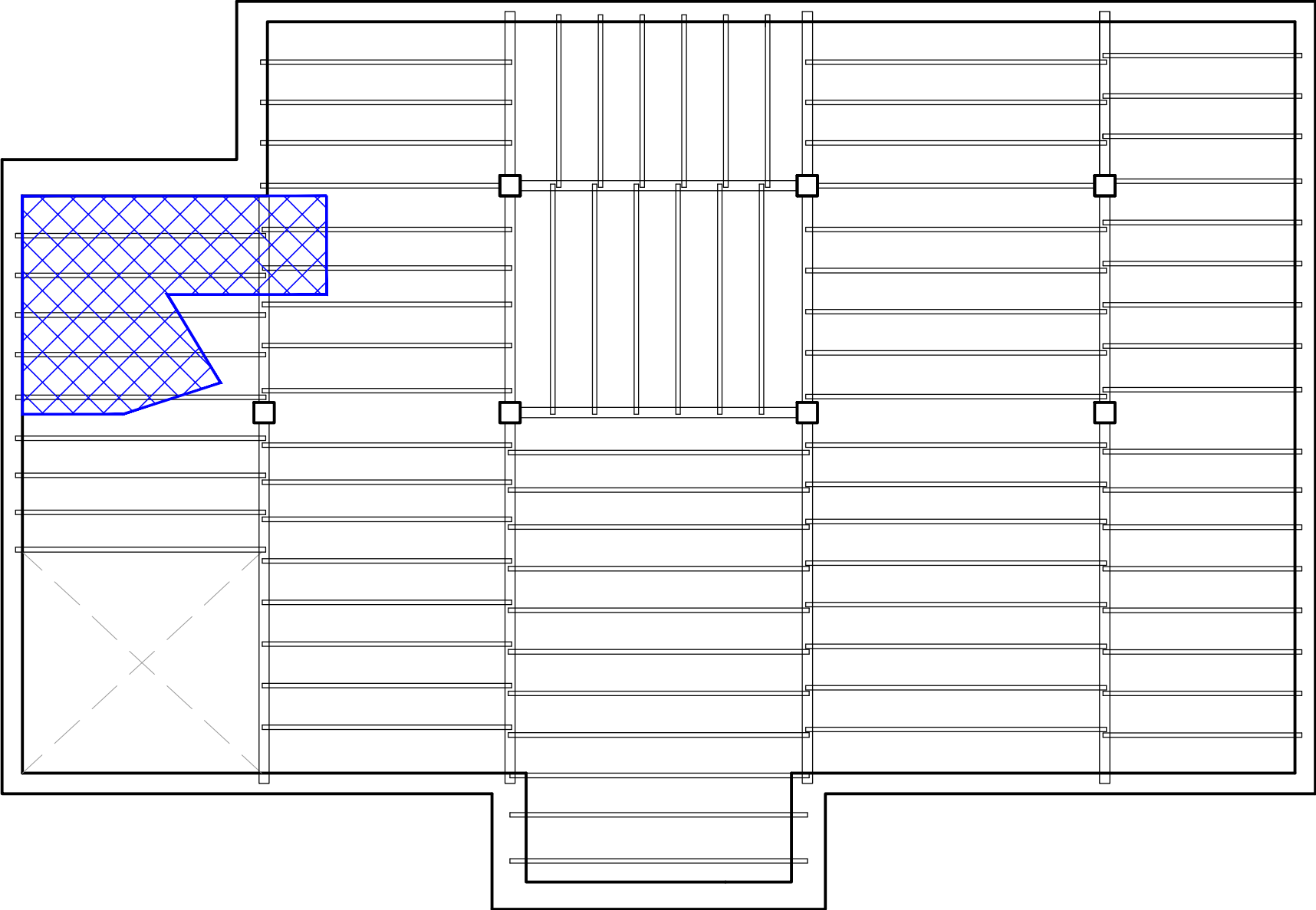
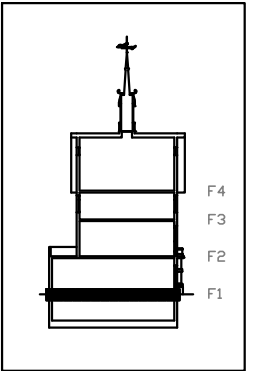
**PROYECTO:**  
 ANALISIS Y REFUERZO  
 ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
 "LA LLOTGETA"

**PLANO:**  
 ESTRUCTURA FORJADO CUARTO

**AUTOR:**  
 SARA BOULLOSA ABRIL

**ESCALA GRAFICA:**

**ESCALA:** 1/75      **FECHA:** 29/07/2015      **Nº** 18 /30



Demolición de Forjados  
para Apertura de  
Huecos de Escalera y  
Ascensot

PROYECTO:  
ANÁLISIS Y REFUERZO  
ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
"LA LLOTGETA"

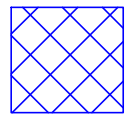
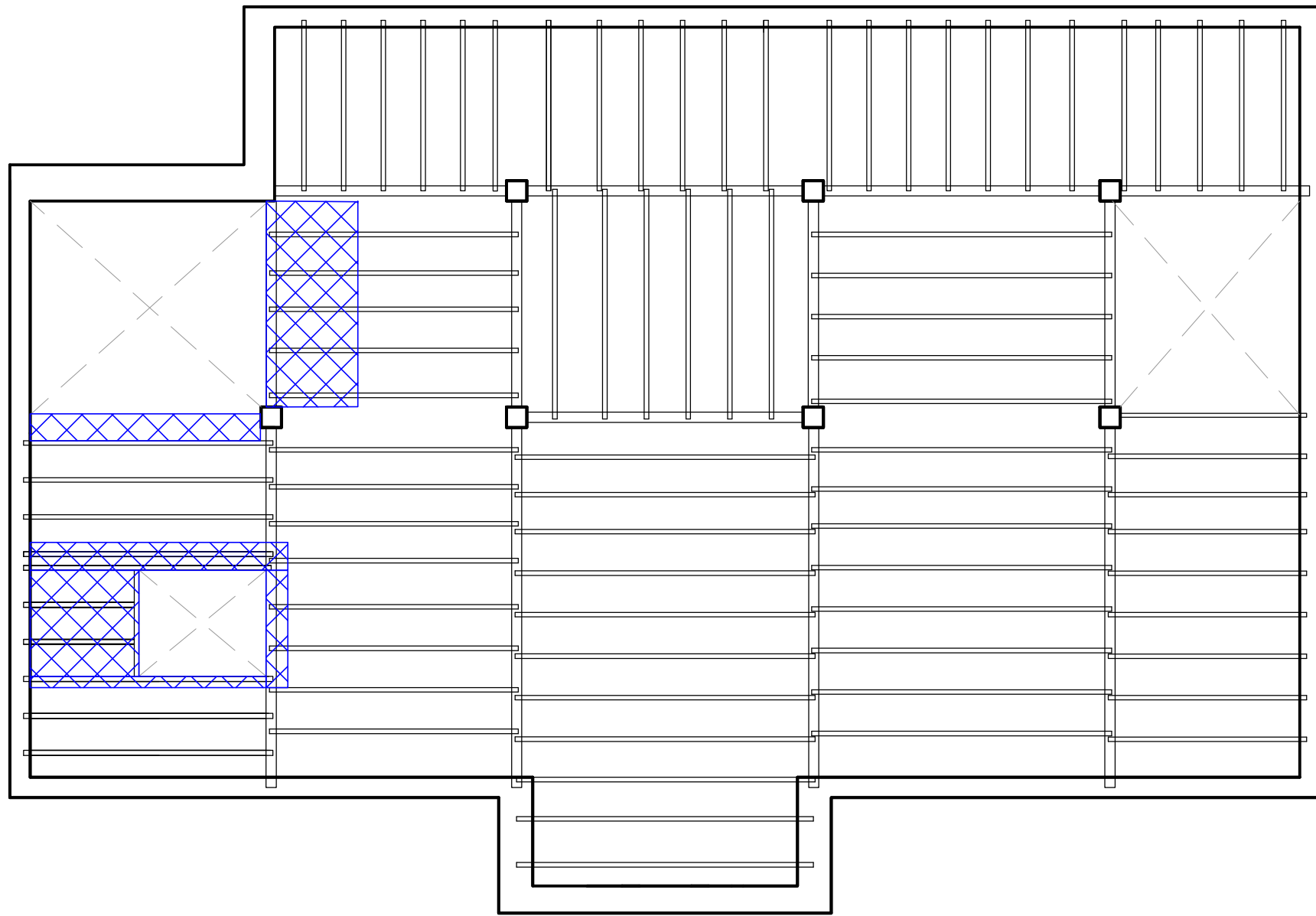
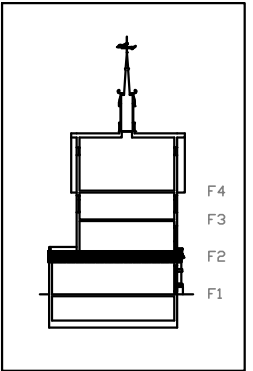
PLANO: DEMOLICIONES ESTRUCTURA FORJADO PRIMERO

AUTOR: SARA BOULLOSA ABRIL



ESCALA: 1/75      FECHA: 29/07/2015      Nº **19** /30





Demolición de Forjados  
para Apertura de  
Huecos de Escalera y  
Ascensot

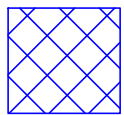
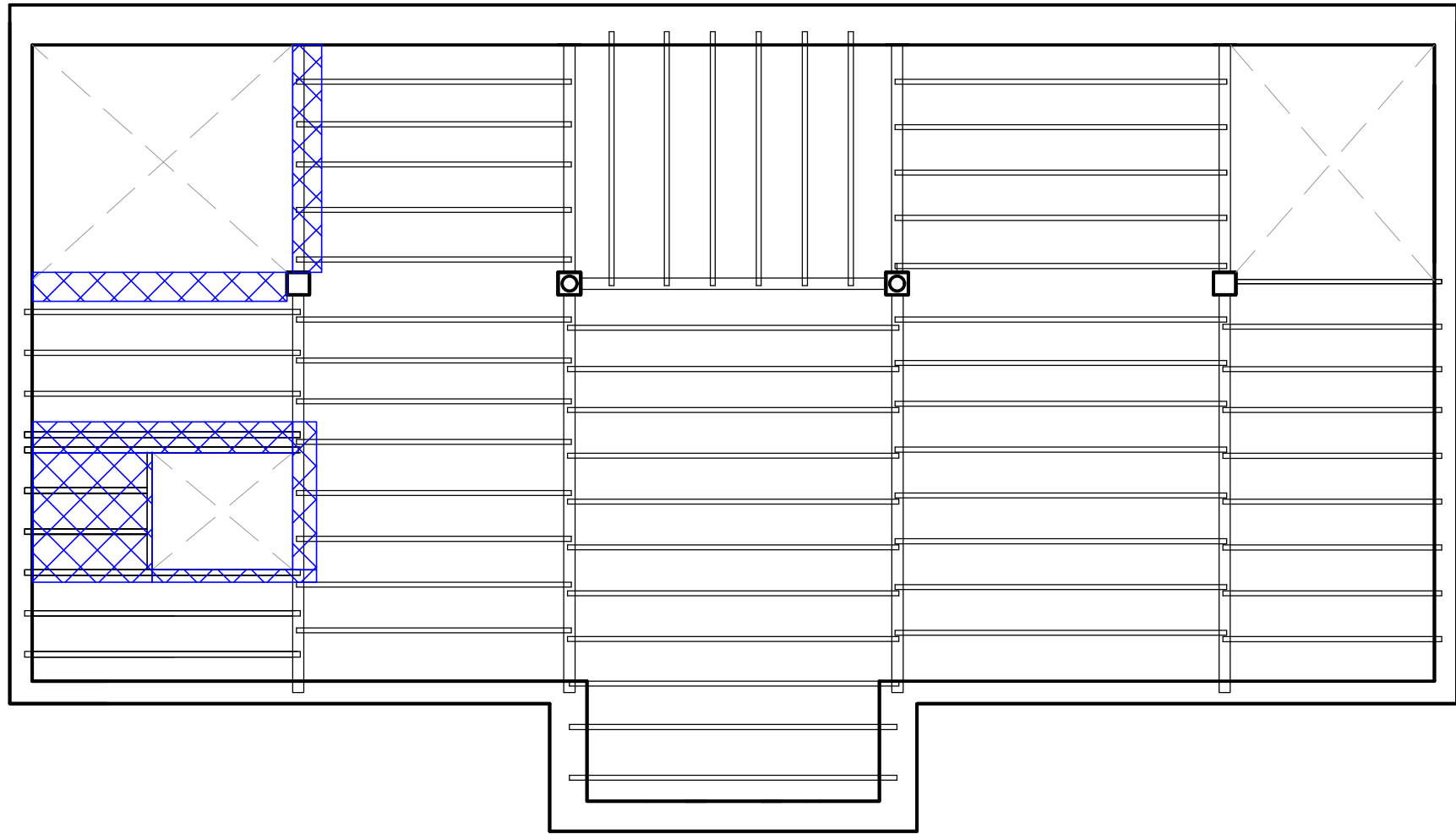
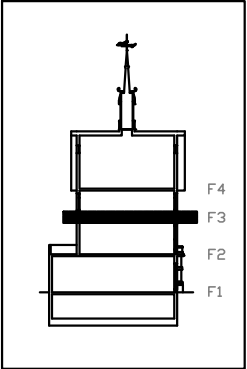
PROYECTO:  
ANÁLISIS Y REFUERZO  
ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
"LA LLOTGETA"

PLANO: DEMOLICIONES ESTRUCTURA FORJADO SEGUNDO

AUTOR: SARA BOULLOSA ABRIL



ESCALA: 1/75      FECHA: 29/07/2015      Nº **20** /30



Demolición de Forjados  
para Apertura de  
Huecos de Escalera y  
Ascensot

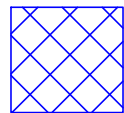
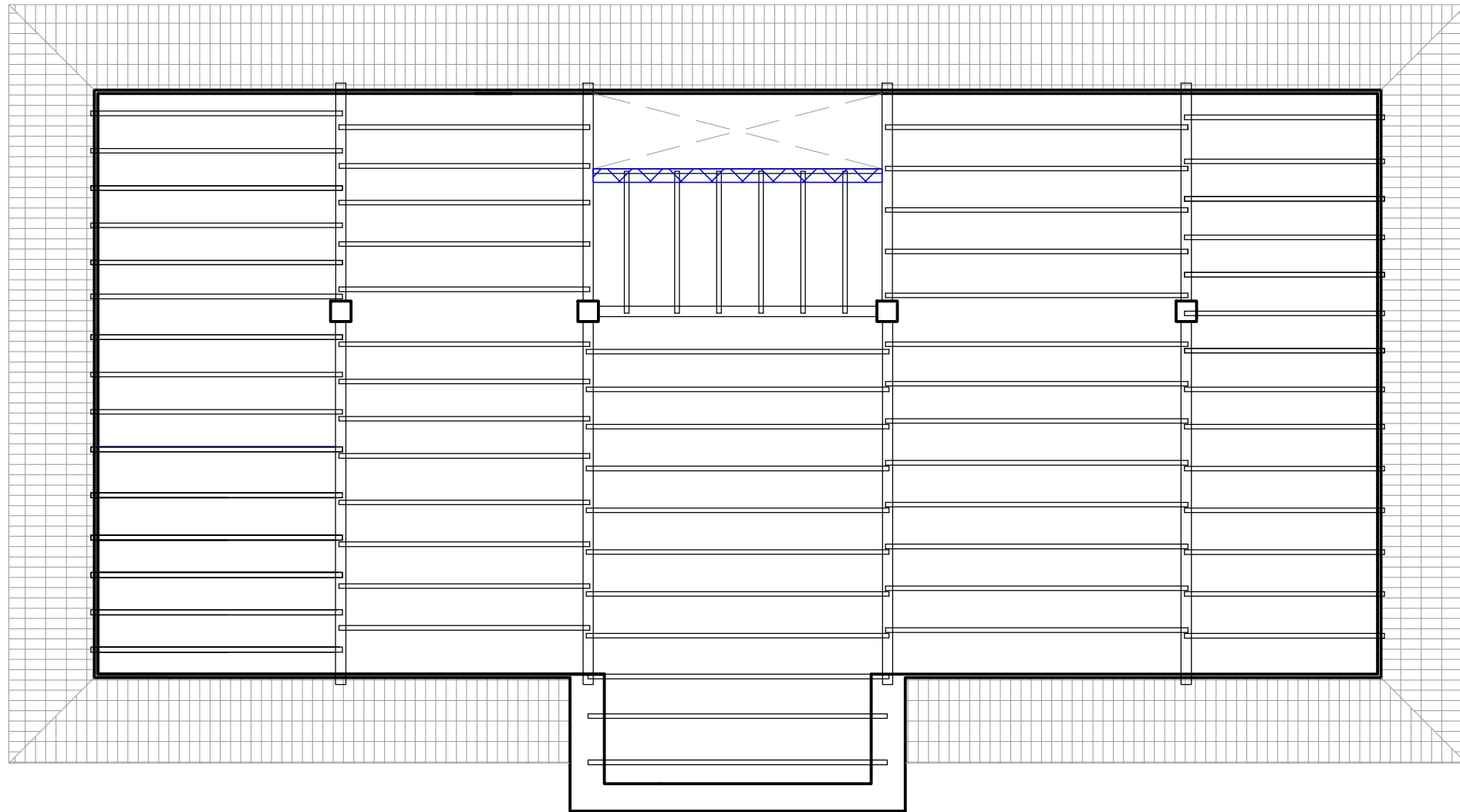
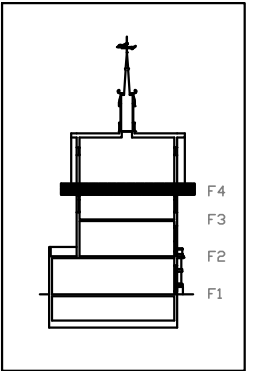
PROYECTO:  
ANÁLISIS Y REFUERZO  
ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
"LA LLOTGETA"

PLANO: DEMOLICIONES ESTRUCTURA FORJADO TERCERO

AUTOR: SARA BOULLOSA ABRIL

ESCALA GRAFICA:  
0 1 2 m

ESCALA: 1/75      FECHA: 29/07/2015      Nº **21** /30



Demolición de Forjados  
para Apertura de  
Huecos de Escalera y  
Ascensot

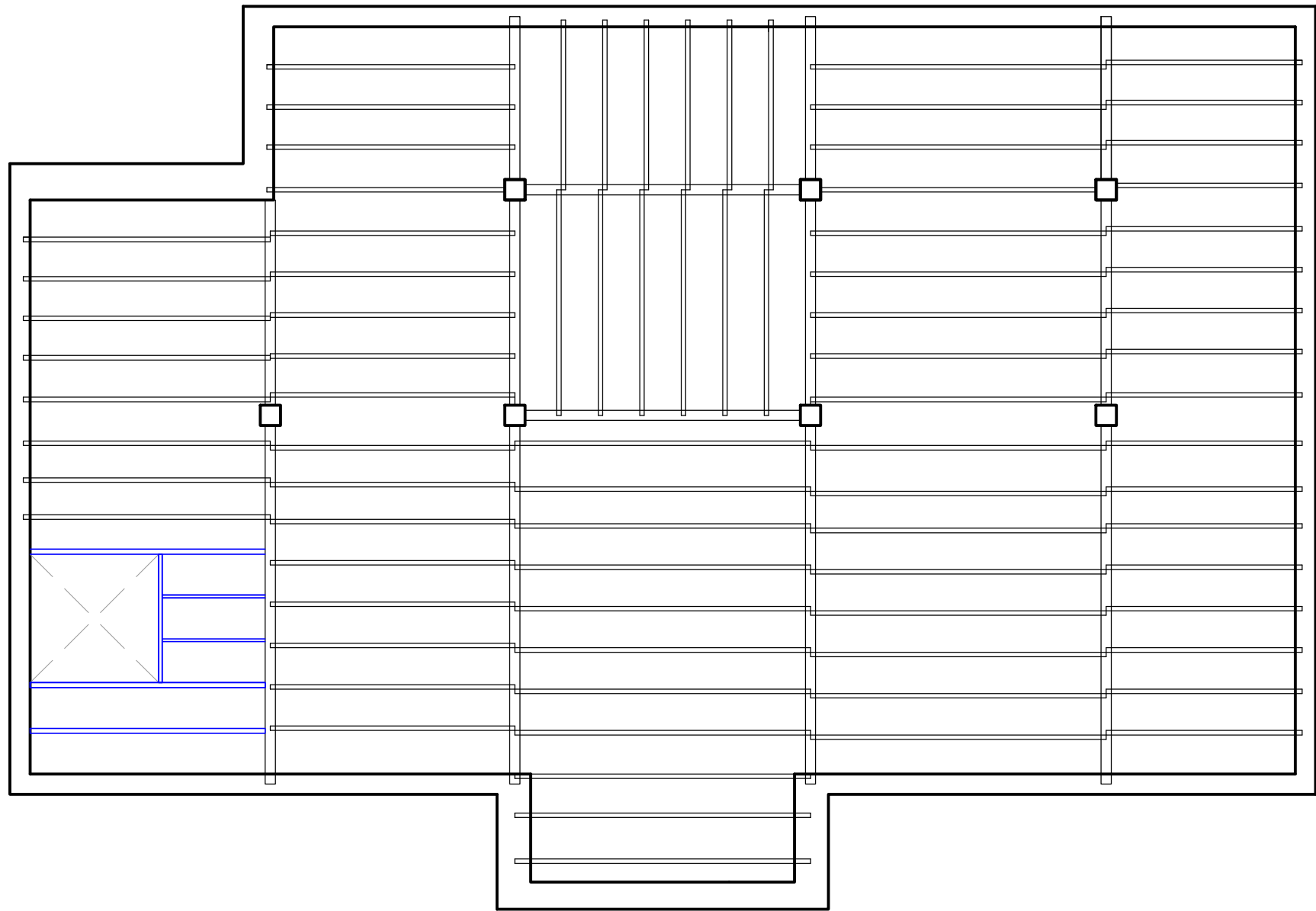
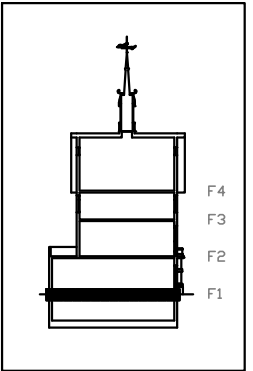
PROYECTO:  
ANÁLISIS Y REFUERZO  
ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
"LA LLOTGETA"


PLANO: DEMOLICIONES ESTRUCTURA FORJADO CUARTO

AUTOR: SARA BOULLOSA ABRIL

ESCALA GRAFICA:  
0 1 2 m

ESCALA: 1/75      FECHA: 29/07/2015      Nº 22 /30



 Viguetas Nuevas para construcción forjado por el cierre de los Huecos.

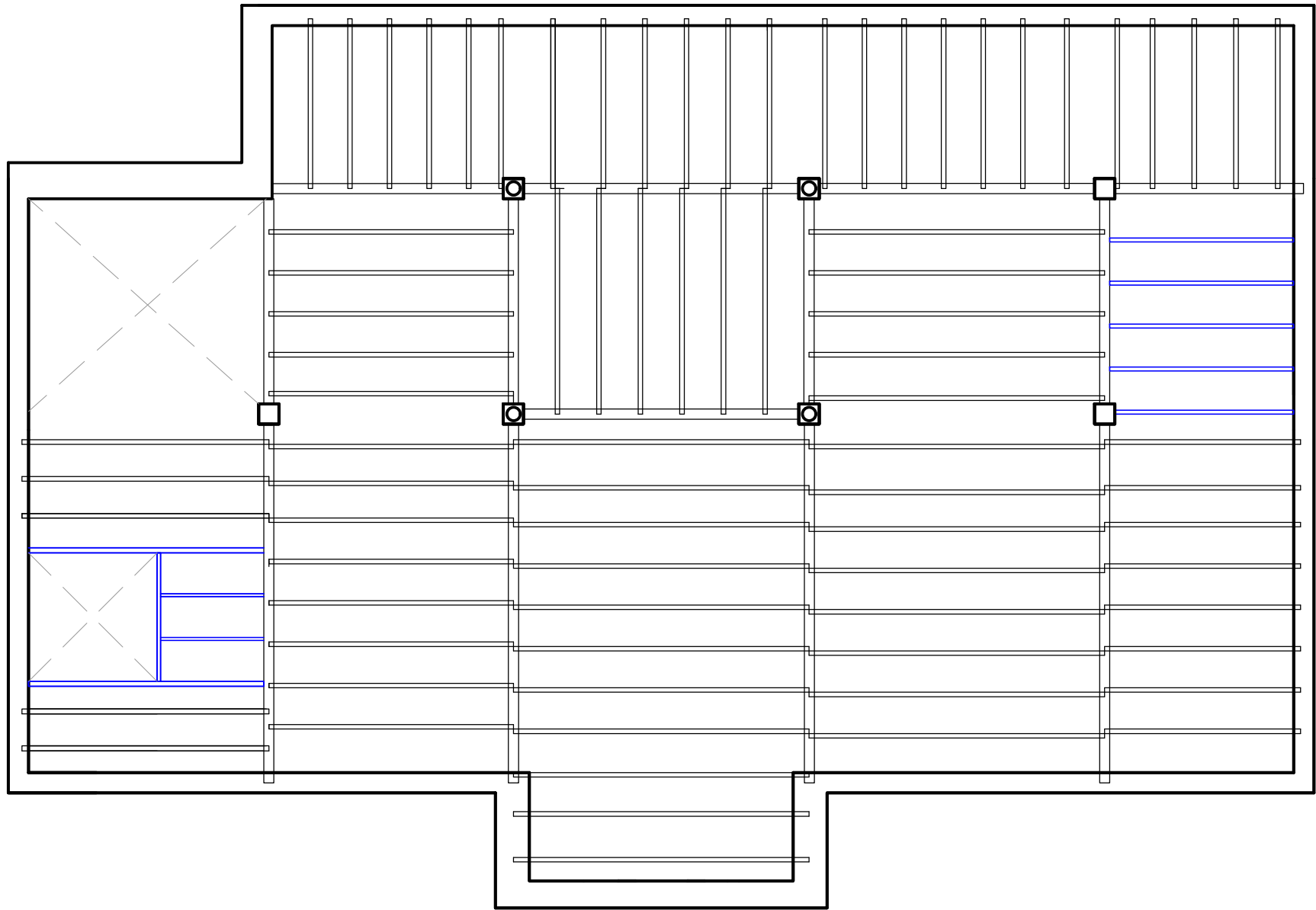
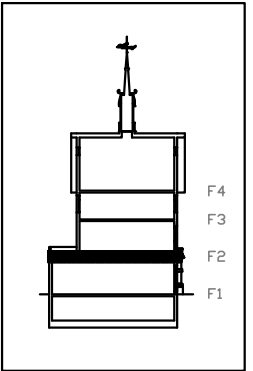
PROYECTO:  
ANÁLISIS Y REFUERZO  
ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
"LA LLOTGETA"

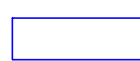
PLANO:  
EJECUCIÓN NUEVA ESTRUCTURA FORJADO  
PRIMERO

AUTOR:  
SARA BOULLOSA ABRIL

ESCALA GRAFICA:  


ESCALA: 1/75      FECHA: 29/07/2015



 Viguetas Nuevas para construcción forjado por el cierre de los Huecos.

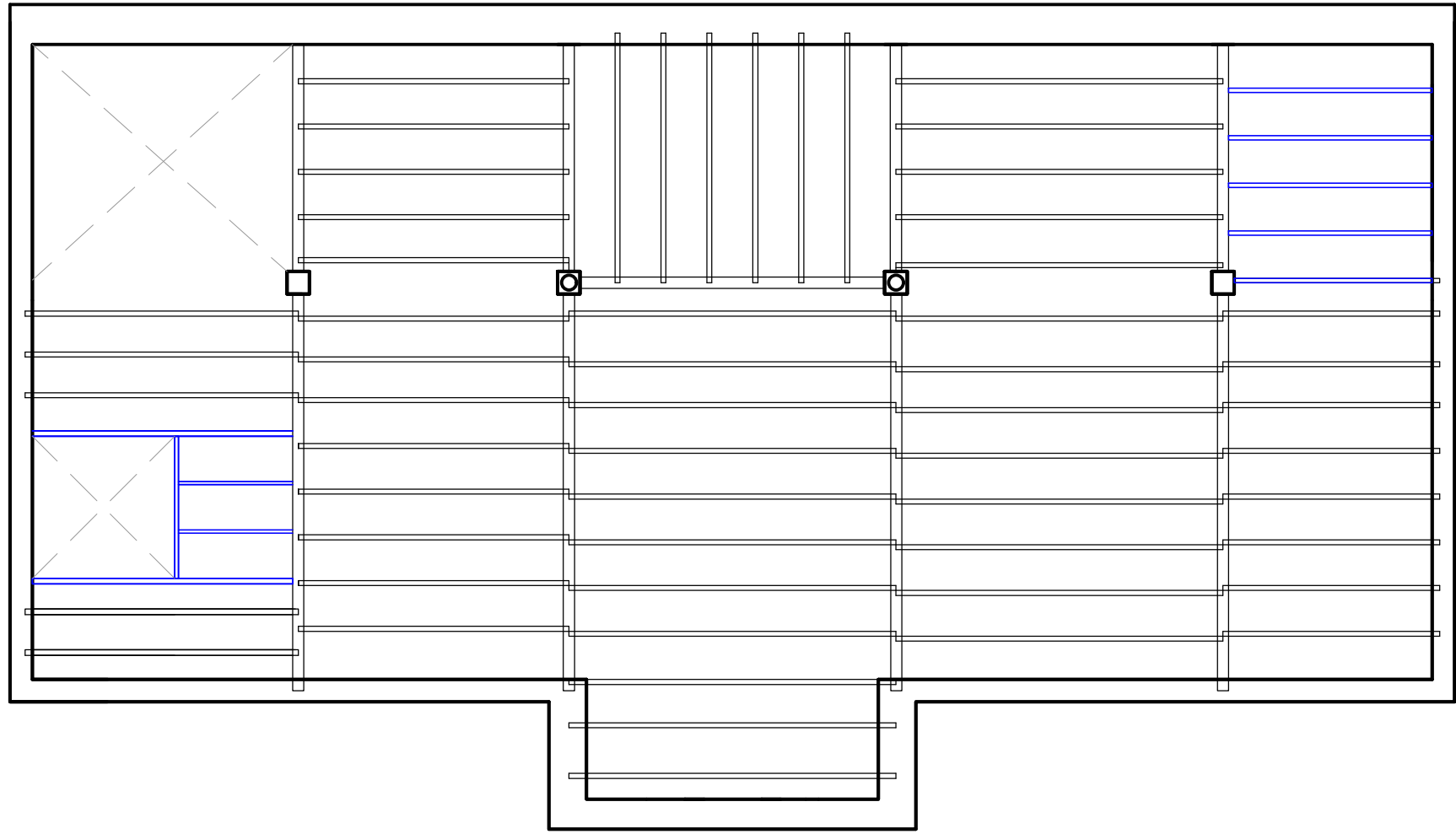
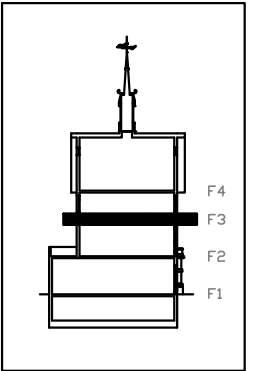
PROYECTO:  
ANÁLISIS Y REFUERZO  
ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
"LA LLOTGETA"


PLANO:  
EJECUCIÓN NUEVA ESTRUCTURA FORJADO  
SEGUNDO

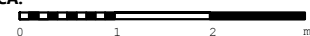
AUTOR:  
SARA BOULLOSA ABRIL

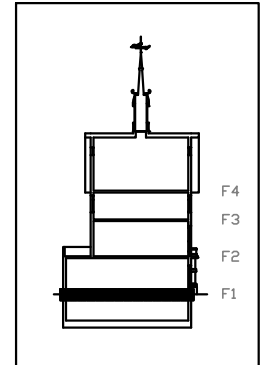
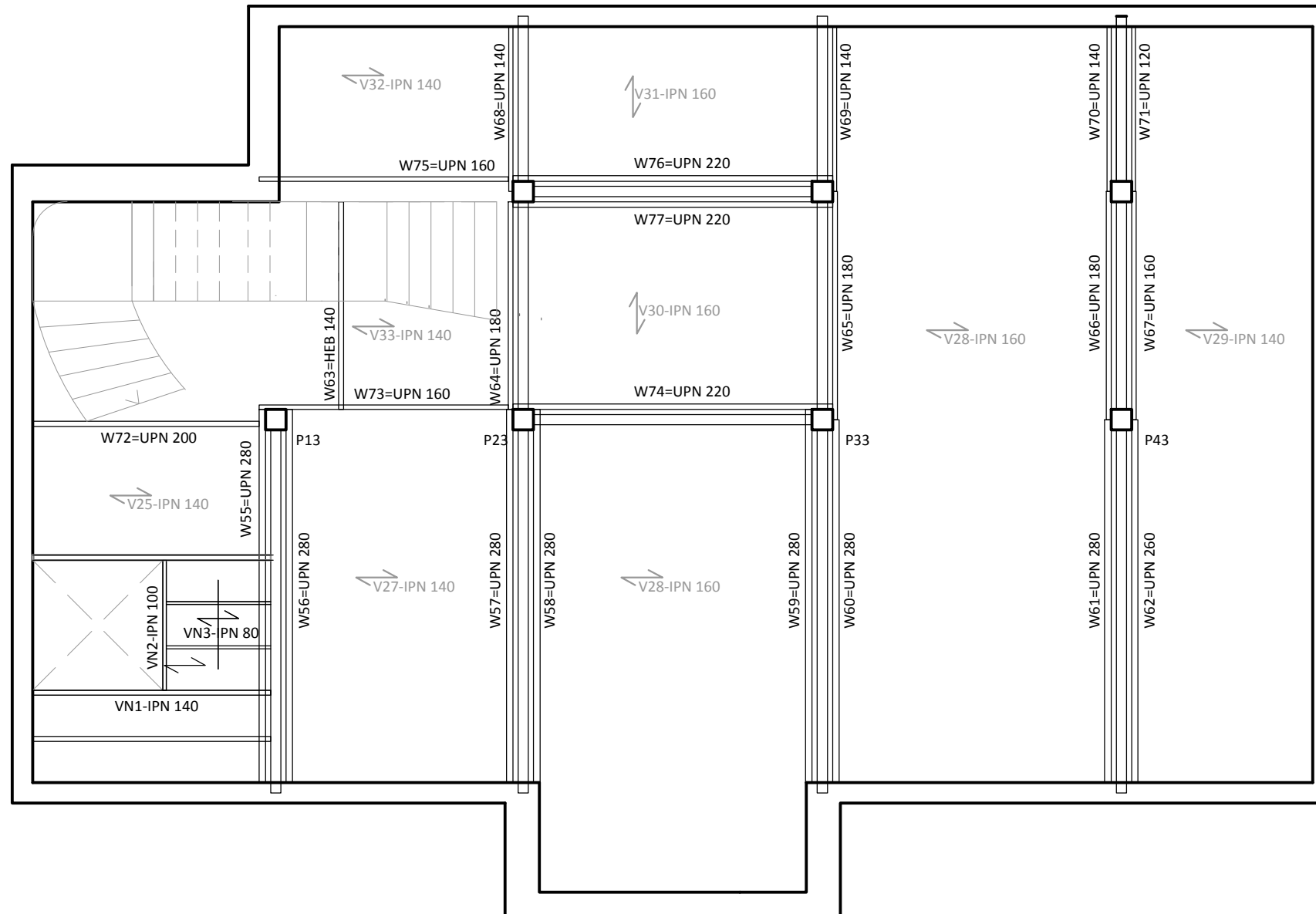


ESCALA: 1/75      FECHA: 29/07/2015      Nº **24** /30



 Viguetas Nuevas para construcción forjado por el cierre de los Huecos.

<b>PROYECTO:</b> ANALISIS Y REFUERZO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA LLOTGETA"	<b>PLANO:</b> EJECUCIÓN NUEVO ESTRUCTURA FORJADO TERCERO
	<b>AUTOR:</b> SARA BOULLOSA ABRIL
<b>ESCALA GRAFICA:</b> 	<b>ESCALA:</b> 1/75 <b>FECHA:</b> 29/07/2015 <b>Nº</b> 25 /30



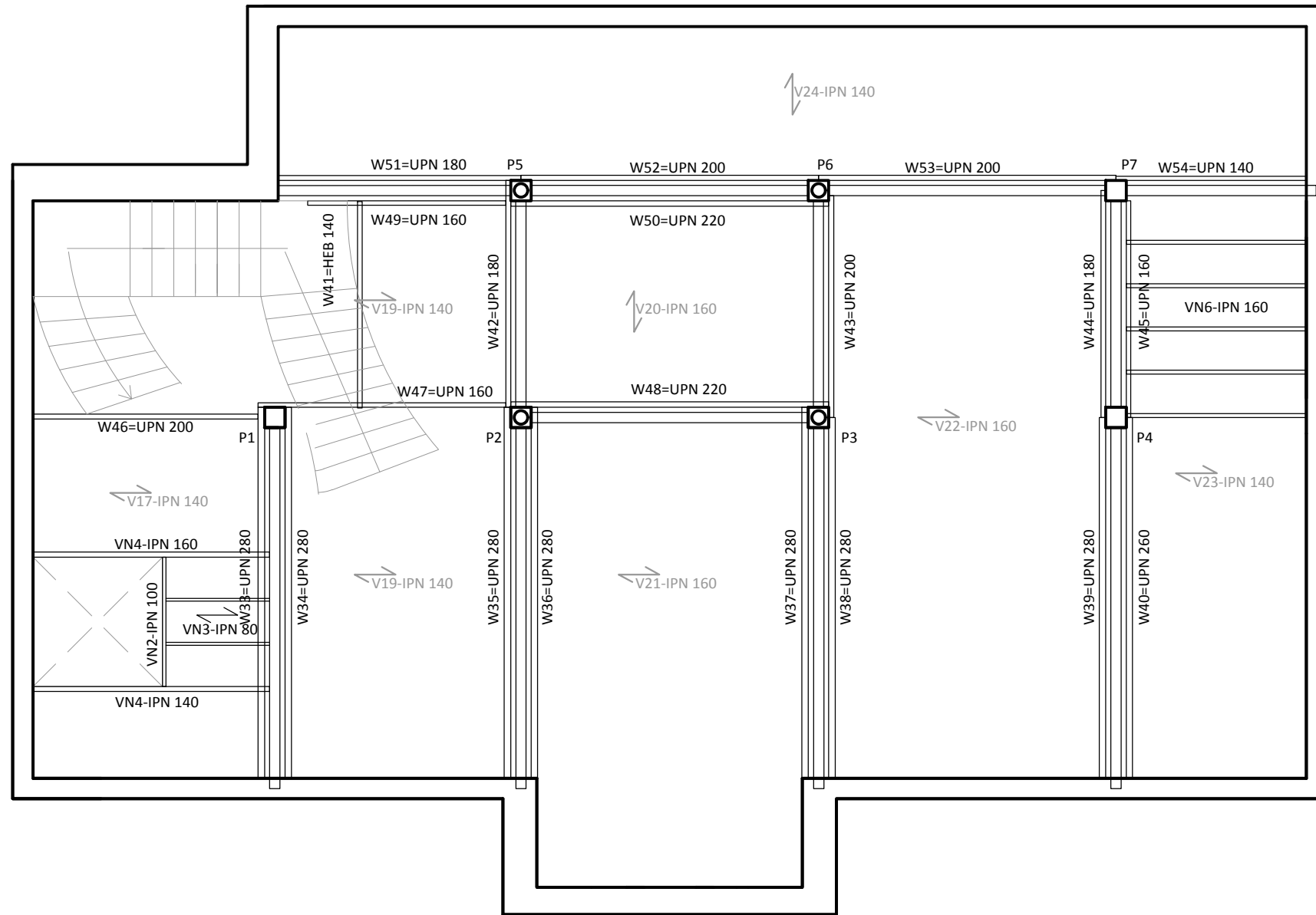
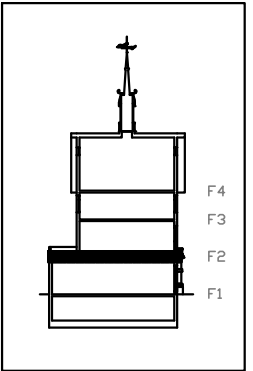
**PROYECTO:**  
 ANALISIS Y REFUERZO  
 ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
 "LA LLOTGETA"

**PLANO:**  
 REFUERZO VIGAS ESTRUCTURA FORJADO PRIMERO

**AUTOR:**  
 SARA BOULLOSA ABRIL



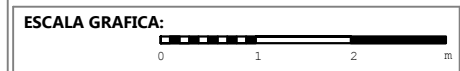
**ESCALA:** 1/75      **FECHA:** 29/07/2015      **Nº** 26 /30



PROYECTO:  
ANALISIS Y REFUERZO  
ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
"LA LLOTGETA"

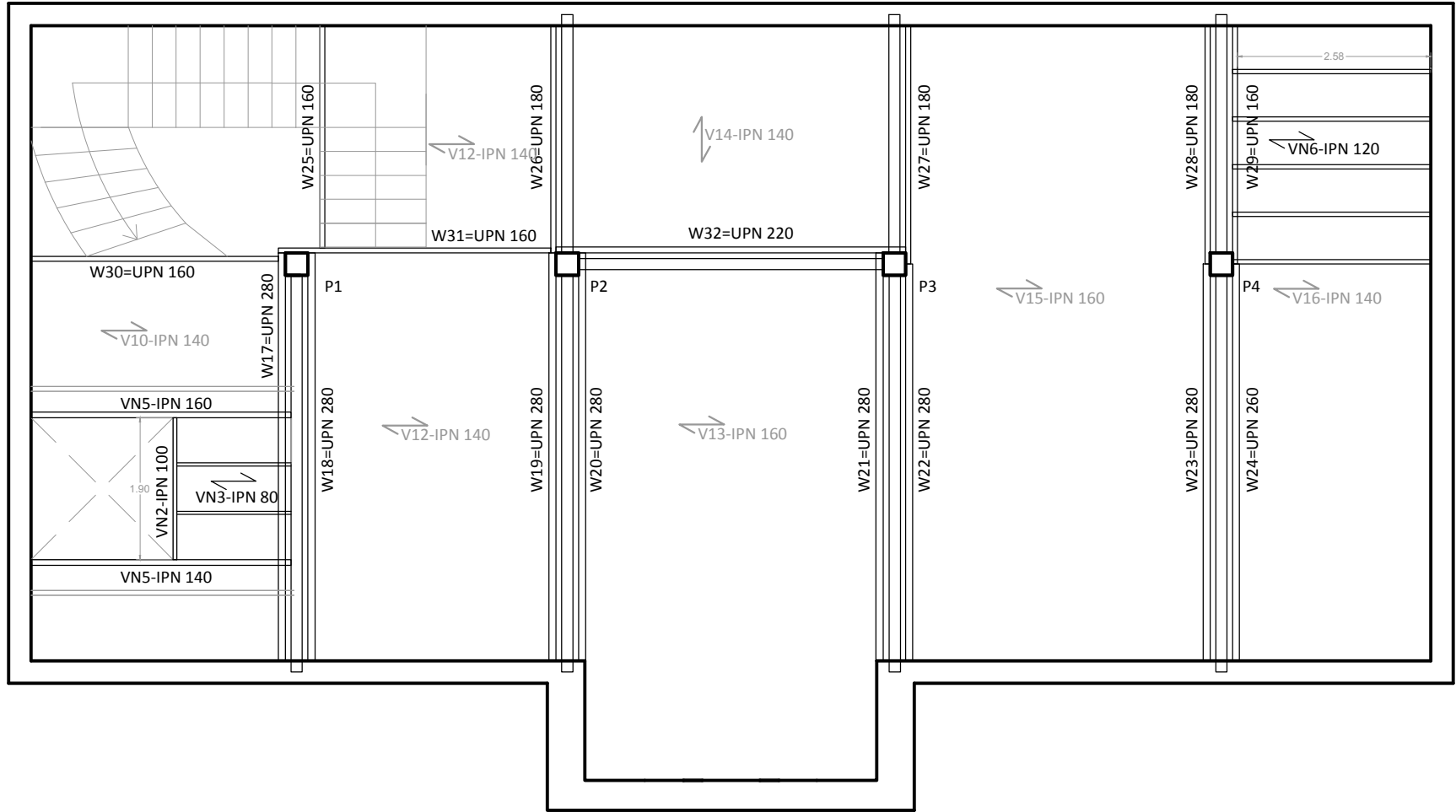
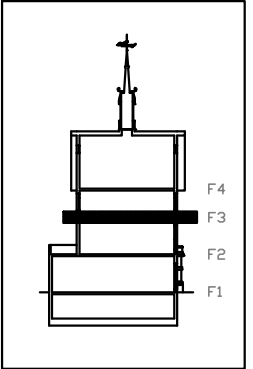
PLANO:  
REFUERZO VIGAS ESTRUCTURA FORJADO SEGUNDO

AUTOR:  
SARA BOULLOSA ABRIL



ESCALA: 1/75 FECHA: 29/07/2015 Nº 27 /30





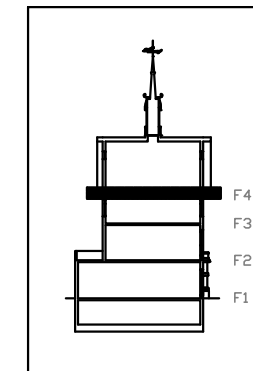
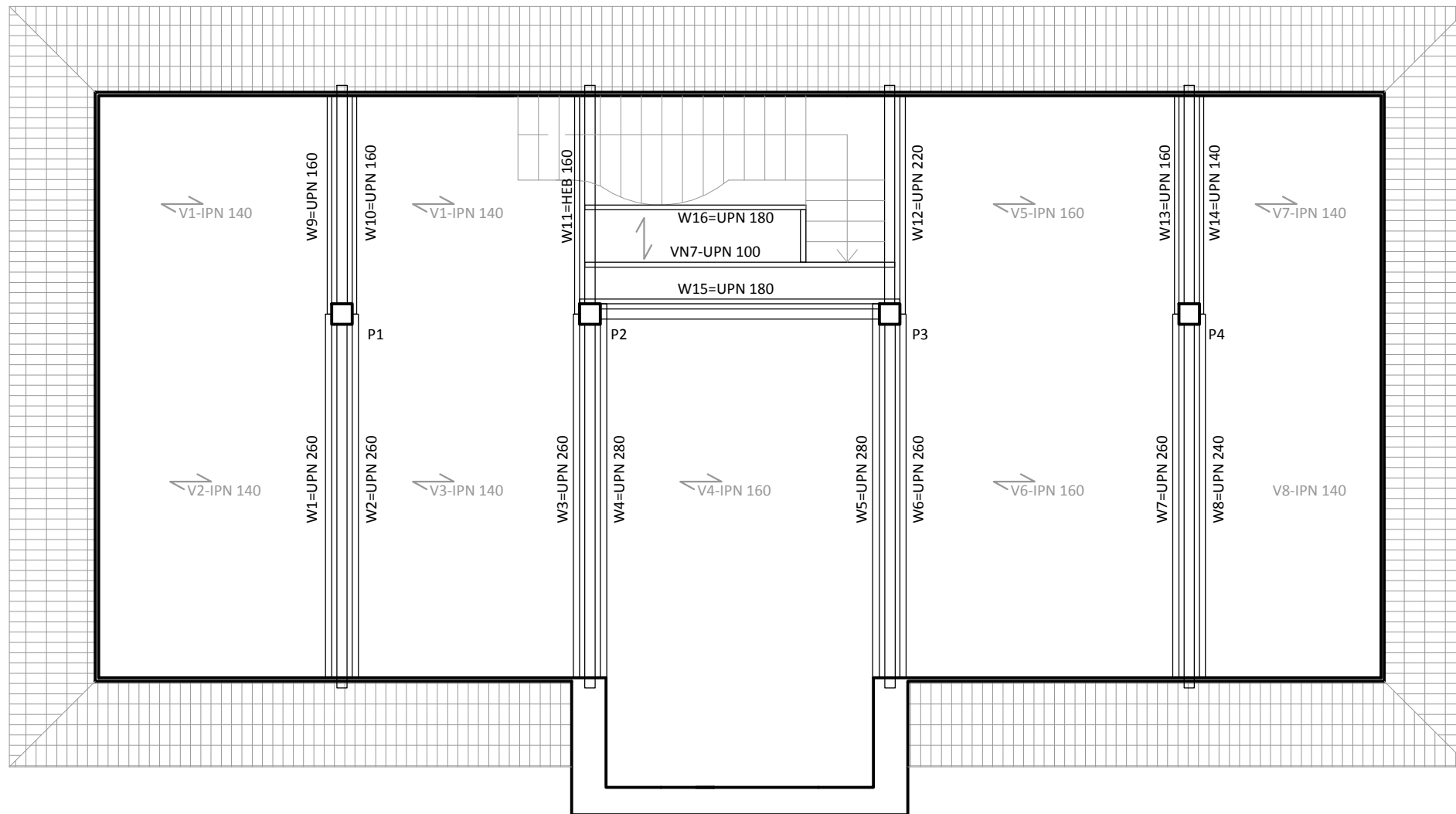
PROYECTO:  
ANALISIS Y REFUERZO  
ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
"LA LLOTGETA"

PLANO:  
REFUERZO VIGAS ESTRUCTURA FORJADO TERCERO

AUTOR:  
SARA BOULLOSA ABRIL

ESCALA GRAFICA:  
0 1 2 m

ESCALA: 1/75      FECHA: 29/07/2015      Nº 28 /30



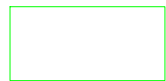
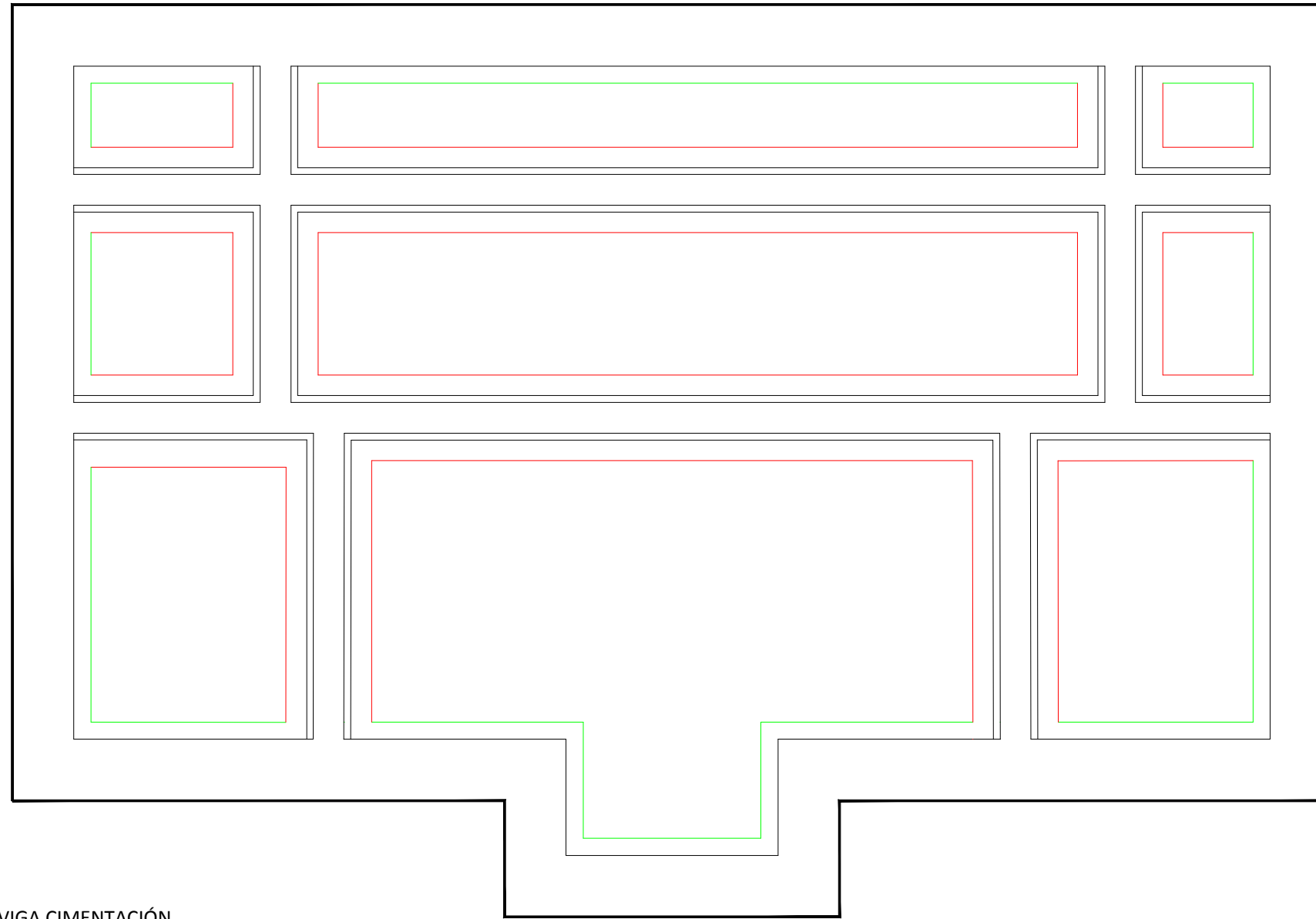
**PROYECTO:**  
 ANALISIS Y REFUERZO  
 ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO  
 "LA LLOTGETA"

**PLANO:**  
 REFUERZO VIGAS ESTRUCTURA FORJADO CUARTO

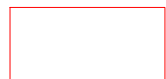
**AUTOR:**  
 SARA BOULLOSA ABRIL

**ESCALA GRAFICA:**

**ESCALA:** 1/75      **FECHA:** 29/07/2015      **Nº** 29 /30



VIGA CIMENTACIÓN  
25 X 30 cm. (b x h)



VIGA CIMENTACIÓN  
40 X 50 cm. (b x h)

PROYECTO:  
ANÁLISIS Y REFUERZO  
ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO "LA  
LLOTGETA"

PLANO:  
REFUERZO CIMENTACIÓN

AUTOR:  
SARA BOULLOSA ABRIL

ESCALA GRÁFICA:  
0 1 2 m

ESCALA: 1/75      FECHA: 29/07/2015