



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
**ZARAGOZA**

## **PROYECTO FIN DE CARRERA**

**Diseño y cálculo de una plaza de toros con cubierta,  
de estructura mixta hormigón-acero.**

**Realizado por:**

Rubén Pérez Preciado

**Dirigido por:**

Dr. Luis Gracia Villa

**TOMO 1/2 (MEMORIA)**

***Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Mecánica***

***Departamento de Ingeniería Mecánica***

***Área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras***

***Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial, Universidad de Zaragoza***

Zaragoza, Febrero de 2013



## **MEMORIA** ..... 4

I.- Objeto del proyecto .....	5
II.- Necesidades del proyecto.....	5
III.- Descripción de la parcela.....	5
IV.- Descripción del proyecto .....	5
V.- Construcción y materiales .....	8
VI.- Accesibilidad .....	11
VII.- Acciones en la edificación.....	11
VIII.- Cumplimiento del documento básico db su del cte .....	11
IX.- Cumplimiento del documento básico db si del cte.....	11
X.- Presupuesto .....	11
XI.- Normativa aplicada.....	12

## **ANEXO I. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS** ..... 14

1.- Introducción.....	15
2.- Acciones.....	17
2.1.- Acciones en la estructura metálica.....	17
2.2.- Acciones en la estructura de hormigón.....	18
3.- Combinación de acciones .....	20
3.1.- Combinación de acciones estructura metálica (DB SE) .....	20
3.2.- Combinación de acciones estructura de hormigón (EHE).....	21
4.- Minoración de materiales .....	23
4.1.- Resistencia de cálculo estructura metálica (DB SE-A) .....	23
4.2.- Resistencia de cálculo estructura de hormigón (EHE).....	23
5.- Durabilidad .....	24
6.- Cálculo.....	25
6.1.- Cálculo de la estructura metálica.....	25
6.1.1.- Cálculo de barras .....	25
6.1.2.- Cálculo de uniones.....	28
Cálculo de la placa atornillada.....	28
Cálculo de la placa de anclaje.....	30
6.2.- Cálculo de la estructura de hormigón .....	31
6.2.1.- Introducción.....	31
6.2.2.- Cálculo de la armadura longitudinal.....	32
Cuantías mínimas.....	34
Anclaje barras.....	35
6.2.3.- Cálculo de la armadura transversal.....	36
Cuantías mínimas.....	37
6.2.4.- Cálculo de ménsulas .....	38
6.2.5.- Comprobación de la estructura a pandeo.....	41
6.2.6.- Comprobación Estado Límite de fisuración .....	44
6.2.7.- Comprobación Estado Límite de deformación.....	47
6.3.- Cálculo de la estructura de cimentación .....	49
6.4.- Cálculo de la estructura de hormigón prefabricado.....	52

<b><u>ANEXO II.</u></b> CÁLCULO DE ELEMENTOS DE CUBIERTA.....	53
<b><u>ANEXO III.</u></b> CÁLCULO DE ELEMENTOS DE UNIÓN.....	60
<b><u>ANEXO IV.</u></b> CÁLCULO DE PILARES.....	65
<b><u>ANEXO V.</u></b> CÁLCULO DE CIMENTACIÓN .....	90
<b><u>ANEXO VI.</u></b> CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN PREFABRICADO .....	96
<b><u>ANEXO VII.</u></b> CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO DB SU DEL CTE.....	101
<b><u>ANEXO VIII.</u></b> CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO DB SI DEL CTE .....	104
<b><u>PLIEGO DE CONDICIONES</u></b> .....	108
<b><u>ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD</u></b> .....	138
<b><u>PRESUPUESTO</u></b> .....	149

# MEMORIA

## **I.- OBJETO DEL PROYECTO**

El objeto del presente Proyecto Fin de Carrera es el diseño y cálculo estructural de una plaza de toros con cubierta metálica para el graderío.

Siendo el principal objetivo el cálculo estructural completo, se trata de asemejarlo lo más posible a un proyecto real desarrollando planos arquitectónicos del edificio, con pliego de condiciones, estudios de seguridad y salud, y dotándolo de presupuesto.

## **II.- NECESIDADES DEL PROYECTO**

El edificio tendrá una capacidad aproximada de 3424 espectadores. Estará diseñado para poder desarrollar eventos taurinos: corridas de toros, novilladas y espectáculos de rejoneo.

## **III.- DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA**

La parcela en la que se ubicará la plaza de toros se encuentra en Alfaro (La Rioja), comunicada directamente con Avenida de Zaragoza y Avenida del Burgo. Los accesos están ya realizados, y la parcela explanada.

## **IV.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El recinto está situado en la entrada a Alfaro, colindante a dos de las calles principales (Avenida de Zaragoza y Avenida del Burgo Viejo). Para acceder a la parcela, tendrá habilitada una acera en todo el perímetro colindante con dichas calles y dos entradas para vehículos, una para entrar al parking de público, de 135 plazas; la otra entrada servirá para el acceso de camiones de ganado, así como para el transporte de los propios toreros y sus cuadrillas.

La planta baja se encuentra dividida principalmente en cuatro zonas: el espacio destinado a la acogida del público general contará con dos restaurantes, además de un amplio recibidor y unas taquillas; existirá otra zona bien diferenciada para las cuadrillas, con vestuarios, capilla y patio de caballos; por otro lado, se ubicará la enfermería y un cuarto con las instalaciones; y para terminar, habrá un cuarto de mantenimiento y todo lo relativo al ganado, con una zona de chiqueros (interior) y corrales (exterior), dotada de una plataforma superior desde la cual el operario podrá proceder a la apertura de puertas de todas y cada una de las estancias del ganado sin riesgo alguno. El acceso a la primera planta será desde las escaleras exteriores situadas alrededor de la plaza. Esta primera planta funcionará como distribuidor de público hacia su asiento, y contará con aseos cada dos vomitorios y un pequeño puesto de venta de comida y bebida por cada vomitorio. Desde esta primera planta se habilitan otras escaleras de acceso a los graderíos, con capacidad para 3424 espectadores, por medio de ocho vomitorios. Para los espectadores en silla de ruedas se dispone de un ascensor situado en la planta baja (además de unos aseos), por el cual acceden directamente a los graderíos.

## Cuadro de superficies: Planta baja.

ZONA PÚBLICO	Superficie
Restaurante Principal	465,20 m <sup>2</sup>
Cocina Restaurante Principal	43,31 m <sup>2</sup>
Sala Frigorífica Restaurante Principal	10,96 m <sup>2</sup>
Despensa Restaurante Principal	10,86 m <sup>2</sup>
Aseos Señoras Zona Público	48,74 m <sup>2</sup>
Aseos Caballeros Zona Público	48,74 m <sup>2</sup>
Recepción	955,63 m <sup>2</sup>
Taquillas	83,48 m <sup>2</sup>
Restaurante Secundario	157,28 m <sup>2</sup>
Cocina Restaurante Secundario	20,42 m <sup>2</sup>
Sala Frigorífica Restaurante Secundario	7,58 m <sup>2</sup>
Despensa Restaurante Secundario	8,87 m <sup>2</sup>
Aseos Minusválidos	41,39 m <sup>2</sup>
Cuarto Mantenimiento Ascensor	9,09 m <sup>2</sup>
ZONA TOREROS	Superficie
Patio de Caballos	87,18 m <sup>2</sup>
Desolladero y Acceso a Plaza	277,59 m <sup>2</sup>
Vestuario 1	102,69 m <sup>2</sup>
Capilla	103,24 m <sup>2</sup>
Vestuario 2	103,24 m <sup>2</sup>
Vestuario 3	102,69 m <sup>2</sup>
Pasillo Vestuarios	224,08 m <sup>2</sup>
ZONA ENFERMERÍA E INSTALACIONES	Superficie
Acceso al Ruedo de Enfermería	158,67 m <sup>2</sup>
Sala de Reconocimiento y Curas	48,19 m <sup>2</sup>
Quirófano	42,72 m <sup>2</sup>
Sala de Esterilización y Lavado	42,97 m <sup>2</sup>
Sala de Recuperación y Adaptación al Medio	38,72 m <sup>2</sup>
Aseo Sala de Recuperación	9,45 m <sup>2</sup>
Aseos Enfermería	20,50 m <sup>2</sup>
Sala Generador	25,56 m <sup>2</sup>
Pasillo Enfermería e Instalaciones	124,17 m <sup>2</sup>
Cuarto de Instalaciones	131,17 m <sup>2</sup>
ZONA MANTENIMIENTO Y GANADO	Superficie
Cuarto de Mantenimiento	333,71 m <sup>2</sup>
Acceso Ganado	43,11 m <sup>2</sup>
Corral Ganado Bravo 1	70,04 m <sup>2</sup>
Corral Ganado Bravo 2	66,69 m <sup>2</sup>
Corral Ganado Manso	19,83 m <sup>2</sup>
Chiquerones (8)	48,00 m <sup>2</sup>
Acceso de Toriles al Ruedo	35,14 m <sup>2</sup>
ZONA RUEDO	Superficie
Callejón	372,39 m <sup>2</sup>
Ruedo	1963,50 m <sup>2</sup>

### Cuadro de superficies: Primera Planta

ZONA VOMITORIOS 1-5	Superficie
Pasillo de Distribución	540,04 m <sup>2</sup>
Aseos Señoras Vomitorio 2	36,07 m <sup>2</sup>
Aseos Caballeros Vomitorio 2	22,74 m <sup>2</sup>
Aseos Señoras Vomitorio 4	36,07 m <sup>2</sup>
Aseos Caballeros Vomitorio 4	22,74 m <sup>2</sup>
Puesto de venta 1	49,40 m <sup>2</sup>
Puesto de venta 2	36,07 m <sup>2</sup>
Puesto de venta 3	49,40 m <sup>2</sup>
Puesto de venta 4	36,07 m <sup>2</sup>
Puesto de venta 5	35,94 m <sup>2</sup>
Cuarto Mantenimiento Ascensor	8,88 m <sup>2</sup>
ZONA VOMITORIOS 1-5	Superficie
Pasillo de Distribución	283,21 m <sup>2</sup>
Aseos Señoras Vomitorio 6	36,07 m <sup>2</sup>
Aseos Caballeros Vomitorio 6	19,94 m <sup>2</sup>
Aseos Señoras Vomitorio 8	36,02 m <sup>2</sup>
Aseos Caballeros Vomitorio 8	18,50 m <sup>2</sup>
Puesto de venta 6	36,07 m <sup>2</sup>
Puesto de venta 7	36,07 m <sup>2</sup>
Puesto de venta 8	36,07 m <sup>2</sup>
ZONA CHIQUEROS	Superficie
Rellano Chiqueros	37,25 m <sup>2</sup>
Plataforma	41,39 m <sup>2</sup>

### Cuadro de superficies: Planta Graderíos

ZONA GRADERÍOS	Superficie	Capacidad
Graderíos Inferiores	1379,42 m <sup>2</sup>	1544 personas
Pasillo central	630,52 m <sup>2</sup>	NA
Graderíos Superiores	1590,29 m <sup>2</sup>	1880 personas
<b>TOTAL</b>	<b>3600,23 m<sup>2</sup></b>	<b>3424 personas</b>

### Total superficie útil/construida

ÁREA	Superficie útil	Superficie construida
Planta Baja	6506,79 m <sup>2</sup>	7231,03 m <sup>2</sup>
Planta Primera	1454,01 m <sup>2</sup>	1954,01 m <sup>2</sup>
Planta Graderíos	3600,23 m <sup>2</sup>	4015,33 m <sup>2</sup>
Cubierta	NA	4507,48 m <sup>2</sup>

## **V.- CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES**

Los sistemas constructivos y características más importantes son:

### **URBANIZACIÓN EXTERIOR**

La urbanización exterior se corresponde con lo explicado en el apartado IV “Descripción del proyecto”

### **CIMENTACIÓN**

Considerando un terreno con una presión admisible de 2 kg/cm<sup>2</sup> se adopta el sistema de cimentación por zapatas y vigas de atado, realizado con hormigón HA 25 y acero B500S.

Se trata de zapatas aisladas en la medida de lo posible, y 32 de ellas, que debido a su proximidad, se opta por zapatas combinadas. Están dispuestas radialmente respecto del centro de la plaza.

Bajo los elementos de cimentación se extenderá una capa de 10 cm de hormigón de limpieza.

Las soleras de 15 cm de espesor, se proyectan con una capa de zahorras de 15 cm de espesor sobre la que se dispone la capa de hormigón armado HA25 con mallazo de reparto; acabado fratasado.

### **ESTRUCTURA**

Se tiene la estructura metálica de cubierta, y la estructura de hormigón armado compuesta por los forjados y la estructura del graderío

#### **1.- Estructura de cubierta:**

La altura de arranque de los pilares de cubierta es de 12,2 metros, iniciando la cubierta a 17,8 metros, y siendo su altura de cumbre de 21,7 metros, protegiendo todo el anillo de graderíos y dejando libre el ruedo.

Se resuelve la cubierta mediante módulos repetidos, dispuestos radialmente en torno al centro de la plaza.

Los módulos, de 20,5 metros de luz cada uno, se disponen a lo largo del perímetro de la plaza, uniformemente, colocando uno cada 15 grados. Los dos largueros principales de cada módulo (300x400x15), están unidos al pilar metálico de la cubierta mediante dos placas atornilladas (doce tornillos diámetro 24, 8.8).

Este pilar metálico, será de una geometría no genérica, disponiendo de dos placas paralelas de 30 mm de espesor, situadas a una distancia de 500 mm entre sus extremos, que estarán unidas por otras dos placas paralelas de 15 mm de espesor, situadas a 50 mm de los extremos.

Además, cada módulo dispone de diez tubos 80x80x8 distribuidos uniformemente en forma de celosía y uniendo los dos largueros principales para darle más rigidez.

Para unir los módulos entre sí, se utilizan siete correas 300x400x15 entre los largueros superiores, que posteriormente servirán como sujeción de los paneles sándwich que formarán la cubierta. Además, en el extremo contrario al pilar de la cubierta, se dispondrá una correa con tubo 300x400x15 uniendo los largueros inferiores, que, junto a la correa que une los largueros superiores, serán el soporte de una segunda celosía perimetral con cuatro tubos 80x80x8.

Las uniones de los tubos se realizan con soldadura a tope salvo las explicadas anteriormente.

El material utilizado en los tubos es el S275.

La unión de la estructura de cubierta con la estructura de hormigón se realiza mediante placas de anclaje con ocho pernos diámetro 20 mm uniendo los pilares de cubierta y pilares de hormigón.

## 2.- Estructura de hormigón:

Distribuidos radialmente por la plaza de toros 3 círculos de pilares, los dos más exteriores servirán como sustento del forjado de la primera planta, mientras que todos ellos ayudarán con el peso de los graderíos.

El forjado de primera planta, de 7,7 metros de luz, está formado por placas alveolares de un metro de anchura y 30 cm de canto más 5 cm de capa de compresión. Estas placas se apoyan sobre jácenas JP8025 (PRAINSA), de 80 cm de ancho y 60 cm de alto. A su vez, las jácenas van apoyadas sobre dos ménsulas del ancho de cada pilar, con una altura total de 50 cm y sobresaliendo 25 cm del pilar.

Por otro lado, el forjado sobre chiqueros, con una luz máxima de 7,8 metros, se realizará con seis placas alveolares de un metro de ancho y 30 cm de canto más 5 cm de capa de compresión. Todo ello apoyado sobre dos muros en los extremos más los dos muros de salida de toriles.

Los graderíos, están formados por dos portagradas prefabricados cada quince grados, situado uno a continuación del otro, sobre los que se apoyaran las gradas prefabricadas, con 1,3 metros de anchura útil cada una. En la unión de los dos portagradas, se situará una grada prefabricada de 2,7 metros de anchura útil, que servirá como pasillo.

El portagradas inferior se sustenta en el los dos pilares más interiores, y el superior en el pilar intermedio y en una segunda ménsula del pilar exterior (mismas dimensiones), por lo cual el pilar intermedio servirá de apoyo para los dos portagradas.

A la altura de todos los vomitorios, se sitúan dos portagradas superiores más, apoyados en 4 pilares.

Los materiales utilizados en la realización de vigas y pilares son hormigón HA 25 y acero B500S.

### CERRAMIENTO

El cerramiento de cubierta se solventa en la parte superior con panel sándwich de 6 cm, anclado a las correas, y en el lateral, con policarbonato de 12 mm anclado en dos bastidores que irán soldados a los pilares de la cubierta. El policarbonato es translúcido para permitir el paso de luz hacia los graderíos.

Las fachadas están formadas por bloques prefabricados de hormigón de 20 cm, con un revestimiento de mortero monocapa en el exterior, y enlucido de yeso en el interior.

La separación interior mediante tabicón de ladrillo doble hueco de 10cm, incluido revestimiento.

### CARPINTERÍA

Carpintería exterior de aluminio lacado. Se colocará mediante premarco de aluminio anodizado. Las ventanas llevarán un doble cristal con cámara interior.

Carpintería interior con premarco para encarcelar en obra y hojas de madera barnizadas; herrajes y manillas cromadas.

### BARANDILLAS

Estarán formadas por tubos de acero; un tubo circular superior de 50 mm, y cuatro tubos de 20 mm, separados 20 cm entre ellos, protegiendo los huecos con cristal.

### REVESTIMIENTO DE PAREDES Y TECHOS

Enfoscado de cemento y enlucido de yeso blanco en paramentos verticales hasta el falso techo de las salas.

Baños alicatados con baldosa cerámica de gres colocada con cemento cola sobre mortero de cemento.

### PINTURA

Se darán dos manos de pintura plástica en las paredes.

## PAVIMENTO

El revestimiento de suelos interiores (zona de restaurantes, enfermería, taquillas, vestuarios, aseos,...) se resolverá mediante pavimento de gres colocado mediante cemento cola sobre capa de mortero con rodapié del mismo tipo.

## **VI.- ACCESIBILIDAD**

La plaza de toros ha sido diseñada para el fácil acceso de los usuarios en silla de ruedas. Para ello se dispone de rampa de acceso a la planta baja de la plaza atendiendo a las necesidades y exigencias expuestas en diferentes normativas como el DB SU del CTE. Así mismo, se reserva una zona en graderíos para este tipo de público, a la que podrán acceder mediante ascensor.

Los aseos para minusválidos estarán situados en la planta baja, justo al lado del ascensor para evitar largos desplazamientos.

## **VII.- ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN**

Para el cálculo de las acciones actuantes sobre la plaza de toros se han seguido las especificaciones al respecto que contiene el DB SE-AE del CTE y consta como Anexo I a esta memoria.

Así también, en dicho Anexo se detalla el cálculo y cumplimiento del DB SE-A del CTE para la estructura de acero y de la EHE para la estructura de hormigón.

## **VIII.- CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO DB SU DEL CTE**

La justificación del cumplimiento de esta norma sobre la seguridad de utilización del edificio se expresa como Anexo VII a esta memoria.

## **IX.- CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO DB SI DEL CTE**

La justificación y cálculos correspondientes al cumplimiento de esta norma sobre seguridad en caso de incendio en el edificio se expresan como Anexo VIII a esta memoria.

## **X.- PRESUPUESTO**

El presupuesto de la obra asciende a 4.245.412,70 €

## **XI.- NORMATIVA APLICADA**

- EHE. “Instrucción de hormigón estructural”.
- DB SE. Documento Básico Seguridad Estructural del CTE.
- DB SE-AE. Documento Básico Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación del CTE.
- DB SE-A. Documento Básico Seguridad Estructural. Acero del CTE.
- DB SU. Documento Básico Seguridad de Utilización del CTE.
- DB SI. Documento Básico Seguridad en caso de Incendio del CTE.
- Real Decreto 145/96, de 2 de Febrero, por el que se modifica y da nueva redacción al Reglamento de Espectáculos Taurinos (BOE núm. 54, de 2 de Marzo).

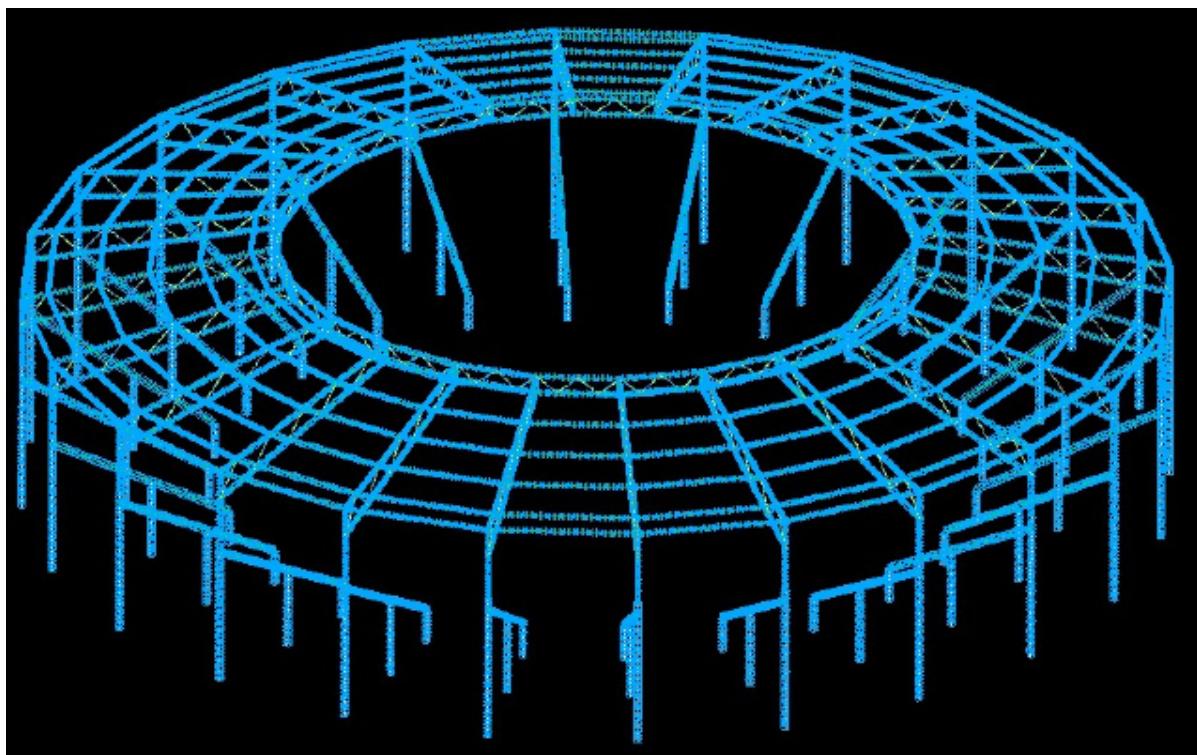
# **ANEXOS**

**ANEXO I.**  
**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

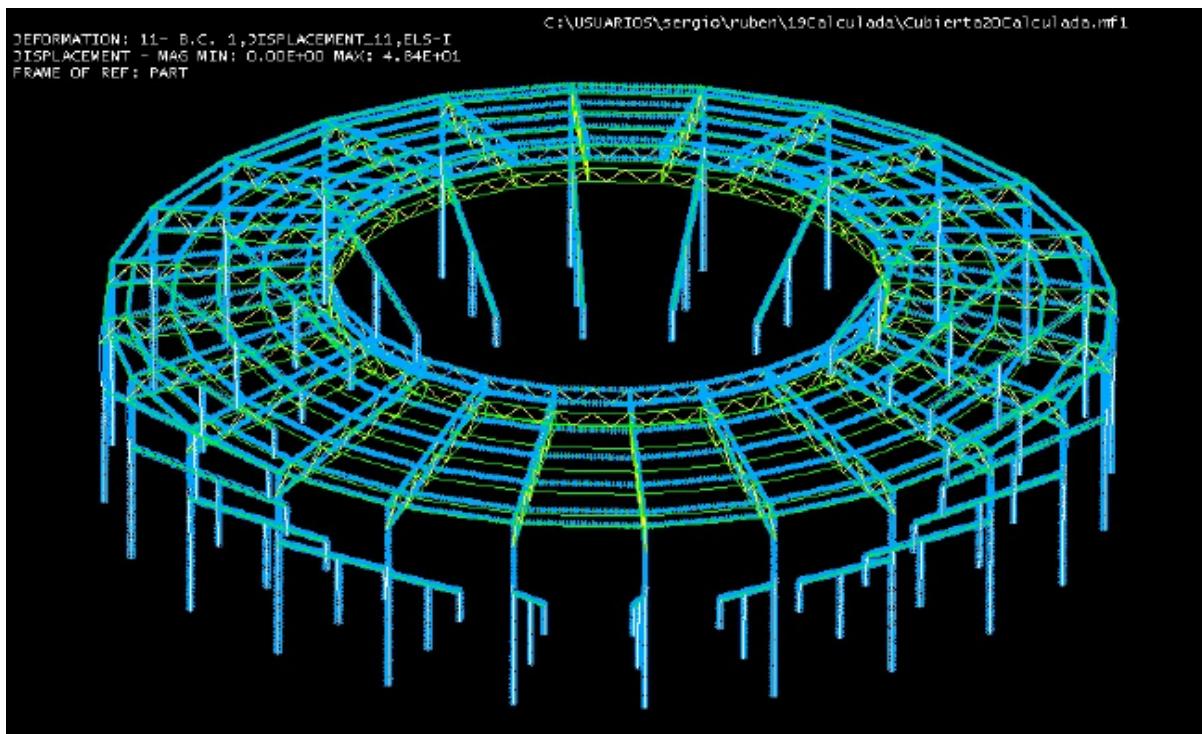
## **1.- INTRODUCCIÓN**

En el cálculo estructural se requieren dos tipos de verificaciones de acuerdo a la normativa (tanto a la de hormigón como a la de acero). Son las relativas a la estabilidad y resistencia (Estados Límite Últimos) y las relativas a la aptitud para el servicio (Estados Límites de Servicio). Para la comprobación de dichos Estados Límite se debe evaluar previamente las acciones a las que se encuentra sometida la estructura, teniendo en cuenta las combinaciones de carga que se pueden dar. En definitiva, se exige comprobar que la respuesta dada por la estructura (minorada) es mayor a la solicitud a la que se expone (mayorada), y que el edificio es apto para el uso para el cual ha sido construido, no afectando al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas.

El cálculo de esfuerzos se ha realizado con el programa IDEAS, programa de elementos finitos. Consta de módulos en los que se llevan a cabo los diferentes pasos para el cálculo de la estructura: primeramente se realiza el diseño del modelo estructural en el módulo *master modeler*. Tras el diseño se pasa al módulo *meshing* en el que se crean los elementos barra y se les asigna la sección correspondiente (creadas en el módulo *beam sections*), así como el material; mallando la estructura que vemos a continuación:



En el bloque *boundary conditions* se introducen las condiciones de apoyo de los nudos de la estructura así como las cargas a las que está sometida (previamente calculadas según DB SE-AE). Una vez diseñada e introducidas las cargas y restringidos los apoyos se lanza el cálculo mediante el bloque *model solution* y se trabaja con los resultados en el módulo *postprocessing* obteniendo resultados listados o gráficos como el que sigue (representado el desplazamiento por la acción del peso propio y la carga permanente):



Tras la obtención de los resultados (en forma de listado de esfuerzos en los extremos de cada elemento), se comprueba mediante la programación de hojas EXCEL, que la estructura cumple la normativa correspondiente al acero (DB SE-A) y al hormigón (EHE).

## **2.- ACCIONES**

El cálculo de acciones se lleva a cabo según lo expuesto en el DB SE-AE del CTE. Las acciones en la edificación se dividen en dos grupos: acciones permanentes (peso propio y cargas permanentes), y acciones variables (sobrecarga de uso, viento y nieve). Los pesos propios de los elementos prefabricados utilizados en el proyecto (paneles sándwich) se obtienen de los catálogos de los fabricantes de dichos elementos.

### **2.1.- Acciones en la estructura metálica**

Peso propio: Se considera una densidad de los perfiles de acero de 7820 Kg/m<sup>3</sup>.

Carga permanente: Peso de los paneles sándwich 0,10133 KN/m<sup>2</sup>.

Sobrecarga de nieve: se calcula según la normativa DB SE-AE la carga por unidad de superficie en proyección horizontal como sigue

$$Q_n = \mu \cdot s_k$$

siendo:

$\mu$  coeficiente de forma de cubierta; para cubiertas de inclinación entre 0 y 30º toma el valor de 1;

$s_k$  valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal. Teniendo en cuenta la altitud de Alfaro, tiene valor 0,6 KN/m<sup>2</sup>.

Sobrecarga de viento: La acción del viento se calcula según lo expuesto en la norma anteriormente citada

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

siendo:

$q_b$  presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse 0,5 KN/m<sup>2</sup>.

$c_e$  coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado y en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina según la tabla 3.4 del DB SE-AE.

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_e$ 

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

 $c_p$ 

coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie. Su valor se establece en el Anejo D punto 3 (tabla D.5) del DB SE-AE.

## 2.2.- Acciones en la estructura de hormigón

### a) Pilares interiores:

Peso propio: Se considera una densidad del hormigón armado de 2500 Kg/m<sup>3</sup>.

Carga permanente: Parte correspondiente al peso del portagradas inferior y el peso de las gradas que van apoyadas sobre éste, densidad 2500 Kg/m<sup>3</sup>.

### b) Pilares intermedios:

Peso propio: Se considera una densidad del hormigón armado de 2500 Kg/m<sup>3</sup>.

Carga permanente: Parte correspondiente al peso de los portagradas inferior y superior y el peso de las gradas que van apoyadas sobre estos, densidad 2500 Kg/m<sup>3</sup>.

Además, se transmiten los esfuerzos del forjado del primer piso a través de la ménsula.

### c) Pilares exteriores:

Peso propio: Se considera una densidad del hormigón armado de 2500 Kg/m<sup>3</sup>.

Carga permanente: Parte correspondiente al peso del portagradas superior y el peso de las gradas que van apoyadas sobre éste, densidad 2500 Kg/m<sup>3</sup>. Además, se transmiten los esfuerzos del forjado del primer piso a través de la ménsula y los esfuerzos de la cubierta a través de la placa de anclaje.

**d) Pilares auxiliares exteriores:**

Peso propio: Se considera una densidad del hormigón armado de 2500 Kg/m3.

Carga permanente: Parte correspondiente al peso de las gradas que soportan dichos pilares y el correspondiente al portagradas, densidad 2500 Kg/m3

**e) Pilares auxiliares interiores:**

Peso propio: Se considera una densidad del hormigón armado de 2500 Kg/m3.

Carga permanente: Parte correspondiente al peso de las gradas que soportan dichos pilares y el correspondiente al portagradas, densidad 2500 Kg/m3

**f) Gradas (prefabricado):**

Peso propio: Se considera una densidad del hormigón armado de 2500 Kg/m3.

Sobrecarga de uso: Se considera, según normativa 500 Kp/m2.

**g) Portagradas (prefabricado):**

Peso propio: Se considera una densidad del hormigón armado de 2500 Kg/m3.

Carga permanente: El peso de las gradas que van sobre cada portagradas, con densidad 2500 Kg/m3.

Sobrecarga de uso: Se considera, según normativa 500 Kp/m2.

**h) Placa alveolar (prefabricado) forjado planta primera:**

Peso propio: Según modelo elegido en catálogo, 3,84 KN/m2.

Carga permanente: Capa de 5 cm de hormigón, densidad 2500 Kg/m3.

Sobrecarga de uso: Se considera, según normativa 500 Kp/m2.

**i) Jácenas (prefabricado) forjado planta primera:**

Peso propio: Según modelo elegido en catálogo, 8,13 KN/m.

Carga permanente: Cargas correspondientes al peso del forjado compuesto por la placa alveolar y la capa de 5 cm de hormigón.

### **3.- COMBINACIÓN DE ACCIONES**

Para el cálculo de los Estados Límite se realiza la combinación de acciones según la normativa aplicable a cada elemento, dependiendo de si es acero (DB SE) u hormigón(EHE).

Esto es así debido a que se pueden tener varias acciones actuando al mismo tiempo sobre un elemento; normalmente el peso propio y la carga permanente más una o varias acciones variables, todas ellas con sus correspondientes coeficientes de mayoración y de concomitancia de acciones variables.

#### **3.1.- Combinación de acciones estructura metálica (DB SE)**

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

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

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo  $(\gamma_{G,j} \cdot G_{k,j})$ ;
- b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo  $(\gamma_{Q,1} \cdot G_{k,1})$ , debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- c) el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación

$$(\gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,i} \cdot G_{k,i})$$

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

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

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		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
Estabilidad	Variable	1,50	0
		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

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes $> 1000$ m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes $\leq 1000$ m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

### 3.2.- Combinación de acciones estructura de hormigón (EHE)

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

Situaciones permanentes o transitorias:

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

donde:

$G_{k,j}$  Valor característico de las acciones permanentes;

$Q_{k,1}$  Valor característico de la acción variable determinante;

$\psi_{0,i} Q_{k,i}$  Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes.

Los valores de los coeficientes de seguridad,  $\psi$ , se establecen en la tabla 12.1.a de la EHE y en función del nivel de control de ejecución en la tabla 95.5 para cada tipo de acción, atendiendo a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Tabla 12.1.a. Coeficientes parciales de seguridad para las acciones, aplicables para la evaluación de los Estados Límite Últimos

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

Tabla 95.5  
VALORES DE LOS COEFICIENTES DE MAYORACIÓN DE ACCIONES  $\gamma_i$   
EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE CONTROL DE EJECUCIÓN

TIPO DE ACCIÓN	NIVEL DE CONTROL DE EJECUCIÓN		
	INTENSO	NORMAL	REDUCIDO
PERMANENTE	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,50$	$\gamma_G = 1,60$
PRETENSADO	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
PERMANENTE DE VALOR NO CONSTANTE	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,60$	$\gamma_{G^*} = 1,80$
VARIABLE	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 1,60$	$\gamma_Q = 1,80$

## **4.- MINORACIÓN DE MATERIALES**

Como se anticipó en la introducción del Anexo, la normativa exige la minoración de los materiales en la comprobación de los Estados Límite Últimos, estableciendo estos coeficientes de minoración.

### **4.1.- Resistencia de cálculo estructura metálica (DB SE-A)**

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

$$f_{yd} = f_y / \gamma_M$$

Los coeficientes de seguridad 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 Último;  
 $\gamma_{M3} = 1,4$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.

### **4.2.- Resistencia de cálculo estructura de hormigón (EHE)**

Al igual que la normativa de acero, la resistencia de cálculo del hormigón

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c \quad f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

La normativa establece coeficientes diferentes para los elementos del hormigón armado siendo

Tabla 15.3 Coeficientes parciales de seguridad de los materiales para Estados Límite Últimos

Situación de proyecto	Hormigón $\gamma_c$	Acero pasivo y activo $\gamma_s$
Persistente o transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,3	1,0

## 5.- DURABILIDAD

El proyecto de la estructura de hormigón armado debe garantizar la duración de la vida útil acordada, de acuerdo a las condiciones de agresividad ambiental. Para ello se define el recubrimiento como la distancia entre la superficie exterior de la armadura (incluyendo cercos y estribos) y la superficie de hormigón más cercana. Se debe garantizar un recubrimiento mínimo en la puesta en obra de:

- a) Cuando se trata de armaduras principales, el recubrimiento deberá ser igual o superior al diámetro de dicha barra (o diámetro equivalente si se trata de un grupo de barras) y a 0,80 veces el tamaño máximo del árido, salvo que la disposición de armaduras respecto a los paramentos dificulte el paso del hormigón, en cuyo caso se tomará 1,25 veces el tamaño máximo del árido.
- b) Para cualquier clase de armaduras pasivas (incluso estribos) o armaduras activas pretensadas, el recubrimiento no será, en ningún punto, inferior a los valores mínimos recogidos en la tabla 37.2.4 en función de la clase de exposición ambiental. Para garantizar estos valores mínimos, se prescribirá en el proyecto un valor nominal del  $r_{nom}$ , donde:

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

siendo:

$r_{nom}$  Recubrimiento nominal;

$r_{min}$  recubrimiento mínimo (Tabla 37.2.4);

$\Delta r$  margen de recubrimiento, en función del nivel de control de ejecución; para un control normal toma el valor 10.

Resistencia característica del hormigón [N/mm <sup>2</sup> ]	Tipo de elemento	RECUBRIMIENTO MÍNIMO [mm] SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN (**)									
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc
$25 \leq f_{ck} < 40$	general	20	25	30	35	35	40	35	40	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
$f_{ck} \geq 40$	general	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	25	25	30	25	30	(*)	(*)

Tabla 37.2.4 Recubrimientos mínimos

En piezas hormigonadas contra el terreno el recubrimiento mínimo será 50 mm, siempre sobre capa de hormigón de limpieza. En el caso de ir directamente sobre el terreno, será de 70 mm.

## 6.- CÁLCULO

### 6.1.- CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

#### 6.1.1.- Cálculo de barras

Una vez realizado un primer cálculo con IDEAS y obtenidos los resultados, comienza un proceso iterativo en el que se trata de optimizar la estructura de la cubierta. El proceso consiste en modificar las medidas y espesores de los perfiles de cubierta, obteniendo resultados con IDEAS y comprobando, en una hoja EXCEL previamente programada, que los diferentes perfiles cumplen la normativa (DB SE-A). Si no cumple, se vuelven a modificar los perfiles. El cálculo se detalla en el Anexo II.

Las comprobaciones realizadas en la estructura de cubierta:

a) Comprobación a flexión compuesta:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} \leq 1$$

siendo

$$N_{Ed}, M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$$

acciones de diseño;

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

resistencia de las secciones a tracción/compresión;

$$M_{el,Rd} = W \cdot f_{yd}$$

resistencia de las secciones a flexión respecto de cada plano;

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

b) Comprobación a pandeo de las barras comprimidas:

$$N_{b,Rd} > N_{Ed}$$

siendo

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

capacidad a pandeo por flexión de una barra;

$$N_{Ed}$$

axil de diseño;

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\lambda)^2}} \leq 1$$

coeficiente de reducción por pandeo;

$$\phi = 0,5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right], \alpha \text{ coeficiente de imperfección elástica}$$

(Tabla 6.3 DB SE-A) en función de curva de pandeo (Tabla 6.2 DB SE-A);

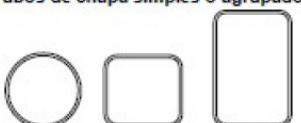
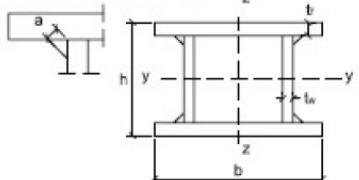
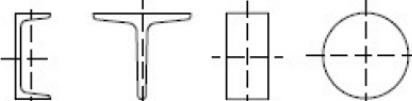
$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr}}}$$

esbeltez reducida, debiendo ser menor de 2;

$$N_{cr} = \left( \frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

compresión crítica por pandeo.

Tabla 6.2 Curva de pandeo en función de la sección transversal

Tipo de sección	Eje de pandeo <sup>(1)</sup>	Tipo de acero		\$235 a \$355		\$450	
		y	z	y	z	y	z
<b>Perfiles laminados en I</b>							
	$h/b > 1,2$	$t \leq 40 \text{ mm}$	a	b	$a_0$	$a_0$	
	$40 \text{ mm} < t \leq 100 \text{ mm}$	b	c	a	a		
	$h/b \leq 1,2$	$t \leq 100 \text{ mm}$	b	c	a	a	
	$t > 100 \text{ mm}$	d	d	c	c		
<b>Perfiles armados en I</b>							
	$t \leq 40 \text{ mm}$	b	c	b	c		
	$t > 40 \text{ mm}$	c	d	c	d		
<b>Agrupación de perfiles laminados soldados</b>							
		c	c	c	c		
<b>Tubos de chapa simples o agrupados</b>							
		laminados en caliente	a	a	$a_0$	$a_0$	
		conformados en frío	c	c	c	c	
<b>Perfiles armados en cajón <sup>(2)</sup></b>							
		soldadura gruesa: $a/t > 0,5$ $b/t < 30$ $h/t_w < 30$	c	c	c	c	
		en otro caso	b	b	b	b	
<b>Perfiles simples U, T, chapa, redondo macizo</b>							
		c	c	c	c		
<b>Perfiles L</b>				b	b	b	b

<sup>(1)</sup> Para el significado del eje de pandeo, y los términos  $h$ ,  $b$ ,  $t$ ,  $t_w$  véase anexo B<sup>(2)</sup> La variable  $a$  se refiere al ancho de garganta de la soldadura

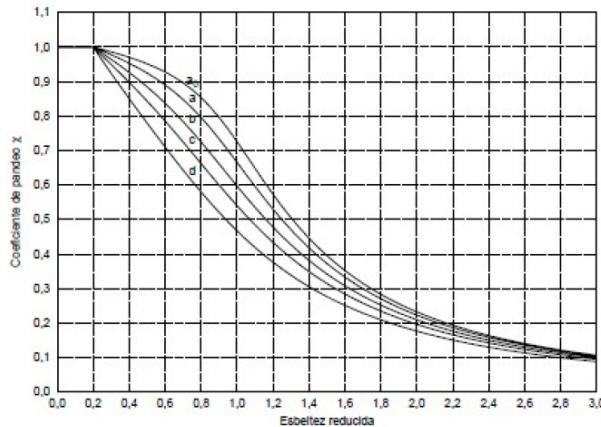


Figura 6.3 Curvas de pandeo

 Tabla 6.3 Valores del coeficiente de pandeo ( $\chi$ )

Esllez reducida	Coeficiente ( $\alpha$ ) de imperfección	Curva de pandeo			
		a <sub>0</sub>	a	b	c
≤ 0,20	0,13	1,00	1,00	1,00	1,00
0,30		0,99	0,98	0,96	0,95
0,40		0,97	0,95	0,93	0,90
0,50		0,95	0,92	0,88	0,84
0,60		0,93	0,89	0,84	0,79
0,70		0,90	0,85	0,78	0,72
0,80		0,85	0,80	0,72	0,66
0,90		0,80	0,73	0,66	0,60
1,00		0,73	0,67	0,60	0,54
1,10		0,65	0,60	0,54	0,48
1,20		0,57	0,53	0,48	0,43
1,30		0,51	0,47	0,43	0,39
1,40		0,45	0,42	0,38	0,35
1,50		0,40	0,37	0,34	0,31
1,60		0,35	0,32	0,31	0,28
1,80		0,28	0,27	0,25	0,23
2,00 <sup>(1)</sup>		0,23	0,22	0,21	0,20
2,20 <sup>(1)</sup>		0,19	0,19	0,18	0,17
2,40 <sup>(1)</sup>		0,16	0,16	0,15	0,14
2,70 <sup>(2)</sup>		0,13	0,13	0,12	0,12
3,00 <sup>(2)</sup>		0,11	0,10	0,10	0,10

<sup>(1)</sup> esbeltez intolerable en los elementos principales  
<sup>(2)</sup> esbeltez intolerable incluso en elementos de arriostramiento

c) Comprobación a flecha:

$$u < \frac{L}{200} \text{ siendo: } u \text{ desplazamiento,}$$

L longitud de la barra.

### 6.1.2.- Cálculo de uniones

En la estructura de cubierta se tienen las uniones de los largueros con los pilares de cubierta mediante placa atornillada y la unión de los pilares de cubierta con la estructura de hormigón mediante placa de anclaje. Como en los cálculos anteriores, se programa una hoja EXCEL para comprobar diferentes combinaciones de carga generadas. Las restantes uniones de la estructura de cubierta son uniones soldadas a tope, un tipo de soldadura que la norma permite no calcular ya que el material aportado siempre debe ser de mayor resistencia que el material de la barra que soldamos. Cálculo detallado en el Anexo III.

#### Cálculo de la placa atornillada

Se ha resuelto mediante la utilización de tornillos pretensados (apartado 8.5.3 del DB SE-A) realizando las siguientes comprobaciones:

a) Comprobación a deslizamiento:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu \cdot (F_{p,Cd} - 0,8 \cdot F_{t,Ed})}{V_{M3}}$$

siendo:

$k_s = 1$  para agujeros de medidas normales;

$n$  número de superficie de rozamiento;

$\mu$  coeficiente de rozamiento entre superficies;

$F_{p,Cd}$  fuerza de pretensado;

$F_{t,Ed}$  tracción de servicio en el tornillo, al que en su caso, se añadirán las tracciones debidas al efecto palanca.

b) Comprobación a cortante:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s \cdot n \cdot \mu}{V_{M2}} \cdot F_{p,Cd}$$

c) Disposiciones constructivas (apartado 8.5.1 del DB SE-A)

I. Distancias mínimas:

$$e_1 \geq 1,2 \cdot d_0$$

$$p_1 \geq 2,2 \cdot d_0$$

$$e_2 \geq 1,5 \cdot d_0$$

$$p_2 \geq 3 \cdot d_0$$

Siendo  $d_0$  el diámetro del agujero.

II. Distancias máximas:

$$e_1 \leq \min \begin{cases} 40 + 4 \cdot t \\ 12 \cdot t \\ 150 \end{cases}$$

$$p_{1,compresion} \leq \min \begin{cases} 14 \cdot t \\ 200 \end{cases}$$

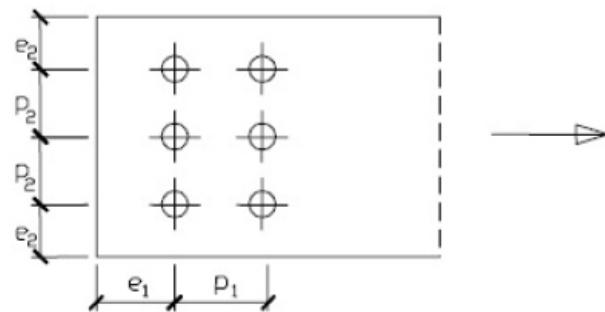
$$p_{1,traccion} \leq \min \begin{cases} 14 \cdot t \\ 200 \end{cases}$$

$$e_2 \leq \min \begin{cases} 40 + 4 \cdot t \\ 12 \cdot t \\ 150 \end{cases}$$

$$p_{2,compresion} \leq \min \begin{cases} 14 \cdot t \\ 200 \end{cases}$$

$$p_{2,traccion} \leq \min \begin{cases} 14 \cdot t \\ 200 \end{cases}$$

siendo t el espesor de la placa o perfil a unir (menor).



Cálculo de la placa de anclaje

a) Comprobación del hormigón:

$$\sigma_c \leq 0,8 \cdot f_{cd}$$

b) Comprobación de los pernos:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_p^2 + 3 \cdot \tau_p^2} \leq f_{yd}$$

siendo:

$$\sigma_p = \frac{T_p}{A_p} \quad \text{tensión normal en el perno;}$$

$$\tau_p = \frac{V}{n_{pt} \cdot A_p} \quad \text{tensión tangencial en el perno.}$$

c) Comprobación de la placa:

$$W_{placa} \geq \frac{M_{max}}{f_{yd}}$$

siendo:

$$W_{placa} = \frac{b \cdot e_{placa}}{6} \quad \begin{array}{l} \text{momento en el vuelo más desfavorable;} \\ \text{reduciéndose el espesor de la placa con el uso de cartelas.} \end{array}$$

## **6.2.- CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN**

### **6.2.1.- Introducción**

Previamente al dimensionado y comprobación de los pilares, de las jácenas que conforman el forjado y de las vigas portagradas es necesario conocer las acciones en cada sección de cada barra para evaluar la sección más desfavorable. Para ello, a partir de los resultados obtenidos con el programa IDEAS (esfuerzos en nudos), se programa una hoja EXCEL y se obtienen las envolventes de esfuerzos de las barras (valor máximo que alcanza el esfuerzo en cualquier punto de la barra para cualquier combinación de carga).

Una vez se conocen los esfuerzos en la sección más desfavorable de cada elemento, se dimensionan las armaduras siguiendo la normativa de hormigón EHE; el dimensionado de la armadura de flexión se fundamenta en el Artículo 42 de dicha normativa, mientras que para la armadura de corte se sigue el Artículo 44 de la misma.

Tras el dimensionado de la armadura a flexión, se comprueba la sección mediante diagramas de interacción validando de este modo la armadura para la sección de cálculo.

Posteriormente se realizan los cortes necesarios en el armado con el fin de optimizar la armadura consiguiendo un ahorro de material, con lo que esto supone en el coste. Para ello se suponen unos cortes iniciales y mediante diagramas de interacción se obtienen los esfuerzos que la sección prevista es capaz de soportar. Entonces se localiza en la envolvente del elemento, anteriormente calculada, el punto exacto en el cual se tienen dichos esfuerzos, obteniéndose así el punto teórico de corte. Finalmente se añade a este punto de corte un decalaje igual al canto útil y una longitud de anclaje dependiendo de si es armado de positivos o de negativos, siempre según normativa EHE. Así se obtiene el punto final de corte.

El cálculo de la armadura de corte sigue un proceso similar obteniéndose los máximos en las envolventes, dimensionando para esos puntos máximos y disponiendo armadura mínima cuando los esfuerzos lo permiten.

Finalmente se detalla el procedimiento seguido para la comprobación de la estructura a pandeo (pilares) y la comprobación de los Estados Límite de Servicio: flecha y fisuración. Todo ello detallado en el Anexo IV.

### 6.2.2.- Cálculo de la armadura longitudinal

a) Flexión compuesta recta en sección rectangular (armadura simétrica):

Mediante este método simplificado se realiza el dimensionado de los pilares de la estructura, sin armar, en la medida de lo posible, en el caso 3 ya que ante un aumento de axil pudiera haber problemas no siendo suficiente la armadura dispuesta (Anejo VII, artículo 5).

$$1^{\circ}) \quad N_d < 0$$

$$U_{s1} = U_{s2} = \frac{M_d}{(d - d')} - \frac{N_d}{2}$$

$$2^{\circ}) \quad 0 \leq N_d \leq 0,5 \cdot U_0$$

$$U_{s1} = U_{s2} = \frac{M_d}{(d - d')} + \frac{N_d}{2} - \frac{N_d \cdot d}{(d - d')} \left( 1 - \frac{N_d}{2 \cdot U_0} \right)$$

$$3^{\circ}) \quad N_d > 0,5 \cdot U_0$$

$$U_{s1} = U_{s2} = \frac{M_d}{(d - d')} + \frac{N_d}{2} - \alpha \cdot \frac{U_0 \cdot d}{(d - d')}$$

donde:

$$\alpha = \frac{0,48 \cdot m_1 - 0,375 \cdot m_2}{m_1 - m_2} > \neq 0,5 \cdot \left( 1 - \left( \frac{d'}{d} \right)^2 \right)$$

$$m_1 = (N_d - 0,5 \cdot U_0)(d - d')$$

$$m_2 = 0,5 \cdot N_d \cdot (d - d') - M_d - 0,32 \cdot U_0 \cdot (d - 2,5 \cdot d')$$

siendo:

$N_d, M_d$  esfuerzos de diseño

$d$  canto útil

$d'$  recubrimiento

$$U_0 = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d$$

La comprobación de la armadura se lleva a cabo como se ha mencionado anteriormente con los diagramas de interacción.

b) Flexión simple en sección rectangular:

Como sigue se lleva a cabo el dimensionado de la armadura de las vigas de la estructura:

$$1^o) \quad M_d \leq 0,375 \cdot U_0 \cdot d$$

$$U_{s1} = U_0 \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_d}{U_0 \cdot d}} \right)$$

No siendo necesaria armadura de compresión salvo las expresadas a continuación en el apartado “cuantías mínimas”.

$$2^o) \quad M_d > 0,375 \cdot U_0 \cdot d$$

$$U_{s2} = \frac{M_d - 0,375 \cdot U_0 \cdot d}{d - d'}$$

$$U_{s1} = 0,5 \cdot U_0 + U_{s2}$$

Del mismo modo que en pilares se comprueba mediante diagramas de interacción la armadura.

### Cuantías mínimas

Una vez obtenido el armado necesario se ha de verificar que éste es mayor que las cuantías mínimas establecidas en la normativa EHE en su artículo 42.3 que dispone:

$$\text{I. } s \leq 30\text{cm}$$

$$s \leq 3e$$

siendo:

s separación entre dos barras longitudinales;  
e espesor bruto de la sección del elemento en la que se encuentre.

$$\text{II. } s \geq 2\text{cm}$$

$$s \geq \emptyset_{max}$$

siendo:

$\emptyset_{max}$  diámetro de la barra longitudinal máxima.

### III. Cuantía mecánica mínima

$$A_s \geq 0,04 \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

para secciones rectangulares de hormigón armado.

### IV. Cuantía geométrica mínima:

$$A_s \geq \frac{\gamma}{1000} \cdot A_c \quad \text{definido y en la tabla 42.3.5 de la normativa.}$$

Tabla 42.3.5. Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1000, referidas a la sección total de hormigón <sup>(6)</sup>

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		Aceros con $f_y = 400\text{N/mm}^2$	Aceros con $f_y = 500\text{N/mm}^2$
Pilares		4,0	4,0
Losas <sup>(1)</sup>		2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios <sup>(2)</sup>	4,0	3,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios <sup>(3)</sup>	1,4	1,1
	Armadura de reparto paralela a los nervios <sup>(3)</sup>	0,7	0,6
Vigas <sup>(4)</sup>		3,3	2,8
Muros <sup>(5)</sup>	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

Para vigas, esta cuantía geométrica mínima se refiere a la armadura de tracción, debiendo disponerse a compresión un 30% de la anterior como mínimo.

Anclaje barras

Una vez establecido el punto de corte teórico explicado anteriormente en la introducción y añadido el decalaje, se prolongan las armaduras una longitud de anclaje definida a continuación:

Para barras en posición I (armadura de positivos):

$$l_{bI} = m\phi^2 \nless \frac{f_{yk}}{20} \phi$$

Para barras en posición II (armadura de negativos):

$$l_{bII} = 1,4m\phi^2 \nless \frac{f_{yk}}{14} \phi$$

siendo:

- Ø diámetro de la barra;
- m coeficiente numérico, con los valores indicados en la tabla 69.5.1.2.a en función del tipo de acero y hormigón utilizado;
- f<sub>yk</sub> límite elástico del acero.

Tabla 69.5.1.2.a

Resistencia característica del hormigón (N/mm <sup>2</sup> )	m	
	B 400 S	B 500 S
	B400SD	B 500SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
≥50	0,7	1,0

### 6.2.3.- Cálculo de la armadura transversal

En el cálculo a corte se ha de verificar:

$$V_{rd} \leq V_{u1} \quad (1)$$

$$V_{rd} \leq V_{u2} \quad (2)$$

siendo:

$V_{rd}$  esfuerzo cortante de cálculo;

$V_{u1}$  esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma;

$V_{u2}$  esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Para el caso común de disponer la armadura transversal en perpendicular con la armadura longitudinal, se comprueba la ecuación (1) siendo:

$$V_{u1} = 0,30 \cdot f_{cd} \cdot b_0 \cdot d$$

$b_0$  anchura del elemento.

Para la comprobación de (2), se parte de la no necesidad de disponer armadura de cortante, es decir, se supone que el hormigón es capaz de absorber todo el cortante.

$$V_{u2} = \left[ 0,12 \cdot \xi (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b_0 \cdot d$$

siendo:

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d(\text{mm})}}$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b_0 \cdot d} < 0,02$$

Si se cumple la comprobación (2) se dispone la armadura transversal mínima; por el contrario, si no se cumple, se calcula de la manera que sigue:

$$V_{u2} = V_{cu} + V_{su}$$

Resistencia a tracción del hormigón:

$$V_{cu} = \left[ 0,10 \cdot \xi (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b_0 \cdot d$$

Resistencia de la armadura de cortante:

$$V_{su} = 0,9 \cdot A_{90} \cdot f_{y90,d} \cdot d \quad \text{para el caso de disponer la armadura de corte perpendicular a la longitudinal.}$$

siendo:

$$A_{90} \quad \text{área por unidad de longitud de armadura de corte;}$$

$$f_{y90,d} = 400 \text{ N/mm}^2 \quad \text{independientemente del acero utilizado.}$$

### Cuantías mínimas

En el apartado 44.2.3.4.1 “Armaduras transversales” (EHE) referente a la disposición de las armaduras se establecen diferentes casos:

$$1^{\circ}) \text{ Si } V_{rd} \leq \frac{1}{5} V_{u1}$$

$$s_t \leq 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha)$$

$$s_t \leq 600 \text{ mm}$$

$$2^{\circ}) \text{ Si } \frac{1}{5} V_{u1} < V_{rd} \leq \frac{2}{3} V_{u1}$$

$$s_t \leq 0,60 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha)$$

$$s_t \leq 450 \text{ mm}$$

$$3^{\circ}) \text{ Si } V_{rd} > \frac{2}{3} V_{u1}$$

$$s_t \leq 0,30 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha)$$

$$s_t \leq 300 \text{ mm}$$

Para poder tener en cuenta las armaduras de compresión se debe cumplir lo expuesto en el apartado 42.3.1 (EHE):

$$s_t \leq 15 \cdot \phi_{min}$$

$$\phi_t \geq \phi_{max}/4$$

$$s_t \leq \text{dimensión mínima de la sección.}$$

refiriéndose los diámetros mínimos y máximos a la barra comprimida mínima y máxima.

Además se debe cumplir la cuantía mecánica mínima. Será tal que cumpla la relación

$$A_{90} \cdot f_{y90,d} \geq 0,02 \cdot f_{cd} \cdot b_0$$

### 6.2.4.- Cálculo de ménsulas

Una vez calculadas las cargas que van a soportar cada tipo de ménsulas, se procede al cálculo de estas mediante la normativa EHE Capítulo XII, Artículo 64.1: Ménsulas cortas. Cálculo detallado en el Anexo IV.

Se definen como ménsulas cortas aquellas ménsulas cuya distancia  $a$ , entre la línea de acción de la carga vertical principal y la sección adyacente al soporte, es menor o igual que el canto útil  $d$ , en dicha sección (figura 64.1.1).

El canto útil  $d_1$  medido en el borde exterior del área donde se aplica la carga, será igual o mayor que  $0,5d$ .

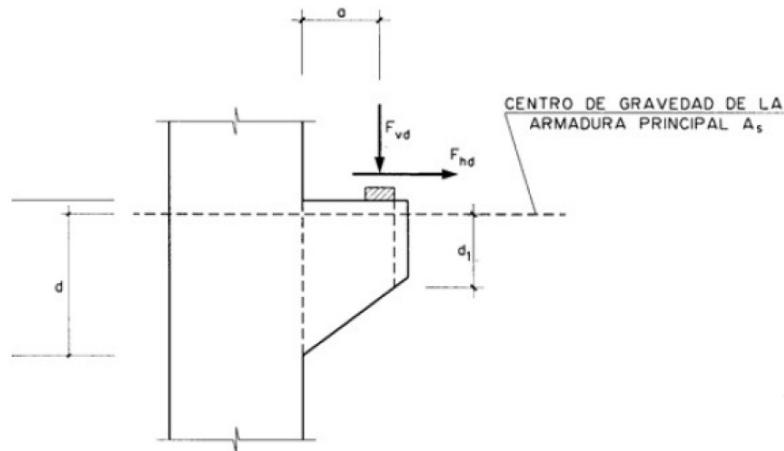


Figura 64.1.1

### Comprobación de nudos y bielas y diseño de la armadura

El modelo de celosía equivalente podrá ser el indicado en la figura 64.1.2.

El ángulo  $\theta$  de inclinación de las compresiones oblicuas (bielas), podrá, de acuerdo con las condiciones geométricas y de ejecución, adoptar los siguientes valores, :

$\cotg \theta = 1,4$  si se hormigona la ménsula monolíticamente con el pilar. Podrán adoptarse valores distintos de  $\cotg \theta$  y nunca superiores a 2,0 previa justificación mediante estudios teóricos o experimentales adecuados.

$\cotg \theta = 1,0$  si se hormigona la ménsula sobre el hormigón del pilar endurecido

$\cotg \theta = 0,6$  para el caso anterior, pero con rugosidad débil de la superficie del hormigón endurecido.

El canto útil  $d$  de la ménsula (figuras 64.1.1 y 64.1.2) cumplirá la condición siguiente:

$$d \geq \frac{a}{0,85} \cotg \theta$$

### Dimensionamiento de la armadura

La armadura principal  $A_s$  (figura 64.1.2.1.1) se dimensionará para una tracción de cálculo:

$$T_{1d} = F_{vd} \tan \theta + F_{hd} = A_s f_{yd}$$

con  $f_{yd} \leq 400$  N/mm<sup>2</sup>.

Se dispondrán cercos horizontales ( $A_{se}$ ) uniformemente distribuidos para absorber una tracción total.

$$T_{2d} = 0,20 F_{vd} = A_{se} f_{yd}$$

con  $f_{yd} \leq 400$  N/mm<sup>2</sup>.

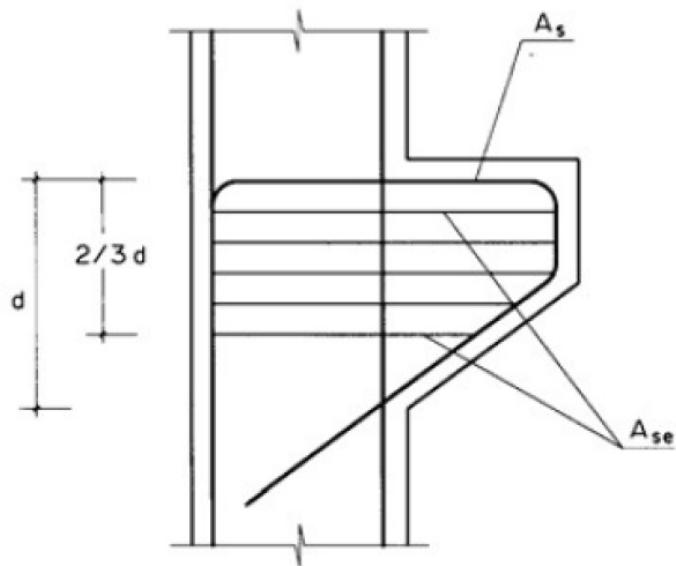


Figura 64.1.2.1.1

### Comprobación de nudos y bielas

Cumpliendo las condiciones geométricas de 64.1.2.1 basta con comprobar la compresión localizada en el apoyo (nudo 1, figura 64.1.2).

$$\frac{F_{vd}}{bc} \leq f_{1cd}$$

donde:

$b, c$  Dimensiones en planta del apoyo.

$f_{1cd}$  Resistencia a compresión del hormigón.

$$f_{1cd} = 0,70f_{cd}$$

### 6.2.5.- Comprobación de la estructura a pandeo

La comprobación a pandeo de los pilares (elementos sometidos a compresión) se base en el artículo 43 de la normativa EHE.

Primeramente se calcula la esbeltez mecánica ya que se establecen en norma unos límites según los cuales si se está por debajo de 35 no es necesaria la comprobación; si se está entre 35 y 100 puede aplicarse el método simplificado; si se está por encima de 100, y siempre por debajo de 200, se debe aplicar el método general, todos ellos explicados en norma. Dicho esto, se calcula la esbeltez mecánica.

$$\lambda = \frac{\alpha \cdot l}{i}$$

siendo:

$\alpha$  factor de pandeo;

$l$  longitud del elemento;

$i$  radio de giro de la sección en el plano de pandeo

En el caso de pilares exteriores se toma  $\alpha=1$  considerándolos como soportes biempotrados con extremos desplazables, mientras que en los pilares interiores se ha calculado como sigue:

$$\alpha = \sqrt{\frac{7,5 + 4 \cdot (\psi_A + \psi_B) + 1,6 \cdot \psi_A \cdot \psi_B}{7,5 + (\psi_A + \psi_B)}}$$

siendo  $\psi$  la relación de rigideces entre los soportes y las vigas que inciden en cada extremo A y B del soporte

$$\psi = \frac{\sum_{\text{soportes}} \frac{E \cdot I}{L}}{\sum_{\text{vigas}} \frac{E \cdot I}{L}}$$

### Método simplificado

En el caso de utilizar el método simplificado, el soporte debe estar dimensionado para el caso de tener aplicados los esfuerzos a una excentricidad total igual a la que se indica:

$$e_{tot} = e_e + e_a \leq e_2$$

$$e_a = (1 + 0,12\beta)(\varepsilon_y + \varepsilon) \frac{h + 20e_e}{h + 10e_e} \cdot \frac{l_0^2}{50i_c}$$

siendo:

$e_a$  excentricidad ficticia utilizada para representar los efectos de segundo orden;

$e_e$  excentricidad de cálculo de primer orden equivalente.

$e_e = 0,6 e_2 + 0,4 e_1 \leq 0,4e_2$  para soportes intraslacionales;

$e_e = e_2$  para soportes traslacionales.

$e_2$  excentricidad de cálculo máxima de primer orden, tomada con signo positivo;

$e_1$  excentricidad de cálculo mínima de primer orden, tomada con el signo que le corresponda;

$l_0$  longitud de pandeo;

$i_c$  radio de giro de la sección de hormigón en la dirección considerada;

$h$  canto total de la sección de hormigón;

$\varepsilon_y$  deformación del acero para la tensión de cálculo  $f_{yd}$ , es decir,

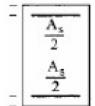
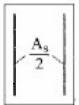
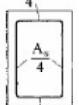
$$\varepsilon_y = \frac{f_{yd}}{E_s}$$

$\varepsilon$  parámetro auxiliar para tener en cuenta los efectos de la fluencia:

$$\varepsilon = 0,004$$

$\beta$  factor de armado, dado por Tabla 43.5.1 de la EHE;

Tabla 43.5.1

Disposición de armadura	$i_s^2$	$\beta$
	$\frac{1}{4}(d - d')^2$	1,0
	$\frac{1}{12}(d - d')^2$	3,0
	$\frac{1}{6}(d - d')^2$	1,5
	$\frac{1}{8}(d - d')^2$	2,0

Una vez calculada la excentricidad se comprueba que la sección es capaz de absorber los esfuerzos de dicha excentricidad mediante diagrama de interacción.

### 6.2.6.- Comprobación Estado Límite de fisuración

La abertura característica de fisura se calcula mediante la siguiente expresión:

$$w_k = \beta \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm}$$

siendo:

- $\beta$  coeficiente que relaciona la abertura media de fisura con el valor característico y vale 1,3 para fisuración producida por acciones indirectas solamente y 1,7 para el resto de los casos;
- $s_m$  separación media de fisuras, expresada en mm.

$$s_m = 2c + 0,2s + 0,4k_1 \frac{\phi A_{c,eficaz}}{A_s}$$

$\varepsilon_{sm}$  alargamiento medio de las armaduras, teniendo en cuenta la colaboración del hormigón entre fisuras;

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \left[ 1 - k_2 \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] \geq 0,4 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$c$  recubrimiento de hormigón;

$s$  distancia entre barras longitudinales. Si  $s > 15\phi$  se tomará  $s = 15\phi$ . En el caso de vigas armadas con  $n$  barras, se tomará  $s = b/n$  siendo  $b$  el ancho de la viga;

$k_1$  coeficiente que representa la influencia del diagrama de tracciones en la sección de valor

$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

donde  $\varepsilon_1$  y  $\varepsilon_2$  son las deformaciones máxima y mínima calculadas en sección fisurada, en los límites de la zona traccionada (figura 49.2.4.a de la EHE);

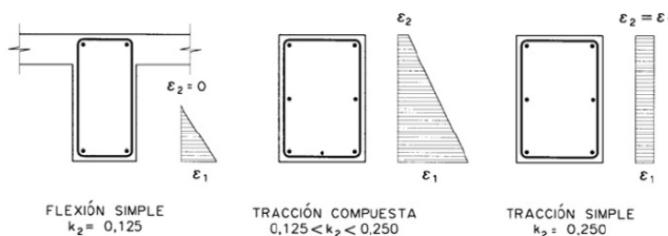


Figura 49.2.4

$\phi$  diámetro de la barra traccionada más gruesa o diámetro equivalente en el caso de grupo de barras;

$A_{c,eficaz}$  área de hormigón de la zona de recubrimiento, definida en la figura 49.2.4.b, en donde las barras a tracción influyen de forma efectiva en la abertura de las fisuras;

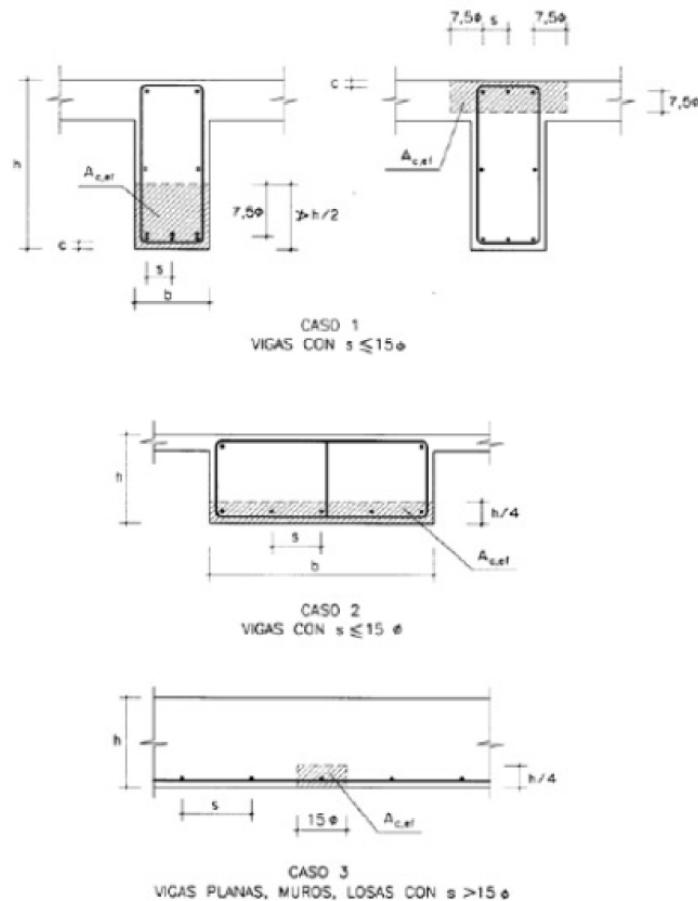


Figura 49.2.4.b

$A_s$  sección total de las armaduras situadas en el área  $A_{c,eficaz}$ ;

$\sigma_s$  tensión de servicio de la armadura pasiva en la hipótesis de sección fisurada;

$E_s$  módulo de deformación longitudinal del acero;

$k_2$  coeficiente de valor 1,0 para los casos de carga instantánea no repetida y 0,5 para los restantes;

$\sigma_{sr}$  tensión de la armadura en la sección fisurada en el instante en que se fisura el hormigón, lo cual se supone que ocurre cuando la tensión de tracción en la fibra más traccionada de hormigón alcanza el valor  $f_{ct,m}$  (apartado 39.1).

El anexo 9 de la normativa EHE permite evaluar los distintos parámetros del comportamiento de secciones rectangulares en régimen lineal fisurado. En concreto las tensiones en las armaduras ( $\sigma_s$ ,  $\sigma_{sr}$ ) para fisuración y el momento de inercia de la sección fisurada ( $I_f$ ) para el cálculo de las deformaciones.

- Tensión en el hormigón

$$\sigma_c = \frac{M \cdot x}{I_f}$$

- Tensión en la armadura traccionada

$$\sigma_{s1} = -n \cdot \sigma_c \cdot \frac{d - x}{x}$$

- Tensión en la armadura comprimida

$$\sigma_{s2} = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{x - d'}{x}$$

- Tensión de la armadura en el momento de la fisuración

$$\sigma_{sr} = n \cdot f_{ct,m} \cdot \frac{d - x}{h - x}$$

- Cuantía geométrica de armadura de tracción

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d}$$

- Cuantía geométrica de armadura de compresión

$$\rho_2 = \frac{A_{s2}}{b \cdot d}$$

Para sección rectangular

$$\frac{x}{d} = n \cdot \rho_1 \cdot \left(1 + \frac{\rho_1}{\rho_2}\right) \cdot \left[ -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot \left(1 + \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot d'}{d}\right)}{n \cdot \rho_1 \cdot \left(1 + \frac{\rho_2}{\rho_1}\right)^2}} \right]$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$E_c = 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{cm}} \quad \text{con} \quad f_{cm} = f_{ck} + 8$$

Con ello

$$I_f = n \cdot A_{s1} \cdot (d - x) \cdot \left(d - \frac{x}{3}\right) + n \cdot A_{s2} \cdot (x - d') \cdot \left(\frac{x}{3} - d'\right)$$

Una vez calculada la abertura de fisura se debe comprobar que se encuentra por debajo de la fisura máxima admitida dependiendo de la clase de exposición de la estructura.

Clase de exposición	W <sub>máx</sub> [mm]	
	Hormigón armado	Hormigón pretensado
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2 <sup>1)</sup>
IIIa, IIIb, IV, F	0,2	Descompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0,1	

Tabla 49.2.4

### 6.2.7.- Comprobación Estado Límite de deformación

A falta de exigencias más precisas en la normativa se establecen unos límites de flecha de L/400 en el momento en el que actúan únicamente acciones permanentes, y de L/200 cuando se tienen actuando también otras cargas.

Se define como inercia equivalente de una sección

$$I_e = \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3 \cdot I_b + \left[1 - \left(\frac{M_f}{M_a}\right)^3\right] \cdot I_f$$

con

M<sub>a</sub> Momento flector máximo aplicado a la sección hasta el instante que se evalúa la flecha;

M<sub>f</sub> Momento nominal de fisuración de la sección que se evalúa mediante

$$M_f = f_{ct,fl} \cdot W_b \quad \text{siendo} \quad f_{ct,fl} = 0,37 \cdot f_{ck,j}^{2/3}$$

I<sub>b</sub> Momento de inercia de la sección bruta;

W<sub>b</sub> Módulo resistente de la sección bruta;

I<sub>f</sub> Momento de inercia de la sección fisurada.

Se calcula la flecha instantánea del elemento dependiendo de sus condiciones de apoyo según resistencia de materiales y la flecha diferida se obtiene

$$v_{dif} = \lambda \cdot v_{inst}$$

siendo:

$$\lambda = \frac{\xi}{1 + 50 \cdot \rho'}$$

$$\rho' = \rho_2$$

$\xi$  Para una duración de la carga de 5 o más años toma el valor de 2.

### **6.3.- CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN**

Ante la falta de un estudio geotécnico para conocer las características del terreno se considera como tensión admisible del terreno 0,2 N/mm<sup>2</sup>, que por otra parte es el valor típico utilizado. Una vez hecha la consideración se calcula la cimentación como zapatas superficiales arriostradas por vigas de atado para impedir el desplazamiento horizontal de las mismas.

Además del dimensionado y armado del elemento de cimentación para lo que se utilizaran las combinaciones de carga más desfavorables mayoradas, será necesario realizar las siguientes comprobaciones

- a) Comprobación a vuelco: Se comprueba que el momento estabilizante es superior en un coeficiente de seguridad adecuado al momento de vuelco sin mayorar respecto del punto de vuelco.

$$M_v = M + V \cdot h$$

$$M_e = (N + W_z) \cdot d \quad M_e > \gamma \cdot M_v$$

siendo:

- N, V, M      esfuerzos sin mayorar;  
 W<sub>z</sub>           peso de la zapata;  
 d, h           distancias de aplicación de la carga al punto de vuelco.

- b) Comprobación a deslizamiento: Se comprueba que la resultante de las fuerzas de rozamiento entre el suelo y la zapata sin mayorar es superior en un coeficiente de seguridad adecuado a las fuerzas tangenciales exteriores sin mayorar.

$$F_d = V$$

$$F_r = (N + W_z) \cdot \operatorname{tg} \frac{\delta}{3} \cdot \delta \quad F_r > \gamma \cdot F_d$$

siendo:

- V                cortante sin mayorar;  
 δ                ángulo de rozamiento interno del terreno.

- c) Comprobación de tensión admisible del terreno: Se comprueba que la tensión máxima que aparece sobre el suelo es superior a la admisible del terreno en un coeficiente de seguridad adecuado.

- Excentricidad de la carga:

$$e = \frac{M}{N + W_z}$$

Si  $e > \frac{a}{6}$  (siendo  $a$  la longitud de la zapata en el plano de cálculo)

$$\sigma_{min} = 0$$

$$\sigma_{max} = \frac{4}{3} \frac{N + W_z}{b(a - 2 \cdot e)}$$

Si  $e \leq \frac{a}{6}$

$$\sigma_{min} = \frac{N + W_z}{b \cdot a} \left( 1 - 6 \frac{e}{a} \right)$$

$$\sigma_{max} = \frac{N + W_z}{b \cdot a} \left( 1 + 6 \frac{e}{a} \right)$$

Se debe cumplir

$$\sigma_{max} < \frac{\sigma_t}{\gamma_t}$$

Una vez hechas las comprobaciones, se arma la zapata como establece la normativa EHE en su artículo 58.4 “Comprobación de elementos y dimensionamiento de la armadura”, concretamente el punto 58.4.1.1 “Zapatas rígidas”.

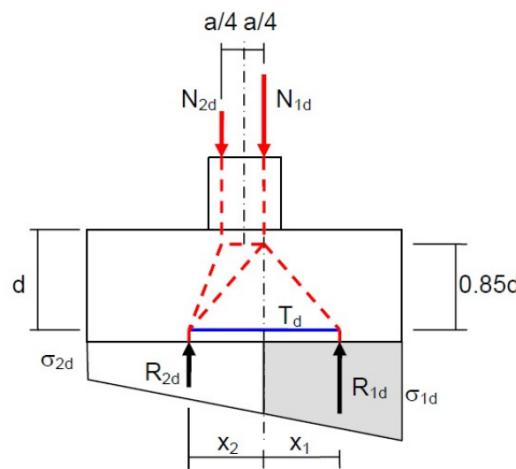


Figura 58.4.1.1.a

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0,85 \cdot d} (x_1 - 0,25 \cdot a') = A_s \cdot f_{yd}$$

siendo:

$$f_{yd} = 400 \text{ N/mm}^2$$

$a'$  dimensión del pilar en el plano de cálculo.

$$R_{1d} = \frac{\sigma_{1d} + \frac{\sigma_{1d} + \sigma_{2d}}{2}}{2} \cdot a \cdot b$$

$$x_1 = \frac{\frac{\sigma_{1d} + \sigma_{2d}}{2} \frac{a}{4} + \frac{1}{2} \left( \sigma_{1d} - \frac{\sigma_{1d} + \sigma_{2d}}{2} \right) \frac{a}{2} \frac{2}{3} \frac{a}{2}}{\frac{\sigma_{1d} + \frac{\sigma_{1d} + \sigma_{2d}}{2}}{2} a}$$

### Cuantías mínimas

Las establecidas en el apartado 6.2.2 en el cálculo de armaduras longitudinales.

### Anclaje barras

Las armaduras se prolongarán la longitud de anclaje necesaria como se detalla en el apartado 6.2.2 anterior. Si las dimensiones de la zapata no permiten la disposición de la armadura, se prolongará en forma de patilla la longitud necesaria

## **6.4.- CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN PREFABRICADO**

Gran parte de la estructura de hormigón que conforma el primer piso, y la totalidad del graderío será realizada con elementos prefabricados.

Para su elección, se calcularán las cargas que deben soportar y mediante las tablas que proporciona los fabricantes (ALHOSA y PRAINSA), se procede a la elección del elemento adecuado.

La sobrecarga de uso, se considera, según normativa 500 Kp/m<sup>2</sup>.

Cálculo detallado en el Anexo VI.

**ANEXO II.**  
**CÁLCULO DE ELEMENTOS**  
**DE CUBIERTA**

Como se explicó en el Anexo I se realizan comprobaciones a flexión compuesta: flexión y tracción o flexión y compresión. Se comprueba también los elementos a pandeo y el Estado Límite de Servicio de flecha.

Los elementos a los que se refiere la notación en este anexo son:

Tubo 1      Tubos de los largueros (300x400x15).

Tubo 2      Tubos de las correas (300x400x15).

Tubo 3      Tubos en zig-zag de la celosía en la parte interior (80x80x8).

Tubo 4      Tubos en zig-zap de la celosía radial (80x80x8).

Pilar cubierta (Perfil armado  $b=400$ ,  $h=500$ ,  $tf=30$ ,  $tw=15$ ).

### Comprobación a flecha

	Máxima Flecha (mm)	Longitud (mm)	Límite flecha (L/200) (mm)	¿Cumple?
Estructura global	100	20000	100	SI

## Tubo 1

### Dimensionado

#### Geometría y materiales

Base	0,3 m
Altura	0,4 m
Espesor	0,015 m
Área	0,019778 m <sup>2</sup>

Inercia z	0,000447901 m <sup>4</sup>
Inercia y	0,000286215 m <sup>4</sup>
Módulo resistente z	0,002696089 m <sup>3</sup>
Módulo resistente y	0,002209676 m <sup>3</sup>

fyk	275 N/mm <sup>2</sup>
Coeficiente minoración	1,05
fyd	261904761,9 N/m <sup>2</sup>

#### Cálculo flexocompresión-flexotracción

N <sub>pl,Rd</sub>	5179978,571 N
M <sub>el,Rdy</sub>	578724,6667 N.m
M <sub>el,Rdz</sub>	706118,4952 N.m

Elemento más solicitado

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} = 0,15 \leq 1$$

#### Cálculo pandeo

L	20,56794 m
N <sub>cr</sub>	3428,775259 N
lambda	1,259473752
alpha	0,21
Phi	1,40438181
coeficiente pandeo	0,493660859
N <sub>b,Rd</sub>	2557152,671 N
máximo axil	783121,300 N

Cumple

## Tubo 2

### Dimensionado

#### Geometría y materiales

Base	0,3 m
Altura	0,4 m
Espesor	0,015 m
Área	0,019778 m <sup>2</sup>

Inercia z	0,0004479 m <sup>4</sup>
Inercia y	0,00028622 m <sup>4</sup>
Módulo resistente z	0,00269609 m <sup>3</sup>
Módulo resistente y	0,00220968 m <sup>3</sup>

fyk	275 N/mm <sup>2</sup>
Coeficiente minoración	1,05
f <sub>yd</sub>	261904762 N/m <sup>2</sup>

#### Cálculo flexocompresión-flexotracción

N <sub>pl,Rd</sub>	5179978,57 N
M <sub>el,Rdy</sub>	578724,667 N.m
M <sub>el,Rdz</sub>	706118,495 N.m

Elemento más solicitado

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} = 0,28 \leq 1$$

#### Cálculo pandeo

L	3,344 m
N <sub>cr</sub>	129714,366 N
lambda	0,205
alpha	0,210
Phi	0,521
coeficiente pandeo	0,999
N <sub>b,Rd</sub>	5174569,529 N
máximo axil	1438280,300 N

Cumple

## Tubo 3

### Dimensionado

#### Geometría y materiales

Base	0,08 m
Altura	0,08 m
Espesor	0,008 m
Área	0,002180 m <sup>2</sup>

Inercia z	0,000001835 m <sup>4</sup>
Inercia y	0,000001835 m <sup>4</sup>
Módulo resistente z	0,000057747 m <sup>3</sup>
Módulo resistente y	0,000057747 m <sup>3</sup>

fyk	275 N/mm <sup>2</sup>
Coeficiente minoración	1,05
fyd	261904761,9 N/m <sup>2</sup>

#### Cálculo flexocompresión-flexotracción

N <sub>pl,Rd</sub>	571054,524 N
M <sub>el,Rdy</sub>	15124,214 N.m
M <sub>el,Rdz</sub>	15124,214 N.m

#### Elemento más solicitado

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} = 0,17 \leq 1$$

#### Cálculo pandeo

L	3,344 m
N <sub>cr</sub>	531,426 N
lambda	1,062
alpha	0,21
Phi	1,155
coeficiente pandeo	0,622
N <sub>b,Rd</sub>	355256,684 N
máximo axil	94051,730 N

Cumple

## Tubo 4

### Dimensionado

#### Geometría y materiales

Base	0,08 m
Altura	0,08 m
Espesor	0,008 m
Área	0,002180 m <sup>2</sup>

Inercia z	0,000001835 m <sup>4</sup>
Inercia y	0,000001835 m <sup>4</sup>
Módulo resistente z	0,000057747 m <sup>3</sup>
Módulo resistente y	0,000057747 m <sup>3</sup>

fyk	275 N/mm <sup>2</sup>
Coeficiente minoración	1,05
fyd	261904761,9 N/m <sup>2</sup>

#### Cálculo flexocompresión-flexotracción

Npl,Rd	571054,524 N
Mel,Rdy	15124,214 N.m
Mel,Rdz	15124,214 N.m

#### Elemento más solicitado

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} = 0,52 \leq 1$$

#### Cálculo pandeo

L	3,344 m
Ncr	531,426 N
lambda	1,062
alpha	0,21
Phi	1,155
coeficiente pandeo	0,622
Nb,Rd	355256,684 N
máximo axil	293931,500 N

Cumple

## Pilar cubierta

### Dimensionado

#### Geometría y materiales

h	0,5 m
b	0,4 m
tf	0,03 m
tw	0,015 m
d	0,05 m
Área	0,037200 m <sup>2</sup>

Inercia z	0,00058829 m <sup>4</sup>
Inercia y	1,835E-06 m <sup>4</sup>
Módulo resistente z	0,007092 m <sup>3</sup>
Módulo resistente y	0,004281 m <sup>3</sup>

fyk	275 N/mm <sup>2</sup>
Coeficiente minoración	1,05
fyd	261904762 N/m <sup>2</sup>

#### Cálculo flexocompresión-flexotracción

Npl,Rd	9742857,14 N
Mel,Rdy	1121214,29 N.m
Mel,Rdz	1857428,57 N.m

Elemento más solicitado

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} = 0,05 \leq 1$$

#### Cálculo pandeo

L	6 m
Ncr	52920,999 N
lambda	0,440
alpha	0,34
Phi	0,637
coeficiente pandeo	0,910
Nb,Rd	8866160,53 N
máximo axil	458008,50 N

Cumple

**ANEXO III.**  
**CÁLCULO DE ELEMENTOS**  
**DE UNIÓN**

El proceso de cálculo explicado en el Anexo I se detalla a continuación, tanto el de las placas atornilladas que unen los largueros a los pilares de cubierta, como el de las placas de anclaje que garantizan la transferencia de esfuerzos de la cubierta a la estructura de hormigón.

Los elementos a calcular son los siguientes:

- Placa atornillada de larguero superior a pilar de cubierta
- Placa atornillada de larguero inferior a pilar de cubierta.
- Placa de anclaje, unión pilar de cubierta a pilar de hormigón.

## CÁLCULO PLACA ATORNILLADA SUPERIOR

Geometría y disposición			
Diámetro tornillo	24 mm	Espesor placa	15 mm
Número de tornillos	12	Anchura placa (b)	500 mm
Filas de tornillos	4	Altura placa (h)	625 mm
tornillos fila (superior/inferior)	4		
tornillos fila (centrales)	2		
e1	50 mm	Mínimas	Diámetro (d0) 24
e2	50 mm		e1,min 28,8
p1	175 mm		p1,min 52,8
p2	133,333 mm		e2,min 36
			p2,min 72
Fp.cd	179,709 KN	Máximas	e1,máx 100
fyb	727,273 N/mm <sup>2</sup>		e2,máx 180
fu (8.8)	800 N/mm <sup>2</sup>		150
			p1,compr,máx 210
 			p2,compr,máx 200
F max. Tornillo (Ft,EdSer)	39,746 KN		p1,trac,máx 210
$\Sigma d_i^2$	581875 mm <sup>2</sup>		p2,trac,máx 200
Mmax	398,355 m.KN		

Acciones	
Axil	118,054 KN
Vd	38,618 KN
Md	66,297 m.KN

Comprobaciones	
DESLIZAMIENTO	
Ks	1
N	1
$\mu$	0,2
yM3	1,1

Fs,Rd 26,893 KN >V/nº tornillos CUMPLE

CORTANTE

yM2 1,25

Fs,Rd 28,753 KN >V/nº tornillos CUMPLE

## CÁLCULO PLACA ATORNILLADA INFERIOR

Geometría y disposición			
Diámetro tornillo	24 mm	Espesor placa	15 mm
Número de tornillos	12	Anchura placa (b)	500 mm
Filas de tornillos	4	Altura placa (h)	625 mm
tornillos fila (superior/inferior)	4		
tornillos fila (centrales)	2		
e1	50 mm	Mínimas	Diámetro (d0) 24
e2	50 mm		e1,min 28,8
p1	175 mm		p1,min 52,8
p2	133,333 mm		e2,min 36
			p2,min 72
Fp,cd	179,709 KN		e1,máx 100
fyb	727,273 N/mm <sup>2</sup>		e2,máx 180
fu (8.8)	800 N/mm <sup>2</sup>		150
		Máximas	p1,compr,máx 210
F max. Tornillo (Ft,EdSer)	111,607 KN		p2,compr,máx 200
Σdi2	581875 mm <sup>2</sup>		p1,trac,máx 210
Mmax	398,355 m.KN		p2,trac,máx 200
Acciones			
Axil	-18,558 KN		
Vd	77,131 KN		
Md	250,824 m.KN		
Comprobaciones			
DESLIZAMIENTO			
Ks	1		
N	1		
μ	0,2		
γM3	1,1		
Fs,Rd	16,441 KN	>V/nº tornillos	CUMPLE
CORTANTE			
γM2	1,25		
Fs,Rd	28,753 KN	>V/nº tornillos	CUMPLE

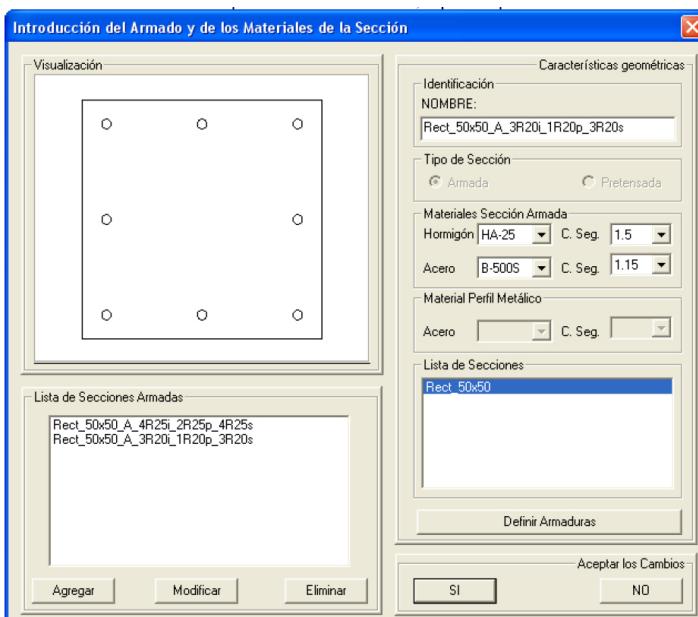
## CÁLCULO PLACA ANCLAJE

Esta placa se encargará de unir y transmitir las fuerzas desde el pilar de cubierta al pilar exterior de hormigón armado.

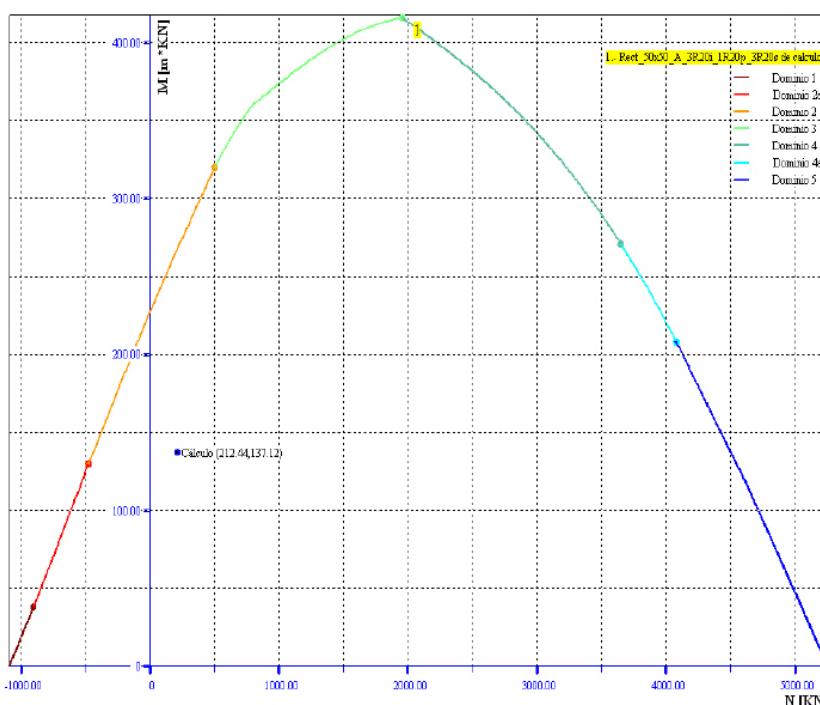
Para ello, se ha procedido a calcular la placa mediante un programa de armado de hormigón.

### Características de la placa de anclaje:

Placa de 500x500mm con 8 pernos diámetro 20mm, 3 pernos por cara.



### Diagrama de interacción:



**ANEXO IV.**  
**CÁLCULO DE PILARES**

Según lo expuesto en el Anexo I en lo relativo a pilares, a partir de las envolventes, se calcula el armado del pilar: armadura longitudinal y armadura transversal. Finalmente se comprueba el cumplimiento a pandeo.

La notación en cuanto a los distintos pilares es la que sigue

Pilar 1: Pilar exterior (soporte cubierta, graderío superior y primera planta)

Pilar 2: Pilar intermedio (soporte graderío superior-inferior y primera planta)

Pilar 3: Pilar interior (soporte graderío inferior)

Pilar 4: Pilar auxiliar exterior

Pilar 5: Pilar auxiliar interior

Además, se dispone de varias ménsulas:

Ménsula 1: Ménsula pilar exterior, graderío superior

Ménsula 2: Ménsula pilar exterior, forjado primer piso

Ménsula 2: Ménsula pilar intermedio, forjado primer piso

El armado definitivo se indica en los planos.

**Pilar 1.**Armadura principal

GEOMETRÍA Y MATERIALES		ACCIONES	
b	0,8 m	N	1632609,177 N
h	0,8 m	Md	2908573,207 N.m
d'	0,05 m		
d	0,75 m		
fck	25 N/mm <sup>2</sup>		
fcd	16,667 N/mm <sup>2</sup>		
fyk	500 N/mm <sup>2</sup>		
fyd	434,783 N/mm <sup>2</sup>		
Uo	10666666,67 N		

	Us1 (KN)	Us2 (KN)	m1	m2	$\alpha$
Nd<0	--	--			
0<=Nd<=0,5Uo	3356,051	3356,051			
Nd>0,5Uo	--	--	--	--	--

**CUANTÍAS MÍNIMAS**

Cuantía mec. Min.	981,333 mm <sup>2</sup>
Cuantía geo. Min.	2560 mm <sup>2</sup>
Armamos con...	3356,051 KN

Cuantía (KN)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
φbarra\ n° barras										
16	262,255	349,673	437,091	524,509	611,928	699,346	786,764	874,182	961,601	1049,019
20	409,773	546,364	682,955	819,546	956,137	1092,728	1229,319	1365,910	1502,501	1639,092
25	640,270	853,694	1067,117	1280,540	1493,964	1707,387	1920,811	2134,234	2347,658	2561,081
32	1049,019	1398,692	1748,365	2098,038	2447,710	2797,383	3147,056	3496,729	3846,402	4196,075
40	1639,092	2185,456	2731,820	3278,184	3824,548	4370,912	4917,275	5463,639	6010,003	6556,367

φbarra\ n° barras	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	5,56	4,17	3,34	2,78	2,38	2,09	1,85	1,67	1,52	1,39
20	3,56	2,67	2,14	1,78	1,53	1,34	1,19	1,07	0,97	0,89
25	2,28	1,71	1,37	1,14	0,98	0,85	0,76	0,68	0,62	0,57

### Armadura longitudinal: 7φ40 por cara

### Armadura cortante

#### ACCIONES

Vd	302833,9 N
----	------------

#### 1<sup>a</sup> comprobación: $V_{u1} > V_d$ ?

Vu1	2100 KN	CUMPLE
-----	---------	--------

#### 2<sup>a</sup> comprobación: $V_{u2} > V_{rd}$ ?

$\zeta$	1,51640
---------	---------

número	7	Armadura principal
$\Phi$	40 mm <sup>2</sup>	
As	8796,459 mm <sup>2</sup>	

$\rho_l$	0,02932
----------	---------

Vu2	228,468 KN	Necesaria armadura cortante
-----	------------	-----------------------------

#### ARMADURA

V <sub>cu</sub>	190,390 KN
V <sub>su</sub>	112,444 KN

U <sub>s</sub>	166,584 KN/m	Armamos por cuantía geométrica mínima
Cuantía mínima	133,333 N/mm	

Nº ramas	2	Ponemos separación de 300mm
$\phi$	12 mm	
separación máxima	543,136 mm	

## Comprobación pandeo

### GEOMETRÍA Y MATERIALES

l	12,2 m
b	0,8 m
h	0,8 m
A	0,64 m <sup>2</sup>

fck	25 N/mm <sup>2</sup>
fcd	16,667 N/mm <sup>2</sup>
Ec	27264,04 N/mm <sup>2</sup>
Es	210000 N/mm <sup>2</sup>
fyd	434,783 N/mm <sup>2</sup>

### ACCIONES

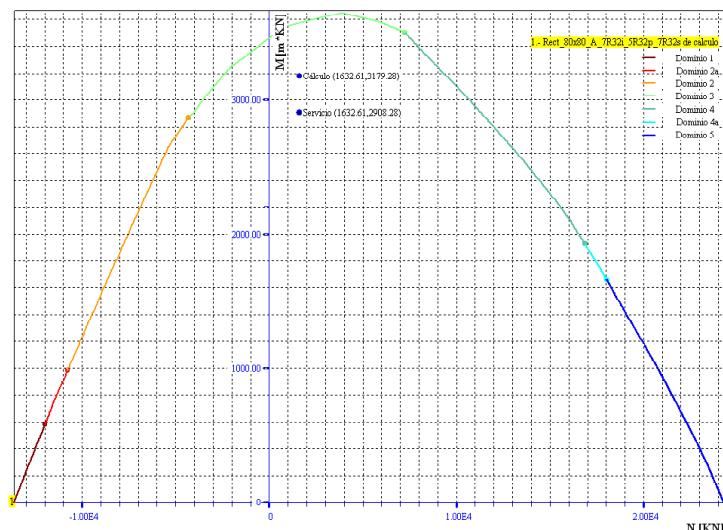
	M (N.m)	N (N)	e (m)
Extremo inicial	2,91E+06	1,63E+06	1,78
Extremo final	1,40E+05	4,58E+05	0,31

ee (m)
1,78

### ¿Método de cálculo?

$\alpha$	$\beta$	$\varepsilon_y$	e	lo	ic	$\lambda$	Método simplificado
1	1,5	0,002		12,2	0,23	52,83	

ea (m)	etot (m)	N	M
0,17	1,95	1,63E+06	3,18E+06



**Armadura longitudinal: 7φ32 por cara. Inferior a la armadura principal, por lo que se arma con 7φ40**

**Pilar 2.**Armadura principal**GEOMETRÍA Y MATERIALES**

b	0,5 m
h	0,5 m
d'	0,05 m
d	0,45 m
fck	25 N/mm <sup>2</sup>
fcd	16,667 N/mm <sup>2</sup>
fyk	500 N/mm <sup>2</sup>
fyd	434,783 N/mm <sup>2</sup>
Uo	4166666,667 N

**ACCIONES**

N	1822048,441 N
Md	512288,6948 N.m

	Us1 (KN)	Us2 (KN)
Nd<0	--	--
0<=Nd<=0,5Uo	590,123	590,123
Nd>0,5Uo	--	--

	m1	m2	$\alpha$
	--	--	--

**CUANTÍAS MÍNIMAS**

Cuantía mec. Min.	383,333 mm <sup>2</sup>
Cuantía geo. Min.	1000 mm <sup>2</sup>

Armamos con...	590,123 KN
----------------	------------

Cuantía (KN)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
φbarra/nº barras										
16	262,255	349,673	437,091	524,509	611,928	699,346	786,764	874,182	961,601	1049,019
20	409,773	546,364	682,955	819,546	956,137	1092,728	1229,319	1365,910	1502,501	1639,092
25	640,270	853,694	1067,117	1280,540	1493,964	1707,387	1920,811	2134,234	2347,658	2561,081

Cuantía (KN)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
φbarra/nº barras										
16	1,66	1,24	0,99	0,83	0,71	0,62	0,55	0,50	0,45	0,41
20	1,06	0,80	0,64	0,53	0,45	0,40	0,35	0,32	0,29	0,27
25	0,68	0,51	0,41	0,34	0,29	0,25	0,23	0,20	0,19	0,17

**Armadura longitudinal: 3φ25 por cara**

Armadura cortante**ACCIONES**

Vd	53890 N
----	---------

**1<sup>a</sup> comprobación:  $\zeta V_{u1} > V_d$ ?**

V <sub>u1</sub>	337,5 KN	CUMPLE
-----------------	----------	--------

**2<sup>a</sup> comprobación:  $\zeta V_{u2} > V_{rd}$ ?**

$\zeta$	1,66667
---------	---------

número	3	Armadura principal
$\phi$	25 mm <sup>2</sup>	
A <sub>s</sub>	1472,622 mm <sup>2</sup>	

$\rho_l$	0,01309
----------	---------

V <sub>u2</sub>	71,968 KN	No necesaria armadura cortante
-----------------	-----------	--------------------------------

**Separaciones máximas**

Separación máxima	300 mm
-------------------	--------

$\phi_{min}$ (ar. prin.)	25 mm	Teniendo en cuenta la armadura de compresión
separación máxima	300 mm	

cuantía mínima	83,333 N/mm
----------------	-------------

**ARMADURA**

$\phi$ cercos	8 mm	Cumple cuantía mínima
separación	300 mm	

Comprobación pandeo**GEOMETRÍA Y MATERIALES**

l	5,345 m
b	0,5 m
h	0,5 m
A	0,25 m <sup>2</sup>

fck	25 N/mm <sup>2</sup>
fcd	16,667 N/mm <sup>2</sup>
Ec	27264,04 N/mm <sup>2</sup>
Es	210000 N/mm <sup>2</sup>
fyd	434,783 N/mm <sup>2</sup>

**ACCIONES**

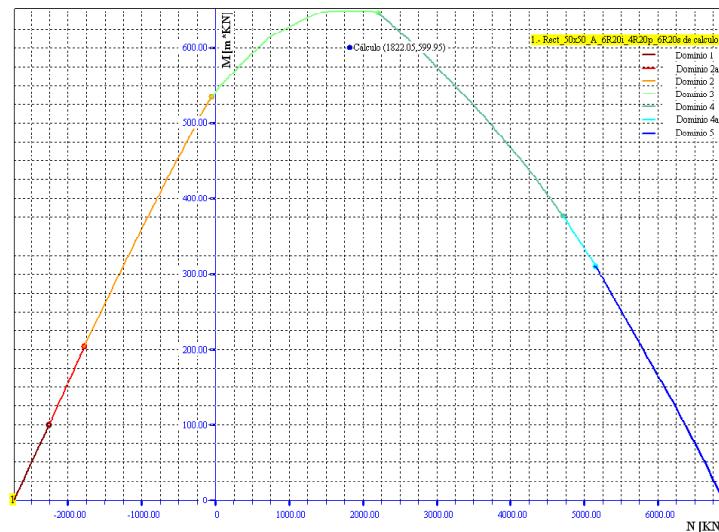
	M (N.m)	N (N)	e (m)
Extremo inicial	5,12E+05	1,82E+06	0,28
Extremo final	0,00E+00	5,56E+05	0,00

ee (m)
0,28

**¿Método de cálculo?**

$\alpha$	$\beta$	$\varepsilon_y$	e	lo	ic	$\lambda$	Método simplificado
1	1,5	0,002		5,345	0,14	37,03	

ea (m)	etot (m)	N	M
0,05	0,33	1,82E+06	6,00E+05

**Armadura longitudinal: 6φ20 por cara**

**Pilar 3.**Armadura principal

GEOMETRÍA Y MATERIALES		ACCIONES	
------------------------	--	----------	--

b	0,5 m
h	0,5 m
d'	0,05 m
d	0,45 m
fck	25 N/mm <sup>2</sup>
fcd	16,667 N/mm <sup>2</sup>
fyk	500 N/mm <sup>2</sup>
fyd	434,783 N/mm <sup>2</sup>
Uo	4166666,667 N

N	384578,4414 N
Md (+)	456336 N.m

	Us1 (KN)	Us2 (KN)	m1	m2	$\alpha$
Nd<0	--	--			
0<=Nd<=0,5Uo	920,445	920,445			
Nd>0,5Uo	--	--			

CUANTÍAS MÍNIMAS		
------------------	--	--

Cuantía mec. Min.	383,333 mm <sup>2</sup>
Cuantía geo. Min.	1000 mm <sup>2</sup>

Armamos con...	920,445 KN
----------------	------------

Cuantía (KN)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
φbarra\ n° barras										
16	262,255	349,673	437,091	524,509	611,928	699,346	786,764	874,182	961,601	1049,019
20	409,773	546,364	682,955	819,546	956,137	1092,728	1229,319	1365,910	1502,501	1639,092
25	640,270	853,694	1067,117	1280,540	1493,964	1707,387	1920,811	2134,234	2347,658	2561,081

φbarra\ n° barras	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	1,66	1,24	0,99	0,83	0,71	0,62	0,55	0,50	0,45	0,41
20	1,06	0,80	0,64	0,53	0,45	0,40	0,35	0,32	0,29	0,27
25	0,68	0,51	0,41	0,34	0,29	0,25	0,23	0,20	0,19	0,17

Armadura longitudinal: 5φ25 por cara

Armadura cortante

**ACCIONES**

Vd	253520 N
----	----------

**1<sup>a</sup> comprobación:  $V_{u1} > V_d$ ?**

V <sub>u1</sub>	562,5 KN	CUMPLE
-----------------	----------	--------

**2<sup>a</sup> comprobación:  $V_{u2} > V_{rd}$ ?**

$\zeta$	1,66667
---------	---------

número	5	Armadura principal
$\phi$	25 mm <sup>2</sup>	
A <sub>s</sub>	2454,369 mm <sup>2</sup>	

pl	0,02182
----	---------

V <sub>u2</sub>	85,328 KN	Necesaria armadura cortante
-----------------	-----------	-----------------------------

**ARMADURA**

V <sub>cu</sub>	71,107 KN
V <sub>su</sub>	182,413 KN

U <sub>s</sub>	450,403 KN/m	Armamos por cuantía geométrica mínima
Cuantía mínima	83,333 N/mm	

Nº ramas	3	Ponemos separación de 300mm
$\phi$	12 mm	
separación máxima	301,323 mm	

Comprobación pandeo**GEOMETRÍA Y MATERIALES**

l	1,814 m
b	0,5 m
h	0,5 m
A	0,25 m <sup>2</sup>

fck	25 N/mm <sup>2</sup>
fcd	16,667 N/mm <sup>2</sup>
Ec	27264,04 N/mm <sup>2</sup>
Es	210000 N/mm <sup>2</sup>
fyd	434,783 N/mm <sup>2</sup>

**ACCIONES**

	M (N.m)	N (N)	e (m)
Extremo inicial	4,56E+05	3,85E+05	1,19
Extremo final	0,00E+00	5,56E+05	0,00

ee (m)
1,19

**¿Método de cálculo?**

$\alpha$	$\beta$	$\epsilon_y$	e	l <sub>0</sub>	i <sub>c</sub>	$\lambda$	
1	1,5	0,002		1,814	0,14	12,57	No comprobar

**Pilar 4.**Armadura principal

geometría y materiales	
b	0,5 m
h	0,5 m
d'	0,05 m
d	0,45 m
fck	25 N/mm <sup>2</sup>
fcd	16,667 N/mm <sup>2</sup>
fyk	500 N/mm <sup>2</sup>
fyd	434,783 N/mm <sup>2</sup>
Uo	4166666,667 N

Acciones	
N	149707,7305 N
Md (+)	86383,308 N.m

	Us1 (KN)	Us2 (KN)			
Nd<0	--	--			
0<=Nd<=0,5Uo	125,417	125,417			
Nd>0,5Uo	--	--	m1	m2	$\alpha$
			--	--	--

Cuantías mínimas

Cuantía mec. Min.	383,333 mm <sup>2</sup>
Cuantía geo. Min.	1000 mm <sup>2</sup>
Armamos con...	1000 mm <sup>2</sup>

Cuantía (KN)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
φbarra\ñº barras										
16	262,255	349,673	437,091	524,509	611,928	699,346	786,764	874,182	961,601	1049,019
20	409,773	546,364	682,955	819,546	956,137	1092,728	1229,319	1365,910	1502,501	1639,092
25	640,270	853,694	1067,117	1280,540	1493,964	1707,387	1920,811	2134,234	2347,658	2561,081

φbarra\ñº barras	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	<b>1,66</b>	<b>1,24</b>	0,99	0,83	0,71	0,62	0,55	0,50	0,45	0,41
20	<b>1,06</b>	0,80	0,64	0,53	0,45	0,40	0,35	0,32	0,29	0,27
25	0,68	0,51	0,41	0,34	0,29	0,25	0,23	0,20	0,19	0,17

**Armadura longitudinal: 4φ20 por cara**

Armadura cortante**ACCIONES**

Vd	9816,285 N
----	------------

**1<sup>a</sup> comprobación:  $\zeta V_{u1} > V_d$ ?**

V <sub>u1</sub>	450 KN	CUMPLE
-----------------	--------	--------

**2<sup>a</sup> comprobación:  $\zeta V_{u2} > V_{rd}$ ?**

$\zeta$	1,66667
---------	---------

número	4	Armadura principal
$\phi$	20 mm <sup>2</sup>	
A <sub>s</sub>	1256,637 mm <sup>2</sup>	

$\rho_l$	0,01117
----------	---------

V <sub>u2</sub>	68,262 KN	No necesaria armadura cortante
-----------------	-----------	--------------------------------

**Separaciones máximas**

Separación máxima	300 mm
-------------------	--------

$\phi_{min}$ (ar. prin.)	25 mm	Teniendo en cuenta la armadura de compresión
separación máxima	300 mm	

cuantía mínima	83,333 N/mm
----------------	-------------

**ARMADURA**

$\phi$ cercos	8 mm	Cumple cuantía mínima
separación	300 mm	

Comprobación pandeo**GEOMETRÍA Y MATERIALES**

l	8,8 m
b	0,5 m
h	0,5 m
A	0,25 m <sup>2</sup>

fck	25 N/mm <sup>2</sup>
fcd	16,667 N/mm <sup>2</sup>
Ec	27264,04 N/mm <sup>2</sup>
Es	210000 N/mm <sup>2</sup>
fyd	434,783 N/mm <sup>2</sup>

**ACCIONES**

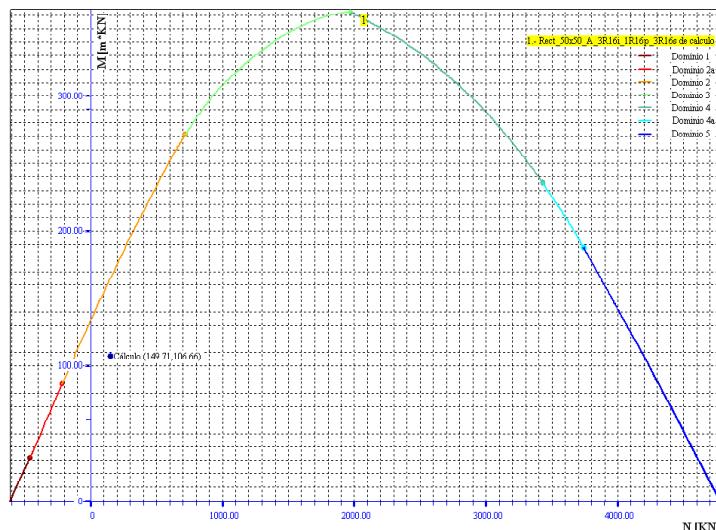
	M (N.m)	N (N)	e (m)
extremo inicial	8,64E+04	1,50E+05	0,58
extremo final	0,00E+00	1,50E+05	0,00

ee (m)
0,58

**¿Método de cálculo?**

$\alpha$	$\beta$	$\varepsilon_y$	e	lo	ic	$\lambda$	Método simplificado
1	1,5	0,002		8,8	0,14	60,97	

ea (m)	etot (m)	N	M
0,14	0,71	1,50E+05	1,07E+05



**Armadura longitudinal: 3φ16 por cara. Inferior a la armadura principal, por lo que se arma con 4φ20**

**Pilar 5.**Armadura principal

geometría y materiales		Acciones	
------------------------	--	----------	--

b	0,5 m
h	0,5 m
d'	0,05 m
d	0,45 m
fck	25 N/mm <sup>2</sup>
fcd	16,667 N/mm <sup>2</sup>
fyk	500 N/mm <sup>2</sup>
fyd	434,783 N/mm <sup>2</sup>
Uo	416666,667 N

N	149707,7305 N
Md (+)	52517,12475 N.m

	Us1 (KN)	Us2 (KN)	m1	m2	$\alpha$
Nd<0	--	--			
0<=Nd<=0,5Uo	40,751	40,751			
Nd>0,5Uo	--	--	--	--	--

Cuantías mínimas

Cuantía mec. Min.	383,333 mm <sup>2</sup>
Cuantía geo. Min.	1000 mm <sup>2</sup>

Armamos con...	1000 mm <sup>2</sup>
----------------	----------------------

Cuantía (KN)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
φbarra\ñº barras										
16	262,255	349,673	437,091	524,509	611,928	699,346	786,764	874,182	961,601	1049,019
20	409,773	546,364	682,955	819,546	956,137	1092,728	1229,319	1365,910	1502,501	1639,092
25	640,270	853,694	1067,117	1280,540	1493,964	1707,387	1920,811	2134,234	2347,658	2561,081

φbarra\ñº barras	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	<b>1,66</b>	<b>1,24</b>	0,99	0,83	0,71	0,62	0,55	0,50	0,45	0,41
20	<b>1,06</b>	0,80	0,64	0,53	0,45	0,40	0,35	0,32	0,29	0,27
25	0,68	0,51	0,41	0,34	0,29	0,25	0,23	0,20	0,19	0,17

**Armadura longitudinal: 4φ20 por cara**

Armadura cortante

## ACCIONES

Vd 9,816285 N

1<sup>a</sup> comprobación:  $\zeta Vu_1 > Vd$ ?

Vu1 450 KN CUMPLE

2<sup>a</sup> comprobación:  $\zeta Vu_2 > Vrd$ ? $\zeta$  1,66667

número	4	Armadura principal
$\phi$	20 mm <sup>2</sup>	
As	1256,637 mm <sup>2</sup>	

 $\rho_l$  0,01117

Vu2 68,262 KN No necesaria armadura cortante

## Separaciones máximas

Separación máxima 300 mm

$\phi_{min}$ (ar. prin.)	25 mm	Teniendo en cuenta la armadura de compresión
separación máxima	300 mm	

cuantía mínima 83,333 N/mm

## ARMADURA

$\phi$ cercos	8 mm	Cumple cuantía mínima
separación	300 mm	

Comprobación pandeo**GEOMETRÍA Y MATERIALES**

l	5,35 m
b	0,5 m
h	0,5 m
A	0,25 m <sup>2</sup>

fck	25 N/mm <sup>2</sup>
fcd	16,667 N/mm <sup>2</sup>
Ec	27264,04 N/mm <sup>2</sup>
Es	210000 N/mm <sup>2</sup>
fyd	434,783 N/mm <sup>2</sup>

**ACCIONES**

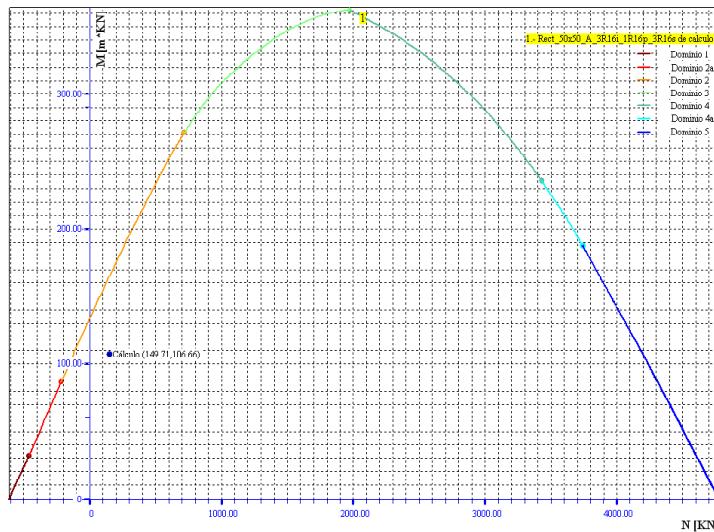
	M (N.m)	N (N)	e (m)
extremo inicial	8,64E+04	1,50E+05	0,58
extremo final	0,00E+00	1,50E+05	0,00

ee (m)
0,58

**Método de cálculo**

$\alpha$	$\beta$	$\varepsilon_y$	e	l <sub>0</sub>	i <sub>c</sub>	$\lambda$	Método simplificado
1	1,5	0,002		5,35	0,14	37,07	

ea (m)	etot (m)	N	M
0,05	0,63	1,50E+05	9,39E+04



**Armadura longitudinal: 3φ16 por cara. Inferior a la armadura principal, por lo que se arma con 4φ20**

**Ménsula 1.****GEOMETRÍA Y MATERIALES**

fyd acero	400 Mpa
-----------	---------

a	125 mm	CUMPLE
d	450 mm	
d1	300 mm	CUMPLE
h	500 mm	
tgθ	0,714285714 grados	
Cotgθ	1,4	

Fvd	598,8309216 KN
Fhd	119,7661843 KN

As	1368,756392 mm <sup>2</sup>
Ase	299,4154608 mm <sup>2</sup>

b	800 mm
c	250 mm

Comprobación de nudos y bielas

f1cd	17,5 Mpa
fcd	25 Mpa

2,994154608 < f1cd → CUMPLE

**Ménsula 2.****GEOMETRÍA Y MATERIALES**

fyd acero	400 Mpa
-----------	---------

a	125 mm	CUMPLE CUMPLE
d	450 mm	
d1	300 mm	
h	500 mm	
$\operatorname{tg}\theta$	0,714285714 grados	
$\operatorname{Cotg}\theta$	1,4	

Fvd	575,7697557 KN
Fhd	115,1539511 KN

As	1316,045156 mm <sup>2</sup>
Ase	287,8848779 mm <sup>2</sup>

b	800 mm
c	250 mm

Comprobación de nudos y bielas

f1cd	17,5 Mpa
fcd	25 Mpa

2,878848779 < f1cd → **CUMPLE**

**Ménsula 3.****GEOMETRÍA Y MATERIALES**

fyd acero	400 Mpa
-----------	---------

a	125 mm	CUMPLE
d	450 mm	
d1	300 mm	CUMPLE
h	500 mm	
tgθ	0,714285714 grados	
Cotgθ	1,4	

Fvd	575,7697557 KN
Fhd	115,1539511 KN

As	1316,045156 mm <sup>2</sup>
Ase	287,8848779 mm <sup>2</sup>

b	500 mm
c	250 mm

Comprobación de nudos y bielas

f1cd	17,5 Mpa
fcd	25 Mpa

4,606158046 < f1cd → **CUMPLE**

**ANEXO V.**  
**CÁLCULO DE CIMENTACIÓN**

Para el cálculo de cimentación, se ha programado una hoja Excel en la cual se obtienen tanto las medidas de la zapata, como sus necesidades de mallado.

En la plaza de toros, se tienen 6 tipos de zapatas:

- Zapata cuadrada de 5,5 metros (zapata 1).
- Zapata cuadrada de 4 metros (zapata 2).
- Zapata cuadrada de 3,5 metros (zapata 3).
- Zapatas especiales.

## ZAPATA 1

Esfuerzos		Dimensiones				Vuelco				Tensión							
N	V	M	a	b	h	Peso	M <sub>v</sub>	M <sub>e</sub>	$\frac{M_v}{M_e}$	R	d	e	$a/6$	Tipo	S <sub>máx</sub>	Límite	
1156,94	215,98	2087,75	5,50	5,50	0,80	641,00	2260,53	4944,34	2,19	1797,94	1,49	1,26	0,92	1	146,00	150	
-12,76	14,79	25,32	5,50	5,50	0,80	602,00	37,15	1620,41	43,62	589,24	2,69	0,06	0,92	0	20,82	150	
19,60	10,70	14,44	5,50	5,50	0,80	602,00	23,00	1709,40	74,32	621,60	2,71	0,04	0,92	0	21,38	150	

Esfuerzos		Dimensiones				Vuelco				Tensión						
N	V	M	a	b	h	Peso	M <sub>V</sub>	M <sub>e</sub>	$\frac{M}{M_e}$	R	d	e	$\frac{a}{d}$	Tipo	S <sub>máx</sub>	Límite
40,78	4,46	12,14	5,50	5,50	0,80	602,00	15,708	1767,65	112,53	642,78	2,73	0,02	0,92	0	21,82	150
6,2	6,39	11,04	5,50	5,50	0,80	602,00	16,152	1672,55	103,55	608,20	2,72	0,03	0,92	0	20,69	150
26,15	10,38	21,92	5,50	5,50	0,80	602,00	30,224	1777,41	57,15	628,15	2,70	0,05	0,92	0	21,86	150

U <sub>ed</sub>	16,666667 MPa
U <sub>c</sub>	68750 KN
U <sub>s</sub>	2750 KN

U5020 136,59098 KN

Nº barras 21

Armado con 21 barras Ø 20

## ZAPATA 2

Esfuerzos			Dimensiones			Vuelco			Tensión								
N	V	M	a	b	h	Peso	M <sub>v</sub>	M <sub>e</sub>	g <sub>v</sub>	R	d	c	a/6	Tipo	Smáx	Límite	
1288,37	39,26	369,38	4,00	4,00	0,80	354,20	400,79	3285,14	8,20	1642,57	1,76	0,24	0,67	0	140,23	150	
-12,76	14,79	25,32	4,00	4,00	0,80	326,00	37,15	626,48	16,86	313,24	1,88	0,12	0,67	0	23,06	150	
19,60	10,70	14,44	4,00	4,00	0,80	326,00	23,00	691,20	30,05	345,60	1,93	0,07	0,67	0	23,76	150	

Esfuerzos			Dimensiones			Vuelco			Tensión								
N	V	M	a	b	h	Peso	M <sub>v</sub>	M <sub>e</sub>	g <sub>v</sub>	R	d	c	a/6	Tipo	Smáx	Límite	
40,78	4,46	12,14	4,00	4,00	0,80	326,00	15,708	733,56	46,70	366,78	1,96	0,04	0,67	0	24,40	150	
6,2	6,39	11,04	4,00	4,00	0,80	326,00	16,152	664,40	41,13	332,20	1,95	0,05	0,67	0	22,28	150	
26,15	10,38	21,92	4,00	4,00	0,80	326,00	30,224	704,30	23,30	352,15	1,91	0,09	0,67	0	24,84	150	

Armado con 15 barras Ø 20

I <sub>cd</sub>	16,666667 MPa
U <sub>c</sub>	50000 KN
U <sub>s</sub>	2000 KN

U <sub>s Ø20</sub>	136,59098 KN
Nº barras	15

## ZAPATA 3

Esfuerzos			Dimensiones			Vuelco			Tensión		
N	V	M	a	b	h	Peso	M <sub>v</sub>	M <sub>e</sub>	g <sub>v</sub>	R	d
269,07	180,76	325,37	3,50	0,80	271,70	469,98	946,34	2,01	540,77	0,88	0,87
-12,76	14,79	25,32	3,50	0,80	254,00	37,15	422,17	11,36	241,24	1,60	0,15
19,60	10,70	14,44	3,50	0,80	254,00	23,00	478,80	20,82	273,60	1,67	0,08

Esfuerzos			Dimensiones			Vuelco			Tensión		
N	V	M	a	b	h	Peso	M <sub>v</sub>	M <sub>e</sub>	g <sub>v</sub>	R	d
40,78	4,46	12,14	3,50	0,80	254,00	15,708	51,587	32,84	294,78	1,70	0,05
6,2	6,39	11,04	3,50	0,80	254,00	16,152	455,35	28,19	260,20	1,69	0,06
26,15	10,38	21,92	3,50	0,80	254,00	30,224	490,26	16,22	280,15	1,64	0,11

Armado con 13 barras  $\varnothing 20$

$f_{cd}$	16,666667 Mpa
$U_c$	43750 KN
$U_s$	1750 KN

$U_{s20}$	136,59098 KN
-----------	--------------

Nº barras	13
-----------	----

## **ZAPATAS ESPECIALES**

Existen varios pilares secundarios (con cargas menores que los principales), que al estar cerca de uno de los anteriores, interfieren con sus zapatas, por lo que se ha optado por alargar el armado incluyendo la superficie que necesiten estos pilares en los pilares principales. Para ver con más detalle, ir al plano de cimentación.

**ANEXO VI.**  
**CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA**  
**DE HORMIGÓN PREFABRICADO**

Según lo expuesto en la memoria, para los forjados y graderíos se utilizarán los siguientes elementos prefabricados:

- Placa alveolar
- Jácenas
- Gradas y portagradas

## PLACA ALVEOLAR

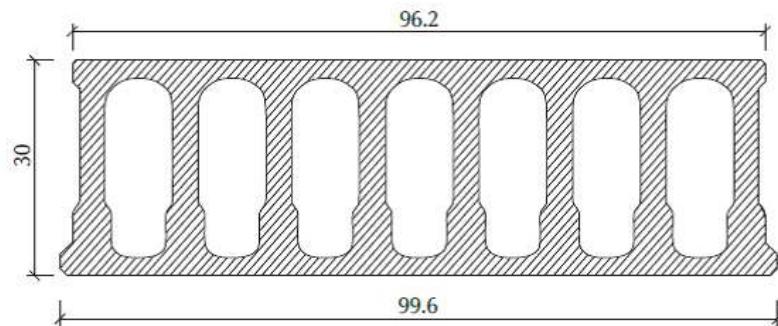
Para los forjados existentes en la plaza (forjado primer piso, forjado chiqueros,..) se ha elegido la opción de hacerlos con elementos prefabricados, para lo cual se usará placa alveolar asentada sobre jácenas.

El fabricante elegido para este tipo de elementos ha sido PRAINSA.

Para la elección de la placa, se ha dimensionado con la que recibe mayores requerimientos, es decir, la que está más acercada a la fachada en el forjado del primer piso, ya que es la que tiene mayor distancia entre sus apoyos para la misma carga superficial.

Conociendo la luz máxima de ésta, 11,42 metros, y sabiendo que en la tabla del fabricante hay que descartar el peso propio de la placa alveolar y el de la capa de compresión, únicamente quedaría aplicar la sobrecarga de uso de 500kp/m<sup>2</sup>.

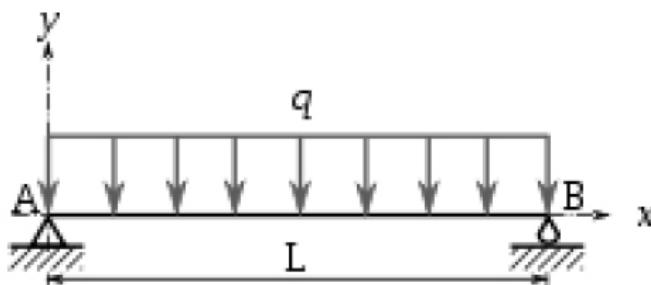
Aplicando estos dos criterios, la elección para la totalidad de la plaza es:  
Placa alveolar modelo FA 30 T5.



## JÁCENAS

Una vez elegido el tipo de placa alveolar que asentará sobre las jácenas, conociendo así el peso de estos elementos, se pasa a calcular los esfuerzos que recaen sobre las jácenas. Para un tramo cualquiera del primer piso en el que apoyen placas alveolares por ambos lados, que es la zona con mayor requerimiento, se calculan los esfuerzos que deben resistir, así como la luz entre apoyos.

El método de cálculo es mediante la resolución de una viga apoyada en los dos extremos, mayorando los pesos propios (1,35) y la sobrecarga de uso (1,5).



Una vez calculados los requerimientos, se procede a seleccionar el elemento a decuado en la tabla del fabricante.

### CARACTERÍSTICAS FORJADO

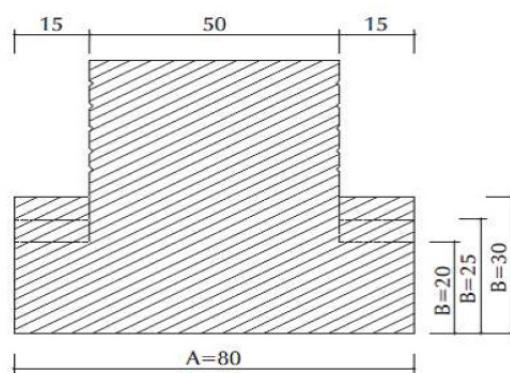
#### Geometría y Acciones

L forjado	7 m
q hormigón	17,59328028 KN/m
q placa alv.	55,09333029 KN/m
q SU	79,70678571 KN/m
q TOTAL ext.	152,3933963 KN/m

Mu (KNm) 933,4095522 KNm CUMPLE

### ELEMENTO COMERCIAL

Modelo	JP 8025
Tipo de armado	2503
Peso	813 KN/m
Mu máx	993 KNm
L jácena	7,725 m



## **GRADAS Y PORTAGRADAS**

Las gradas y portagradas serán fabricadas por ALHOSA en base a los requerimientos de la plaza de toros, garantizando su seguridad para las luces y cargas de cada tramo, considerando así el número de escalones y la sobrecarga de uso empleada en este tipo de edificios, 500 kp/m<sup>2</sup>.

**ANEXO VII.**  
**CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO**  
**BÁSICO DB SU DEL CTE**

## **1.- SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS**

Se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas.

### Características de las barreras de protección

Las barreras de protección están proyectadas todas ellas a la altura de 1 metro, cumpliendo lo establecido en la normativa en la que se exige como mínimo, una altura de 900mm cuando la diferencia de cota que protegen no excede de 6 metros y de 1100 mm en el resto de los casos. La altura se medirá verticalmente desde el nivel de suelo o, en el caso de escaleras, desde la línea de inclinación definida por los vértices de los peldaños, hasta el límite superior de la barrera.

Las barreras de protección están diseñadas, según normativa, de forma que:

- a) No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual no existen puntos de apoyo en la altura comprendida entre 200 mm y 700 mm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera, estando protegido con cristal;
- b) No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 100 mm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 50mm.

### Características de las escaleras

- a) Diseño de escaleras de acceso a primera planta (de 2 y 4 metros de anchura):  
La huella medirá 300 mm, superando el mínimo de 280 exigido en la normativa, y la contrahuella 185 mm, igualando el máximo de la normativa. La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente:  
$$540 \text{ mm} \leq 2C + H \leq 700 \text{ mm}$$
  
La altura que salva es de 4,44 metros, por encima del máximo de 2,25 metros, por lo que se ha optado por 2 tramos que salven una altura de 2,22 metros cada uno separados por una meseta con una longitud superior a la anchura de la escalera, superando así el mínimo de 1,20 metros exigido.

Además, las escaleras dispondrán de una barandilla de protección exterior de 1 metro de altura.

- b) Diseño de escaleras de acceso a graderíos (4 metros de anchura):  
De características idénticas a las anteriores, exceptuando que estarán compuestas por un único tramo de 2,22 metros de altura.

Estas escaleras dispondrán de pasamanos a ambos lados.

## **2.- SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO**

Se limita el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto con elementos fijos del edificio. Para ello, la altura libre mínima de paso en zonas de circulación es 2220 mm (más de 2500 mm en la mayor parte del edificio), superando el mínimo establecido en normativa de 2100 mm en zonas de uso restringido y 2200 en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2000 mm como mínimo según norma, siendo de 2100 mm en proyecto.

**ANEXO VIII.**  
**CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO**  
**BÁSICO DB SI DEL CTE**

## **1.- OBJETO Y APLICACIÓN**

El objetivo del Anexo es establecer las condiciones que debe reunir el pabellón, proyectando según el documento básico DB SI, a fin de proteger a sus ocupantes frente a los riesgos originados por un incendio.

## **2.- COMPARTIMENTACIÓN, EVACUACIÓN Y SEÑALIZACIÓN**

El edificio está compartimentado en varios sectores de incendios según lo siguiente:

- Planta baja: Zona público, constituida por los dos restaurantes, taquillas, vestíbulo y aseos pertenecientes a dicha zona. Superficie total: 1911 m<sup>2</sup>
- Planta baja: Zona toreros, correspondiente a los 3 vestuarios y la capilla. Superficie total: 636 m<sup>2</sup>
- Planta baja: Zona enfermería e instalaciones. Superficie total: 483 m<sup>2</sup>
- Planta baja: Zona de mantenimiento y ganado. Superficie total: 417 m<sup>2</sup>
- Planta primera: Zona para público, vomitorios 1 al 5. Superficie total: 873 m<sup>2</sup>
- Planta primera: Zona para público, vomitorios 6 al 8. Superficie total: 502 m<sup>2</sup>
- Planta graderíos: Sin compartimentar. Superficie total: 4015 m<sup>2</sup>

Todos los compartimentos son menores que 2500 m<sup>2</sup>, a excepción de la planta graderíos, que al ser destinada a público sentado en asientos fijos y tener resuelta la evacuación mediante salidas directas del edificio a través de las escaleras del primer piso, no necesita ser compartimentado.

De la densidad de ocupación establecida de 1 persona por asiento en la zona de graderío resulta:

Nº de personas graderío: 3424

Ante lo cual, para el cálculo de las escaleras de los graderíos, el mayor número de personas para evacuar por una misma escalera es de 220 personas (evacuación ascendente).

Por ello,

$$A \geq \frac{P}{160-10h} = \frac{220}{160-10 \cdot 0,72 \cdot 6} = 1,89 \text{ m}$$

Aun así, la escalera para graderíos se ha definido con una anchura de 2,5 metros, superior al mínimo requerido.

En el sentido de evacuación descendente, el número máximo de espectadores a evacuar por una misma escalera es de 118, entonces,

$$A \geq \frac{P}{160} = \frac{118}{160} = 0,74 \text{ m}$$

Se observa que los requerimientos son mucho menores gracias al sentido de evacuación, y, por otro lado, a que el número de tramos de escaleras para evacuar es mayor en el graderío superior.

Por último, la anchura de las escaleras de salida es de 4 metros (en el caso de salida por una única dirección), 2 metros (salidas dobles, 2 por 2 metros), mayor que:

$$A \geq \frac{P}{160} = \frac{3424/7}{160} = 3,06 \text{ m}$$

\* Se considera inutilizada una salida para cumplir con el CTE DB SI.

La anchura libre de puertas previstas como salida es de 4 metros (puertas correderas que quedan abiertas permanentemente), medidas que son muy superiores a las exigidas, ya que:

$$A \geq \frac{P}{200} = \frac{3424/7}{200} = 2,45 \text{ m}$$

\* Se considera inutilizada una salida para cumplir con el CTE DB SI.

La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de la plaza no excede de 50 metros.

Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”.
- b) La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas.

### **3.- COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y MATERIALES**

La tabla 3.1 del apartado 3 “Elementos estructurales principales” Sección SI 6 Resistencia al fuego de la estructura del DB SI, para edificios de pública concurrencia establece una resistencia al fuego mínima RF 90, siendo superada por los elementos de hormigón proyectados y debiendo garantizarse su cumplimiento en la estructura metálica mediante aplicación de pintura adecuada a tal efecto.





Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
**ZARAGOZA**

## **PROYECTO FIN DE CARRERA**

**Diseño y cálculo de una plaza de toros con cubierta,  
de estructura mixta hormigón-acero.**

**Realizado por:**

Rubén Pérez Preciado

**Dirigido por:**

Dr. Luis Gracia Villa

**TOMO 2/2 (PLANOS)**

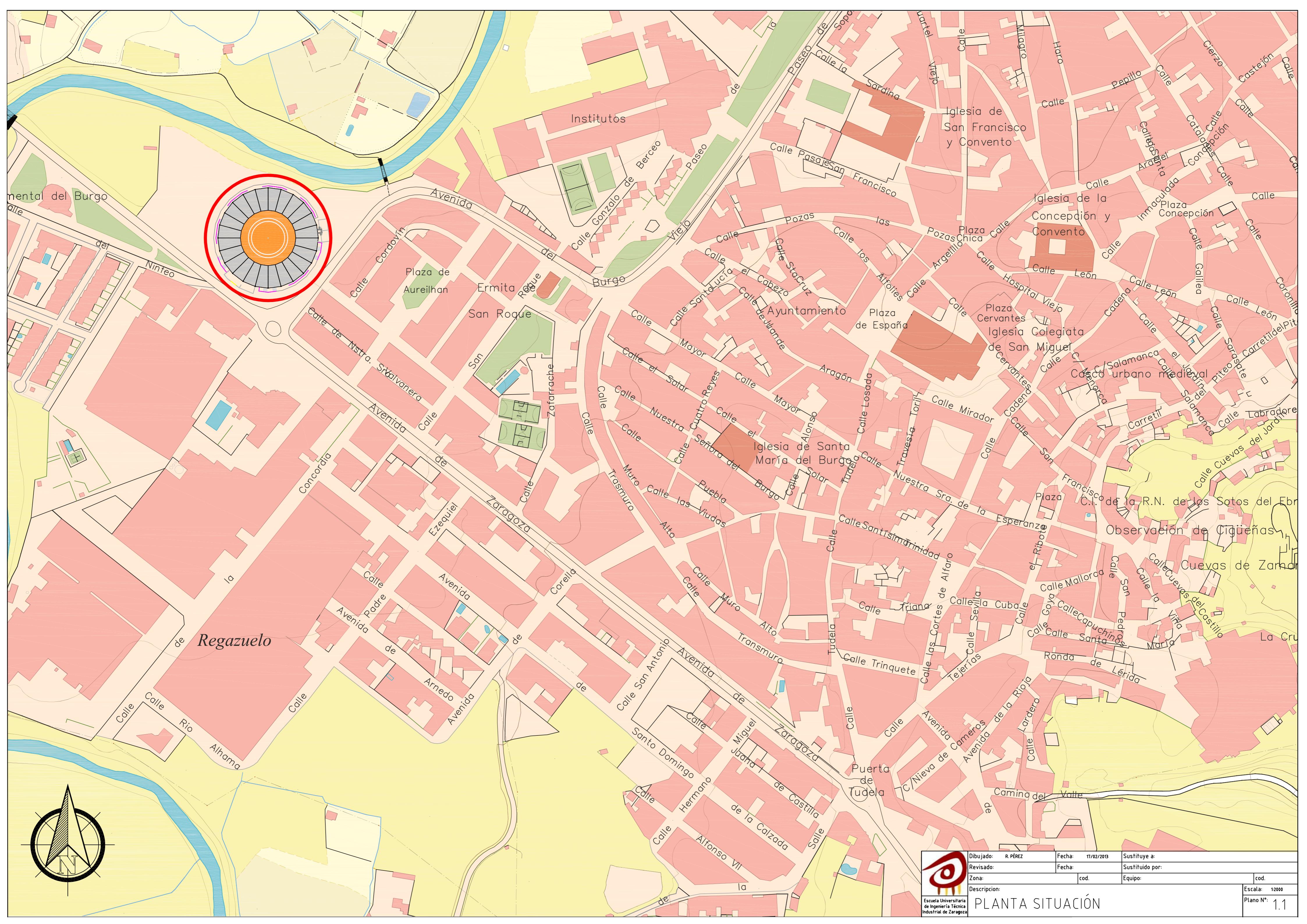
***Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Mecánica***

***Departamento de Ingeniería Mecánica***

***Área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras***

***Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial, Universidad de Zaragoza***

Zaragoza, Febrero de 2013

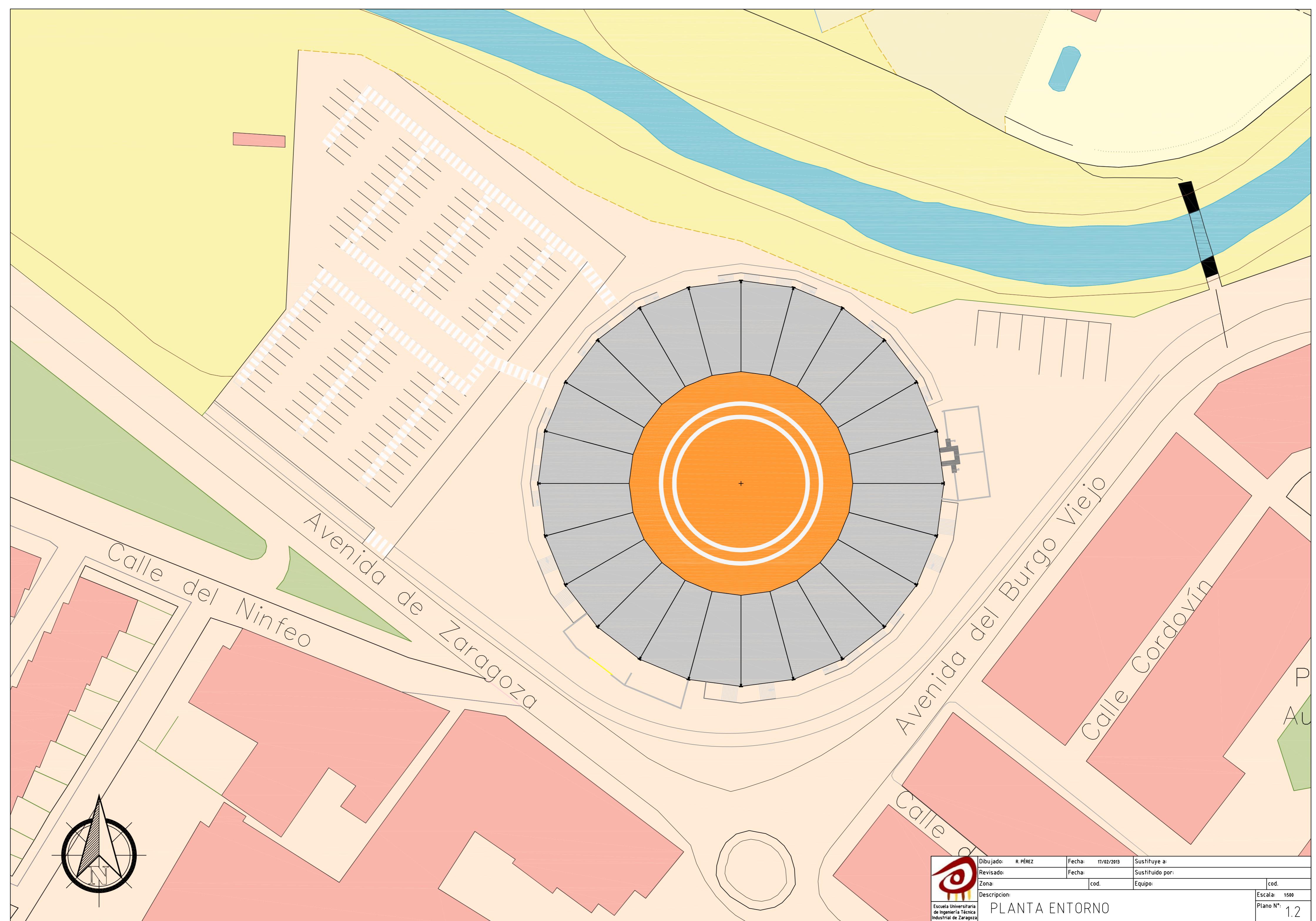


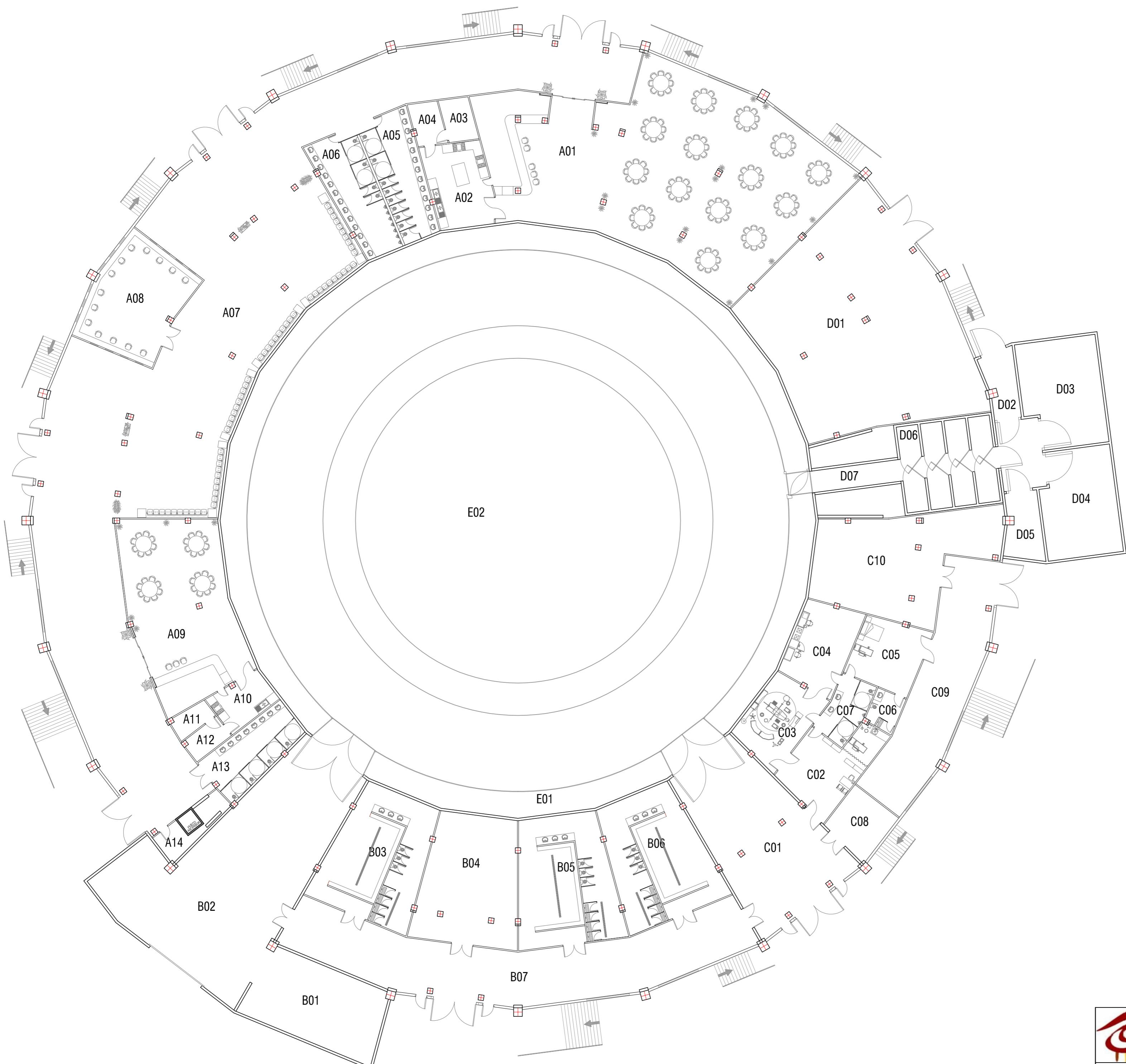
Escuela Universitaria  
de Ingeniería Técnica  
Industrial de Zaragoza

Dibujado:	R. PÉREZ	Fecha:	17/02/2013	Sustituye a:
Revisado:		Fecha:		Sustituido por:
Zona:		cod.		Equipo:
Descripción:				cod.
Escala:	1:2000			
Plano N°:				

PLANTA SITUACIÓN

11





## PROGRAMA DE USOS

### A ZONA PÚBLICO

A01 RESTAURANTE PRINCIPAL	465.20 M <sup>2</sup>
A02 COCINA RESTAURANTE PRINCIPAL	43.31 M <sup>2</sup>
A03 SALA FRIGORÍFICA RESTAURANTE PRINCIPAL	10.96 M <sup>2</sup>
A04 DESPENSA RESTAURANTE PRINCIPAL	10.86 M <sup>2</sup>
A05 ASEOS SEÑORAS	48.74 M <sup>2</sup>
A06 ASEOS CABALLEROS	48.74 M <sup>2</sup>
A07 RECEPCIÓN	955.63 M <sup>2</sup>
A08 TAQUILLAS	83.48 M <sup>2</sup>
A09 RESTAURANTE SECUNDARIO	157.28 M <sup>2</sup>
A10 COCINA RESTAURANTE SECUNDARIO	20.42 M <sup>2</sup>
A11 SALA FRIGORÍFICA RESTAURANTE SECUNDARIO	7.58 M <sup>2</sup>
A12 DESPENSA RESTAURANTE SECUNDARIO	8.87 M <sup>2</sup>
A13 ASEOS MINUSVÁLIDOS	41.39 M <sup>2</sup>
A14 CUARTO MANTENIMIENTO ASCENSOR	9.09 M <sup>2</sup>

### B ZONA TOREROS

B01 PATIO DE CABALLOS	87.18 M <sup>2</sup>
B02 DESOLLADERO Y ACCESO AL RUEDO	277.59 M <sup>2</sup>
B03 VESTUARIO 1	102.69 M <sup>2</sup>
B04 CAPILLA	103.24 M <sup>2</sup>
B05 VESTUARIO 2	103.24 M <sup>2</sup>
B06 VESTUARIO 3	102.69 M <sup>2</sup>
B07 PASILLO VESTUARIOS	224.08 M <sup>2</sup>

### C ZONA ENFERMERÍA / INSTALACIONES

C01 ACCESO RUEDO ENFERMERÍA	158.67 M <sup>2</sup>
C02 SALA DE RECONOCIMIENTO Y CURAS	48.19 M <sup>2</sup>
C03 QUIRÓFANO	42.72 M <sup>2</sup>
C04 SALA DE ESTERILIZACIÓN Y LAVADO	42.97 M <sup>2</sup>
C05 SALA DE RECUPERACIÓN Y ADAPTACIÓN AL MEDIO	38.72 M <sup>2</sup>
C06 ASEO SALA DE RECUPERACIÓN	9.45 M <sup>2</sup>
C07 ASEOS ENFERMERÍA	20.50 M <sup>2</sup>
C08 SALA GENERADOR	25.56 M <sup>2</sup>
C09 PASILLO ENFERMERÍA / INSTALACIONES	124.17 M <sup>2</sup>
C10 CUARTO DE INSTALACIONES	131.17 M <sup>2</sup>

### D ZONA DE GANADO / MANTENIMIENTO

D01 CUARTO DE MANTENIMIENTO	333.71 M <sup>2</sup>
D02 ACCESO GANADO	43.11 M <sup>2</sup>
D03 CORRAL GANADO BRAVO 1	70.04 M <sup>2</sup>
D04 CORRAL GANADO BRAVO 2	66.69 M <sup>2</sup>
D05 CORRAL GANADO MANSO	19.83 M <sup>2</sup>
D06 CHIQUEROS (X8)	6.00 M <sup>2</sup>
D07 ACCESO TORILES A RUEDO	35.14 M <sup>2</sup>

### E ZONA RUEDO

E01 CALLEJÓN	372.39 M <sup>2</sup>
E02 RUEDO	1963.50 M <sup>2</sup>

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL  
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA

465.20 M<sup>2</sup>  
43.31 M<sup>2</sup>  
10.96 M<sup>2</sup>  
10.86 M<sup>2</sup>  
48.74 M<sup>2</sup>  
48.74 M<sup>2</sup>  
955.63 M<sup>2</sup>  
83.48 M<sup>2</sup>  
157.28 M<sup>2</sup>  
20.42 M<sup>2</sup>  
7.58 M<sup>2</sup>  
8.87 M<sup>2</sup>  
41.39 M<sup>2</sup>  
9.09 M<sup>2</sup>

87.18 M<sup>2</sup>  
277.59 M<sup>2</sup>  
102.69 M<sup>2</sup>  
103.24 M<sup>2</sup>  
103.24 M<sup>2</sup>  
102.69 M<sup>2</sup>  
224.08 M<sup>2</sup>

158.67 M<sup>2</sup>  
48.19 M<sup>2</sup>  
42.72 M<sup>2</sup>  
42.97 M<sup>2</sup>  
38.72 M<sup>2</sup>  
9.45 M<sup>2</sup>  
20.50 M<sup>2</sup>  
25.56 M<sup>2</sup>  
124.17 M<sup>2</sup>  
131.17 M<sup>2</sup>

333.71 M<sup>2</sup>  
43.11 M<sup>2</sup>  
70.04 M<sup>2</sup>  
66.69 M<sup>2</sup>  
19.83 M<sup>2</sup>  
6.00 M<sup>2</sup>  
35.14 M<sup>2</sup>

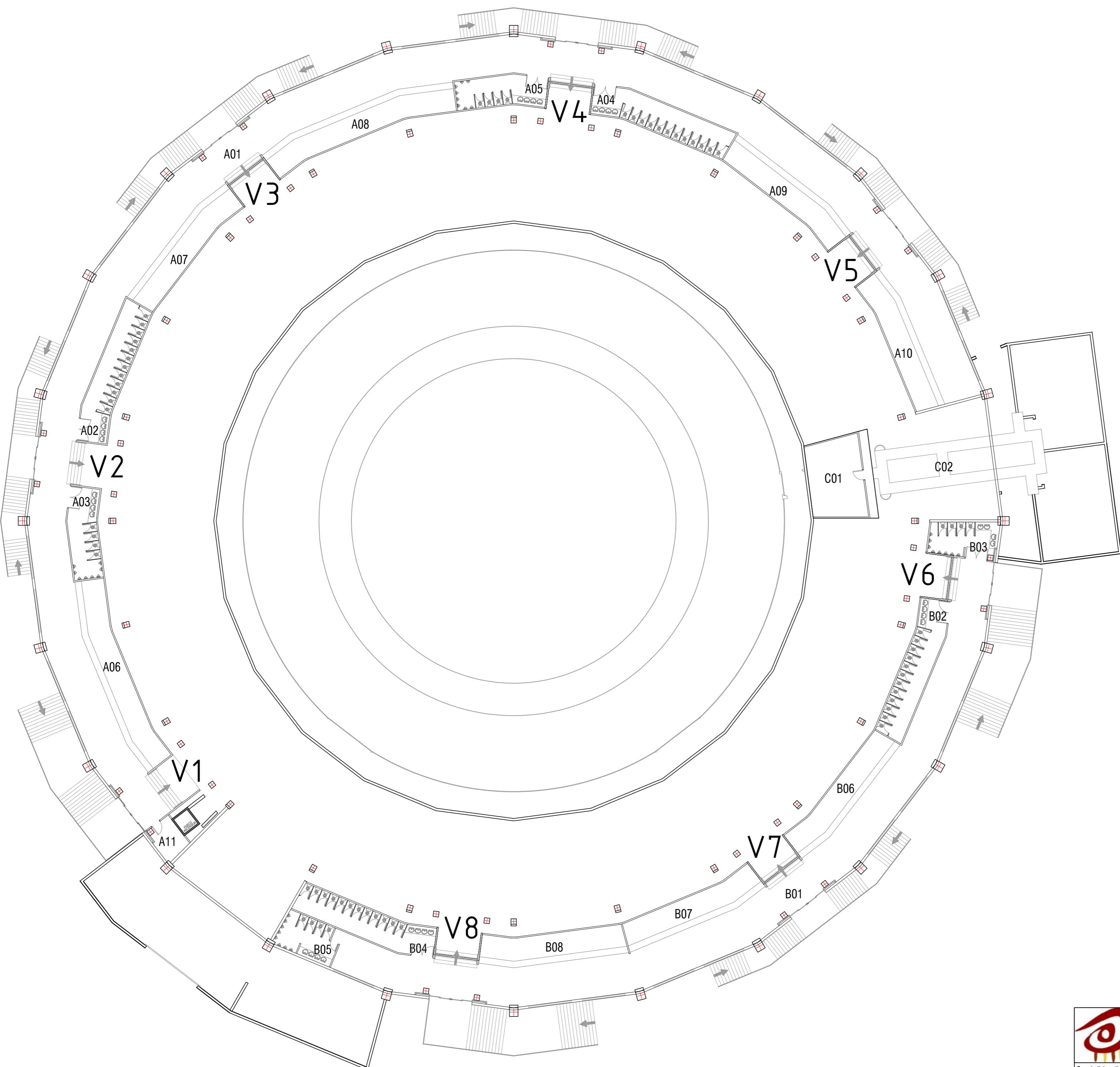
372.39 M<sup>2</sup>  
1963.50 M<sup>2</sup>

6506.79 M<sup>2</sup>  
7231.03 M<sup>2</sup>



Dibujado: R. PEREZ Fecha: 17/02/2013 Sustituye a:  
 Revisado: Fecha: Sustituido por:  
 Zona: cod. Equipo:  
 Descripción:  
 Escala: 1:250  
 Plano N°: 1.3

AMUEBLADO PLANTA BAJA



## PROGRAMA DE USOS

### A ZONA VOMITORIOS 1-5

A01 PASILLO DE DISTRIBUCIÓN	540.04 M <sup>2</sup>
A02 ASEOS SEÑORAS VOMITORIO 2	36.07 M <sup>2</sup>
A03 ASEOS CABALLEROS VOMITORIO 2	22.74 M <sup>2</sup>
A04 ASEOS SEÑORAS VOMITORIO 4	36.07 M <sup>2</sup>
A05 ASEOS CABALLEROS VOMITORIO 4	22.74 M <sup>2</sup>
A06 PUESTO DE VENTA 1	49.40 M <sup>2</sup>
A07 PUESTO DE VENTA 2	36.07 M <sup>2</sup>
A08 PUESTO DE VENTA 3	49.40 M <sup>2</sup>
A09 PUESTO DE VENTA 4	36.07 M <sup>2</sup>
A10 PUESTO DE VENTA 5	35.94 M <sup>2</sup>
A11 CUARTO MANTENIMIENTO ASCENSOR	8.88 M <sup>2</sup>

### B ZONA VOMITORIOS 6-8

B01 PASILLO DE DISTRIBUCIÓN	283.21 M <sup>2</sup>
B02 ASEOS SEÑORAS VOMITORIO 6	36.07 M <sup>2</sup>
B03 ASEOS CABALLEROS VOMITORIO 6	19.94 M <sup>2</sup>
B04 ASEOS SEÑORAS VOMITORIO 8	36.07 M <sup>2</sup>
B05 ASEOS CABALLEROS VOMITORIO 8	18.50 M <sup>2</sup>
B06 PUESTO DE VENTA 6	36.07 M <sup>2</sup>
B07 PUESTO DE VENTA 7	36.07 M <sup>2</sup>
B08 PUESTO DE VENTA 8	36.07 M <sup>2</sup>

### C ZONA CHIQUEROS

C01 RELLANO CHIQUEROS	37.25 M <sup>2</sup>
C02 PLATAFORMA	41.39 M <sup>2</sup>

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL  
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA

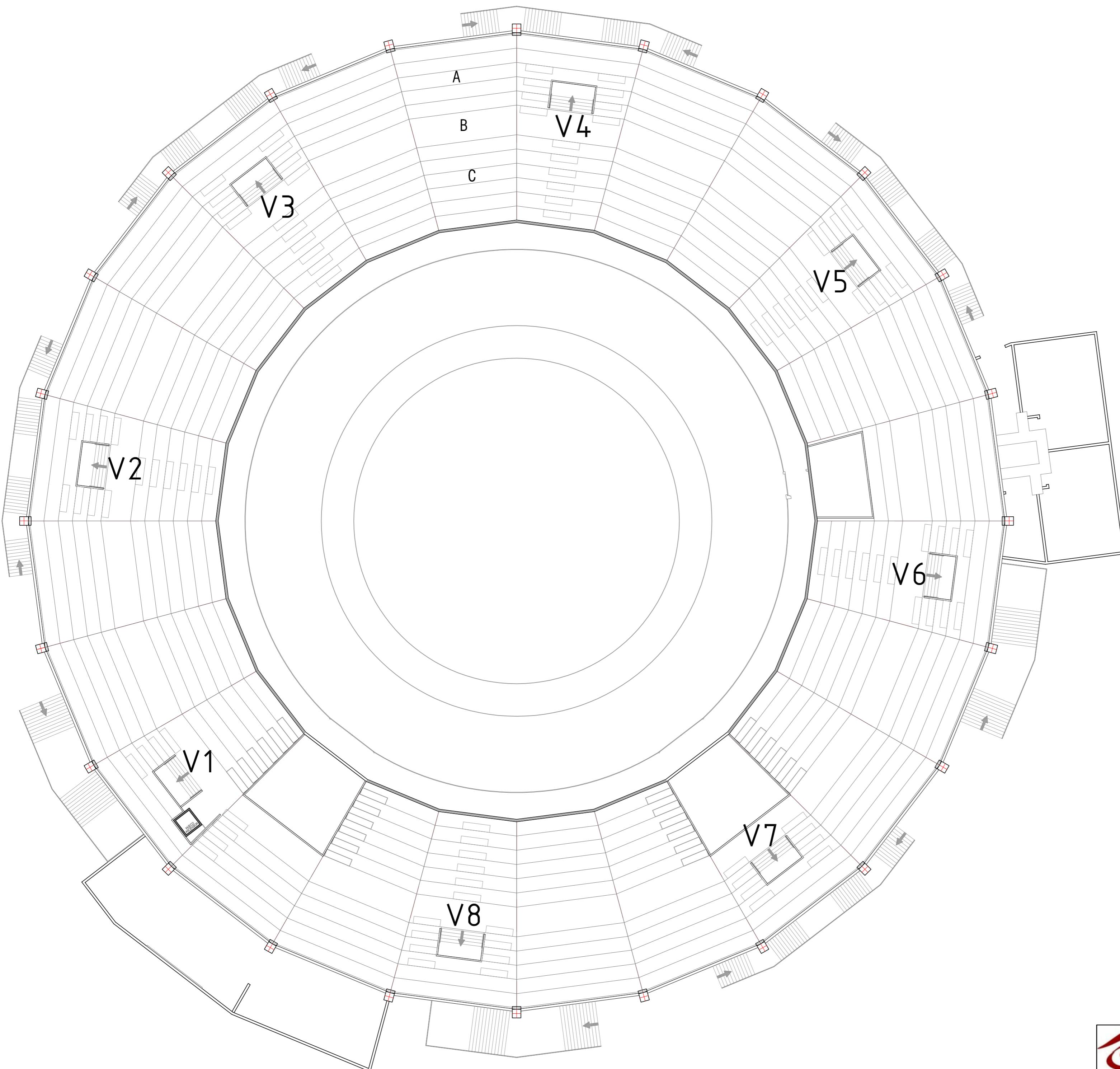
1454.01 M<sup>2</sup>  
1954.49 M<sup>2</sup>



Dibujado: R. PEREZ	Fecha: 17/02/2013	Sustituye a:
Revisado:	Fecha:	Sustituido por:
Zona:	cod.	Equipo:
Descripción:		cod.
		Escala: 1/250
		Plano N°: 1.4

AMUEBLADO PLANTA PRIMERA

1.4



## PROGRAMA DE USOS

A GRADERÍOS INFERIORES  
 B PASILLO CENTRAL  
 C GRADERÍOS SUPERIORES

1379.42 M<sup>2</sup>  
 630.52 M<sup>2</sup>  
 1590.29 M<sup>2</sup>

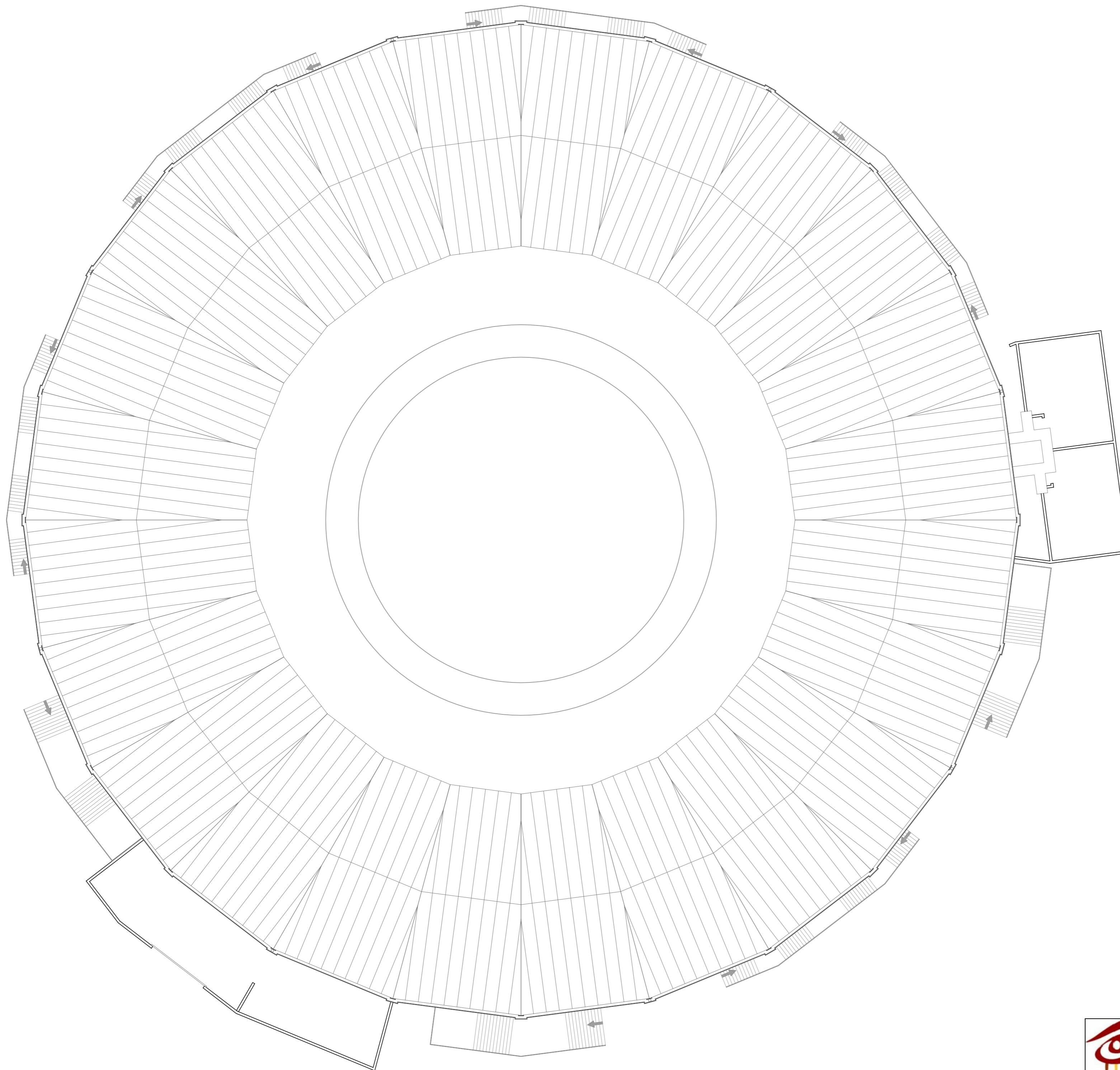
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL  
 TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA

3600.23 M<sup>2</sup>  
 4015.33 M<sup>2</sup>



Dibujado:	R. PEREZ	Fecha:	17/02/2013	Sustituye a:
Revisado:		Fecha:		Sustituido por:
Zona:		cod.		Equipo:
Descripción:				cod.
				Escala: 1:250
				Plano N°: 1.5

AMUEBLADO GRADERÍOS



SUPERFICIE TOTAL

4507.48 M2



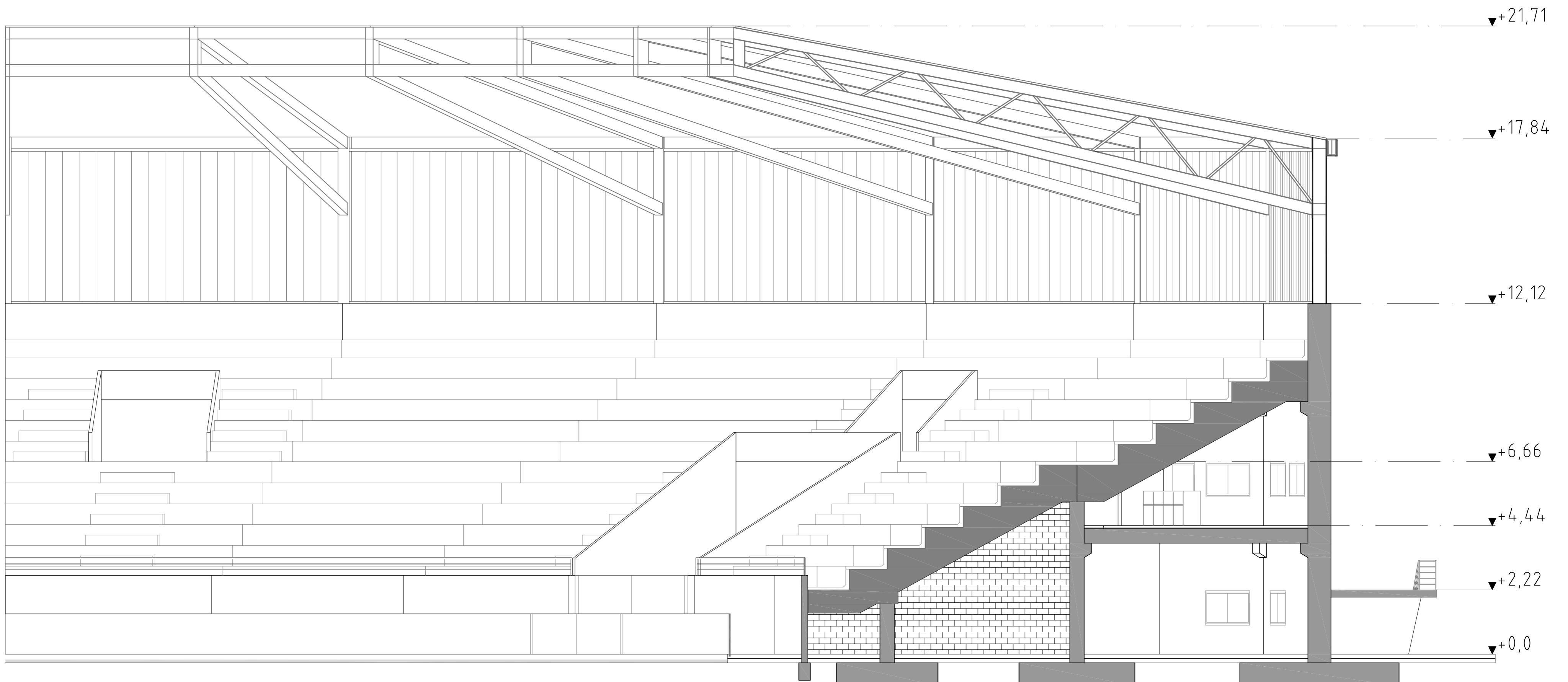
Dibujado:	R. PEREZ	Fecha:	11/02/2013	Sustituye a:
Revisado:		Fecha:		Sustituido por:
Zona:		cod.		Equipo:
Descripción:				Escala: 1:250
				Plano N°: 1.6

AMUEBLADO CUBIERTA



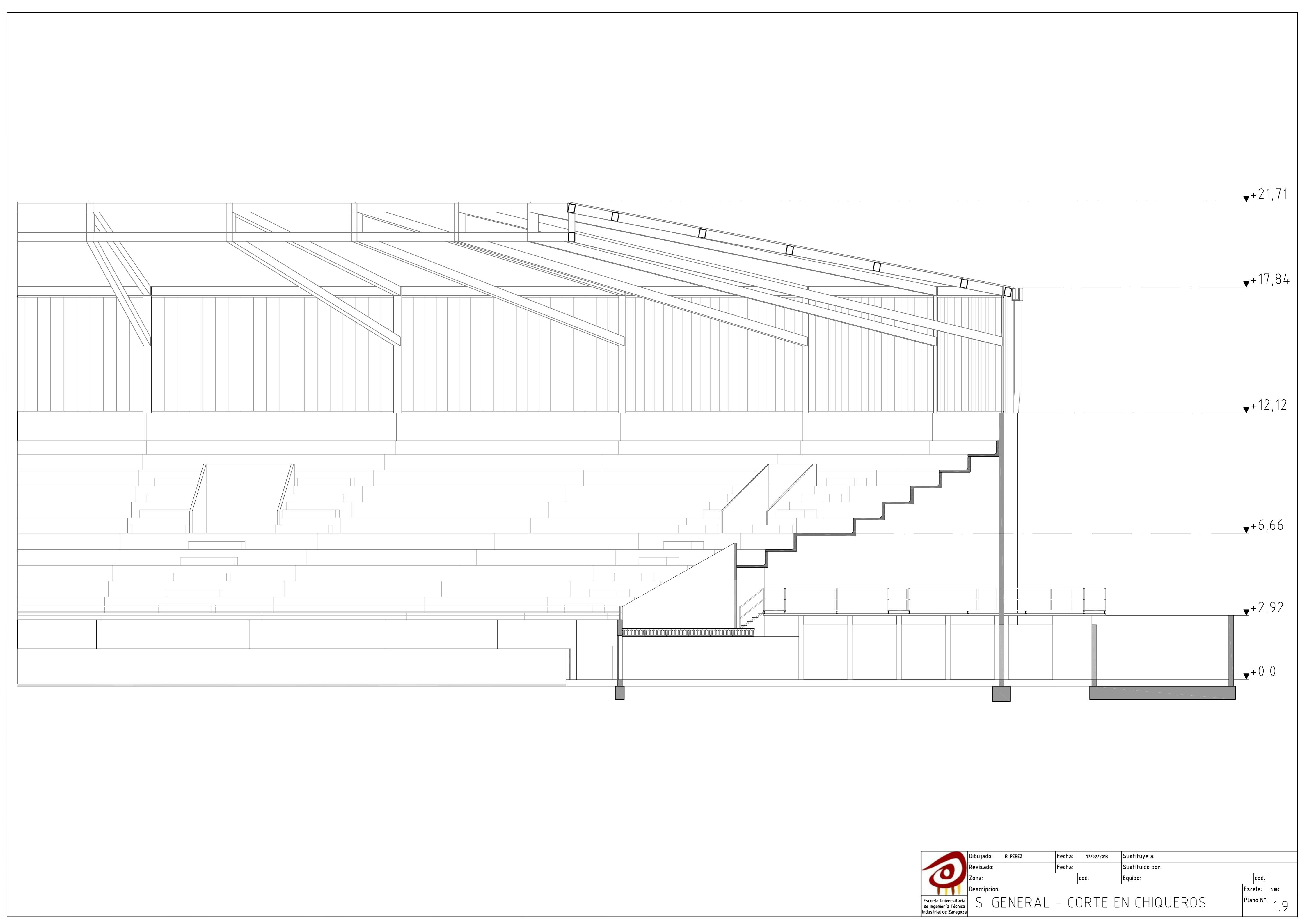
Dibujado:	R. PEREZ	Fecha:	17/02/2013	Sustituye a:
Revisado:		Fecha:		Sustituido por:
Zona:		cod.		Equipo:
Descripción:				cod.
Escala:	1:200			
Plano N°:	1.7			

ALZADO EXTERIOR



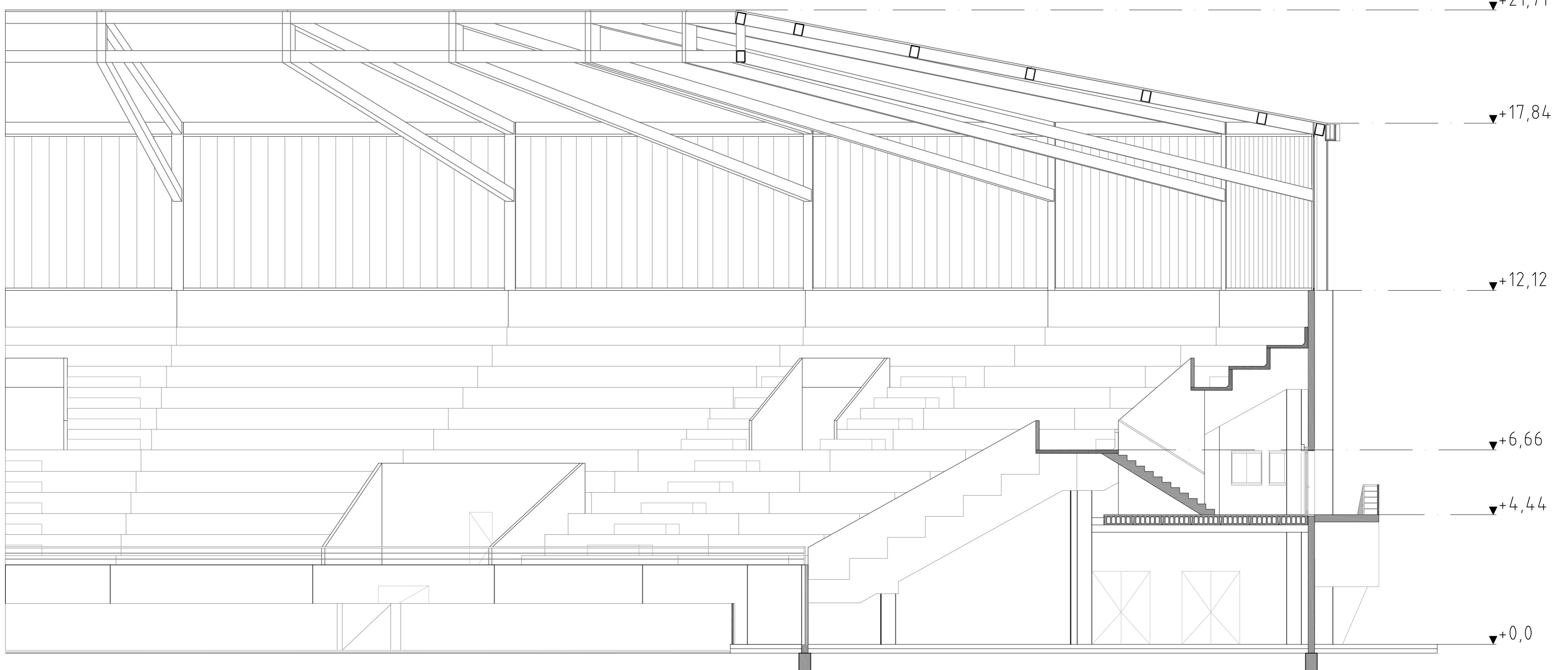
Dibujado:	R. PEREZ	Fecha:	17/02/2013	Sustituye a:
Revisado:		Fecha:		Sustituido por:
Zona:		cod.		Equipo:
Descripción:				cod.
Escala:	1:100			
Plano N°:				

S. GENERAL - CORTE EN PILARES

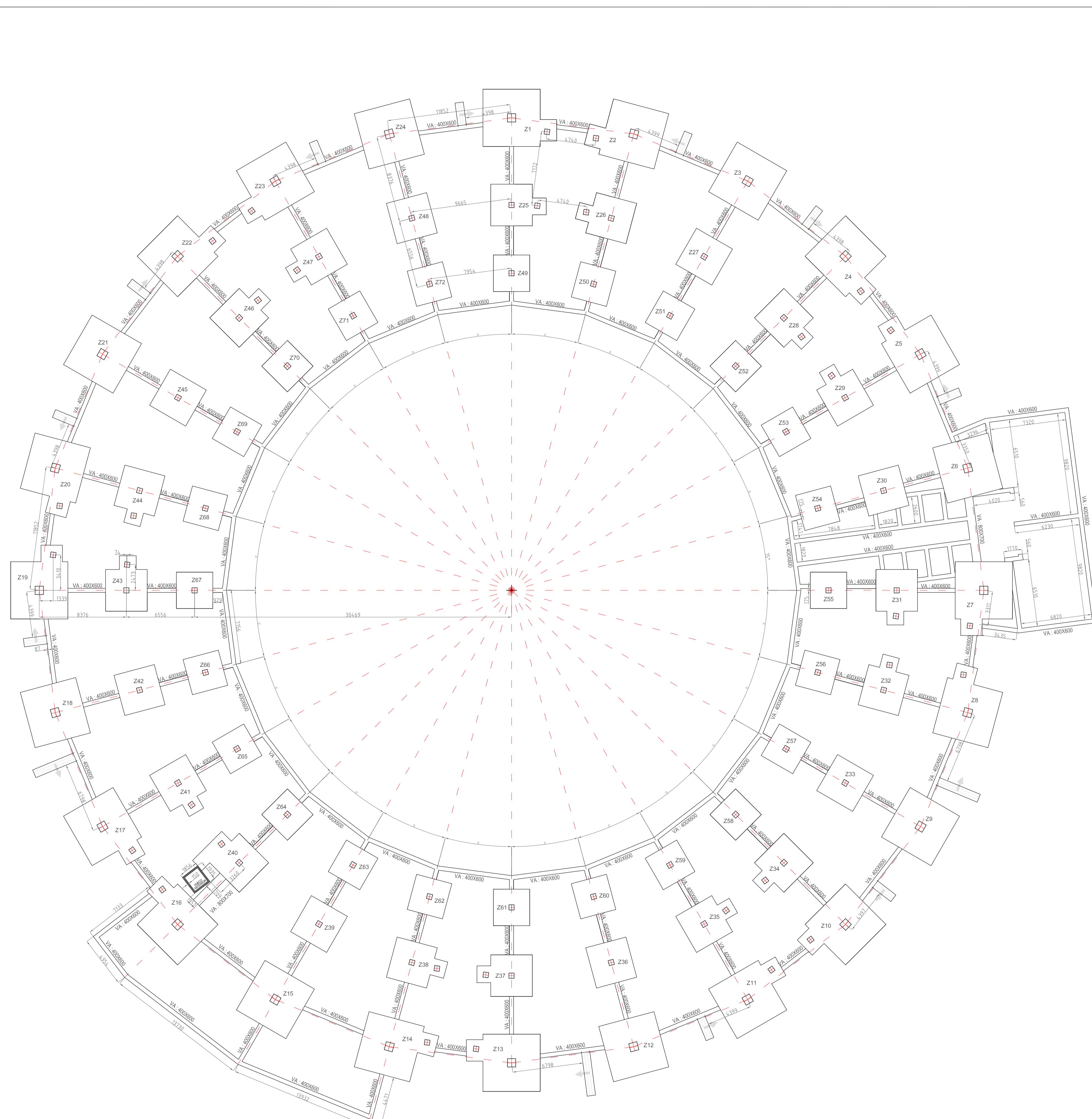


Dibujado:	R. PEREZ	Fecha:	17/02/2013	Sustituye a:
Revisado:		Fecha:		Sustituido por:
Zona:		cod.		Equipo:
Descripción:				cod.
Escala:	1:100			
Plano N°:				

S. GENERAL - CORTE EN CHIQUEROS

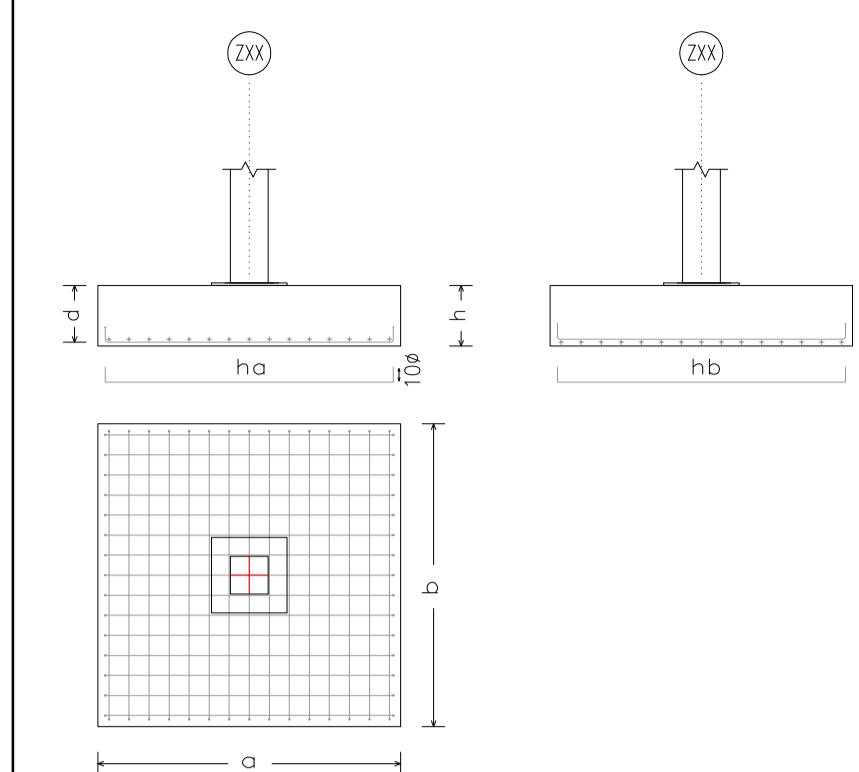


Dibujado:	R. PEREZ	Fecha:	17/02/2013	Sustituye a:
Revisado:		Fecha:		Sustituido por:
Zona:		cod.		Equipo:
Descripción:				cod.
Escala:	1:100			
Plano N°:				
S. GENERAL - CORTE EN VOMITORIOS				
				1.10

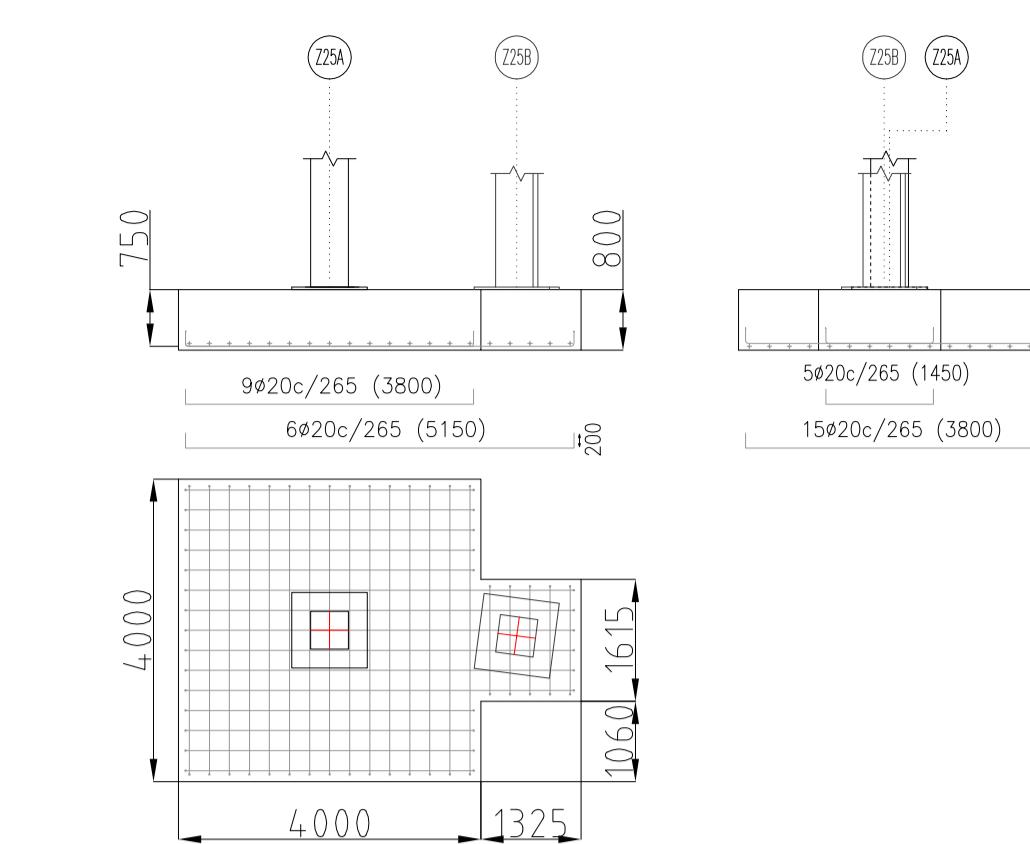


1:200  
Planta de cimentación

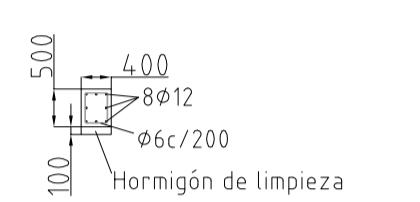
ZAPATA ZXX



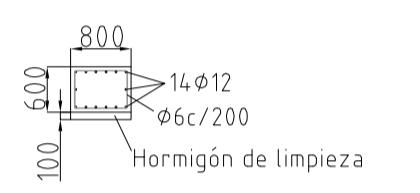
DETALLE A



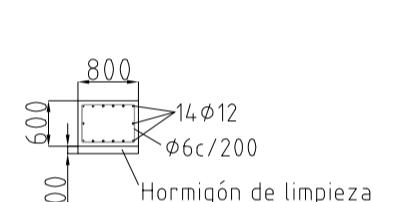
VA: 400X600



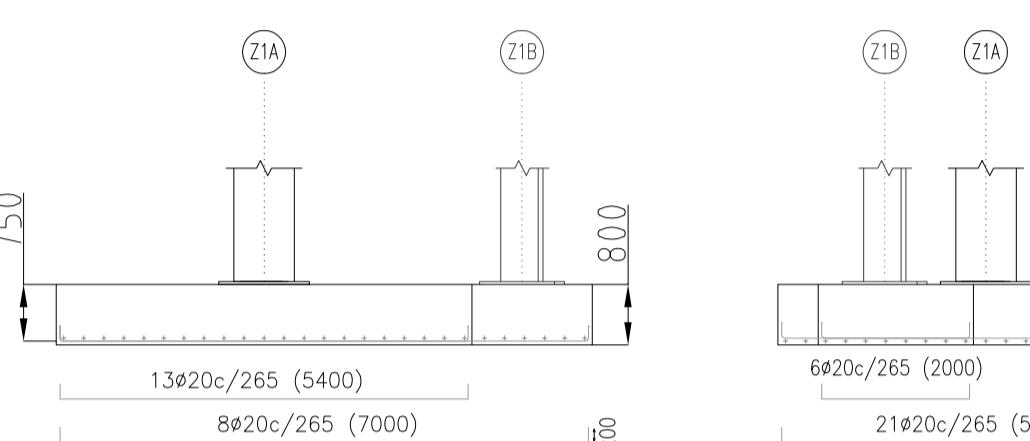
VA: 800X700



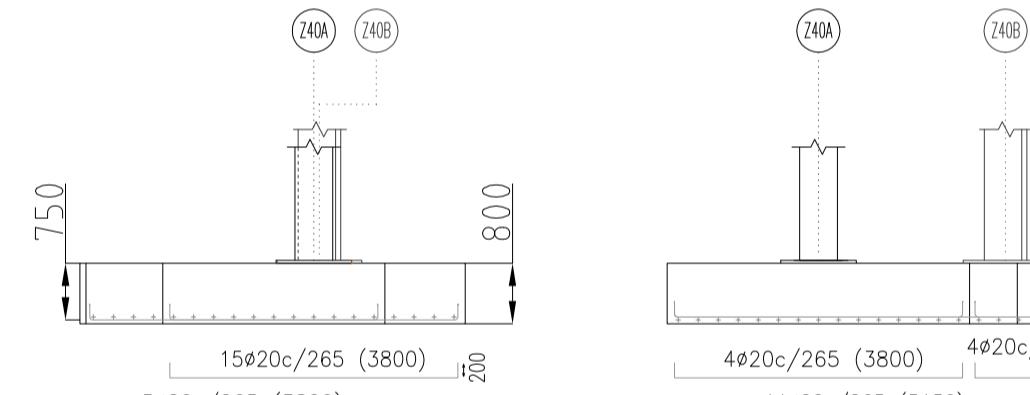
ZANCA ESCALERAS



DETALLE B



DETALLE C



1:100  
Detalles

CUADRO DE ZAPATAS

Número	Dimensions Zapata (mm)
Z49-Z50-Z51-Z52-Z53-Z54-Z55-Z56-Z57-Z58-Z59-Z60-Z61-Z62-Z63-Z64-Z65-Z66-Z67-Z68-Z69-Z70-Z71-Z72	a 3500 b 3500 h 800 d 750 Ø 20 ha 20 hb 3000
Z27-Z30-Z33-Z36-Z39-Z42-Z45-Z48	a 4000 b 4000 h 800 d 750 Ø 20 ha 20 hb 3800
Z3-Z6-Z9-Z12-Z15-Z18-Z21-Z24	a 5500 b 5500 h 800 d 750 Ø 20 ha 20 hb 5300
Z25-Z26-Z28-Z29-Z31-Z32-Z34-Z35-Z37-Z38-Z41-Z43-Z44-Z46-Z47	a 5500 b 5500 h 800 d 750 Ø 20 ha 20 hb 5400
Z1-Z2-Z4-Z5-Z7-Z8-Z10-Z11-Z13-Z14-Z16-Z17-Z19-Z20-Z22-Z23	a 5500 b 5500 h 800 d 750 Ø 20 ha 20 hb 5400
Z40	a 5500 b 5500 h 800 d 750 Ø 20 ha 20 hb 5400

Hormigón HA-25, Control Estadístico  
Acero B-500-S, Control Normal  
Recubrimiento nominal 25mm

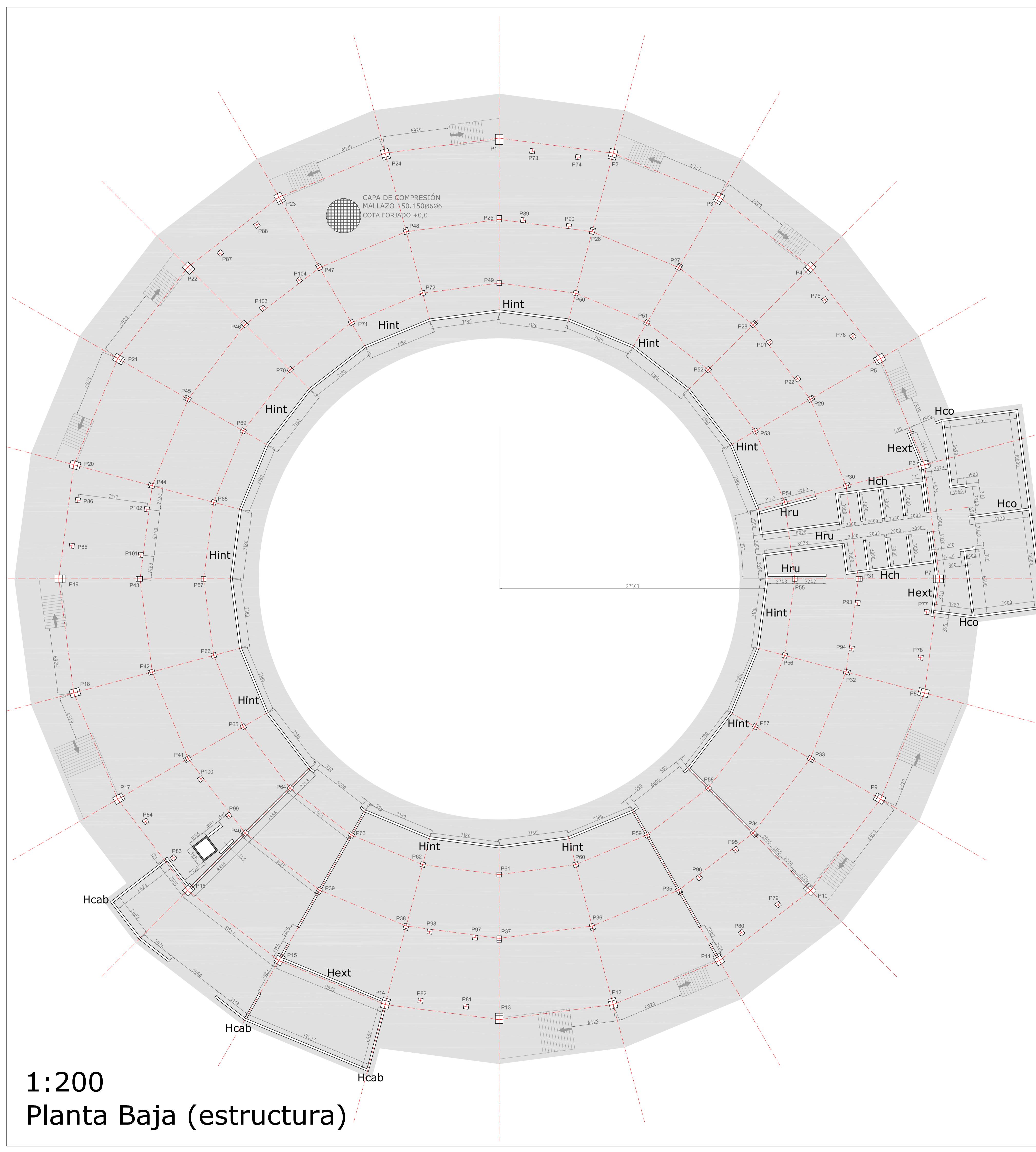
VER DETALLE A  
VER DETALLE B  
VER DETALLE C

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE

HORMIGONES	LOCALIZACIÓN	TIPO DE HORMIGÓN	NIVEL DE CONTROL	COE. PARCIAL SEGURIDAD	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm <sup>2</sup> )	RECUBRIMIENTO MÍNIMO (mm)
ACERO	IGUAL TODA LA OBRA	ESTADÍSTICO	1,5	25	30	50
	CIMENTACIÓN	—	—	1,5	25	50
EJECUCIÓN	TIPO DE ACCIÓN	—	—	—	500	500
	PERMANENTE	VERIFICACIÓN	VG=1,00	EFECTOS FAVORABLES	EFECTOS DESFAVORABLES	VG=1,50
NIVEL DE CONTROL	PERMANENTE DE VALOR NO CONSTANTE	—	VG=1,60	—	—	VG=1,60
	VARIABLE	—	VG=1,00	—	—	VG=1,00
TERRENO	Cimentación sobre terreno firme. Cimentación por zapatas aisladas.	—	—	—	—	—

Dibujado: R. PEREZ	Fecha: 17/02/2013	Sustituye a:
Revisado: cod.	Fecha: cod.	Sustituido por:
Zona: cod.	Equipo: cod.	cod.
Descripción: CIMENTACIÓN		
Escala: 1:200	Plano N°: 2.1	

1:50  
Detalles

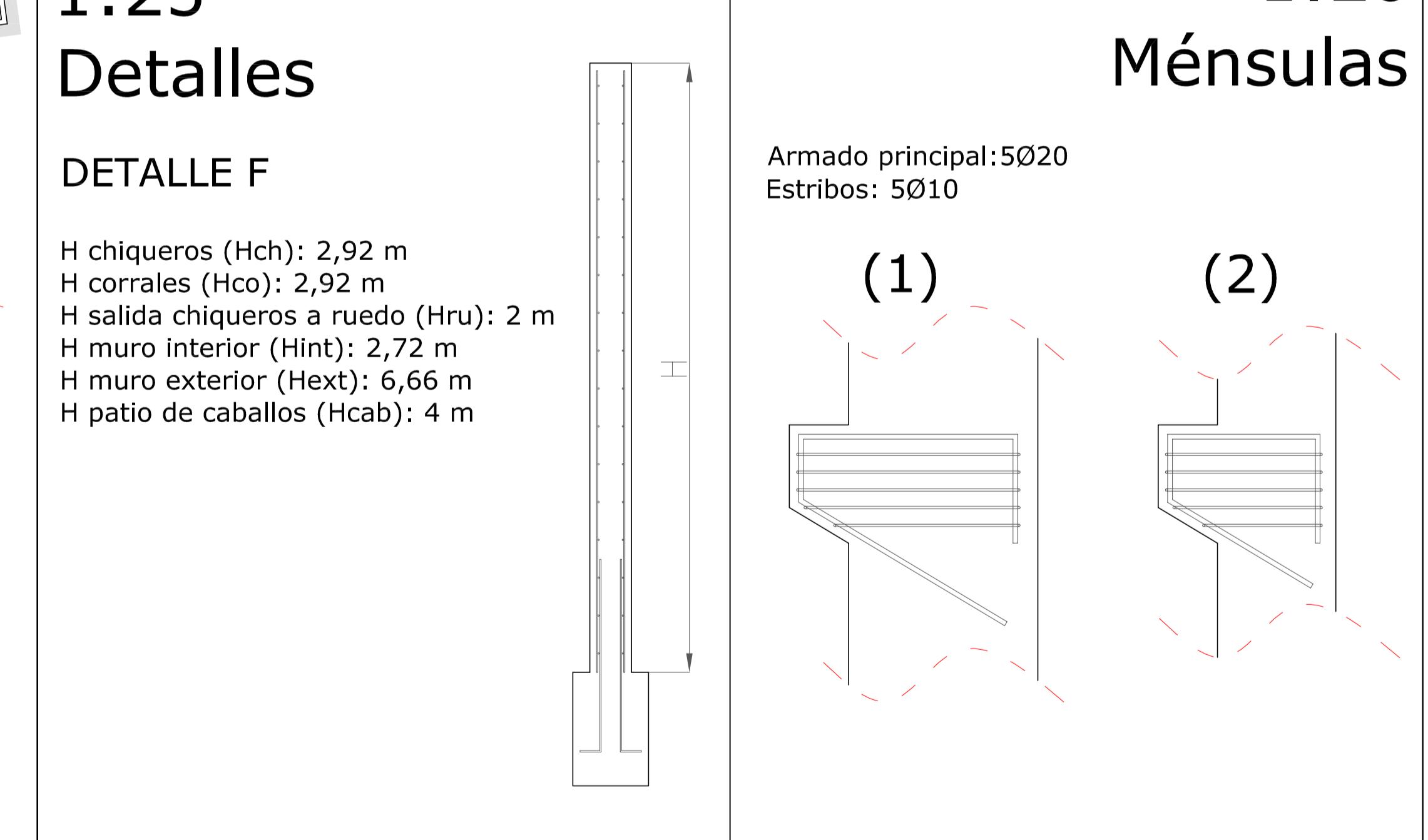


# 1:25

## Detalles

## DETALLE

- H chiqueros (Hch): 2,92 m
- H corrales (Hco): 2,92 m
- H salida chiqueros a ruedo (Hru): 2 m
- H muro interior (Hint): 2,72 m
- H muro exterior (Hext): 6,66 m
- H patio de caballos (Hcab): 4 m



# 1:200

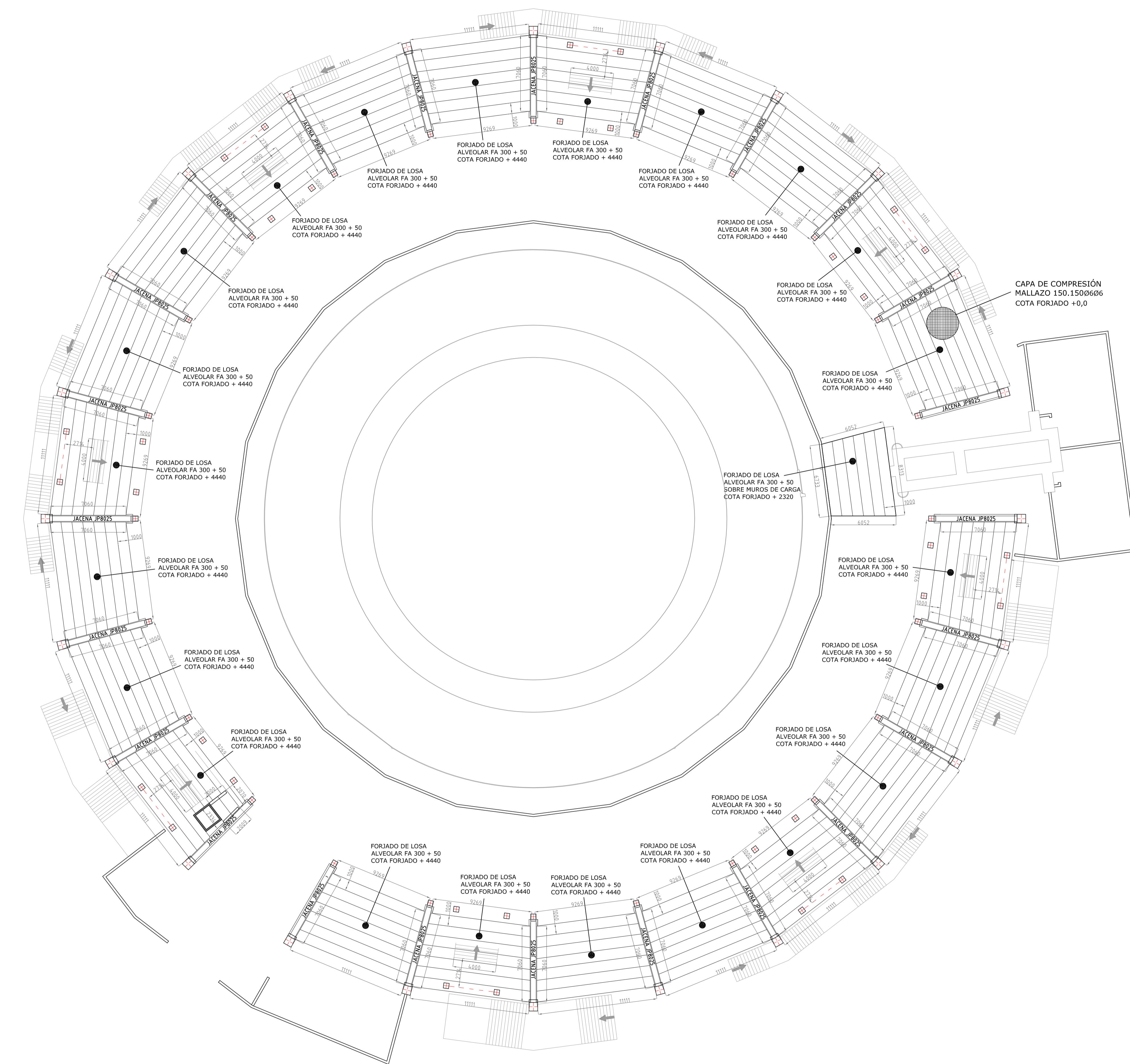
# Planta Baja (estructura)

CUADRO DE PILARES		Armados		Esperas					Hormigón HA-25, Control Estadístico Acero B-500-S, Control Normal Recubrimiento nominal 25mm
Número	Sección	Longitudinal	Estríbos	L. Solape	L. Patilla	R. Gancho	L. Gancho		
P1-P2-....-P24	800x800	7Ø40	Ø12c/300	5000	1000	100	80	Detalle A	
P25-P26-....-P48	500x500	6Ø20	Ø8c/300	1300	500	50	40	Detalle B	
P49-P50-....-P72	500x500	5Ø25	Ø12c/300	2000	600	62,5	50	Detalle C	
P73-P74-....-P88	500x500	4Ø20	Ø8c/300	1300	500	50	80	Detalle D	
P89-P90-....-P104	500x500	4Ø20	Ø8c/300	1300	500	50	80	Detalle E	
MUROS DE CARGA		220	2 Parrillas 5Ø12 por metro					Detalle F	

**Hormigón HA-25, Control Estadístico  
Acero B-500-S, Control Normal  
Recubrimiento nominal 25mm**

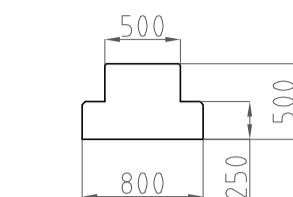


ado: R. PEREZ	Fecha: 17/02/2013	Sustituye a:	
ado:	Fecha:	Sustituido por:	
:		cod.	Equipo:
ripacion:		cod.	
ESTRUCTURA - PLANTA BAJA			Escala: 1:200
			Plano N°: 22



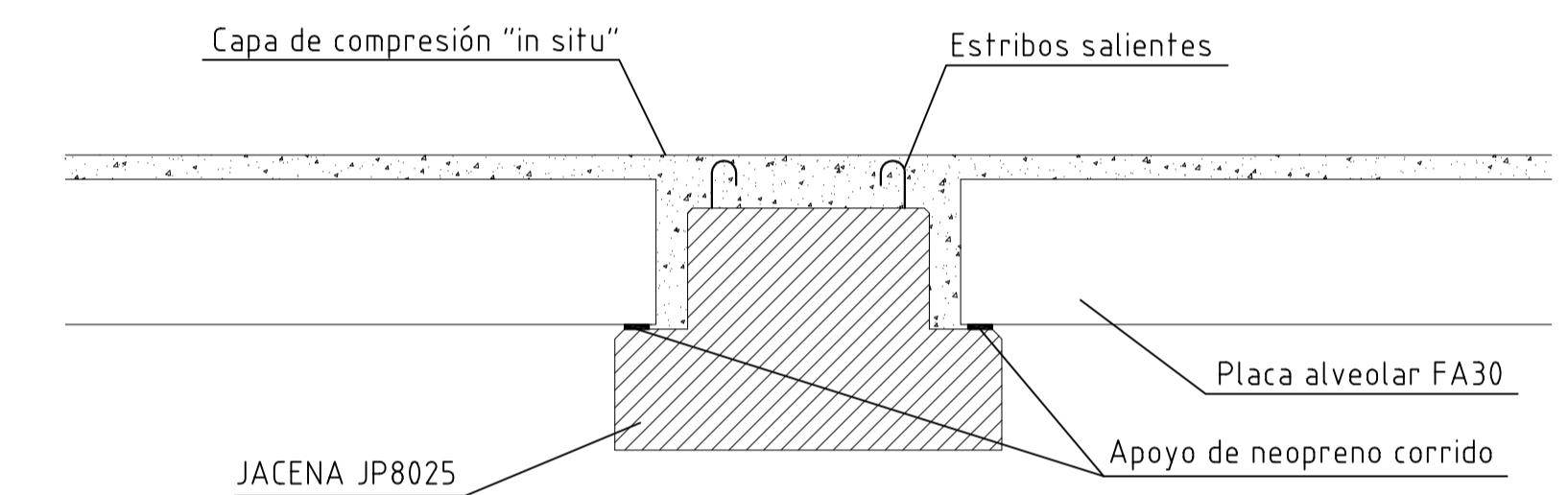
1:200  
Planta Primera (estructura)

JÁCENA JP8025



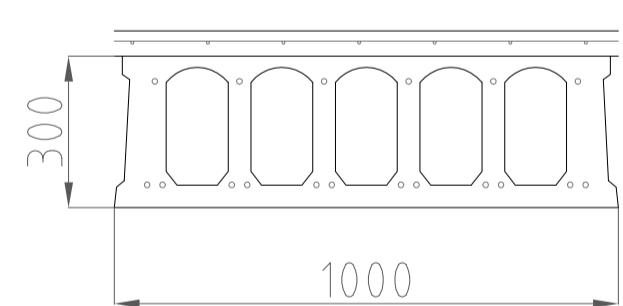
1:50  
Detalle Jácenas

Detalle Forjado Primera Planta



Forjado Unidireccional de Placas Alveolares

ARMADURA REFUERZO  
MALLAZO 150,150,06,06  
H: 300+50 mm  
50mm: capa de compresión  
Re: 25 mm



1:15  
Detalles Forjado



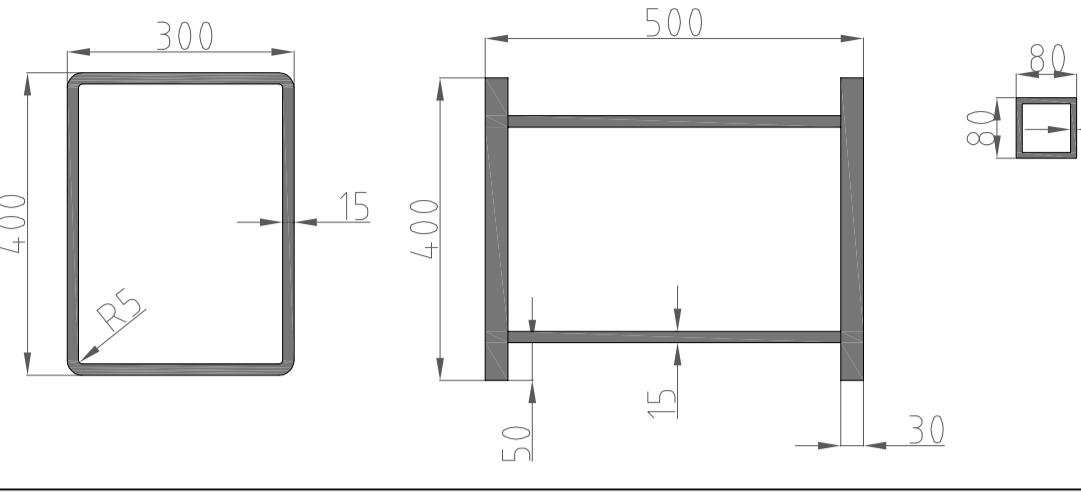
Dibujado:	R PEREZ	Fecha:	17/02/2013	Sustituye a:
Revisado:		Fecha:		
Zona:		cod.		Equipo:
Descripción:				cod.

ESTRUCTURA - PLANTA PRIMERA

Página N°: 2.3

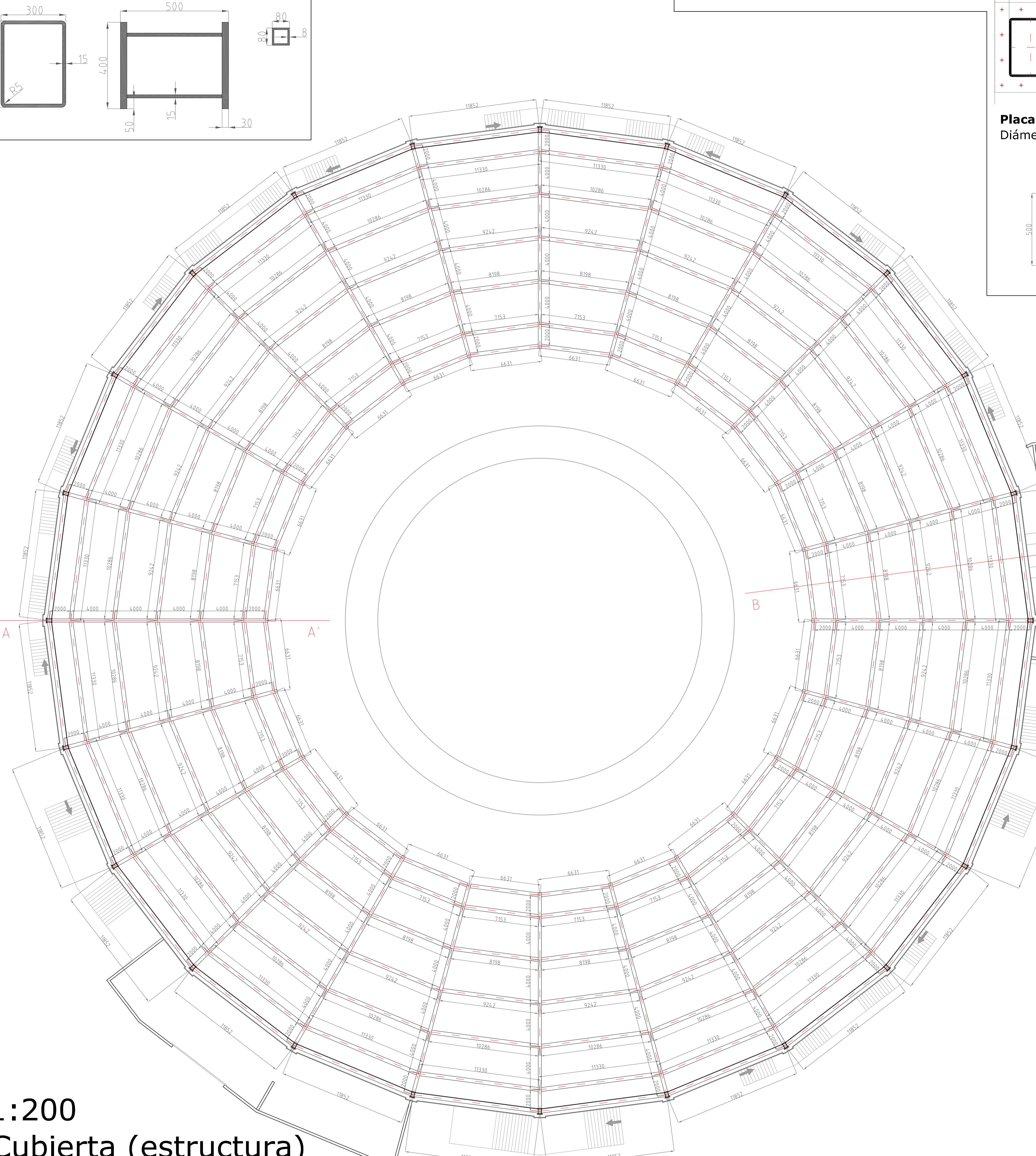
# Secciones de Perfiles

1:10



## Detalle de Uniones

1:19

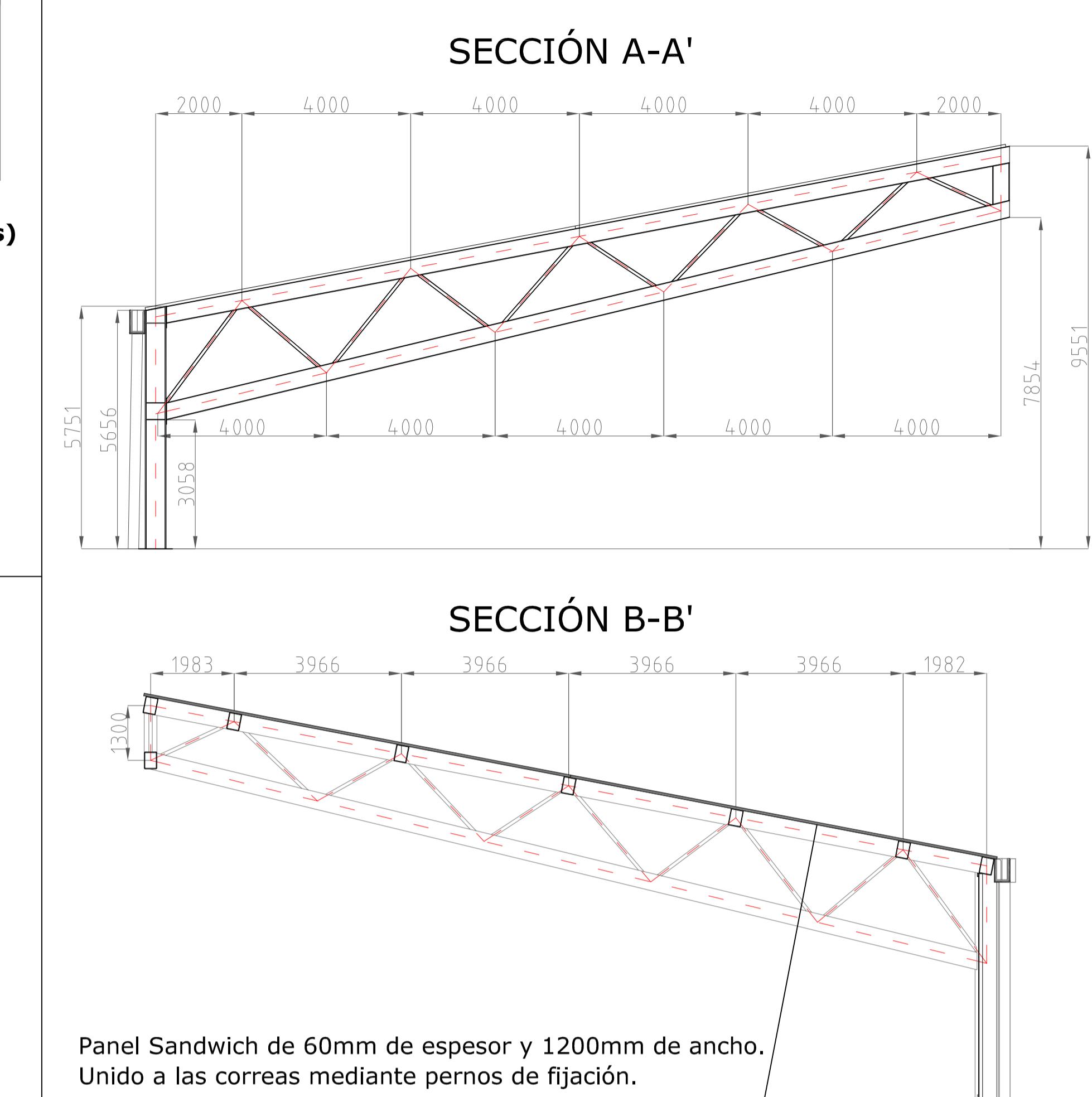


# 1:200

# Cubierta (estructura)

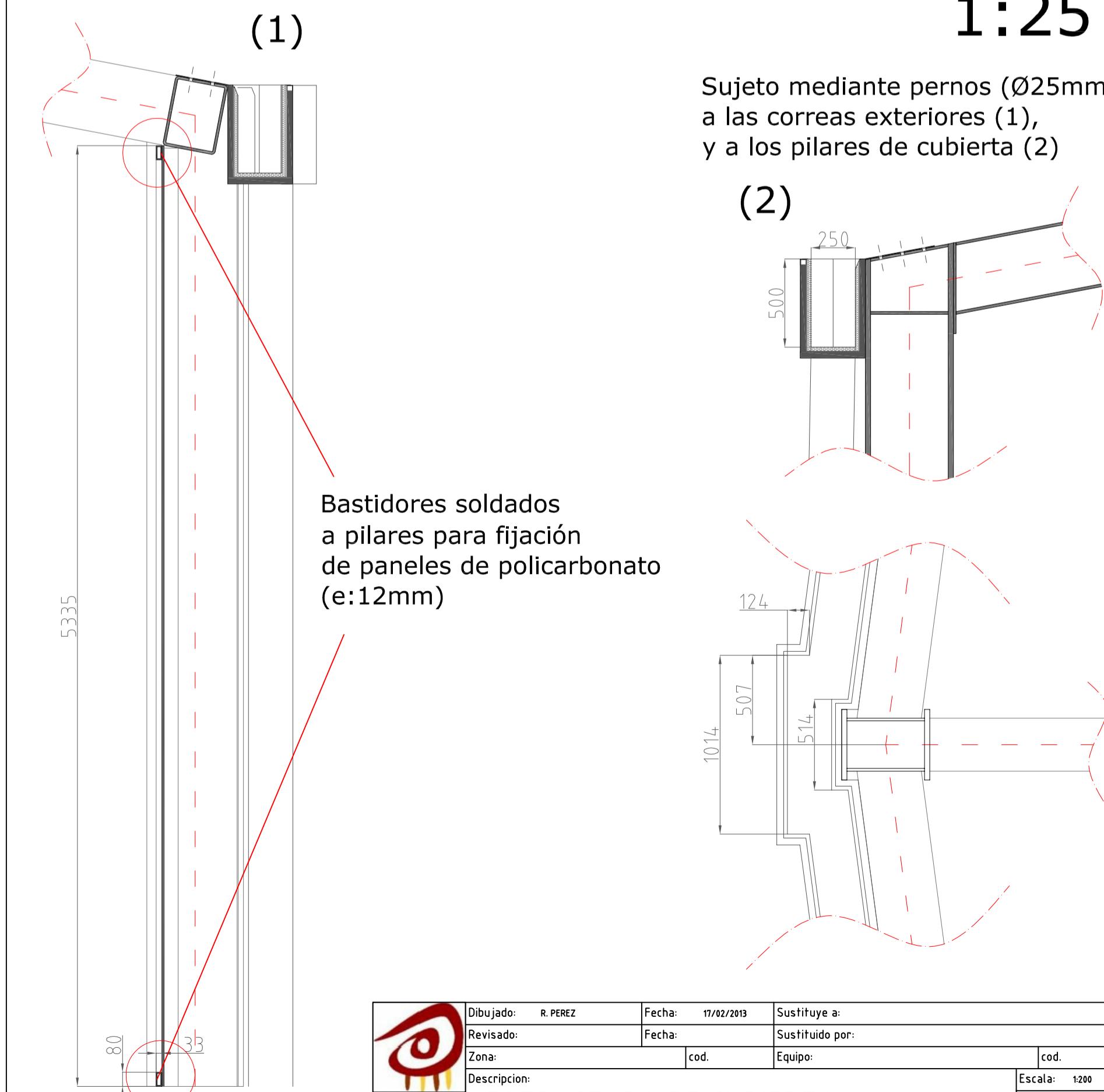
# Detalle de Celosías

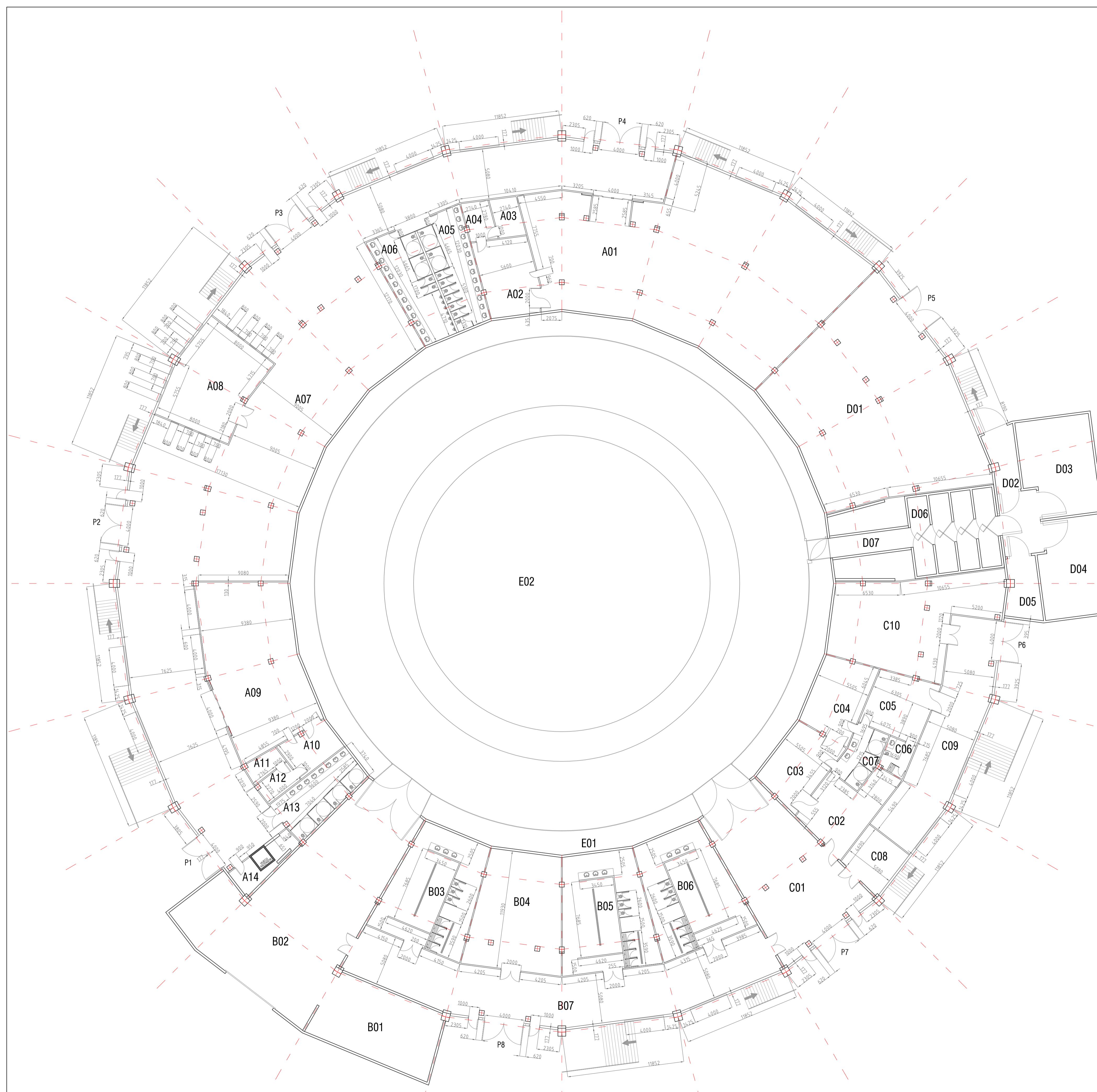
1:100



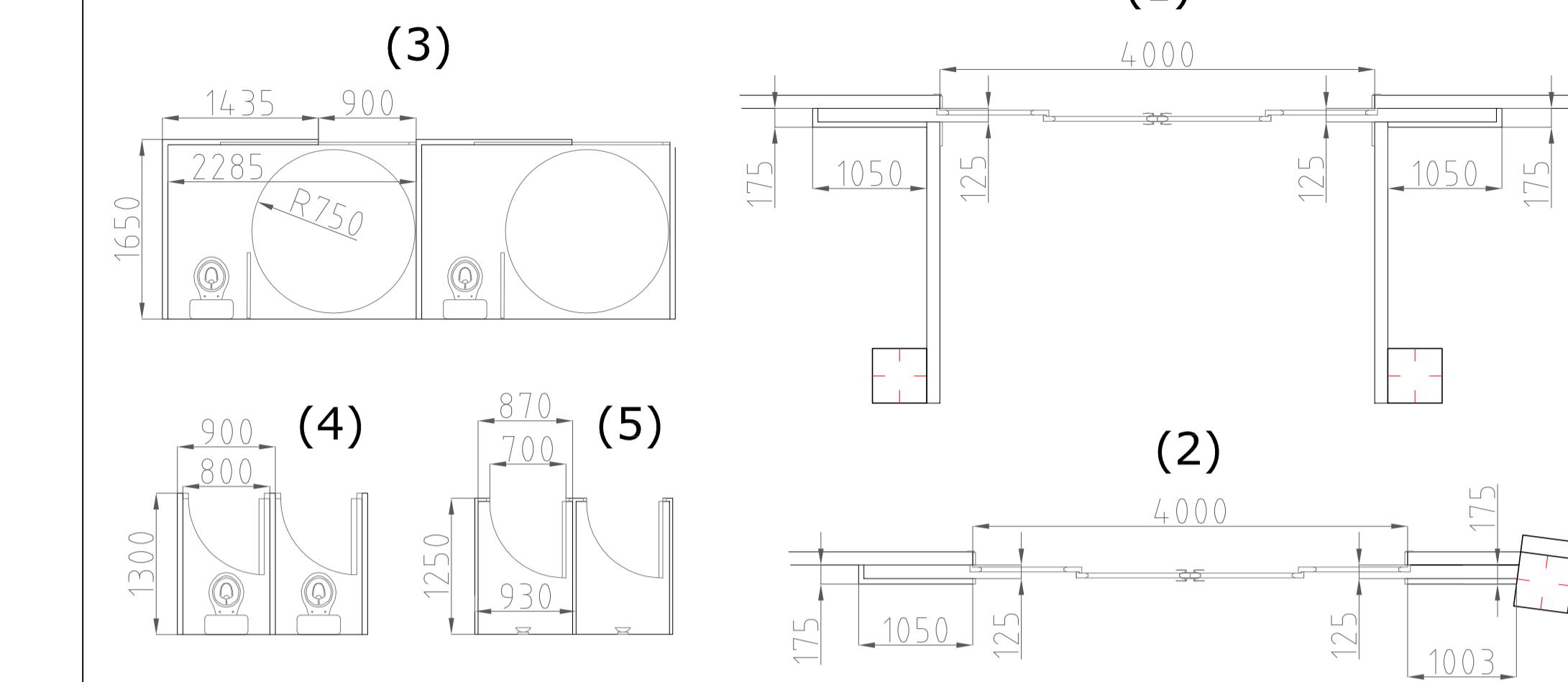
# Detalle de Canalón (pluviales)

1:25





PUERTA REST. PRINCIPAL (1),  
PUERTA REST. SECUNDARIO (2),  
CUARTO DE BAÑO DE MINUSVÁLIDOS (3),  
CUARTO DE BAÑO ESTÁNDAR (4),  
Y DUCHAS (5)



#### PROGRAMA DE USOS

A ZONA PÚBLICO	
A01 RESTAURANTE PRINCIPAL	465.20 M <sup>2</sup>
A02 COCINA RESTAURANTE PRINCIPAL	43.31 M <sup>2</sup>
A03 SALA FRIGORÍFICA RESTAURANTE PRINCIPAL	10.96 M <sup>2</sup>
A04 DESPENSA RESTAURANTE PRINCIPAL	10.86 M <sup>2</sup>
A05 ASEOS SEÑORAS	48.74 M <sup>2</sup>
A06 ASEOS CABALLEROS	48.74 M <sup>2</sup>
A07 RECEPCIÓN	83.48 M <sup>2</sup>
A08 TAQUILLAS	955.63 M <sup>2</sup>
A09 RESTAURANTE SECUNDARIO	157.28 M <sup>2</sup>
A10 COCINA RESTAURANTE SECUNDARIO	20.42 M <sup>2</sup>
A11 SALA FRIGORÍFICA RESTAURANTE SECUNDARIO	7.58 M <sup>2</sup>
A12 DESPENSA RESTAURANTE SECUNDARIO	8.87 M <sup>2</sup>
A13 ASEOS MINUSVÁLIDOS	41.39 M <sup>2</sup>
A14 CUARTO MANTENIMIENTO ASCENSOR	9.09 M <sup>2</sup>

465.20 M<sup>2</sup>  
43.31 M<sup>2</sup>  
10.96 M<sup>2</sup>  
10.86 M<sup>2</sup>  
48.74 M<sup>2</sup>  
48.74 M<sup>2</sup>  
83.48 M<sup>2</sup>  
955.63 M<sup>2</sup>  
157.28 M<sup>2</sup>  
20.42 M<sup>2</sup>  
7.58 M<sup>2</sup>  
8.87 M<sup>2</sup>  
41.39 M<sup>2</sup>  
9.09 M<sup>2</sup>

#### B ZONA TOREROS

B01 PATIO DE CABALLOS	87.18 M <sup>2</sup>
B02 DESOLLADERO Y ACCESO AL RUEDO	277.59 M <sup>2</sup>
B03 VESTUARIO 1	102.69 M <sup>2</sup>
B04 CAPILLA	103.24 M <sup>2</sup>
B05 VESTUARIO 2	103.24 M <sup>2</sup>
B06 VESTUARIO 3	102.69 M <sup>2</sup>
B07 PASILLO VESTUARIOS	224.08 M <sup>2</sup>

87.18 M<sup>2</sup>  
277.59 M<sup>2</sup>  
102.69 M<sup>2</sup>  
103.24 M<sup>2</sup>  
103.24 M<sup>2</sup>  
102.69 M<sup>2</sup>  
224.08 M<sup>2</sup>

#### C ZONA ENFERMERÍA / INSTALACIONES

C01 ACCESO RUEDO ENFERMERÍA	158.67 M <sup>2</sup>
C02 SALA DE RECONOCIMIENTO Y CURAS	48.19 M <sup>2</sup>
C03 QUIRÓFANO	42.72 M <sup>2</sup>
C04 SALA DE ESTERILIZACIÓN Y LAVADO	42.97 M <sup>2</sup>
C05 SALA DE RECUPERACIÓN Y ADAPTACIÓN AL MEDIO	38.72 M <sup>2</sup>
C06 ASEO SALA DE RECUPERACIÓN	9.45 M <sup>2</sup>
C07 ASEOS ENFERMERÍA	20.50 M <sup>2</sup>
C08 SALA GENERADOR	25.56 M <sup>2</sup>
C09 PASILLO ENFERMERÍA / INSTALACIONES	124.17 M <sup>2</sup>
C10 CUARTO DE INSTALACIONES	131.17 M <sup>2</sup>

158.67 M<sup>2</sup>  
48.19 M<sup>2</sup>  
42.72 M<sup>2</sup>  
42.97 M<sup>2</sup>  
38.72 M<sup>2</sup>  
9.45 M<sup>2</sup>  
20.50 M<sup>2</sup>  
25.56 M<sup>2</sup>  
124.17 M<sup>2</sup>  
131.17 M<sup>2</sup>

#### D ZONA DE GANADO / MANTENIMIENTO

D01 CUARTO DE MANTENIMIENTO	333.71 M <sup>2</sup>
D02 ACCESO GANADO	43.11 M <sup>2</sup>
D03 CORRAL GANADO BRAVO 1	70.04 M <sup>2</sup>
D04 CORRAL GANADO BRAVO 2	66.69 M <sup>2</sup>
D05 CORRAL GANADO MANSO	19.83 M <sup>2</sup>
D06 CHIQUEROS (X8)	6.00 M <sup>2</sup>
D07 ACCESO TORILES A RUEDO	35.14 M <sup>2</sup>

333.71 M<sup>2</sup>  
43.11 M<sup>2</sup>  
70.04 M<sup>2</sup>  
66.69 M<sup>2</sup>  
19.83 M<sup>2</sup>  
6.00 M<sup>2</sup>  
35.14 M<sup>2</sup>

#### E ZONA RUEDO

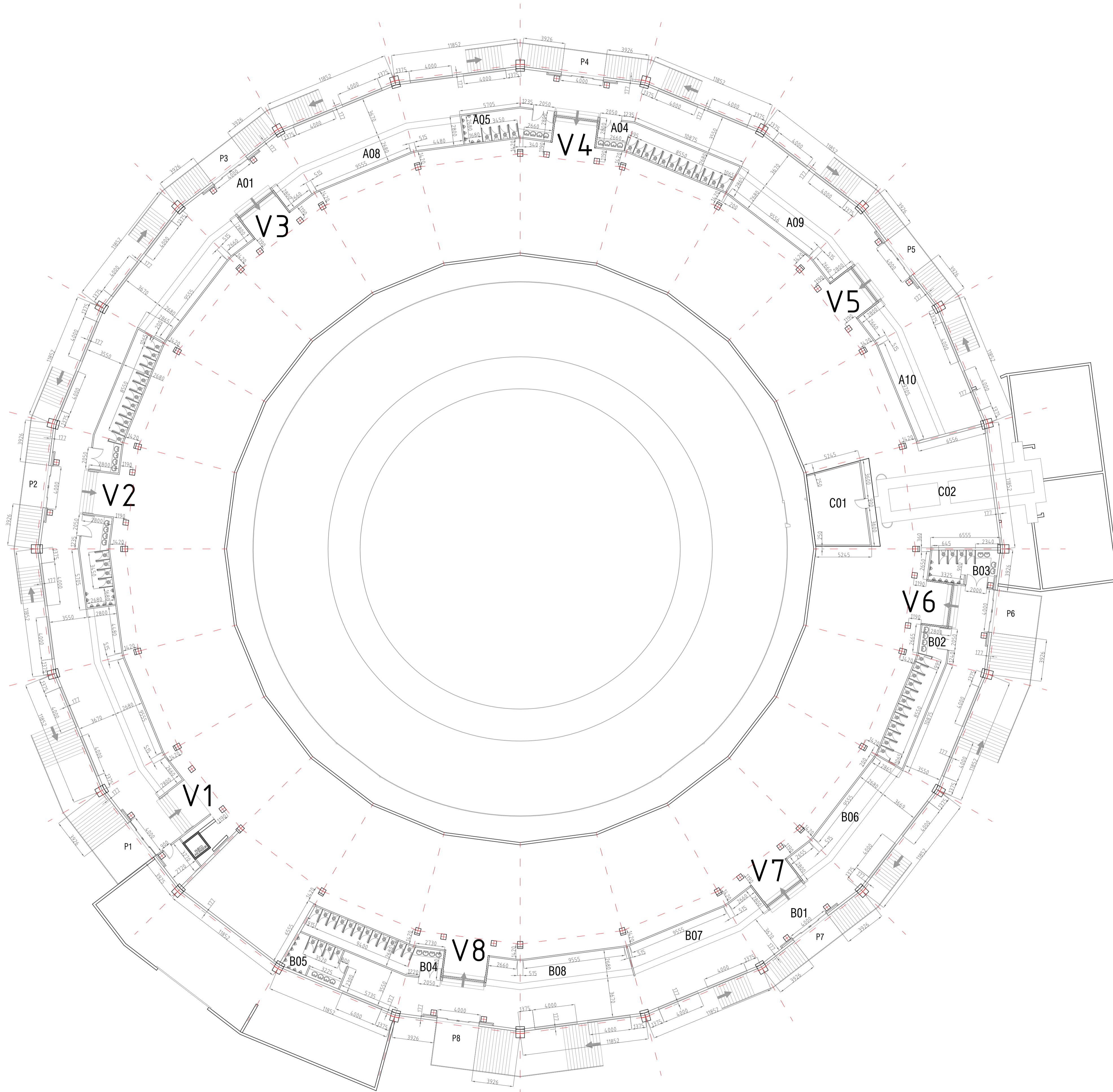
E01 CALLEJÓN	372.39 M <sup>2</sup>
E02 RUEDO	1963.50 M <sup>2</sup>

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL  
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA

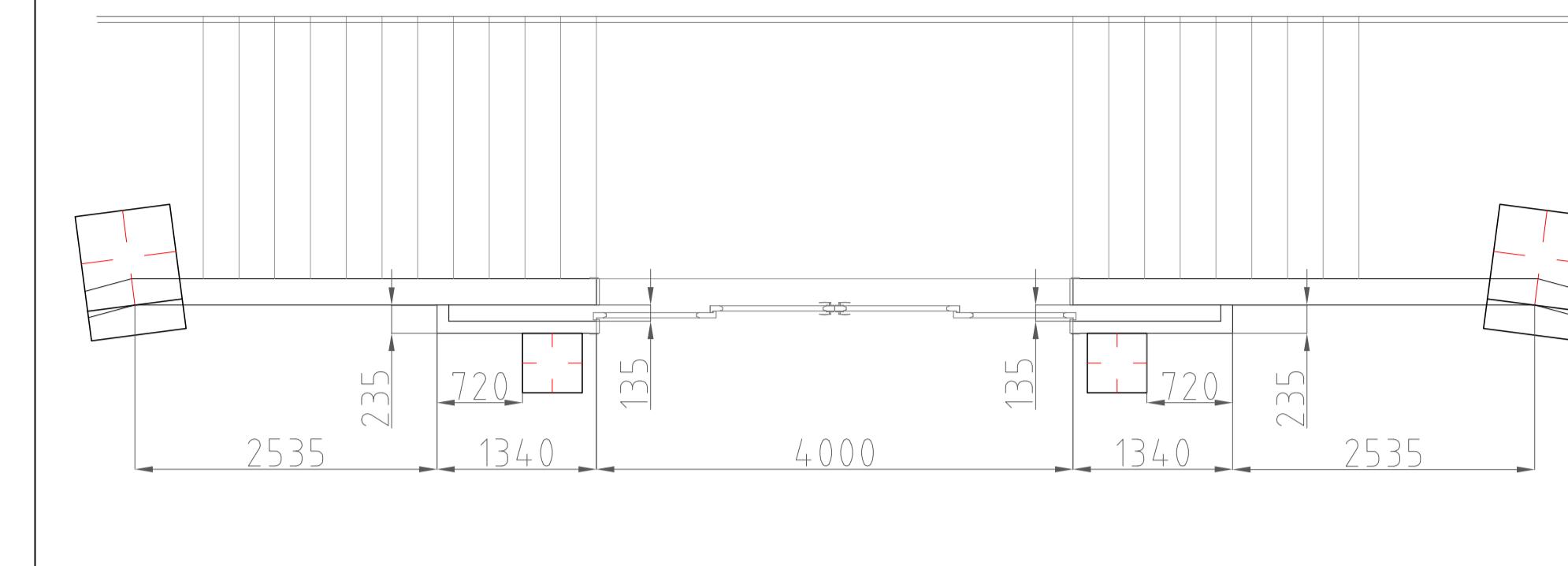
6506.79 M<sup>2</sup>  
7231.03 M<sup>2</sup>

1:50

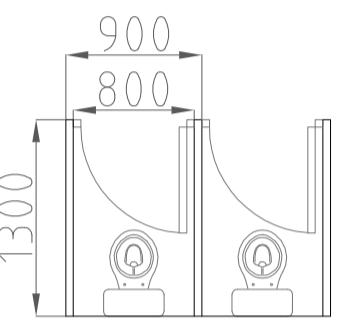
Detalles



## PUERTA ACCESO A PRIMER PISO



## CUARTO DE BAÑO ESTÁNDAR



## PROGRAMA DE USOS

## A ZONA VOMITORIOS 1-5

A01	PASILLO DE DISTRIBUCIÓN	540.04 M <sup>2</sup>
A02	ASEOS SEÑORAS VOMITORIO 2	36.07 M <sup>2</sup>
A03	ASEOS CABALLEROS VOMITORIO 2	22.74 M <sup>2</sup>
A04	ASEOS SEÑORAS VOMITORIO 4	36.07 M <sup>2</sup>
A05	ASEOS CABALLEROS VOMITORIO 4	22.74 M <sup>2</sup>
A06	PUESTO DE VENTA 1	49.40 M <sup>2</sup>
A07	PUESTO DE VENTA 2	36.07 M <sup>2</sup>
A08	PUESTO DE VENTA 3	49.40 M <sup>2</sup>
A09	PUESTO DE VENTA 4	36.07 M <sup>2</sup>
A10	PUESTO DE VENTA 5	35.94 M <sup>2</sup>
A11	CUARTO MANTENIMIENTO ASCENSOR	8.88 M <sup>2</sup>

## B ZONA VOMITORIOS 6-8

B01	PASILLO DE DISTRIBUCIÓN	283.21 M <sup>2</sup>
B02	ASEOS SEÑORAS VOMITORIO 6	36.07 M <sup>2</sup>
B03	ASEOS CABALLEROS VOMITORIO 6	19.94 M <sup>2</sup>
B04	ASEOS SEÑORAS VOMITORIO 8	36.07 M <sup>2</sup>
B05	ASEOS CABALLEROS VOMITORIO 8	18.50 M <sup>2</sup>
B06	PUESTO DE VENTA 6	36.07 M <sup>2</sup>
B07	PUESTO DE VENTA 7	36.07 M <sup>2</sup>
B08	PUESTO DE VENTA 8	36.07 M <sup>2</sup>

## C ZONA CHIQUEROS

C01	RELLANO CHIQUEROS	37.25 M <sup>2</sup>
C02	PLATAFORMA	41.39 M <sup>2</sup>

TOTAL SUPERFICIE ÚTIL  
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA

1454.01 M<sup>2</sup>1954.49 M<sup>2</sup>

1:200

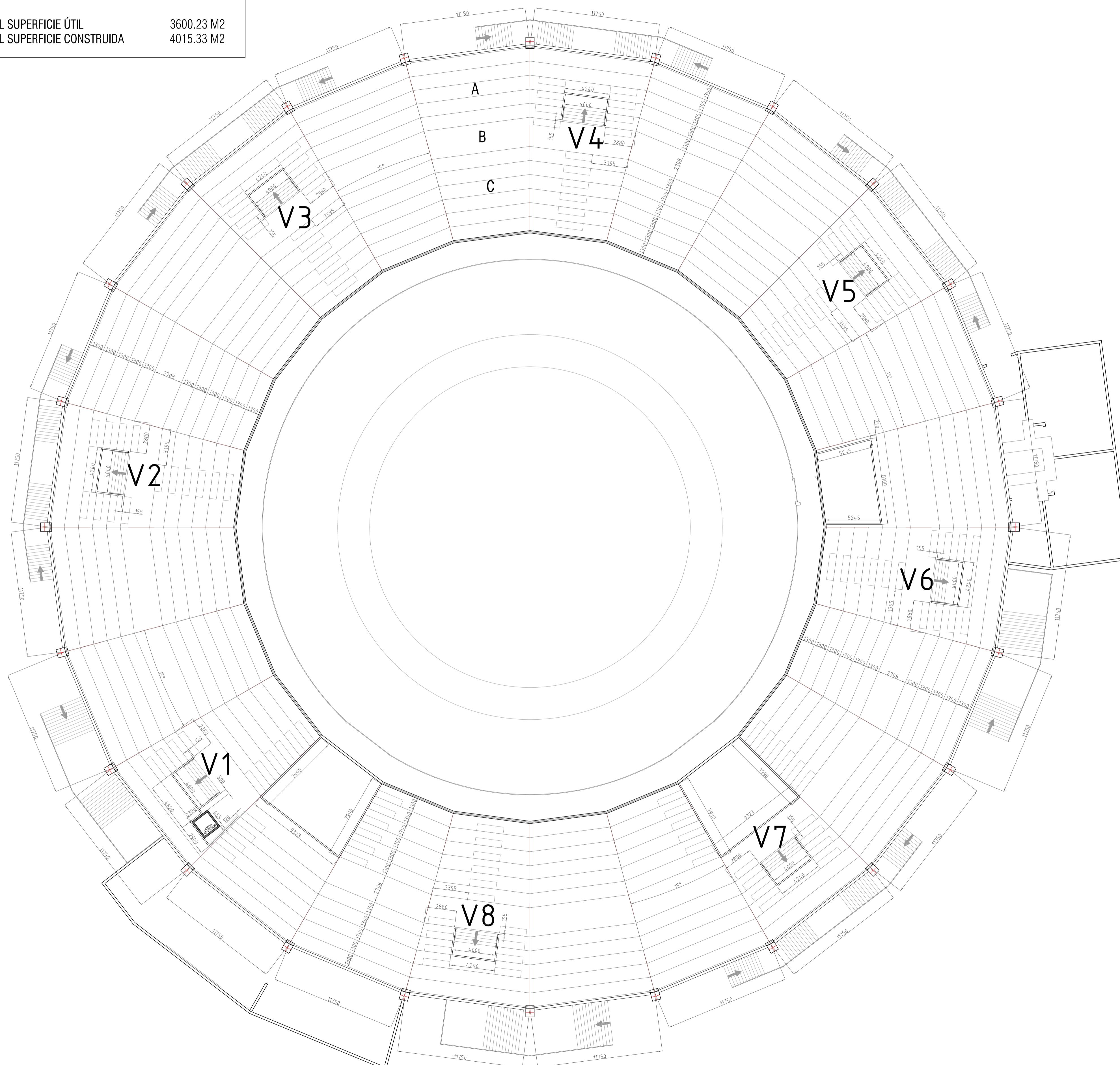
Planta Primera (construcción)



Dibujado:	R PEREZ	Fecha:	17/02/2010	Sustituye a:	
Revisado:		Fecha:			
Zona:					
cod.					
Descripción:					
Escala:	1:200				
Piano N°:	3.2				

CONSTRUCCIÓN - PLANTA SUPERIOR

<b>PROGRAMA DE USOS</b>	
A GRADERÍOS INFERIORES	1379.42 M <sup>2</sup>
B PASILLO CENTRAL	630.52 M <sup>2</sup>
C GRADERÍOS SUPERIORES	1590.29 M <sup>2</sup>
<b>TOTAL SUPERFICIE ÚTIL</b>	3600.23 M <sup>2</sup>
<b>TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA</b>	4015.33 M <sup>2</sup>



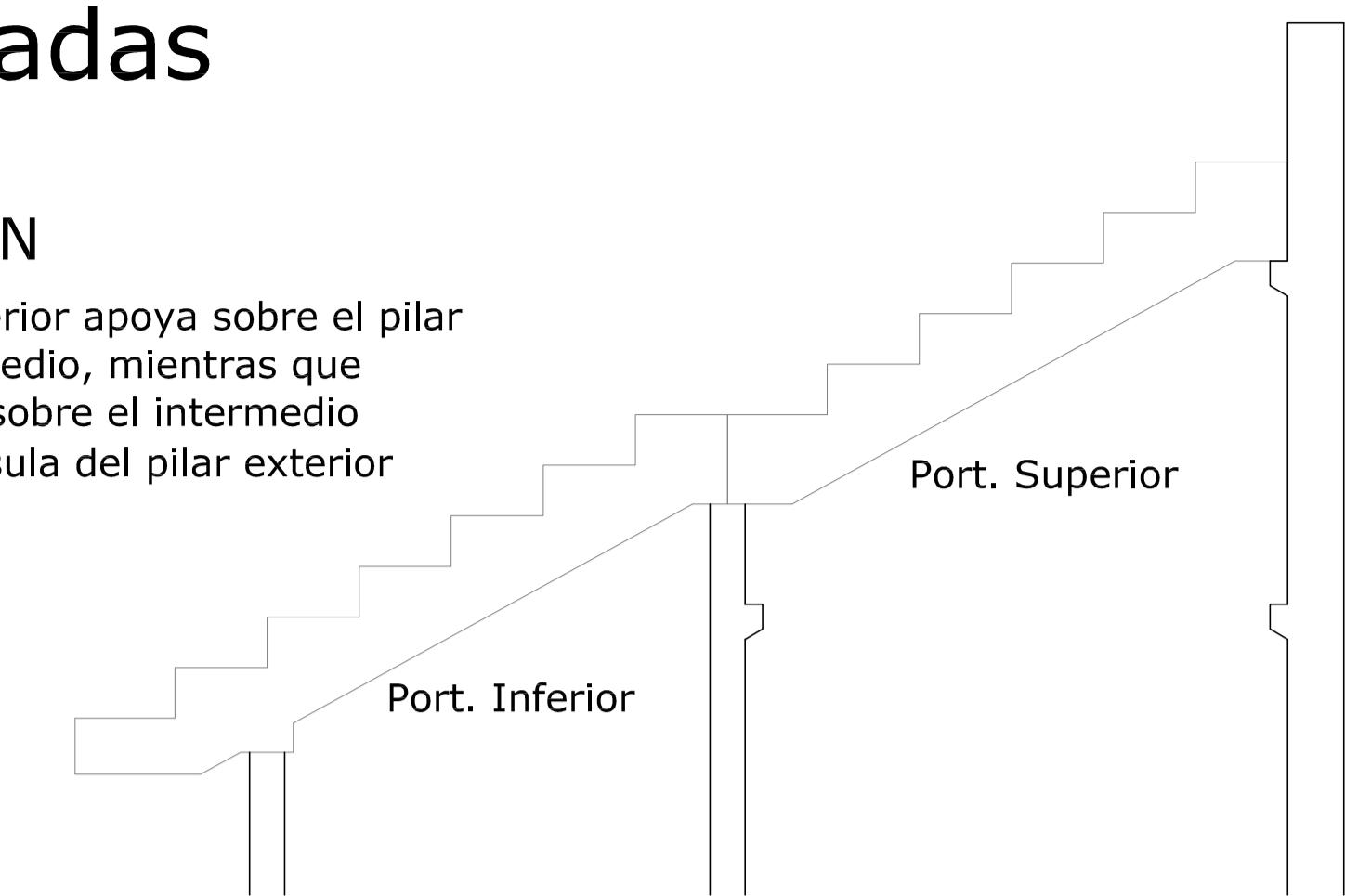
# 1:200

# Planta Graderíos (construcción)

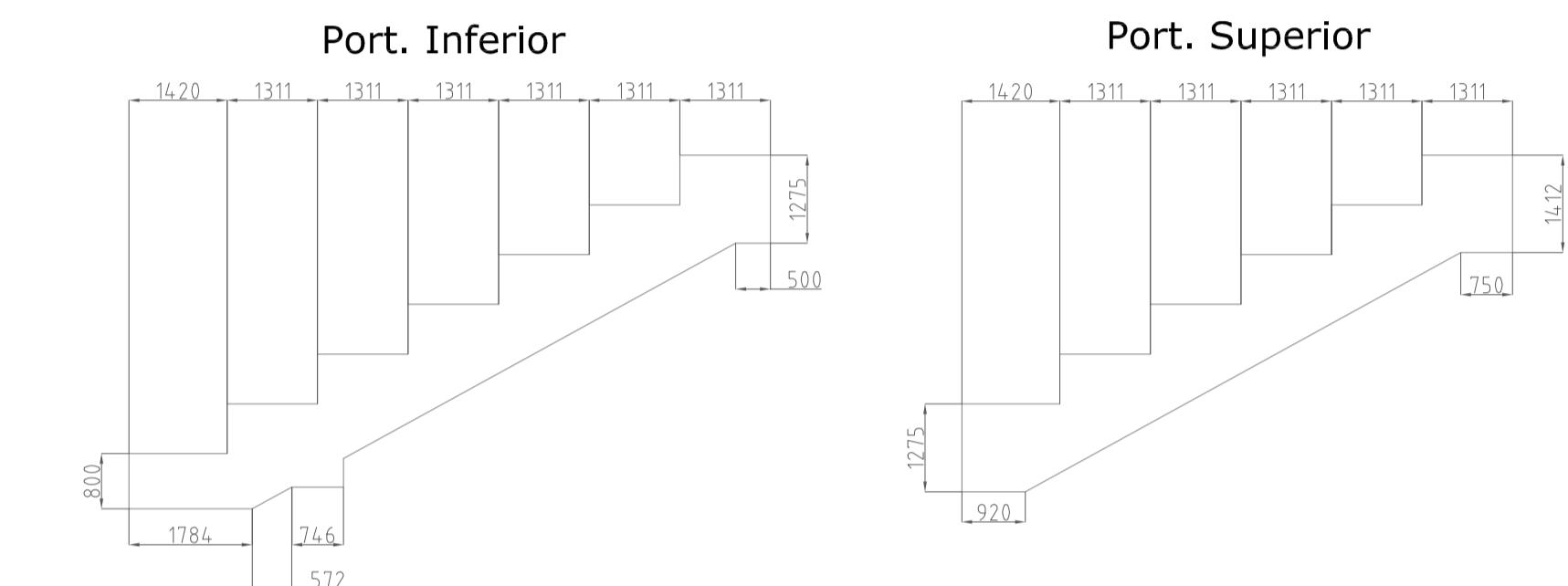
# 1:100 Portagradas

## INSTALACIÓN

El portagradas inferior apoya sobre el pilar interior y el intermedio, mientras que el superior apoya sobre el intermedio y la segunda ménsula del pilar exterior

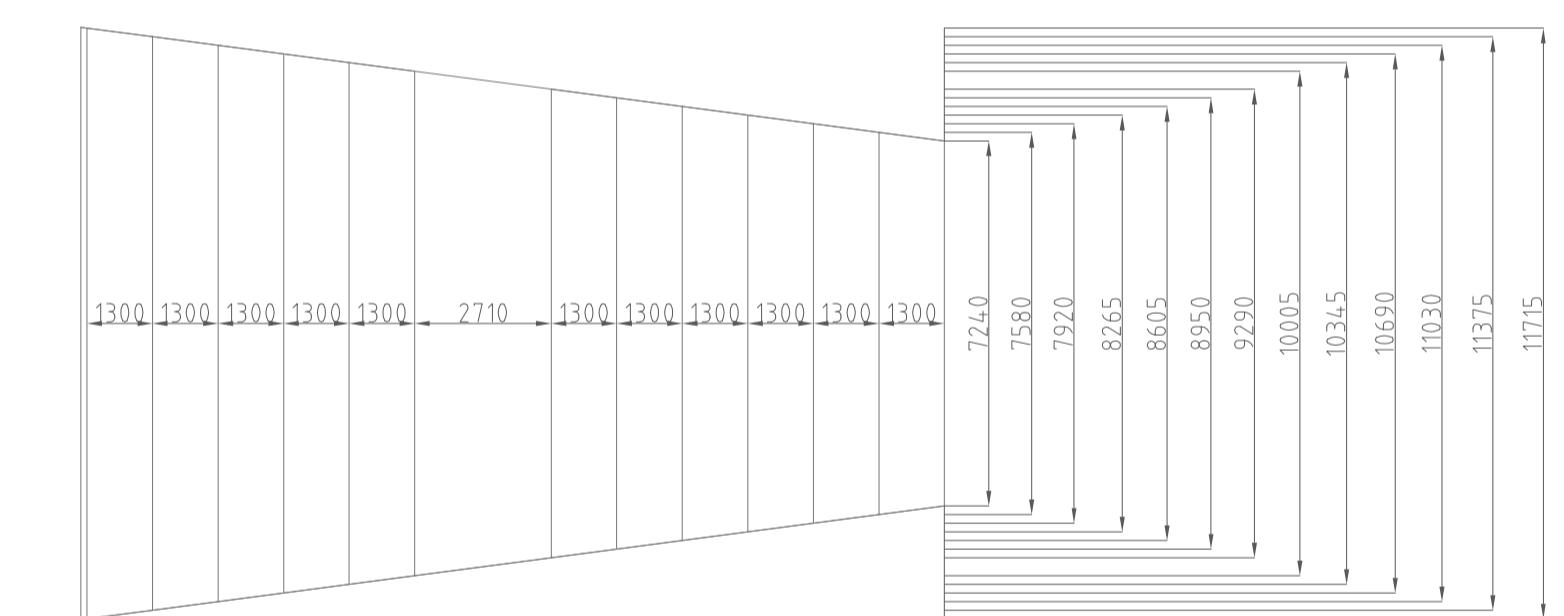


## DIMENSIONES

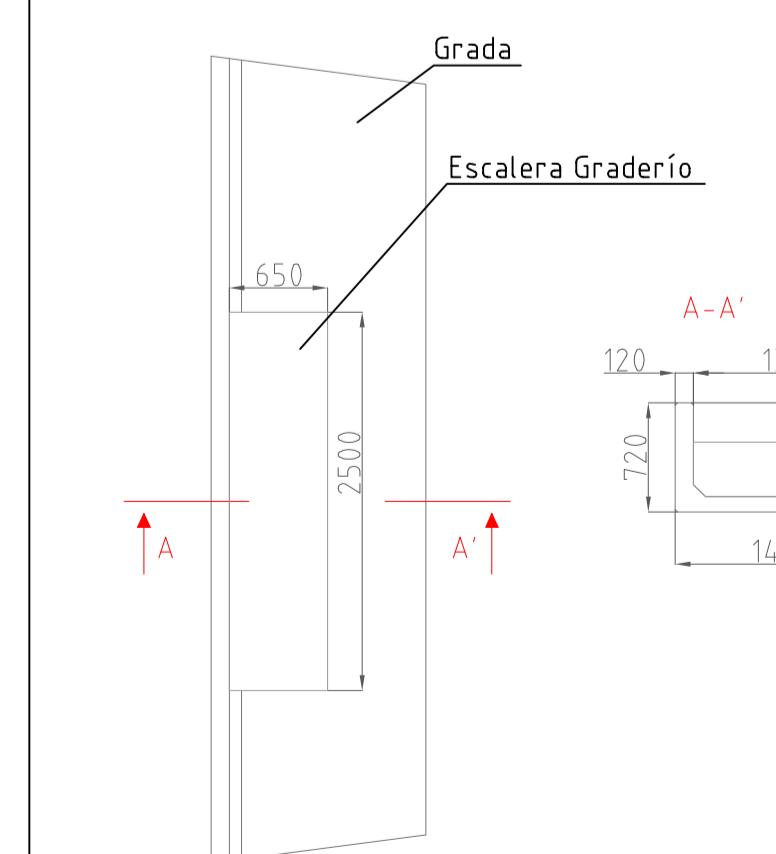


# 1:150

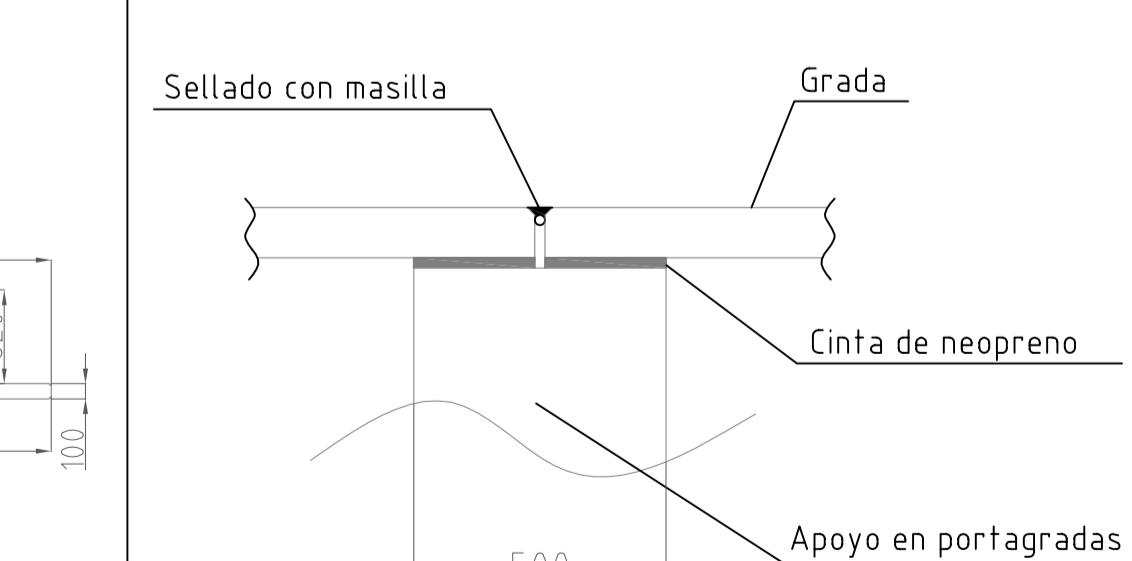
## Gradas (dimensiones)

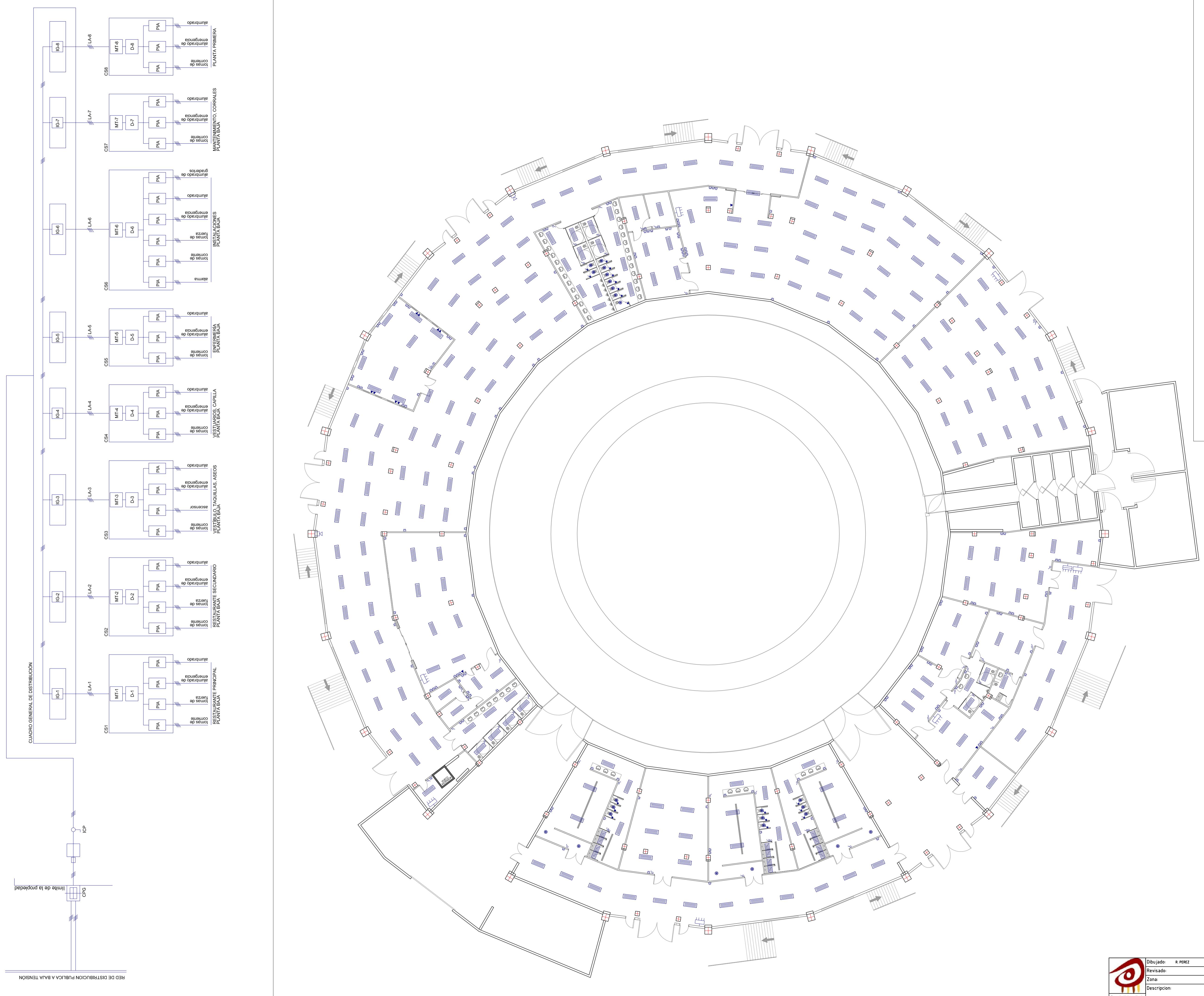


1:50  
Sección gradas



1:15




**LEYENDA ESQUEMA UNIFILAR**

A	Acometida
LR	Línea repartidora
LA	Línea de alimentación
ICP	Interruptor control de potencia
CGP	Caja general de protección
MT	Interruptor magneto térmico
ID	Interruptor diferencial
PIA	Pequeños interruptores automáticos
	Red eléctrica pública
	Acometida
	Caja general de protección
	Lineas repartidoras
	Contadores trifásicos
	Derivaciones individuales
	Interruptor control de potencia

**LEYENDA DE LUMINARIAS EN PLANOS**

	Luminaria 3x28W 1200mm
	Luminaria empotrada en techo
	Foco iluminación rueda

**LEYENDA DE TOMAS Y PULSADORES EN PLANOS**

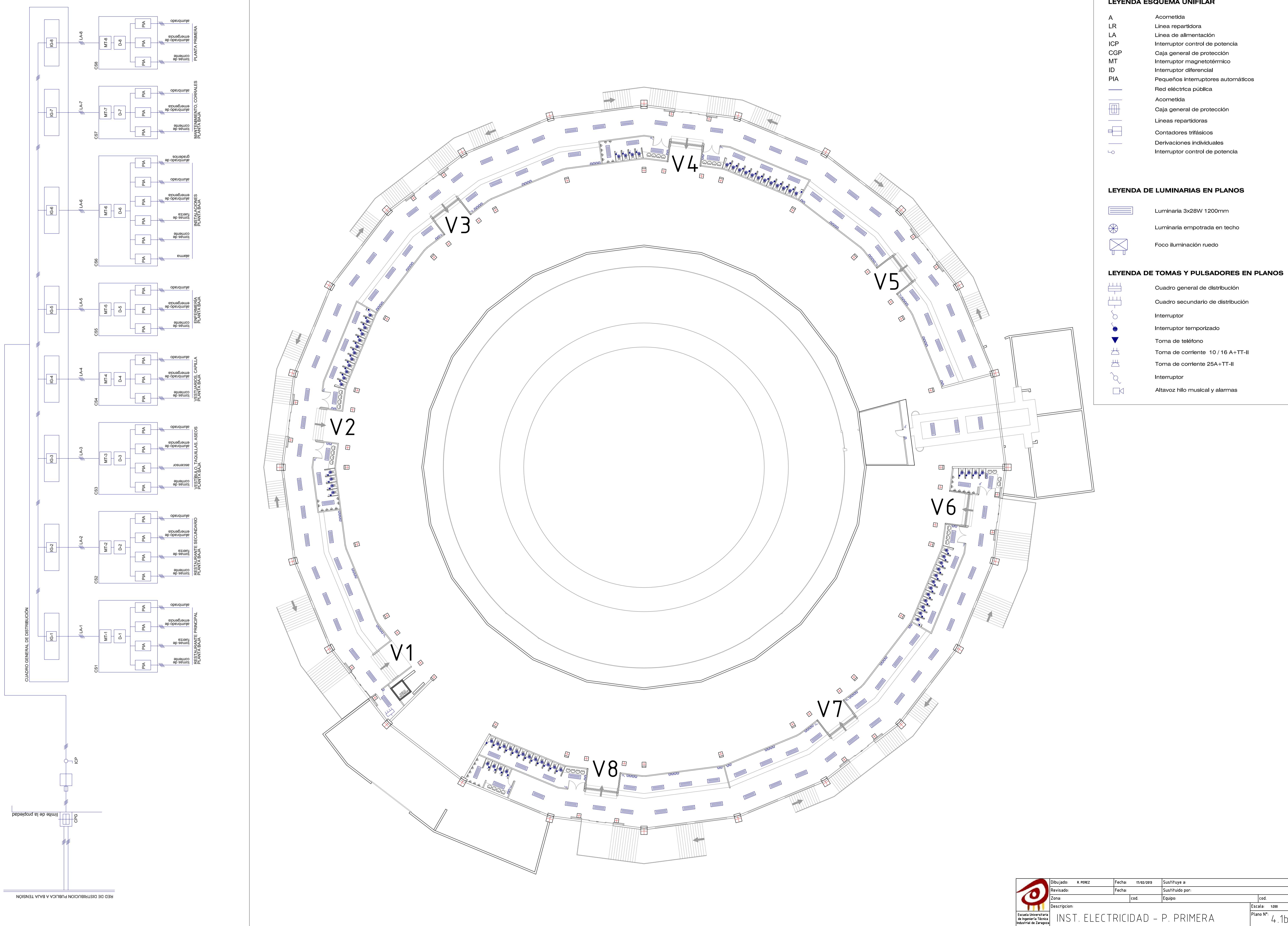
	Cuadro general de distribución
	Cuadro secundario de distribución
	Interruptor
	Interruptor temporizado
	Toma de teléfono
	Toma de corriente 10 / 16 A+TT-II
	Toma de corriente 25A+TT-II
	Interruptor
	Altavoz hilo musical y alarmas

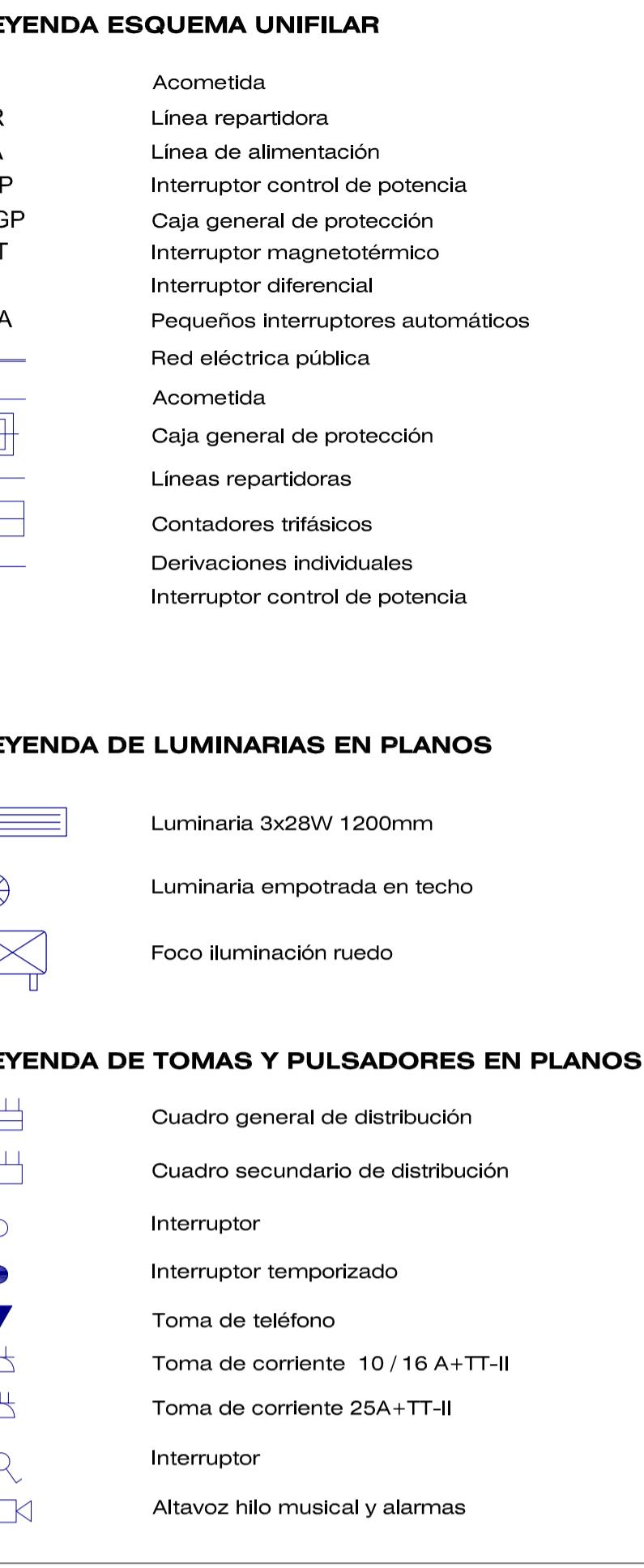
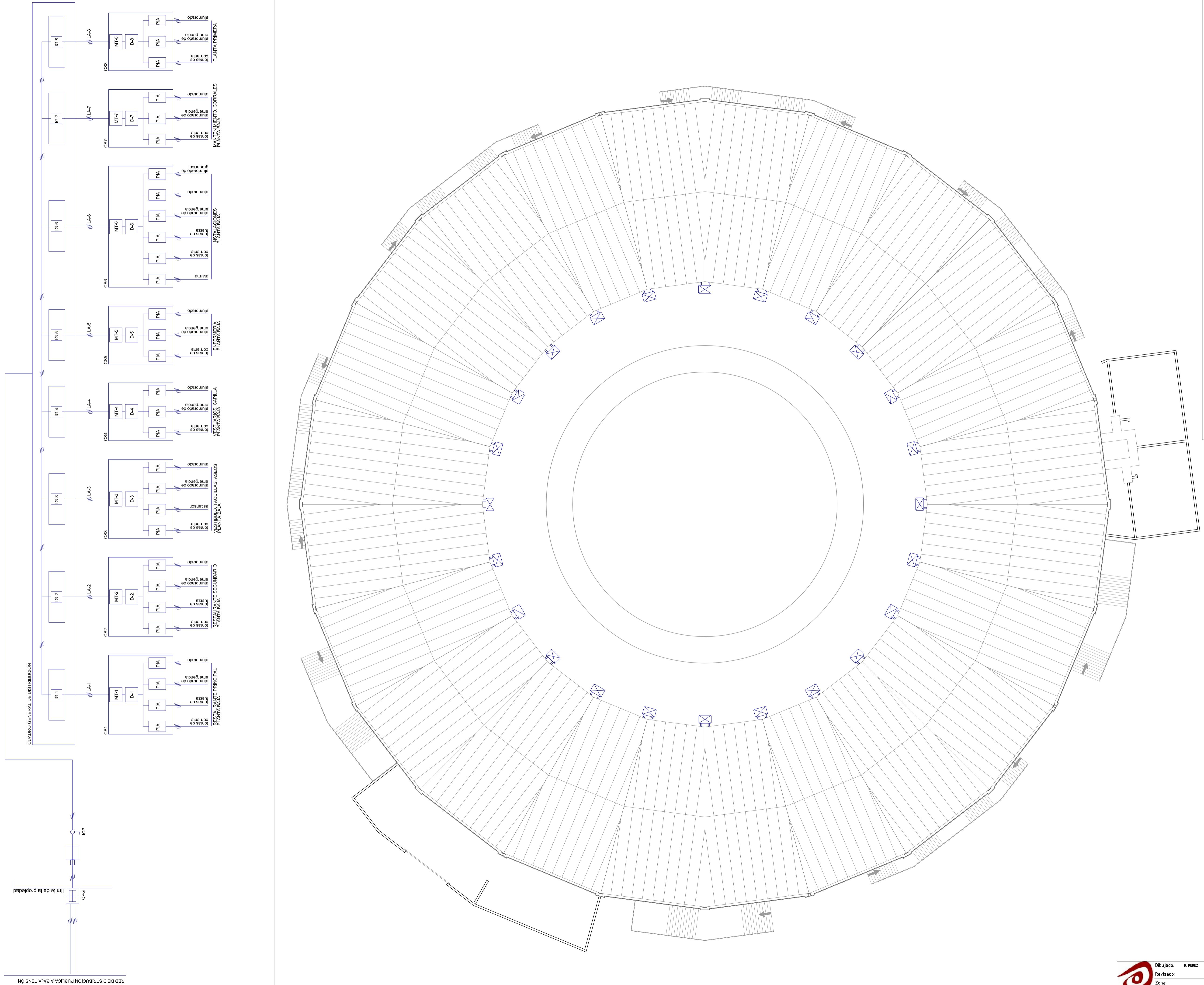


Dibujado:	R. PEREZ	Fecha:	17/02/2013	Sustituye a:	
Revisado:		Fecha:		Sustituido por:	
Zona:		cod:		Equipo:	
Descripción:		cod:		Equipo:	

INST. ELECTRICIDAD - P. BAJA

Escala: 1:200  
Plano N°: 4.1a

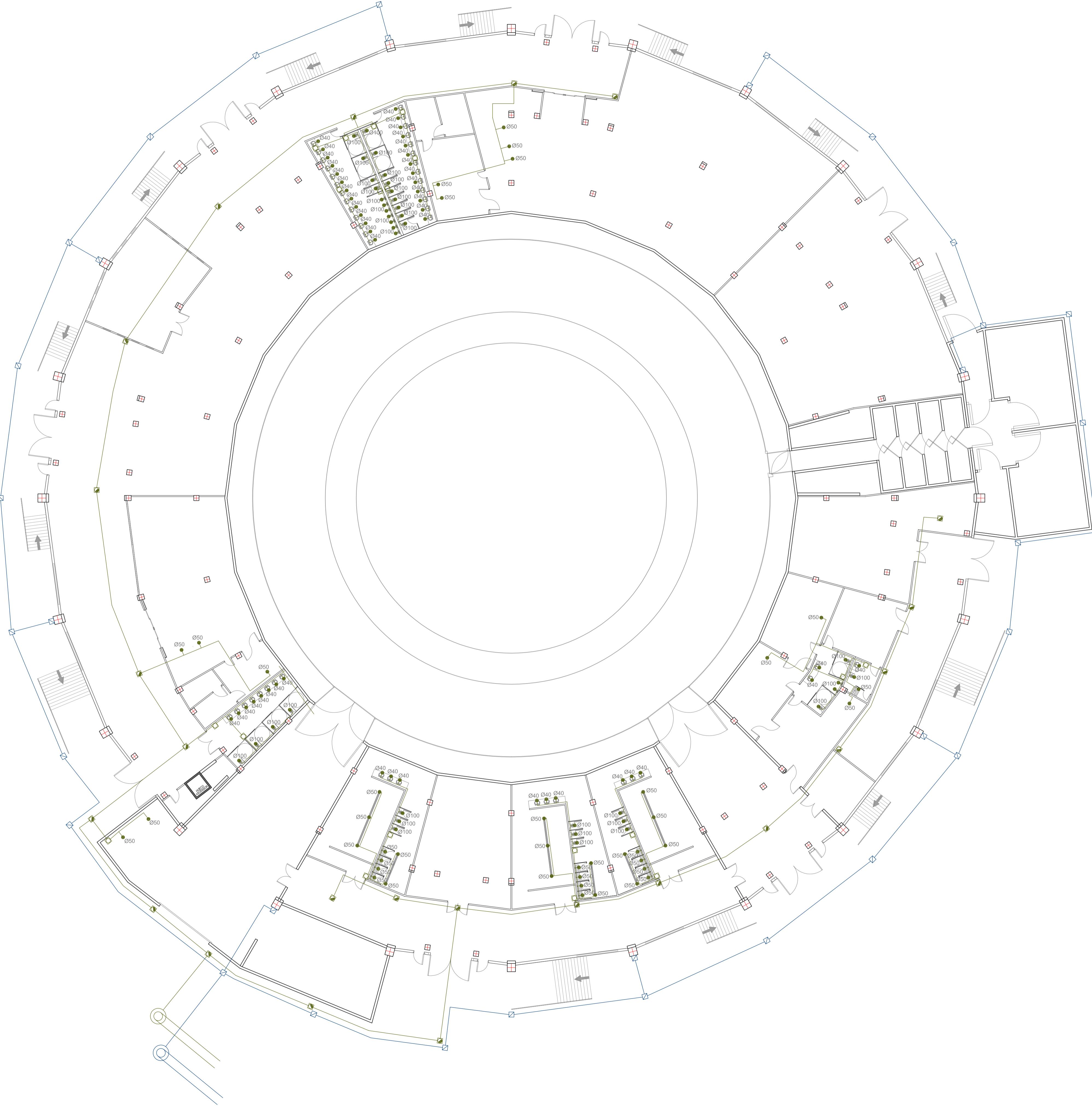




	Dibujado:	R. PEREZ	Fecha:	17/02/2013	Sustituye a:	
	Revisado:		Fecha:		Sustituido por:	
	Zona:		cod.	Equipo:		cod.
Descripción:					Escala:	1:200
					Plano N°:	4.1
INST. ELECTRICIDAD - CUBIERTA						

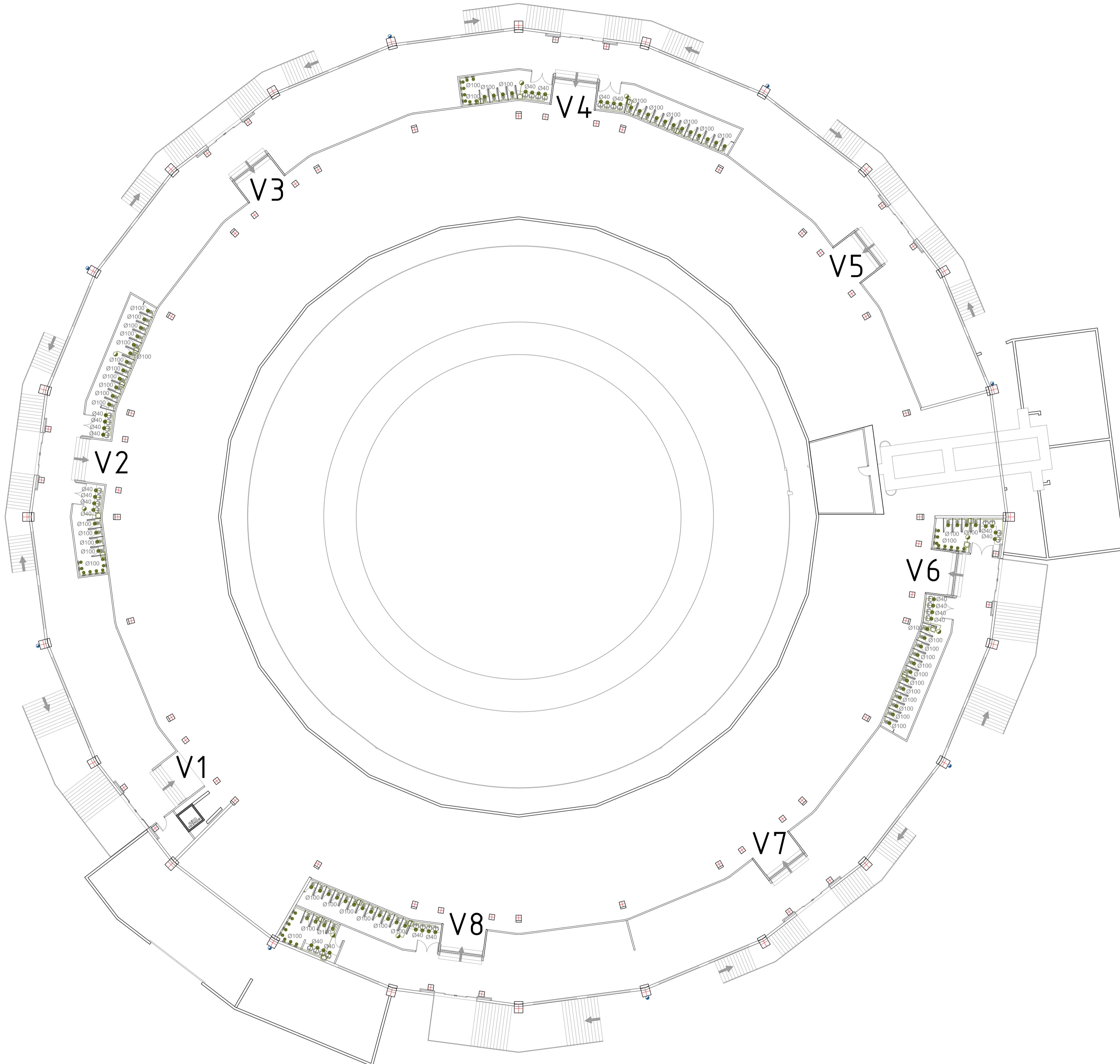
## LEYENDA RED DE SANEAMIENTO

- Sumidero
- Bajante de fecales
- Tubería de PVC para fecales
- Bote sifónico de fecales
- Arqueta fecales
- Bajante de pluviales zinc 250mm
- Tubería de PVC para pluviales
- Arqueta de pluviales



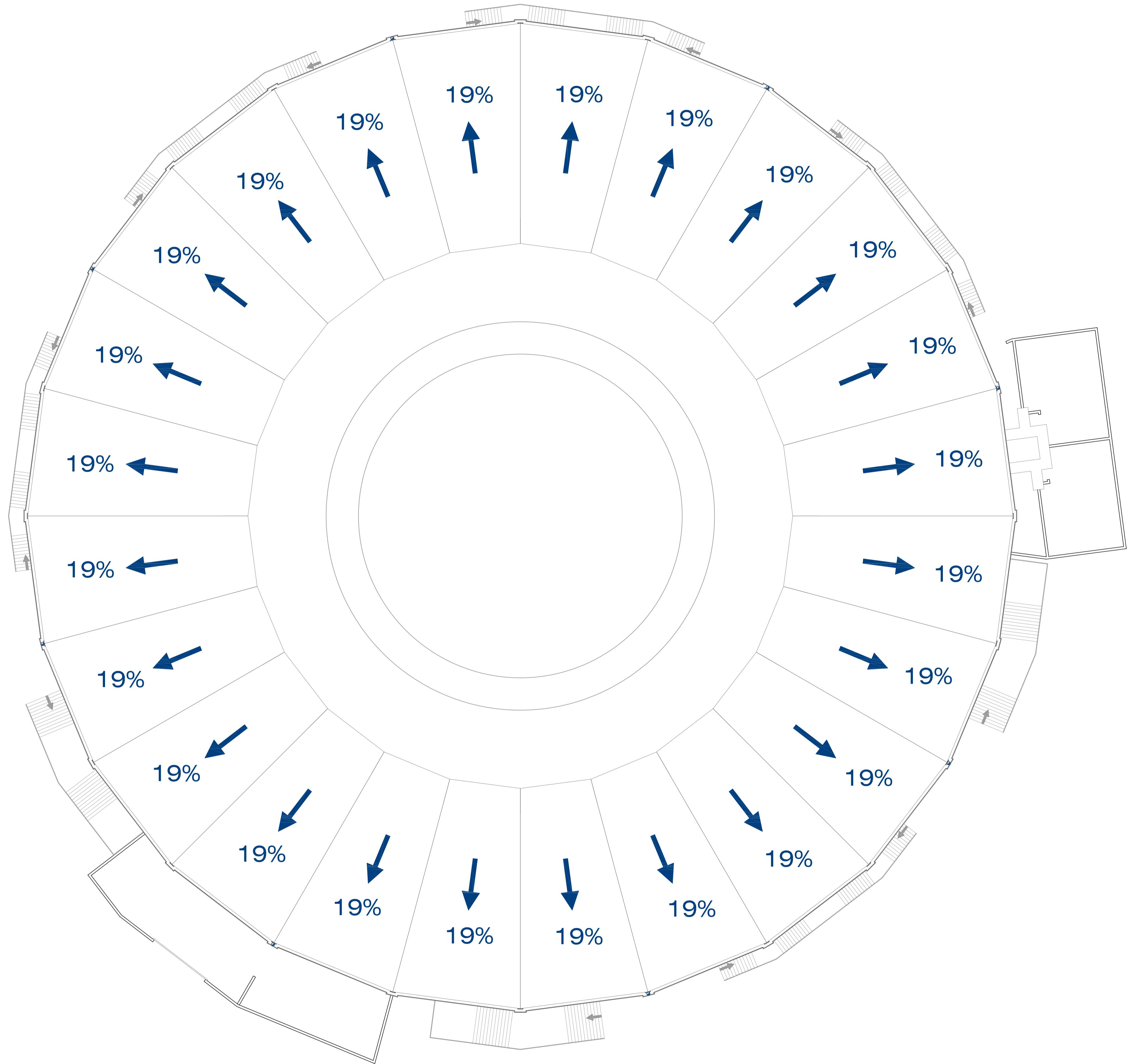
## LEYENDA RED DE SANEAMIENTO

- Sumidero
- Bajante de fecales
- Tubería de PVC para fecales
- Bote sifónico de fecales
- Arqueta fecales
  
- Bajante de pluviales zinc 250mm
- Tubería de PVC para pluviales
- Arqueta de pluviales

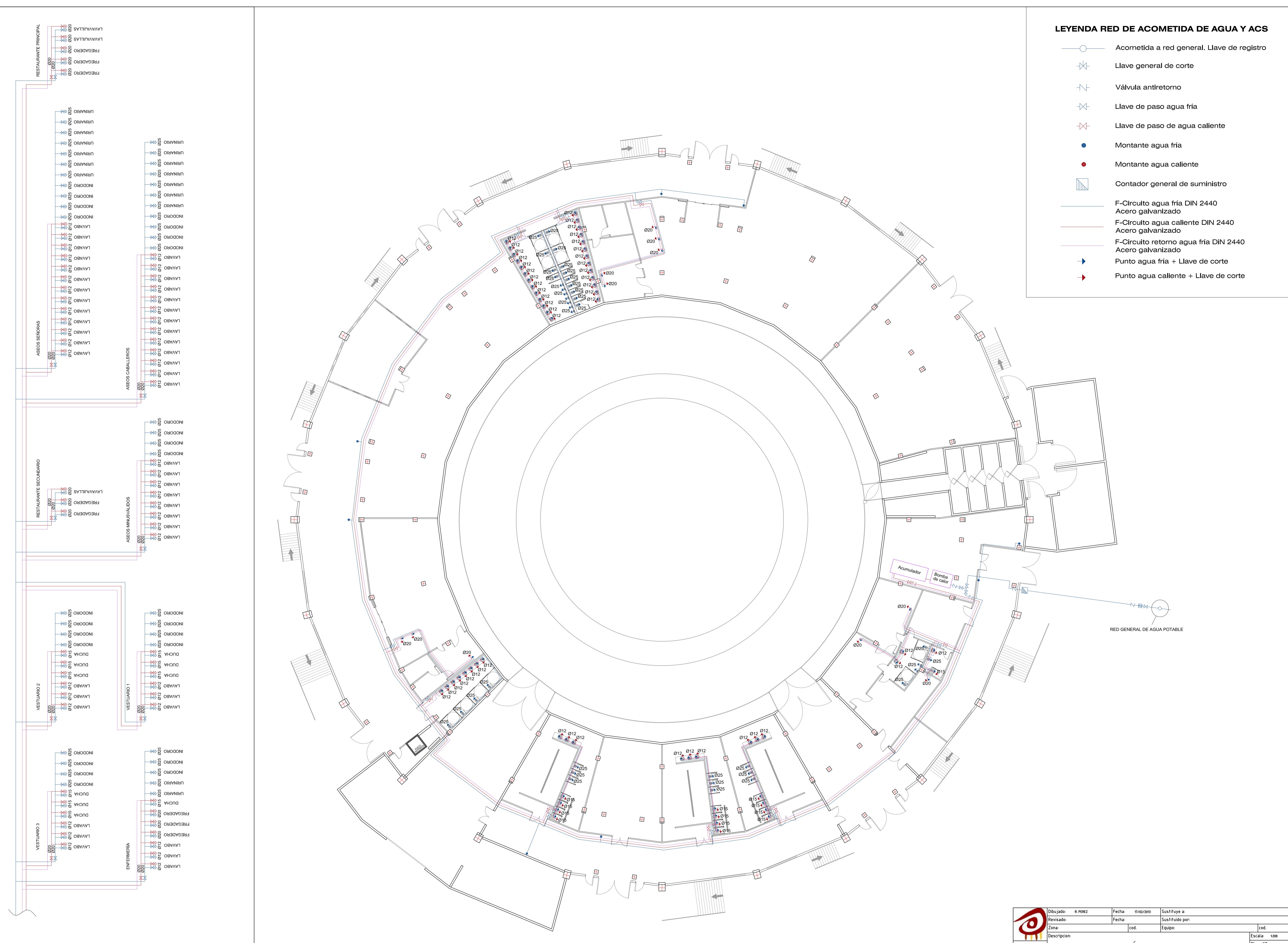


## LEYENDA RED DE SANEAMIENTO

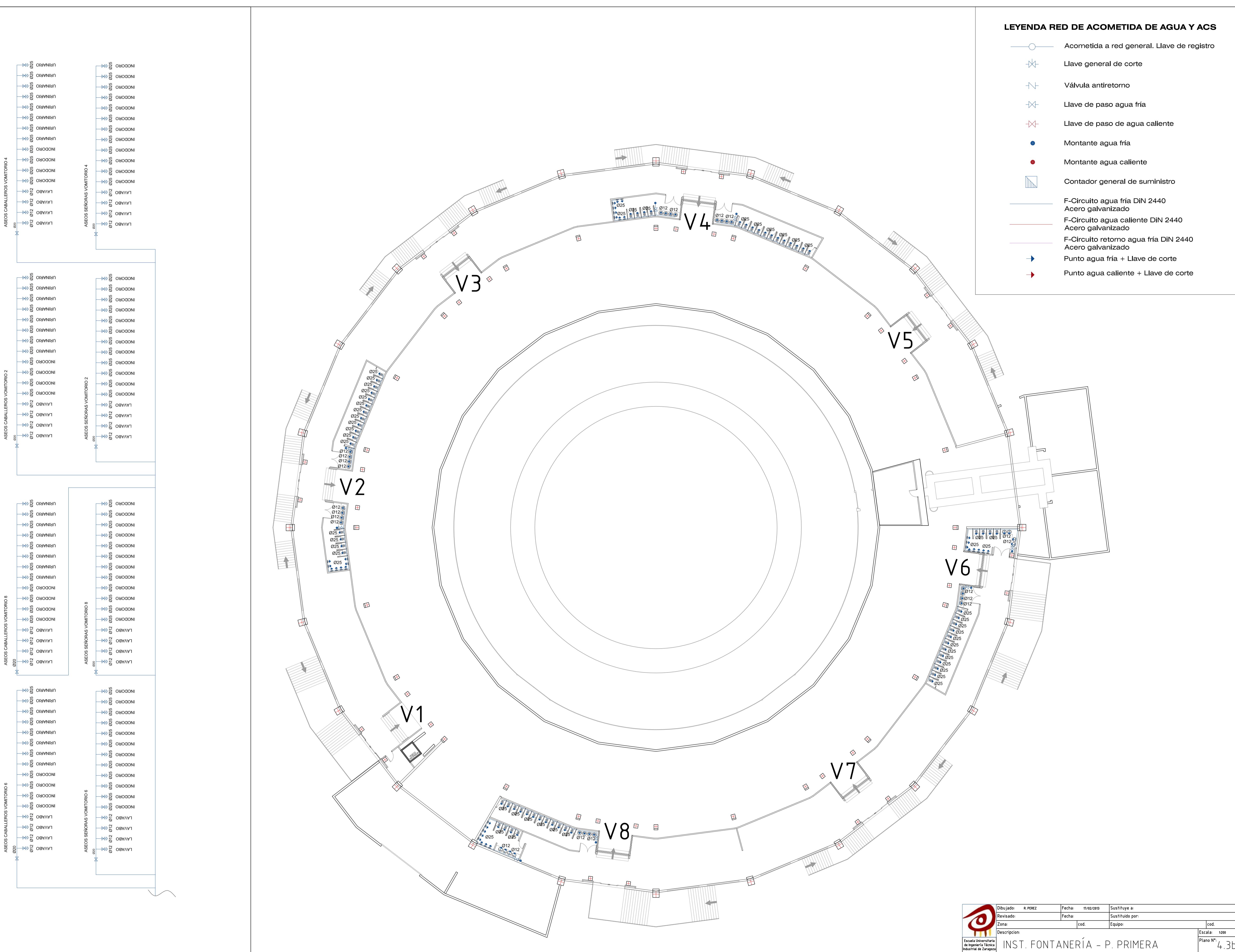
	Sumidero
	Bajante de fecales
	Tubería de PVC para fecales
	Bote sifónico de fecales
	Arqueta fecales
	Bajante de pluviales zinc 250mm
	Tubería de PVC para pluviales
	Arqueta de pluviales



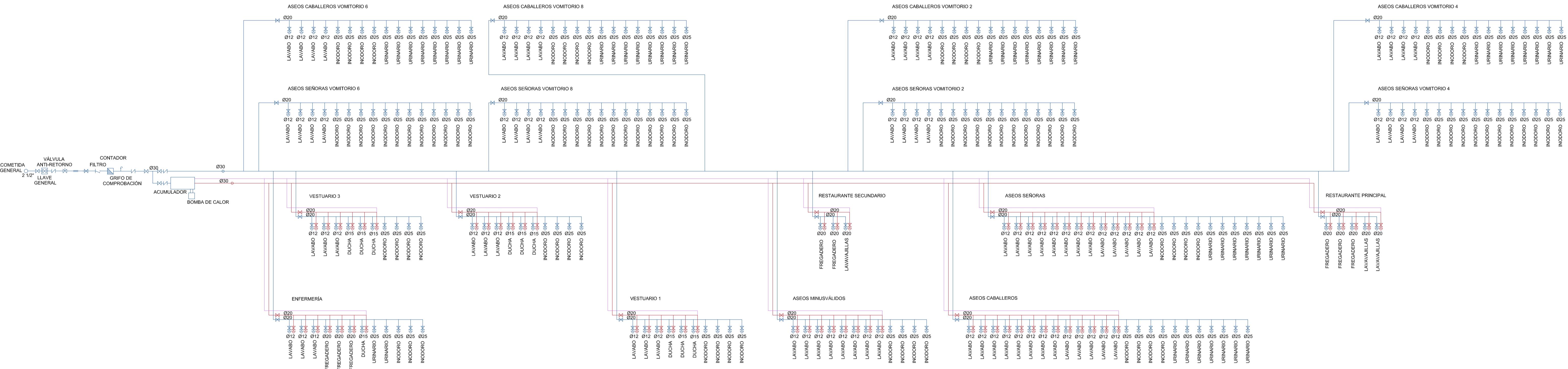
# PLANTA BAJA



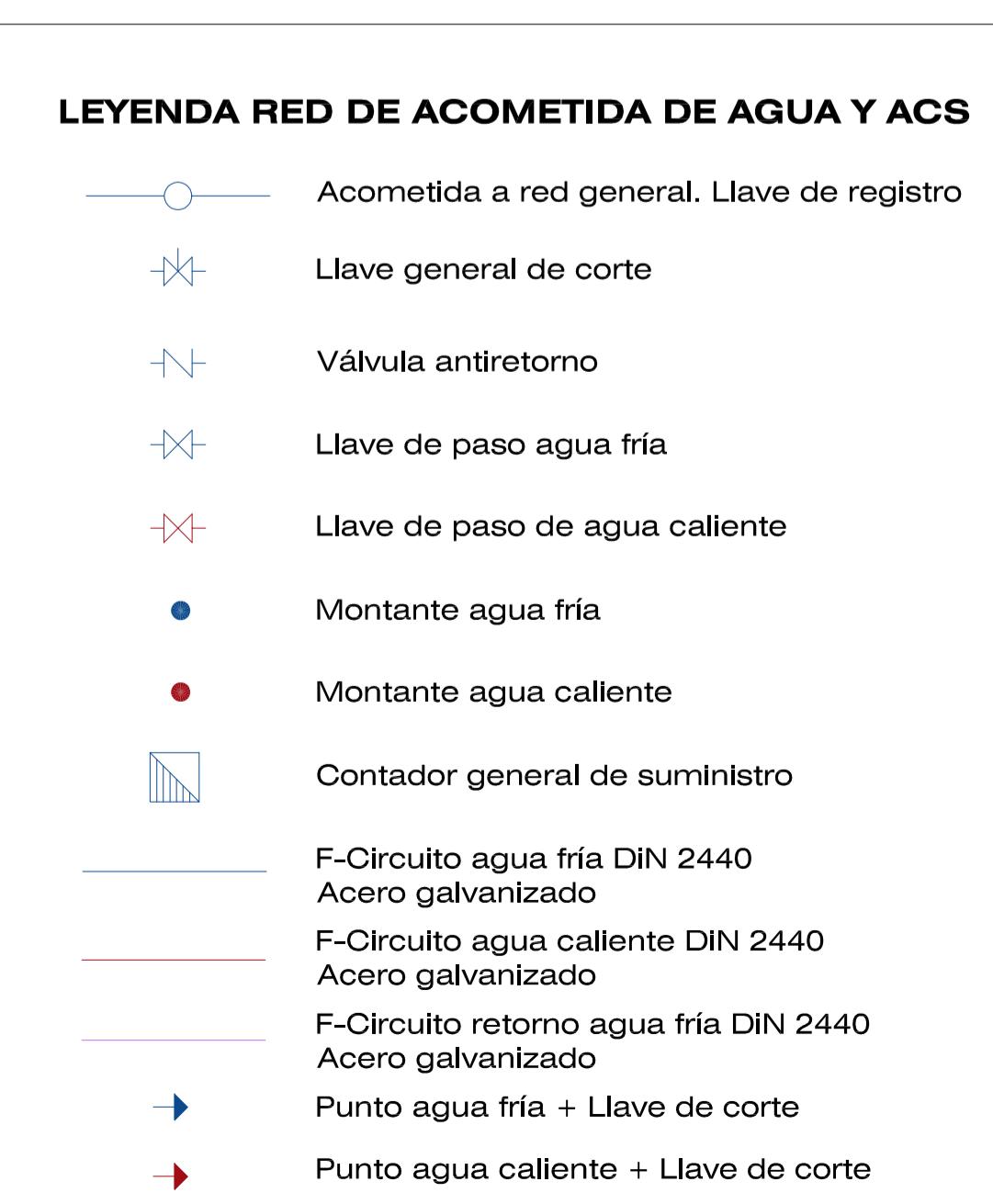
# PLANTA PRIMERA

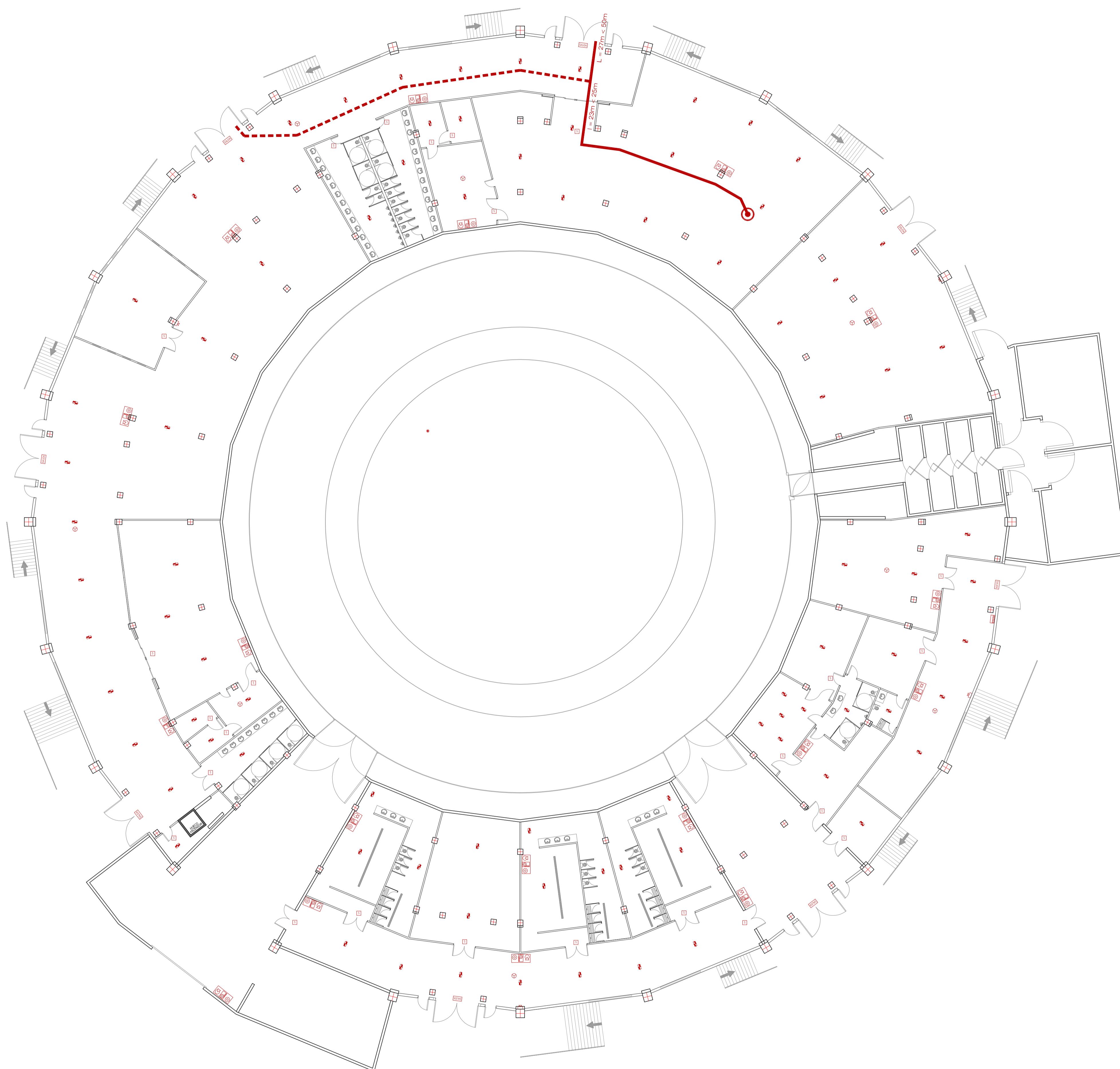


# PLANTA PRIMERA

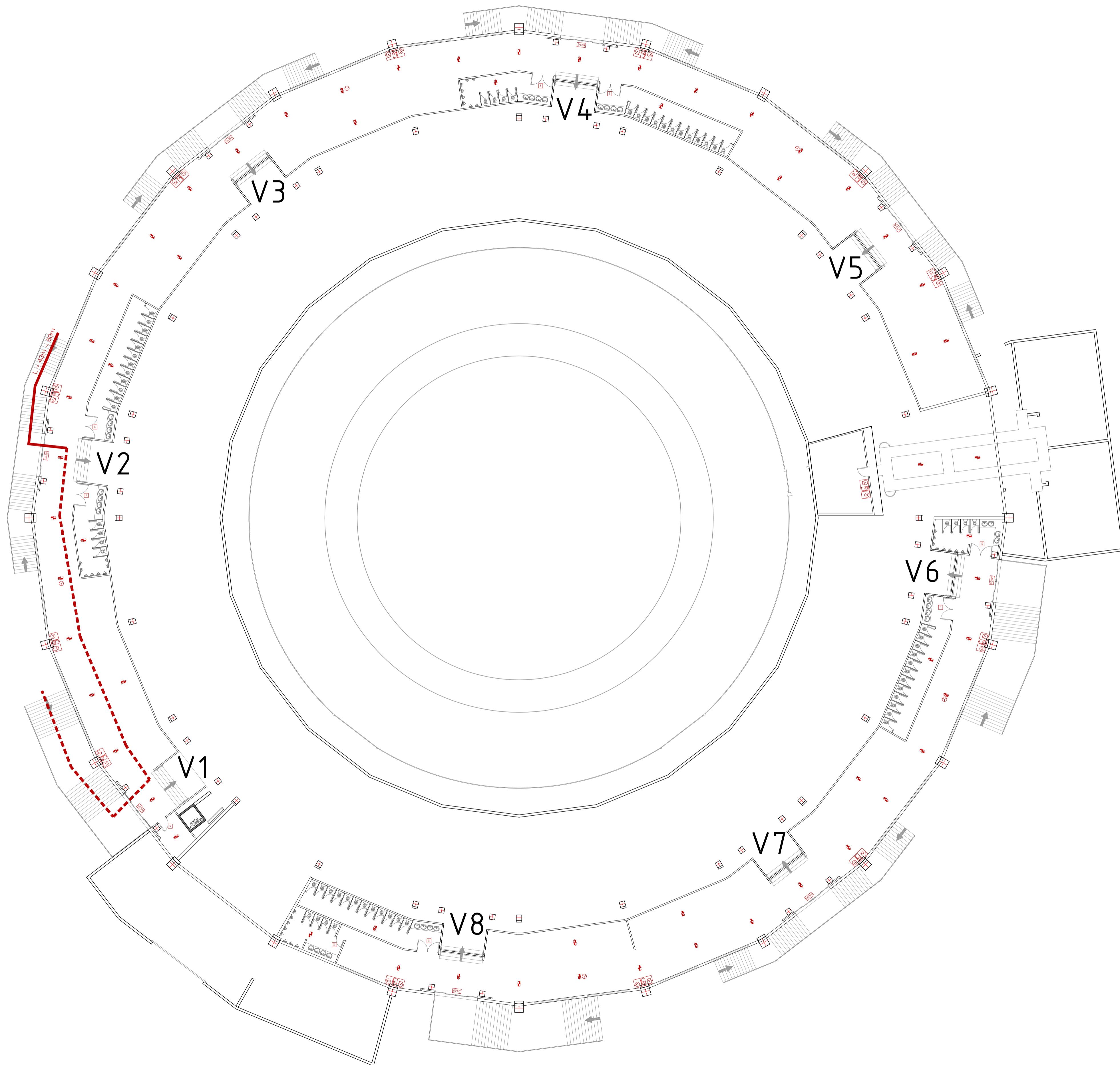


# PLANTA BAJA





-  BOCA DE INCENDIOS EQUIPADA Ø25 MM. EMPOTRADA EN PARAMENTO VERTICAL
-  EXTINTOR PORTÁTIL EFICACIA 21A/113B. 3 Kgs.
-  DETECTOR IÓNICO DE HUMOS
-  PULSADOR MANUAL DE ALARMA
-  ALARMA ACÚSTICA
-  CENTRAL DE ALARMAS DE INCENDIO
-  LUMINARIA DE EMERGENCIA EN TECHO
-  SALIDA
-  BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA. SEÑALIZACIÓN DE SALIDA
-  RECORRIDOS DE EVACUACIÓN
-  ORIGEN DE EVACUACIÓN



	BOCA DE INCENDIOS EQUIPADA Ø25 MM. EMPOTRADA EN PARAMENTO VERTICAL
	EXTINTOR PORTÁTIL EFICACIA 21A/113B. 3 Kgs.
	DETECTOR IÓNICO DE HUMOS
	PULSADOR MANUAL DE ALARMA
	ALARMA ACÚSTICA
	CENTRAL DE ALARMAS DE INCENDIO
	LUMINARIA DE EMERGENCIA EN TECHO
	SALIDA DEL EDIFICIO
	BLOQUE AUTÓNOMO DE EMERGENCIA. SEÑALIZACIÓN DE SALIDA
	RECORRIDOS DE EVACUACIÓN
	ORIGEN DE EVACUACIÓN

