

MEMORIA



MERCADO EN ALTURA

África Lahulla Guerra
Máster Habilitante // Curso 2025
ETSAM
Unidad Garrido

Índice

Documentos NAAB

- EDT
- Análisis de ciclo de vida

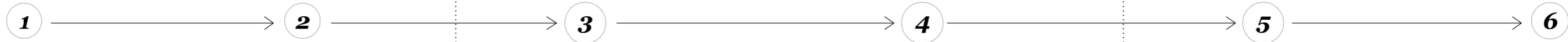
Memoria Estructuras

EDT: DE CIUDAD Y SABORES
Centro culinario en Plaza de España

FASE PREVIA A OBRA

FASE DE EJECUCIÓN

FASE FIN DE OBRA



ANÁLISIS PREVIO

ELABORACIÓN DEL PROYECTO

TRABAJOS PRELIMINARES

DESARROLLO DE OBRA

CONTROL DE OBRA

DOCUMENTACIÓN Y TRABAJOS FINALES

1.1 INFORMACIÓN EXISTENTE

- 1.1.1 Obtención de planos de situación y normativa aplicable
- 1.1.2 Revisión de Normativa Urbanística (Madrid – PGOU y ordenanzas)
- 1.1.3 Plano Topográfico de la parcela
- 1.1.4 Estudio Geotécnico de la parcela
- 1.1.5 Análisis de requisitos del promotor y estudio de viabilidad
- 1.1.6 Localización y características de acometidas (electricidad, agua, saneamiento)

2.1 DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO CON PROMOTOR

2.2 CONTRATACIÓN

- 2.2.1 Contratar al proyectista
- 2.2.2 Contratar dirección facultativa
- 2.2.3 Contratar Constructor
- 2.2.4 Equipo Legal
 - Licencia de Obra
 - Revisión del Proyecto por parte de COA de Madrid
 - Permisos para acometidas e instalaciones específicas (gas, ventilación, extracción de cocina, residuos orgánicos especiales)

2.3 REDACCIÓN DE PROYECTO

- 2.3.1 Anteproyecto
- 2.3.2 Proyecto Básico
 - Memoria
 - Planos
 - Presupuesto aproximado
- 2.3.3 Proyecto de Ejecución
 - Memoria descriptiva
 - Memoria constructiva
 - Cumplimiento del CTE
 - Planos
 - Pliego de condiciones
 - Mediciones
 - Presupuesto detallado
 - Manual de uso y mantenimiento

2.4 TRÁMITES Y LICENCIAS

- 2.4.1 Obtener Licencia de Obra
- 2.4.2 Obtener visado del Proyecto de Ejecución por parte del COA Madrid
- 2.4.3 Obtener licencia de Instalaciones
- 2.4.4 Obtener licencia de acometidas
- 2.4.5 Obtener licencia de derribo
- 2.4.6 Obtener seguro de responsabilidad decenal
- 2.4.7 Elaborar Plan de Seguridad y Salud
- 2.4.8 Firma del Acta de Replanteo

3.1 CALENDARIO Y ORGANIZACIÓN ENTRE LOS DISTINTOS EQUIPOS

- 3.1.1 Listado de suministros y herramientas según necesidades del arranque de obra
- 3.1.2 Delimitación de zonas de trabajo y protección del entorno histórico
- 3.1.3 Ajustes de responsabilidades
- 3.1.4 Implantación de caseta de obra

4.1 DEMOLICIÓN VOLÚMENES EXISTENTES

4.2 REPLANTEO SOBRE EL TERRENO

4.3 CIMENTACIÓN

- 4.3.1 Preparación del terreno y limpieza
- 4.3.2 Excavación y contenciones
- 4.3.3 Ejecución de cimentación (zapatas y pozos de cimentación)

4.4 ESTRUCTURA

- 4.4.1 Construcción del Núcleo de Hormigón
- 4.4.2 Construcción de pilares de acero
- 4.4.3 Construcción de vigas de acero
- 4.4.4 Ejecución de forjados de chapa colaborante
- 4.4.5 Colocación de cerchas en la cubierta
- 4.4.6 Colocación de rampas y escaleras de acero de recorrido
- 4.4.7 Revisión estructural y test de carga

4.5 CONSTRUCCIÓN

- 4.5.1 Tabiquería y particiones interiores de CLT
- 4.5.2 Envolvente de lamas verticales de vidrio
- 4.5.3 Carpinterías exteriores e interiores

4.6 INSTALACIONES

- 4.6.1 Instalación eléctrica e iluminación
- 4.6.2 Fontanería y saneamiento
- 4.6.3 Climatización y ventilación
- 4.6.4 Sistemas de extracción específicos para cocinas profesionales
- 4.6.6 Sistemas de gestión energética y materiales PCM

4.7 MOBILIARIO

4.8 ACABADOS

- 4.8.1 Pavimentos
- 4.8.2 Paredes
- 4.8.3 Techos

4.9 URBANISMO Y PAISAJISMO

- 4.9.1 Jardinería y paisajismo de huertos
- 4.9.2 Urbanización de la Plaza de Emilio Jiménez
- 4.9.3 Vegetación Plaza de Emilio Jiménez
- 4.9.4 Mobiliario urbano

5.1 SUPERVISIÓN DE LA OBRA Y LA SEGURIDAD DE LOS AGENTES

- 5.1.1 Cumplimiento libro de órdenes (DO y DEO)
- 5.1.2 Elaborar y firmar las certificaciones parciales de la obra (DEO y DO)
- 5.1.3 Cumplimiento libro de Incidencias
- 5.1.4 Comprobación de la ejecución de las instalaciones mediante pruebas (DEO)
- 5.1.5 Control de recepción de productos de obra (DEO)
- 5.1.6 Control de calidad de la ejecución de la obra

6.1 FINAL DE EJECUCIÓN DE OBRA

- 6.1.1 Control de calidad de la obra terminada mediante comprobaciones de pruebas de servicio
- 6.1.2 Limpieza de obra
- 6.1.3 Liquidación final de obra (DEO) y firma (Dirección facultativa y constructor)

6.2 DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

- 6.2.1 Entrega de Planos
- 6.2.2 Entrega del Libro del Edificio
- 6.2.3 Certificado final de obra
 - Certificado final de obras
 - Libro de órdenes
 - Imágenes del estado final
 - Descripción de las modificaciones
 - Controles realizados durante la obra
- 6.2.4 Certificación energética final
- 6.2.5 Especificaciones de mantenimiento

6.3 ACTA DE RECEPCIÓN DE LA OBRA

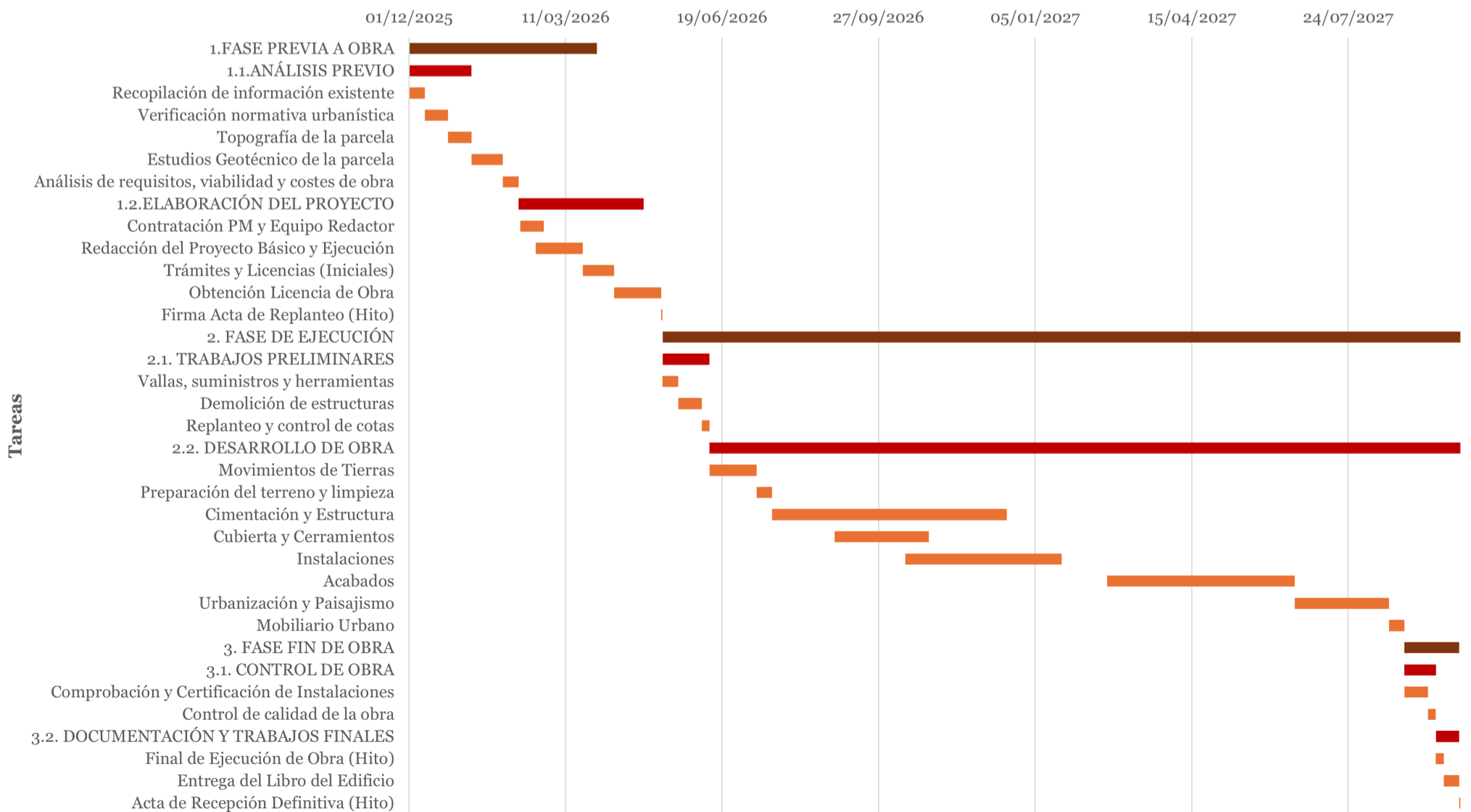
- 6.3.1 Firma tras inspección y aprobación de la obra

Planificación: DE CIUDAD Y SABORES
Centro culinario en Plaza de España

	Nombre de la Tarea	Duración (días)	Fecha de Inicio	Fecha de Fin
1	1.FASE PREVIA A OBRA	120	01/12/2025	30/03/2026
1.1	1.1.ANÁLISIS PREVIO	40	01/12/2025	09/01/2026
1.1.1	Recopilación de información existente	10	01/12/2025	10/12/2025
1.1.2	Verificación normativa urbanística	15	11/12/2025	25/12/2025
1.1.3	Topografía de la parcela	15	26/12/2025	09/01/2026
1.1.4	Estudios Geotécnico de la parcela	20	10/01/2026	29/01/2026
1.1.5	Análisis de requisitos, viabilidad y costes de obra	10	30/01/2026	08/02/2026
1.2	1.2.ELABORACIÓN DEL PROYECTO	80	09/02/2026	30/03/2026
1.2.1	Contratación PM y Equipo Redactor	15	10/02/2026	24/02/2026
1.2.2	Redacción del Proyecto Básico y Ejecución	30	20/02/2026	21/03/2026
1.2.3	Trámites y Licencias (Iniciales)	20	22/03/2026	10/04/2026
1.2.4	Obtención Licencia de Obra	30	11/04/2026	10/05/2026
1.2.5	Firma Acta de Replanteo (Hito)	1	11/05/2026	11/05/2026
2	2. FASE DE EJECUCIÓN	570	12/05/2026	06/11/2027
2.1	2.1. TRABAJOS PRELIMINARES	30	12/05/2026	10/06/2026
2.1.1	Vallas, suministros y herramientas	10	12/05/2026	21/05/2026
2.1.2	Demolición de estructuras	15	22/05/2026	05/06/2026
2.1.3	Replanteo y control de cotas	5	06/06/2026	10/06/2026
2.2	2.2. DESARROLLO DE OBRA	540	11/06/2026	06/11/2027
2.2.1	Movimientos de Tierras	30	11/06/2026	10/07/2026
2.2.2	Preparación del terreno y limpieza	10	11/07/2026	20/07/2026
2.2.3	Cimentación y Estructura	150	21/07/2026	17/12/2026
2.2.4	Cubierta y Cerramientos	60	30/08/2026	28/10/2026
2.2.5	Instalaciones	100	14/10/2026	21/01/2027
2.2.6	Acabados	120	20/02/2027	19/06/2027
2.2.7	Urbanización y Paisajismo	60	20/06/2027	18/08/2027
2.2.8	Mobiliario Urbano	10	19/08/2027	28/08/2027
3	3. FASE FIN DE OBRA	35	29/08/2027	02/10/2027
3.1	3.1. CONTROL DE OBRA	20	29/08/2027	17/09/2027
3.1.1	Comprobación y Certificación de Instalaciones	15	29/08/2027	12/09/2027
3.1.2	Control de calidad de la obra	5	13/09/2027	17/09/2027
3.2	3.2. DOCUMENTACIÓN Y TRABAJOS FINALES	15	18/09/2027	02/10/2027
3.2.1	Final de Ejecución de Obra (Hito)	5	18/09/2027	22/09/2027
3.2.2	Entrega del Libro del Edificio	10	23/09/2027	02/10/2027
3.2.3	Acta de Recepción Definitiva (Hito)	1	03/10/2027	03/10/2027

PLANIFICACIÓN DE PROYECTO

Fecha de inicio y fin de las tareas



Descripción del proyecto

El proyecto plantea la creación de un centro de investigación culinaria en la Plaza de España de Madrid, un edificio concebido como una calle en altura y, por lo tanto, un espacio abierto y accesible que forma una sucesión de experiencias. La propuesta se articula mediante una serie de volúmenes apilados y retranqueados que generan terrazas y espacios intermedios, buscando una relación dinámica entre interior y exterior. En este contexto, la envolvente adquiere un papel fundamental, no solo como límite físico, sino como mecanismo activo de la regulación térmica del interior del edificio.

Dentro del conjunto del proyecto, la **fachada de lamas verticales móviles de vidrio con subestructura portante de acero** destaca como el elemento más significativo tanto desde el punto de vista estético como funcional. Esta solución constituye la identidad visual del edificio y, al mismo tiempo, actúa como un sistema de control solar y lumínico que permite adaptar el comportamiento del espacio a las condiciones cambiantes del día y de las estaciones. Su carácter dinámico convierte a la envolvente en un dispositivo capaz de influir directamente en el consumo energético, en la calidad ambiental interior y en la percepción espacial del usuario.

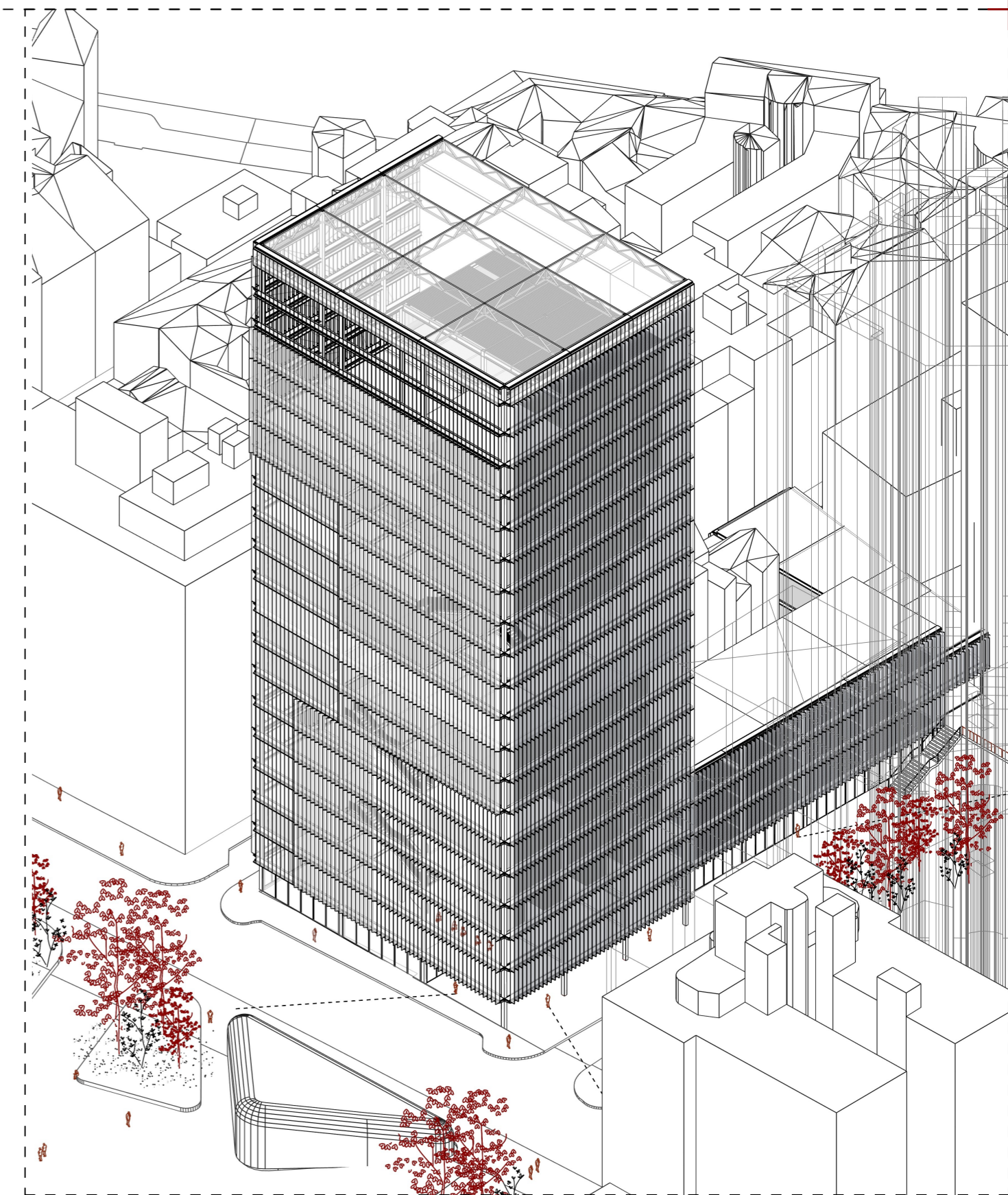
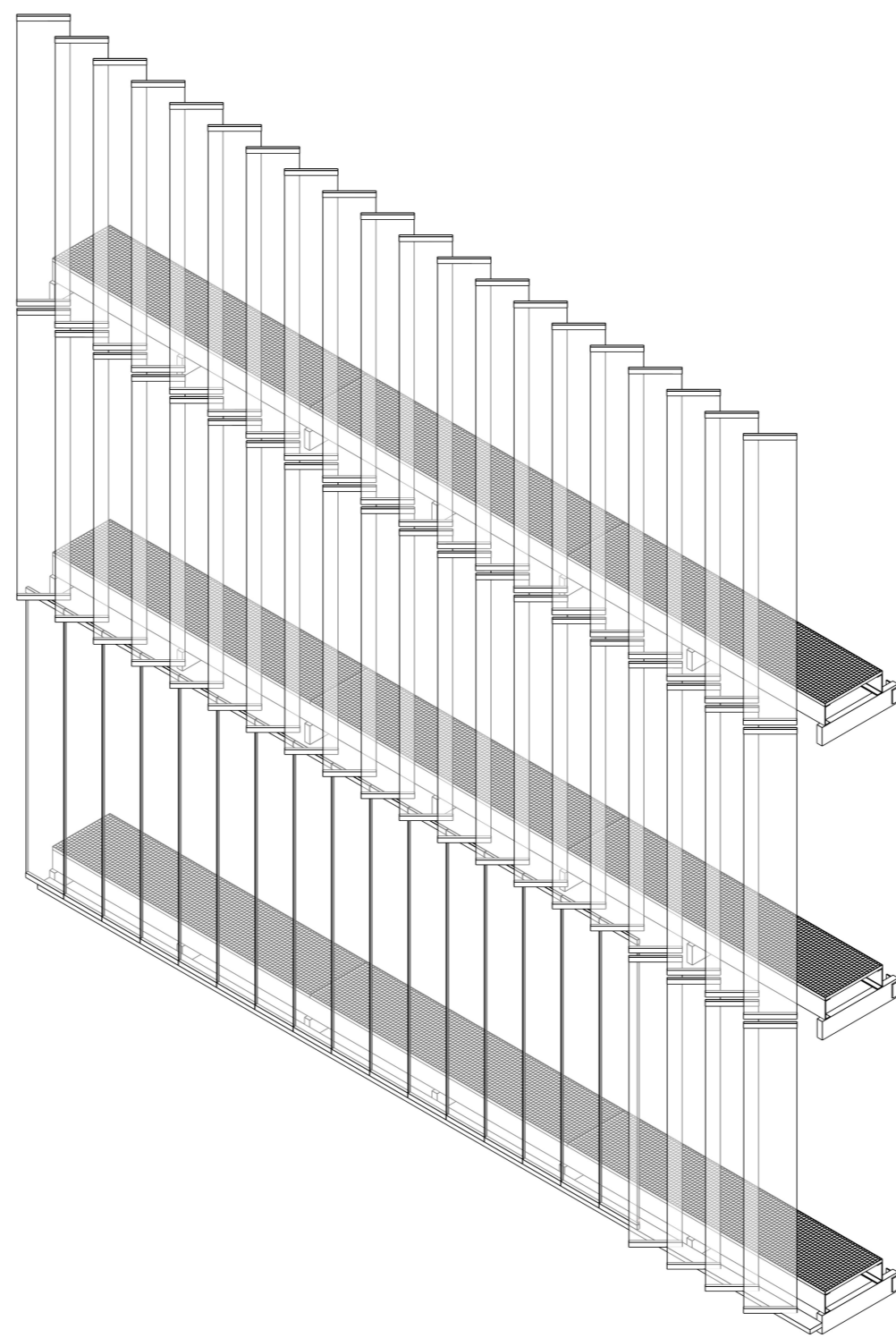
Por esta razón, la fachada se selecciona como objeto de estudio para el análisis del coste del ciclo de vida.

La alternativa que se elige para realizar la comparación es el **muro cortina**, al ser un estándar en el mercado actual y ha sido una de las opciones planteadas a lo largo del desarrollo del proyecto. Consiste en un muro cortina convencional con perfilera de aluminio y, adicionalmente, una protección solar interior manual (estores).

Para el cálculo del valor actual neto se tomará una vida útil del edificio de 30 años.

Alternativa A: Lamas de vidrio móviles

Alternativa B: Muro Cortina Estándar



1. Costes y Beneficios

A. Fase Inicial - Producción

	A	B
Diseño e ingeniería		
Consultoría Arquitectura y Detalles	25 €/m ²	15 €/m ²
Simulación Energética Dinámica	10 €/m ²	2 €/m ²
Ingeniería Mecánica y Pruebas	20 €/m ²	5 €/m ²
Suministro y Materiales		
Vidrio (Laminado vs Estándar)	180€/m ²	120 €/m ²
Estructura portante (Acero/Aluminio)	150 €/m ²	100 €/m ²
Motores y Sensores		
Sistema de control	40€/m ²	0 €/m ²
Elementos de sombra (Lamas vs Estor)	0 €/m ²	30 €/m ²
Construcción y Montaje		
Mano de obra especializada	80€/m ²	45 €/m ²
Medios de elevación y auxiliares	30 €/m ²	20 €/m ²
Puesta en marcha	15€/m ²	0 €/m ²
Total Fase Inicial	670 €/m²	337 €/m²

La inversión inicial es casi el doble.

B. Fase Intermedia - Funcionamiento

	A	B
Operación y Energía		
Consumo Eléctrico (Motores fachada)	1,5 €/m ²	0 €/m ²
Consumo Climatización (Ahorro térmico)	8€/m ²	35 €/m ²
Mantenimiento y Limpieza (Anual)		
Limpieza exterior (Vidrio)	4€/m ²	3 €/m ²
Revisión Preventiva (Mecánica/Motores)	5 €/m ²	0,5 €/m ²
Reposición Pequeño Material (Juntas, etc)	2€/m ²	1 €/m ²
Actualización Software	1€/m ²	0 €/m ²
Total Anual Fase Intermedia	21,5 €/m²	39,5 €/m²
Total Proyecto 30 años	645 €/m²	1185 €/m²
Ahorras 18 €/m ² cada año en operación con la Alternativa 1.		
La alternativa 2 cuesta casi el doble de operar debido al gasto energético descontrolado		

C. Fase Final - Desmantelamiento

	A	B
Desmontaje y Gestión		
Mano de obra	35€/m ²	25 €/m ²
Gestión de residuos	5€/m ²	0 €/m ²
Reciclaje Vidrio y Aluminio (Ingreso)	-20€/m ²	-15 €/m ²
Transporte	10€/m ²	8 €/m ²
Total Fase Final	30 €/m²	18 €/m²

Para completar estas tablas he utilizado la media de la horquilla de precios que he podido recopilar para cada caso.

Alternativa A: Envolvente cinética (Lamas de vidrio móviles)

Consultoría y diseño: Aproximadamente 40-55 €/m², debido a la alta complejidad del sistema.
Modelado y pruebas: Entre 15-25 €/m², dependiendo de la necesidad de realizar pruebas especiales de resistencia de lamas y motores.
Materiales:
 - Vidrio de seguridad: 160-190 €/m²
 - Perfilera estructural de aluminio extruido y anclajes de acero inox: 140-160 €/m²
 - Kit de motorización: 110-130 €/m²
 - Sensores y cableado de control: 30-50 €/m²
Mano de obra: En torno a 70-90 €/m². Requiere personal altamente cualificado.
Equipo y herramientas: 25-35 €/m², considerando medios de elevación de precisión.
Logística (transporte y manejo de materiales): 20-30 €/m², requiere transporte cuidadoso por la fragilidad del vidrio y los componentes electrónicos.
Limpieza y mantenimiento:
 - Coste anual: 8-12 €/m² (Incluye limpieza de vidrios y revisión anual de motores/partes móviles).
 - Mantenimiento especializado: 15-20 €/m² cada 5 años.
Desmontaje: 30-40 €/m², mayor coste por la necesidad de desconexión eléctrica y desmontaje selectivo.
Reciclaje y eliminación: Ingreso estimado de 15-25 €/m². Al ser casi la totalidad aluminio y vidrio de alta calidad, los materiales tienen un alto valor de recompra.

Alternativa B: Muro Cortina Estándar

Consultoría y diseño: Entre 15-25 €/m², requisitos estándar de cálculo estructural y térmico convencional.
Modelado y pruebas: Entre 2-5 €/m², al ser sistemas certificados estandarizados no suelen requerir ensayos específicos.
Materiales:
 - Vidrio doble acristalamiento estándar bajo emisivo: 110-130 €/m²
 - Perfilera de muro cortina estándar: 90-110 €/m²
 - Sistema de oscurecimiento interior (estores enrollables manuales): 25-40 €/m²
 - Remates y sellado: 10-15 €/m²
Mano de obra: Aproximadamente 40-50 €/m², montaje estándar por equipos de instaladores de fachada convencional.
Equipo y herramientas: 15-20 €/m², andamiaje o plataformas elevadoras estándar.
Logística: 10-15 €/m², facilidad de paletizado y transporte estándar.
Limpieza y mantenimiento:
 - Coste anual: 2-4 €/m² (Limpieza básica exterior e interior).
 - Mantenimiento especializado: 5-10 €/m² cada 10-15 años.
Desmontaje: 20-25 €/m², demolición o desmontaje sencillo de perfiles.
Reciclaje y eliminación: Ingreso estimado de 10-15 €/m²

2. Tasa de descuento

Para un proyecto de edificación en España, en el contexto actual de inflación y coste de oportunidad, es prudente utilizar una tasa conservadora pero realista.

Tasa seleccionada: 4% - 5%

Una tasa más baja favorece a las tecnologías sostenibles (porque valora más los ahorros futuros), mientras que una tasa alta favorece la construcción barata. Usaré el 5%.

4. Indicadores de creación de valor

Más allá del análisis estrictamente financiero (LCC), la selección de una envolvente cinética genera valor añadido en dimensiones ambientales, sociales y de mercado. Estos son los indicadores cualitativos y cuantitativos que justifican la inversión frente a la alternativa estándar:

Eficiencia Energética:

Reducción de la demanda de refrigeración hasta un 40% en verano (Madrid tiene alta radiación) gracias a las lamas que bloquean el sol directo pero dejan pasar luz difusa.

Confort Higrotérmico y Visual:

La fachada impacta directamente en el confort visual y térmico de los usuarios del edificio, controlando el deslumbramiento, entre otras cosas.

Adaptabilidad y Resiliencia:

La fachada responde al clima en tiempo real. Esto hace que el edificio sea resiliente ante el cambio climático.

Imagen y Certificación:

La fachada cinética es un icono arquitectónico.

3. Valor actual Neto (VAN)

Para el cálculo del Valor Actual Neto se considera una superficie de proyecto de 8.883m², una tasa de descuento de 5% y un periodo de análisis de 30 años.

Conclusión:

Aunque la inversión inicial de la Alternativa 1 es más cara, al final de la vida útil la diferencia de coste total se reduce drásticamente, para llegar a tener una pequeña diferencia positiva a favor de la opción estándar. La fachada cinética ahorra aproximadamente 160.000 € anuales en energía y mantenimiento. Por un coste marginal de 46 €/m², el proyecto gana una fachada de alto rendimiento y estética singular, lo que justifica la elección de la fachada frente a un muro cortina convencional.

	Alternativa 1	Alternativa 2
Coste inicial	5.951.610 €	2.993.571 €
Coste operativo anual	190.985 €/año	350.879 €/año
Tasa de descuento	5%	5%
Número de periodos	30 años	30 años
Valor Residual (año 30)	-222.075 € (Ingreso)	-133.245 € (Ingreso)
VAN	8.836.127 €	8.356.603 €
	975,50 €/m ²	929,20 €/m ²

De ciudad y sabores

MEMORIA TALLER DE ESTRUCTURAS

África Lahulla Guerra

Ud. Garrido

Máster Habilitante de Arquitectura_ETSAM

Índice

1. Descripción del proyecto:

- 1.1. Descripción general
- 1.2. Descripción general del terreno
- 1.3. Descripción general de la estructura
- 1.4. Normativa de referencia

2. Materiales:

- 2.1. Cuadro de coeficientes de seguridad
- 2.2. Cuadro de características

3. Acciones en la edificación:

- 3.1. Cargas permanentes (G)
- 3.2. Cargas variables (Q)
- 3.3. Combinación de acciones

4. Cálculos:

- 4.1. Estructura horizontal: forjados
 - 4.1.1. Forjado de Chapa Colaborante
 - 4.1.2. Forjado Bidireccional de casetones
- 4.2. Estructura horizontal: vigas
- 4.4. Estructura horizontal: cercha
- 4.3. Estructura vertical: soportes
- 4.4. Cimentaciones

5. Anejo de Planos.

1. Descripción del proyecto

1.1. Descripción general

El proyecto está ubicado en la Plaza de España de Madrid, un punto estratégico donde confluyen flujos urbanos, espacios verdes y un intenso tránsito peatonal. De esta condición privilegiada nace la idea de crear un edificio capaz de integrarse en el movimiento de la ciudad, prolongándolo hacia el interior. Consiste en un edificio de usos mixtos que combina zonas públicas, como mercado y espacios de degustación, con zonas de investigación, como una escuela culinaria; todo ellos enfocado a la cocina.

El concepto central del proyecto es la creación de una ‘calle elevada’, un recorrido vertical que crea una experiencia para el usuario desde el nivel de la calle hasta las plantas altas. A lo largo de este camino aparecen espacios semiabiertos y cerrados que reinterpretan la idea tradicional del mercado y lo convierten en una experiencia dinámica, sensorial y comunitaria.

El proyecto se articula en dos volúmenes: un zócalo de 4 plantas que conecta directamente con la plaza, y una torre de 17 plantas con un nivel de sótano que emerge sobre él. Los forjados se retranquean estratégicamente para crear los vacíos y terrazas que conectan visualmente los diferentes espacios del interior.

1.2. Descripción general del terreno

El estudio geotécnico consultado, el más próximo encontrado, muestra la presencia de capas superficiales de rellenos de echadizo. Debajo, se determina que se trata de un terreno tosco, con firme localizado a 5m de profundidad. A partir de esta cota, el terreno presenta mayor compacidad y capacidad portante.

El nivel freático se sitúa a una profundidad de 10,3m, por lo que no serán evaluados los efectos del agua, ya que no afecta a la cimentación del edificio, que solo cuenta con un sótano.

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

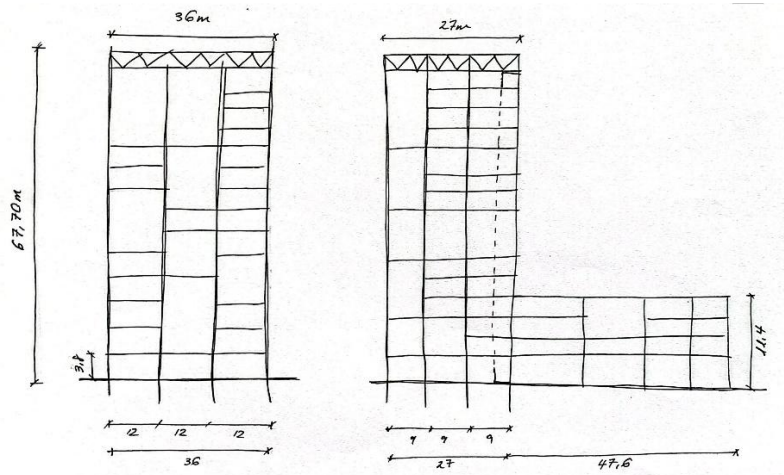
Prof. (m)	Niv. Agua. (m)	Diam. (mm)	GR	Observaciones
			Naturaleza	Tamaño
			Color	Compacidad
1.00000000		122	5.00000000 Echadizo de Arena de Miga y Tosco.	
			AR Arena	- Sin datos
			-- Sin datos	Sin datos
5.00000000		122	23.00000000 Arenas finas con/sin niveles de Arcillas (Tosco).	
			AR(IAC*LI) Arena con intercalaciones de arcilla con mezcla de Limo	- Sin datos
			PI Marrón	Sin datos
6.00000000		86	23.00000000 Arenas finas con/sin niveles de Arcillas (Tosco).	
			AR Arena	- Sin datos
			-- Sin datos	Material suelto, débil o flojo
7.00000000		86	23.00000000 Arenas finas con/sin niveles de Arcillas (Tosco).	
			AR(IAC*LI) Arena con intercalaciones de arcilla con mezcla de Limo	- Sin datos
			PI Marrón	Sin datos
8.00000000		86	23.00000000 Arenas finas con/sin niveles de Arcillas (Tosco).	
			AR Arena	- Sin datos
			-- Sin datos	Material suelto, débil o flojo
14.30000019	10.30000019	86	24.00000000 Arcillas con niveles de Arenas finas (Tosco).	
			AC.LI(IAR) Arcilla y Limo con intercalaciones de arena	- Sin datos
			PI Marrón	Sin datos

1.3. Descripción general de la estructura

La estructura combina elementos de hormigón armado y acero. En las plantas sobre rasante, los pilares y las vigas principales son de acero, mientras que los forjados se resuelven con chapa colaborante y hormigón. En la planta de sótano, los pilares pasan a ser de hormigón armado y el forjado se plantea como un sistema aligerado de casetones.

El núcleo de comunicaciones se define con muros de hormigón armado, que actúan como elementos de arriostramiento. La cimentación se resuelve mediante zapatas, pozos de cimentación y muros de sótano.

Finalmente, la cubierta se cierra mediante cerchas metálicas, ya que los pilares no llevan hasta la cubierta y hay que salvar luces de hasta 36m.



1.4. Normativa de referencia

CE: Código estructural

CTE DB-SE: Seguridad estructural

CTE DB-SE-AE: Acciones en la edificación

CTE DB-SE-C: Cimientos

CTE DB-SE-SI: Seguridad ante incendios

NCRS-02: Norma de Construcción Sismoresistente

2. Materiales

2.1. Cuadro de coeficientes de seguridad de los materiales

	Coeficientes de seguridad, según situación	
	Ordinaria	Incendio
Hormigón	1,5	1,00
Acero laminado	1,05	
Acero de armar	1,15	1,00

2.2. Cuadro de características de los materiales

Hormigón	Tipo de elemento			
	Zapatillas y muro pantalla	Recubrimiento chapa	Muro Núcleo comunicacion es	Pozo de cimentación
Denominación	HA-25/F/25/XC2	HA-25/F/20/XC1	HA-25/F/20/XC1	HM-20/F/20/XC2
Límites de asiento	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm
Tipo de árido	Calizo	Calizo	Calizo	Calizo
Control	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
Acero de armar				
Denominación	B 500 S	B 500 S	B 500 S	
Tensión del límite elástico	500N/mm ²	500N/mm ²	500N/mm ²	
Control	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos	

Acero laminado	Tipo de elemento			
	Soportes	Vigas	Chapa colaborante	Placas de Unión
Denominación	S275 JR	S355 JR	S 280 GD	S355 JR
Tensión del límite elástico	275 N/mm ²	355 N/mm ²	280 N/mm ²	355 N/mm ²
Control	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos

3. Acciones en la edificación

Las acciones que se consideran se determinan acorde al documento del Código Técnico de la Edificación: *DB-SE-AE*. Conforme a este documento se agrupan las acciones en tres categorías: permanentes, variables y accidentales.

Los coeficientes de seguridad establecidos según el tipo de carga son:

Permanentes G	Y_G	1,35
Variables Q	Y_Q	1,5

3.1. Permanente (G):

Las cargas permanentes incluyen el peso propio de los elementos estructurales, los cerramientos, la tabiquería, así como los revestimientos y equipamientos fijos. Para obtener estos valores se consulta la **tabla C.5 del CTE DB SE-AE**.

Elemento		Peso	Unidades
Forjados	Chapa colaborante INCO 70.4	2,12	kN/m ²
	Forjado uni o bidireccional, grueso total < 0,30 m	4	kN/m ²
Solados	Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1	kN/m ²
Cubierta	Cubierta plana	1,5	
Cerramientos y particiones	Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	2	kN/m
Fachada	Muro cortina	1,5	kN/m

3.2. Cargas Variables (Q):

Las cargas variables incluyen la sobrecarga de uso y las cargas provocadas por las condiciones climáticas (viento, temperatura, nieve). Estos valores se obtienen de la **tabla 3.1 del CTE DB SE-AE**.

3.2.1. Sobrecargas de usos

Categoría de uso	Subcategoría de uso	Carga uniforme (kN/m ²)
Zonas de acceso público	C1. Zonas con mesas y sillas	3
	C2. Zonas con asientos fijos	4
	C3. Zonas sin obstáculos	5
Zonas comerciales	D1. Locales comerciales	5
Cubierta solo accesible para conservación	G1. Cubiertas ligeras sobre correas	0,4

Para el dimensionado de elementos verticales, el valor de las sobrecargas de un mismo uso puede reducirse multiplicando por el coeficiente de reducción de la **tabla 3.2**.

Elementos verticales			Elementos horizontales			
Número de plantas del mismo uso			Superficie tributaria (m ²)			
1 ó 2	3 ó 4	5 ó más	16	25	50	100
1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	0,7

3.2.2. Viento

Según el DBSE-E, para calcular la fuerza total de la acción del viento se utiliza:

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

El valor de la presión dinámica del viento (q_b) es de **0,42kN/m²** para la zona A del mapa de la figura D1 del Anejo D del DB SE-AE.



Figura D1

El coeficiente de exposición (c_e) varía según la altura del punto considerado. Al ser el edificio mayor de 30m, se obtiene el valor c_e a partir de la siguiente ecuación:

$$c_e = F \cdot (F + 7k)$$

Siento $F = k \cdot \ln\left(\frac{\max(z, Z)}{L}\right)$ y considerando un grado de aspereza de nivel V (Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura), adoptamos los siguientes parámetros:

$$k = 0,24$$

$$L(m) = 1,0$$

$$Z(m) = 10 / z(m) = 70$$

$$F = 0,24 \cdot \ln\left(\frac{70}{1}\right) = 1,02$$

$$c_e = 1,02 \cdot (1,02 + 7 \cdot 0,24) = 2,754$$

c_p = coeficiente eólico o de presión.

Altura (h) = 40,60m (se selecciona el punto medio de la altura total)

Dimensiones en planta (axb) = 36,00 x 27,00

Dirección longitudinal:

$$\text{Esbeltez: } h / a = 40,60 / 36,00 = 1,13$$

$$c_p = 0,8$$

$$c_s = -0,5$$

$$c_p \text{ total} = 1,3 \text{ (hay que sumar el valor absoluto)}$$

Dirección transversal: pórticos

$$\text{Esbeltez: } h / b = 40,60 / 27,00 = 1,50$$

$$c_p = 0,8$$

$$c_s = -0,6$$

$$c_p \text{ total} = 1,4$$

Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coeficiente eólico de presión, c_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, c_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

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

$$q_e (\text{longitudinal}) = 0,42 \cdot 2,754 \cdot 1,3 = 1,504 \text{ kN/m}^2$$

$$q_e (\text{transversal}) = 0,42 \cdot 2,754 \cdot 1,4 = 1,619 \text{ kN/m}^2$$

$$W_d (\text{longitudinal}) = q_e \cdot 1,5 = \mathbf{2,256}$$

$$W_d (\text{transversal}) = q_e \cdot 1,5 = \mathbf{2,429}$$

3.2.3. Acciones térmicas

No es necesario tener en cuenta las acciones térmicas del edificio, ya que se ha planteado una junta de dilatación en el eje transversal, que se encuentra entre la torre del proyecto y el basamento de menor altura.

3.2.4. Nieve

El edificio se ubica en Madrid, por lo que, según la **tabla 3.8**, se considera una carga de $0,6 \text{ kN/m}^2$. Según la fórmula, $q_n = \mu \cdot S_k = 1 \cdot 0,6 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,6 \text{ kN/m}^2}$

3.2.5. Acción sísmica

No es necesaria la aplicación de la Norma Sismorresistente cuando la aceleración básica a_b es inferior a $0,04g$ (siendo g la aceleración de la gravedad). De acuerdo con el mapa de peligrosidad sísmica de la propia norma, en Madrid el valor de a_b se encuentra por debajo de este límite, por lo que la norma no resulta aplicable.

3.2.6. Incendio

Según la **tabla 3.1 del CTE DB-SI**, los edificios con altura de evacuación de altura mayor a 28m y con uso comercial y de pública concurrencia, la resistencia al fuego de los elementos estructurales tiene que ser de $R 180$.

3.2.7. Impacto

El valor de cálculo de las fuerzas debidas al impacto de vehículos es de 50kN en la dirección paralela a la viga y de 25kN en la dirección perpendicular.

3.2.8. Deformaciones

Se han adoptados los límites de deformación admisibles establecidos por el CTE DB-SE:

Flecha			
1/500	Pisos con tabiques frágiles	0,024	m
1/400	Pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos	0,03	m
1/300	Resto de casos	0,12	m
Desplazamientos horizontales			
1/500	Altura total del edificio	0,14	m
1/250	Altura de la planta	0,0152	m

3.3. Combinación de acciones

Coefficientes de simultaneidad Ψ			
	Uso	Nieve	Viento
Ψ_0	0,7	0,5	0,6
Ψ_1	0,7	0,2	0,5
Ψ_2	0,7	0	0

Combinación de acciones	
Hipótesis 1: Uso	$1,35G_d+1,5Q_d+0,75W+0,9N$
Hipótesis 2: Viento	$1,35G_d+1,05Q_d+1,5W+0,75N$
Hipótesis 3: Nieve	$1,35G_d+1,05Q_d+0,9W+1,5N$
Hipótesis 4: Cimentaciones	G_d+Q_d

4. Cálculos

4.1. Estructura horizontal: forjados

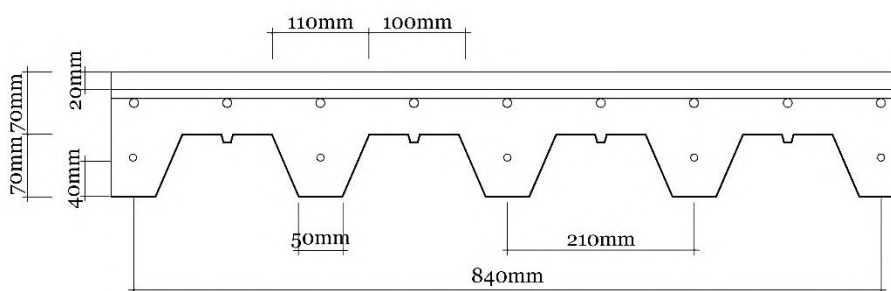
4.1.1. Forjado de Chapa Colaborante

El edificio está ejecutado con forjados de **chapa colaborante**. Se ha elegido el producto **INCO 70.4 Colaborante**. Como primer paso, se accede al catálogo técnico del producto y se elige el ancho de forjado más adecuado en función de la luz entre las vigas de segundo orden y la sobrecarga de uso que soporta. La sobrecarga tiene que soportar el forjado es de **675daN**, por lo que se elige una chapa de 1,20mm de espesor ya que, con las características que se tienen, es la única que puede construirse sin la necesidad de apuntalar la estructura.

110	2403 (336)	1886 (336)	1514 (336)	1238 (336)	1026 (336)	861 (393)	730 (393)	623 (393)	535 (393)	461 (393)	401 (393)	261 (336)	192 (336)
	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
120	2752 (336)	2160 (336)	1734 (336)	1418 (393)	1176 (393)	987 (393)	836 (393)	714 (393)	614 (393)	529 (393)	460 (393)	368 (393)	280 (336)
	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
130	3101 (336)	2434 (336)	1954 (393)	1598 (393)	1326 (393)	1113 (393)	943 (393)	806 (393)	692 (393)	598 (393)	517 (393)	450 (393)	384 (393)
	8/-	8/-	6/-	6/-	8/-	8/-	8/-	8/-	8/-	8/-	8/-	8/-	8/-

La armadura necesaria la proporciona el mismo catálogo del producto, según el perfil y el ancho de forjado elegido. En este caso, es necesario tanto el armado de positivos para el requerimiento del fuego (redondos de 8mm) y la armadura de reparto (redondos de 10mm con separación de 20x20).

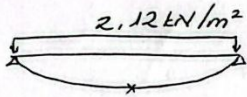
Secciones nominales de acero (B 500 S) por metro lineal										
Separación (cm)	20x20	15x15	20x20	15x15	20x20	15x15	20x20	15x15	20x20	15x15
Diámetro (mm)	5	5	6	6	8	8	10	10	12	12
Cuántia (mm ² /m)	99	131	142	189	252	336	393	524	566	754



Para comprobar que estas dimensiones obtenidas en las tablas del fabricante funcionan, se procede a realizar un cálculo del espesor necesario de la chapa y de los armados necesarios. Se comienza haciendo los cálculos en **A) Estado sin fraguar**, ya que la chapa tiene que aguantar el hormigón sin necesidad de puntales. Calculamos el momento solicitado isostático y con ese dato el espesor necesario: $0.9\text{mm} > 1,2\text{mm}$. Es menor que el espesor de la chapa INCO 70.4 elegida, por lo que funciona.

CÁLCULO FORTADO CHAPA

A) SIN FRAGUAR



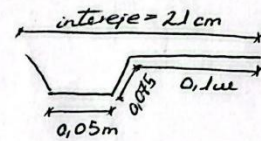
$$m_0 = q_0 \cdot \frac{L^2}{8} = \frac{2,12 \text{ kN/m}^2 \cdot 4^2}{8} = 4,24 \text{ kNm}$$

$$t [\text{cm}] = \frac{m_0 \cdot \text{intereje}}{l_2 \cdot h_0 \cdot f_y} = \frac{4,24 \text{ kNm} \cdot 0,21 \text{ m}}{5 \text{ cm} \cdot 0,07 \text{ m} \cdot 26} = 0,09 \text{ cm} = \underline{0,9 \text{ cm} \leq 1,2 \text{ cm}}$$

$$f_{c_H} = 1,7 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{y_A} = 26 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{y_{AA}} = 43 \text{ kN/cm}^2$$



B) Estado fraguado: Ya considerando la capacidad colaborativa de la chapa y el hormigón se calcula el centro de gravedad, la profundidad de la fibra comprimida y el brazo de palanca para obtener el armado positivo necesario por intereje. Se obtiene que se necesitan 3 redondos de $\phi 10$.

B) FRAGUADO

① Centro de gravedad de la chapa

$$y_s [\text{cm}] = \frac{y_1 \cdot A_1 + y_2 \cdot A_2 + y_3 \cdot A_3 + y_4 \cdot A_4}{A_s} = 2,65 \text{ cm}$$

$$y_1 = \frac{h_0}{2} = \frac{7 \text{ cm}}{2} = 3,5 \text{ cm}$$

$$A_1 = 7,5 \text{ cm} \cdot 0,12 = 0,9 \text{ cm}^2$$

$$y_2 = \frac{t}{2} = \frac{0,12}{2} = 0,06 \text{ cm}$$

$$A_2 = 5 \text{ cm} \cdot 0,12 = 0,6 \text{ cm}^2$$

$$y_3 = \frac{7}{2} = 3,5 \text{ cm}$$

$$A_3 = 0,9 \text{ cm}^2$$

$$y_4 = h_0 = 7 \text{ cm}$$

$$A_4 = 1 \cdot 0,12 = 0,12 \text{ cm}^2$$

$$A_s = (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) \cdot t = (7,5 + 5 + 7,5 + 10) \cdot 0,09 = 2,7 \text{ cm}^2$$

$$\textcircled{2} c [\text{cm}] = \frac{A_s \cdot f_y}{\text{intereje} [\text{cm}] \cdot f_c} = \frac{2,7 \text{ cm}^2 \cdot 26}{21 \text{ cm} \cdot 1,7} = 1,97 \text{ cm}$$

$$z = \bar{c} = \frac{c}{2} - y_s = 7 \text{ cm} - \frac{1,97}{2} - 2,658 = 3,357 \text{ cm}$$

$$\textcircled{3} m = \frac{A_s \cdot f_y \cdot z}{\text{intereje}} = \frac{2,7 \text{ cm}^2 \cdot 26 \cdot 0,03357}{0,21 \text{ m}} = 11,22 \text{ kNm}$$

$$A_s [\text{cm}^2 / \text{intereje}] = \frac{m \cdot \text{intereje}}{z \cdot f_y} = \frac{11,22 \text{ kNm} \cdot 0,21 \text{ m}}{0,0357 \text{ m} \cdot 43 \text{ kN/cm}^2} = 1,63 \text{ cm}^2 \rightarrow 3 \phi 10$$

Por último, calculamos una última fase, que es el **C) Estado de incendio**. Como el acero pierde su capacidad resistente, se coloca un armado adicional. Para una temperatura de 500° , se obtiene que es necesario tres redondos de $\phi 10$.

c) INCENDIO

$$m_i [\text{ukN/col}] = \frac{11.22}{1.6} = 7.0125 \text{ ukN}$$

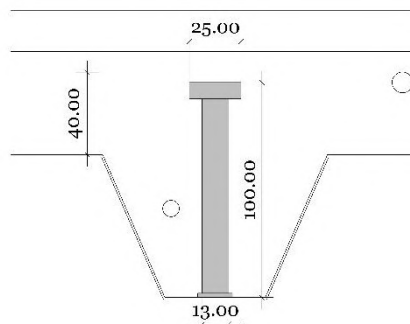
$$A_{si} = \frac{m_i \cdot \text{área rejé}}{z_i \cdot f_{yi}} = \frac{7.0125 \cdot 0.21}{0.0357 \cdot 43 \cdot 0.78} = 1.3 \rightarrow 3 \phi 8$$

Para que el forjado de chapa colaborante y la viga sobre la que se apoya trabajen de forma conjunta, se unen mediante **pernos conectores**, que se han dimensionado conforme a lo establecido en el **Código Estructural**.

MEDIDAS CONECTORES N'AKRON SD1-A - 10 y 13 MM

tabla 1.5

d ₁ Ø conector	l ₂ largo soldado	m masa kg/unidad	l ₁ largo sin soldar	d ₃ Ø collar de soldadura	d ₅ Ø Cabeza	h ₄ altura collar de soldadura	h ₃ altura de la cabeza	rf código referencia
13	50	0,08	53	17	25	3,0	8,0	NKSD11300200
13	75	0,10	78	17	25	3,0	8,0	NKSD11300225
13	100	0,13	103	17	25	3,0	8,0	NKSD11300250
13	125	0,16	128	17	25	3,0	8,0	NKSD11300275
13	150	0,18	153	17	25	3,0	8,0	NKSD11300300
13	175	0,21	178	17	25	3,0	8,0	NKSD11300325
13	200	0,23	203	17	25	3,0	8,0	NKSD11300350



4.1.2. Forjado bidireccional con casetones

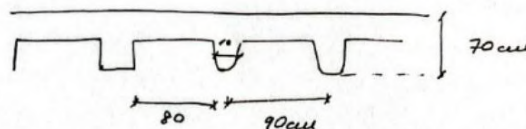
El forjado situado sobre la planta de sótano se ha resuelto mediante un **forjado bidireccional aligerado con casetones recuperables**.

Para el predimensionado se utiliza la relación entre la luz y el canto, utilizando el coeficiente para obtener un canto aproximado, en este caso de **70cm**.

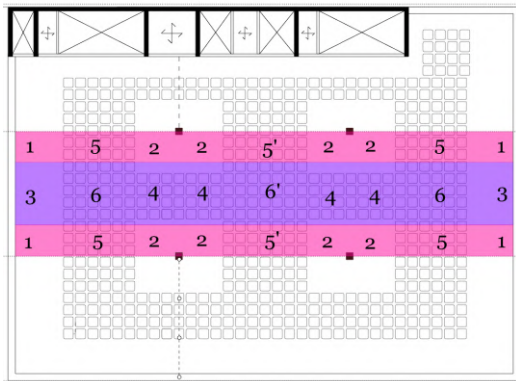
FORJADO BIDIRECCIONAL con CASETONES

CANTO $d (\text{cm}) \geq \frac{L_{\text{MAYOR}} (\text{cm})}{\pi} = \frac{1200}{\pi} = 70 \text{ cm}$

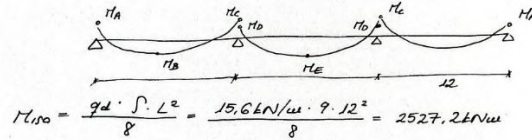
lora plana apoyada en pilares



Para facilitar la comprensión de los cálculos, se ha dividido la planta en tramos: las bandas de soportes, dibujadas de rosa, y la banda central, dibujada de morado.



ARMADO



$$M_A = 0,3 \cdot M_{1,10}$$

$$M_B = 0,63 \cdot M_{1,10}$$

$$M_C = 0,75 \cdot M_{1,10}$$

$$M_D = 0,65 \cdot M_{1,10}$$

$$M_E = 0,35 \cdot M_{1,10}$$

Pórtico Longitudinal

	Miso = $(q_d \cdot S \cdot L_2) / 8$	q_d	S= ancho tributario	L	M
Ma	2.527,20	15,60	9,00	12,00	758,16
Mb	2.527,20	15,60	9,00	12,00	1.592,14
Mc	2.527,20	15,60	9,00	12,00	1.895,40
Md	2.527,20	15,60	9,00	12,00	1.642,68
Me	2.527,20	15,60	9,00	12,00	884,52

Antes de proceder con el cálculo de las armaduras, determinamos el valor de la armadura mínima que requiere el forjado, en función de si se trata de la zona maciza alrededor del soporte o de los nervios entre los casetones. Si en los próximos cálculos el resultado obtenido es inferior al armado mínimo, habrá que colocar el mínimo.

Armadura mínima	C	b	h	As		
1, 2 Zona maciza	1,7	100	70	11,9	3,78981	3Ø20
3, 4, 5, 6 Nervios	3	80	70	16,8	5,35032	6Ø20

Calculamos la superficie de armadura requerida en todos los tramos, teniendo en cuenta los anchos tributarios de las bandas y usando el momento correspondiente por su posición en los pórticos.

PORTICO LONGITUDINAL		S	h	fyd	As	A min <		
Armadura Superior	1	9	0,6	17	23,60	✓	7,51	9Ø20
	2	9	0,6	17	44,24	✓	14,09	17Ø20
	3	9	0,6	17	4,72		1,50	3Ø20
	4	9	0,6	17	14,75	✓	4,70	6Ø20
Armadura Inferior	5	9	0,6	17	26,02	✓	8,29	10Ø20
	6	9	0,6	17	17,34		5,52	7Ø20
Armadura Inferior	5'	9	0,6	17	14,45		4,60	6Ø20
	6'	9	0,6	17	9,64		3,07	6Ø20

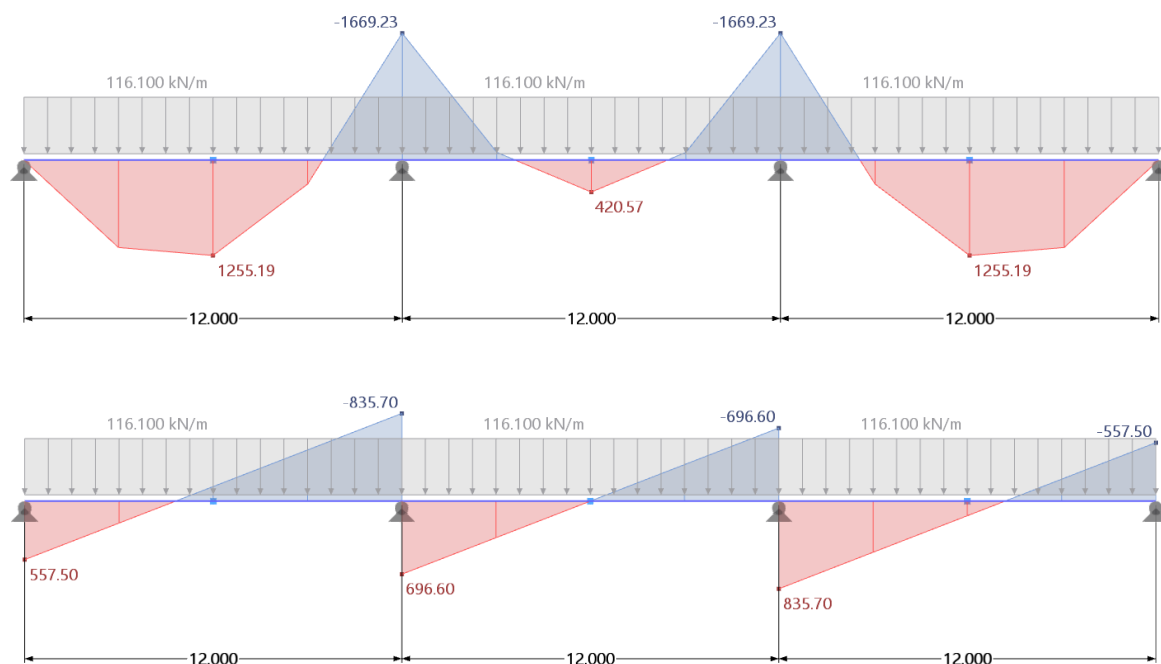
4.2. Estructura horizontal: vigas

Para el dimensionado de las vigas, se ha seleccionado el pórtico B al encontrarse en la situación más desfavorable, por ser el que más ancho tributario tiene. Se ha realizado un **cálculo elástico** considerando el comportamiento de la estructura como una viga continua.

En este caso, la **viga continua principal** es de 3 vanos de 12m y un ancho tributario de 9m. Se considera una sobrecarga de 4kN/m² y una carga permanente de 5kN/m², lo cual implica una carga lineal de 116,1kN/m.

Se determina el **momento flector máximo** mediante unos cálculos a mano y se comprueban estos datos con el diagrama de esfuerzos internos obtenido del programa RFEM. Los datos son correctos, aunque hay pequeñas diferencias, así que elegimos trabajar con los resultados obtenidos en el cálculo manual.

Pórtico B	Vano 1	Vano 2	Vano 3	
L	12	12	12	m
M	$qL^2/11,6$	$qL^2/16$	$qL^2/11,6$	
	1441,24	1044,90	1441,24	kNm
W	M_{100}/f	M/f	M/f	
	4367,40	3166,36	4367,40	cm ³
	W			
HEB500	4815,35	cm ³		

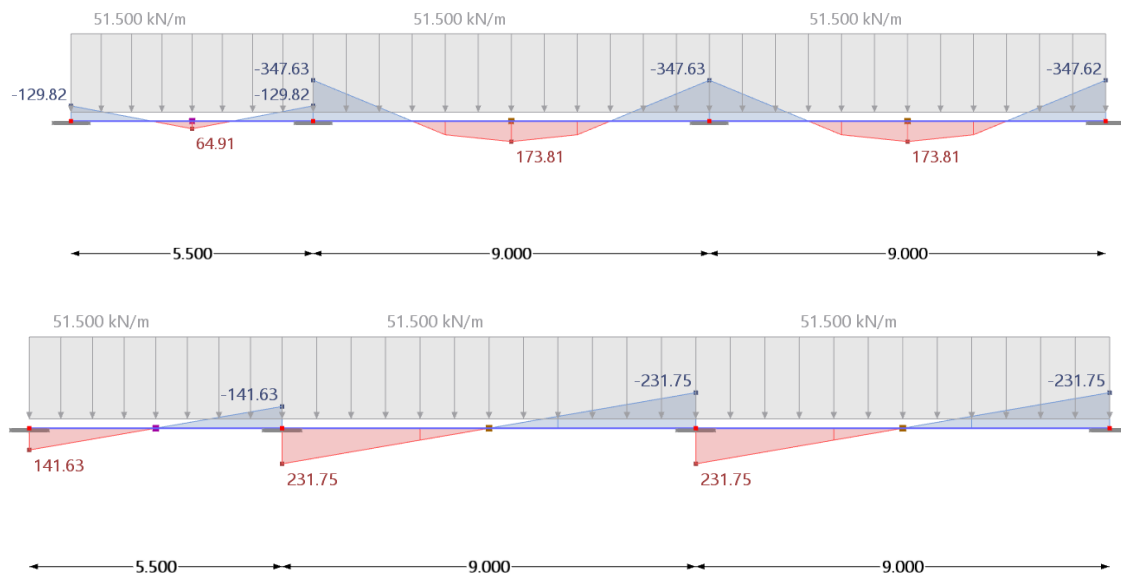


Una vez obtenido el momento máximo negativo, se calcula W, el **módulo resistente plástico**, necesario para garantizar que soporta esfuerzos a flexión. Con este dato se selecciona el un perfil que tenga el módulo resistente igual o superior: una viga **HEB500**.

En el caso de las viguetas, escogemos el pórtico 2 para calcular. Este también tiene 3 vanos, el primero de 5,5m y los otros dos de 9m; y un ancho tributario de 4 metros.

Consideramos los mismos valores en las cargas, por lo que las viguetas soportan una carga de 51,5kN/m.

Pórtico 2	Vano 1	Vano 2	Vano 3	
L	5,5	9	9	m
M	$qL^2/12$	$qL^2/12$	$qL^2/12$	
	130,08	348,30	348,30	kNm
W	M100/f	M/f	M/f	
	394,17	1055,45	1055,45	cm ³
	W			
IPE400	1307,55	cm ³		



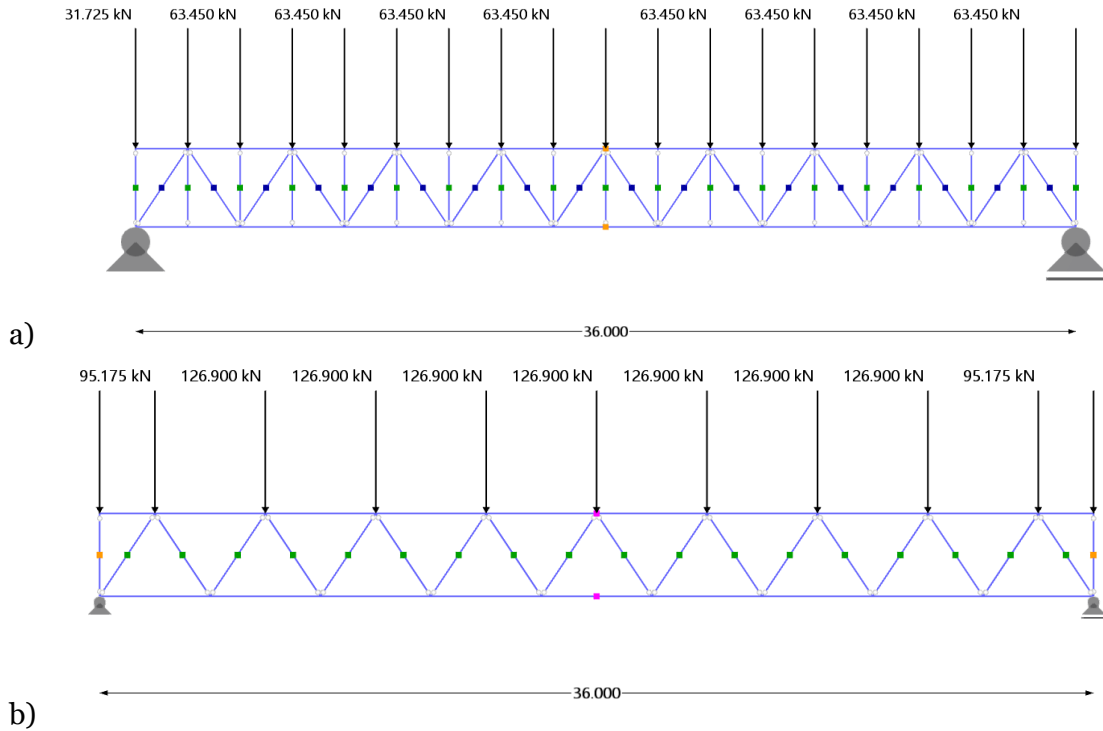
Los cálculos dan que necesito una viga IPE400 para cubrir la demanda. Sin embargo, se ha tomado la decisión de utilizar **vigas mixtas**, por lo que las vigas secundarias y el forjado de chapa colaborante trabajan de forma colaborativa, permitiendo así reducir el canto de las vigas sin comprometer su comportamiento. Se adopta por lo tanto el perfil **IPE360**, una decisión guiada por criterios proyectuales, ya que tanto las vigas como el forjado (14cm) quedan embebidos dentro del alma de la viga principal HEB500.

4.3. Estructura vertical: Cercha

Para el predimensionado dimensionar la cercha tipo Warren que cubre la cubierta se utiliza el software de cálculo estructural RFEM para obtener los esfuerzos internos y desplazamientos verticales y más tarde se verifican manualmente estos datos.

Al ser la cubierta, se consideran las cargas de su propio peso y del cerramiento de vidrio que se coloca sobre la subestructura de la cercha. Como cargas variables se toma la sobrecarga de uso de una cubierta no accesible y el peso de la nieve. Una vez sumados estos datos y multiplicados por sus respectivos coeficientes, pasamos la carga distribuida a cargas puntuales que se colocan sobre los nudos.

Se han analizado paralelamente dos modelos estructurales diferentes: un modelo con diagonales y montantes (a) y un modelo formado solo por diagonales (b). Tras comparar los resultados, se ve que el comportamiento estructural es prácticamente el mismo en ambos, con variaciones mínimas tanto en los axiles como en la flecha, por lo que se decide utilizar la configuración de **cercha tipo Warren sin montantes**.



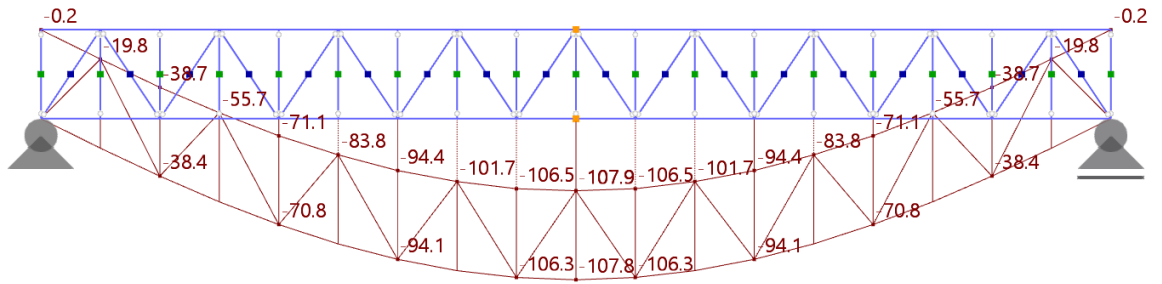
Se hace un primer tanteo de las dimensiones de los elementos estructurales: se colocan perfiles IPE200 en cordones superior e inferior e IPE120 en montantes y diagonales, pero los datos obtenidos no cumplen, en especial la flecha.

Después de modificar los perfiles un par de veces, se obtienen resultados favorables con perfiles **IPE400** en ambos cordones e **IPE200** en montantes y diagonales de la cercha.

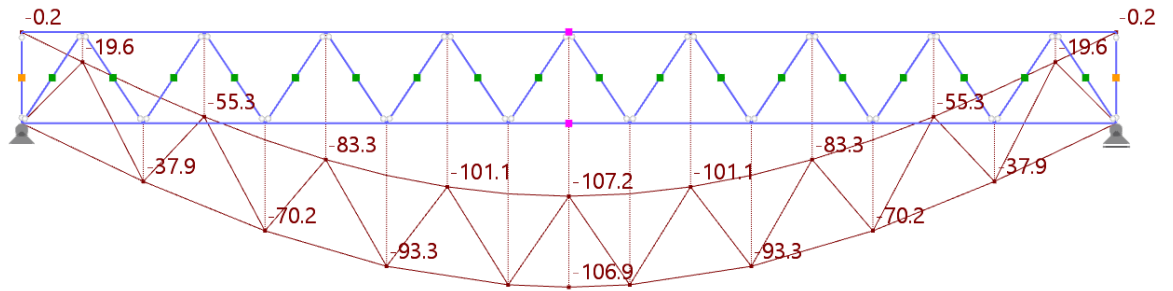
En el programa se comprueban las deformaciones verticales que sufre la estructura. La flecha máxima permitida en este caso es $L/300$, lo que resulta en:

$$\Delta = 36/300 = 0,12\text{m} = 120\text{mm}$$

La flecha máxima del modelo b) es de **106,9mm**, por lo que cumple con los requisitos establecidos.



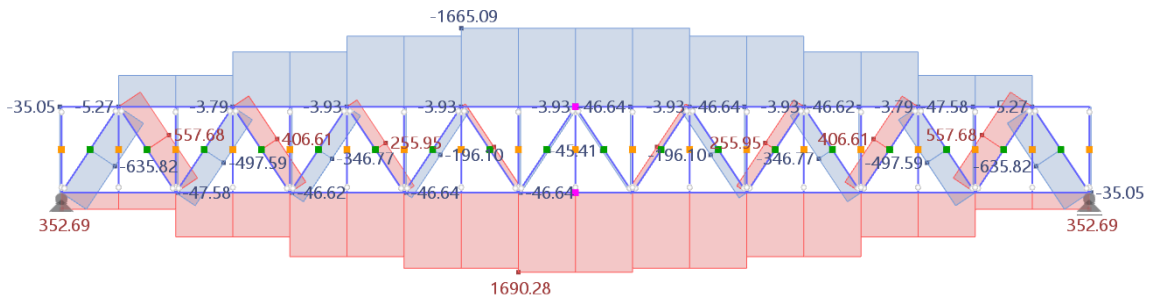
a)



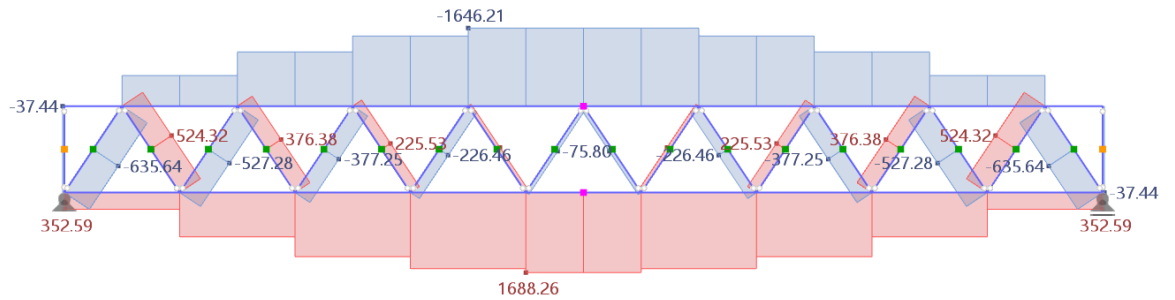
b)

Se han obtenido los **esfuerzos axiales** (kN) en cada barra. De cada tipo de barra se toman los datos más desfavorables para hacer las comprobaciones:

Tipo	Funcionamiento	Axil (kN)
Cordón superior	Compresión	-1646,21
Cordón inferior	Tracción	1688,26
Diagonal	Compresión	-635,64
Diagonal	Tracción	524,32



a)



b)

En el caso de los elementos sometidos principalmente a tracción, se ha verificado que la sección seleccionada cumple con la **tensión resistente** del acero. *CTE-A 6.2.3*

Cordón inferior		
Axil (Tracción)	1688,26	kN
$N_t, R_d \leq N_{pl,Rd} = A * f_{yd}$		
$A \leq N_{pl,Rd} / f_{yd}$	64,46	cm ²
IPE 400	84,5	cm ²

Diagonal		
Axil (Tracción)	524,32	kN
$N_t, R_d \leq N_{pl,Rd} = A * f_{yd}$		
$A \leq N_{pl,Rd} / f_{yd}$	20,02	cm ²
IPE 200	33,4	cm ²

Para los elementos sometidos a compresión, se ha realizado un análisis con las curvas de pandeo del acero. Se obtiene la **esbeltez mecánica** λ de cada barra a través de la longitud de pandeo y el radio de giro y con ella se determina el **coeficiente de reducción** χ . Con estos datos puede comprobarse que la tensión de la pieza **NO** es mayor que la tensión máxima del material, por lo que las secciones seleccionadas **cumplen**. *CTE-A 6.3.1.2*

Cordón superior			
Axil (Compresión)	1668,57	kN	
	A (cm ²)	Lp(cm)	i _y (mm)
IPE400	84,5	400	16,6
$\lambda = L_p / i_y * 1 / \lambda_1$	χ	$w = 1 / \chi$	$\sigma = N / S * w \leq f_{yd}$
0,28	0,92	1,09	21,46 < 26,19

Diagonal			
Axil (Compresión)	635,64	kN	
	A (cm ²)	Lp(cm)	i _y (mm)
IPE200	33,4	320	9,11
$\lambda = L_p / i_y * 1 / \lambda_1$	χ	$w = 1 / \chi$	$\sigma = N / S * w \leq f_{yd}$
0,41	0,95	1,05	20,03 < 26,19

4.4. Estructura vertical: Soportes

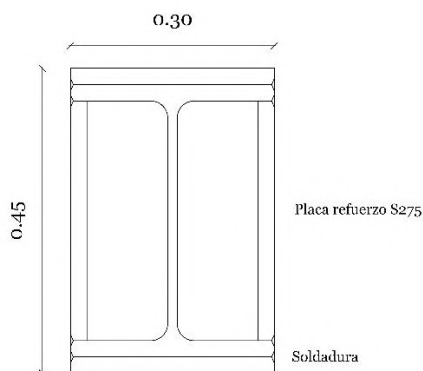
Para el predimensionado de los pilares se ha realizado una estimación de la sección necesaria a partir de los esfuerzos axiales.

PILAR C7		PERMANENTES (G)					VARIABLES (Q)						0,8
Planta	Área tributaria	Peso propio	Tabiques	Total s.m.	Mayorada Gd	Sobrecarga	Nieve	Total s.m.	Mayorada Qd	TOTAL s.m.	TOTAL	Reducción de carg	
-1	106		0	0	0	2		212	318	212	318,00		
PB	54	3,12	1	222,48	300,348	5		270	405	492,48	705,35	729	
1	54	3,12	1	222,48	300,348	4		216	324	438,48	624,35	583,2	
2	0	3,12	1	0	0			0	0	0	0,00	0	
3	54	3,12	1	222,48	300,348	4		216	324	438,48	624,35	583,2	
4	106	3,12	1	436,72	589,572	4		424	636	860,72	1225,57	1144,8	
5	29	3,12	1	119,48	161,298	4		116	174	235,48	335,30	313,2	
6	29	3,12	1	119,48	161,298	3		87	130,5	206,48	291,80	234,9	
7	106	3,12	1	436,72	589,572	3		318	477	754,72	1066,57	858,6	
8	106	3,12	1	436,72	589,572	3		318	477	754,72	1066,57	858,6	
9	29	3,12	1	119,48	161,298	3		87	130,5	206,48	291,80	234,9	
10	54	3,12	1	222,48	300,348	3		162	243	384,48	543,35	437,4	
11	54	3,12	1	222,48	300,348	3		162	243	384,48	543,35	437,4	
12	54	3,12	1	222,48	300,348	3		162	243	384,48	543,35	437,4	
13	106	3,12	1	436,72	589,572	3		318	477	754,72	1066,57	858,6	
14	54	3,12	1	222,48	300,348	3		162	243	384,48	543,35	437,4	
15	54	3,12	1	222,48	300,348	3		162	243	384,48	543,35	437,4	
16	54	3,12	1	222,48	300,348	4		216	324	438,48	624,35	583,2	
17	29	3,12	1	119,48	161,298	4		116	174	235,48	335,30	313,2	
Cubierta	106	1,5		159	214,65	0,4	0,6	106	159	265	373,65	286,2	
										8216,12	11666,26	9768,6	

f6'		PERMANENTES (G)					VARIABLES (Q)						0,8
Planta	Área tributaria	Peso propio	Tabiques	Fachada	Total s.m.	Mayorada Gd	Sobrecarga	Nieve	Total s.m.	Mayorada Qd	TOTAL s.m.	TOTAL	Reduccion carga
PB	59	3,12	1	1,5	243,08	328,158	5		295	442,5	538,08	770,658	
1	59	3,12	1	1,5	243,08	328,158	5		295	442,5	538,08	770,658	616,5264
2	59	3,12	1	1,5	243,08	328,158	3		177	265,5	420,08	593,658	474,9264
3	59	3,12	1	1,5	243,08	328,158	3		177	265,5	420,08	593,658	474,9264
4	59	3,12	1	1,5	243,08	328,158	3		177	265,5	420,08	593,658	474,9264
Cubierta	59	1,5	1		147,5	199,125	1	0,6	94,4	141,6	241,9	340,725	272,58
										1823,1	4401,4	2313,8856	

Se han analizado **tres** pilares representativos: el pilar **C7 en planta baja y planta 15**, para reflejar la variación de cargas con la altura del edificio, y el pilar **F6**, situado en una zona posterior del edificio, separado por la junta de dilatación y que soporta solo 4 plantas. A partir de las áreas obtenidas en el predimensionado, se han seleccionado los perfiles del catálogo. En el caso del pilar C7, el área necesaria es considerablemente grande, por lo que se opta por un perfil HEB400 reforzado con chapas laterales para aumentar su capacidad portante e inercia.

PILAR							
Pilar	Situación	N	α	Lp	A (S275)	A (S355)	Perfil
C7	Planta Baja	9768,6	40	3,8	394,10	310,50	HEB400 reforzado
	Planta 15	2789	40	3,8	138,37	109,02	HEB300
f6'	Planta Baja	2313	40	3,8	120,06	94,60	HEB300



HEB400 Reforzado

Para realizar la comprobación de que los soportes predimensionados cumplen a **pandeo**, hay que determinar la inercia de la sección compuesta a partir del perfil original y las placas añadidas. La inercia total se ha obtenido aplicando el teorema de Steiner, considerando la inercia propia del perfil normalizado y las de las chapas.

EJE Y

$$2. \text{ Placas} \rightarrow \text{Eje } y \rightarrow A = 9600 \text{ mm}^2$$

$$\text{Eje } x \rightarrow b = 348 \text{ mm} \quad A = 8352 \text{ mm}^2$$

$$t = 24 \text{ mm}$$

$$d = 212 \text{ mm}$$

$$I_x = \frac{bt^3}{12} = \frac{348 \cdot 24^3}{12} = 400896 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \frac{24 \cdot 400^2}{12} = 128000000 \text{ mm}^4$$

$A \cdot d^2$ - Steiner

$$I_x = 400896 + 8352 \cdot 212^2 = 375462048 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 128000000 \text{ mm}^4$$

$$I = I_{HEB} + 2 \cdot I_{PL,y} + 2 \cdot I_{PL,x}$$

$$= 576800000 + 2 \cdot 128000000 + 2 \cdot 400896$$

$$I_y = 1584346368 \text{ mm}^4 = 158434,6 \text{ cm}^4$$

$$A_{\text{total}} = 55684 \text{ mm}^2 = 556,84 \text{ cm}^2$$

EJE X

$$I_x = \frac{24 \cdot 348^3}{12} = 84509184 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \frac{400 \cdot 24^2}{12} = 460800 \text{ mm}^4$$

$$I_x = 84509184 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 460800 + 9600 \cdot 162^2 = 252403200 \text{ mm}^4$$

$$I = 10820 + 2 \cdot 84509184 + 2 \cdot 252403200$$

$$I_x = 6738355,88 \text{ cm}^4$$

Una vez calculada la inercia de la sección reforzada respecto a ambos ejes, el fuerte y el débil, se ha empleado este valor en la **comprobación de pandeo de los pilares**, siguiendo los criterios establecidos en el CTE DB-SE-A.

PANDEO (Comprobación) Pilar Interior

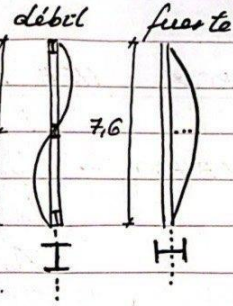
$$\boxed{\text{EJE DÉBIL}} \quad i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{158434}{556,84}} \Big/ \frac{I_x}{556,84}$$

$$i = 16,87 \text{ cm} / 110 \text{ cm}$$

$$\frac{L_p}{i} = \frac{3,80}{110} = 3,45$$

$$\omega = 1 + \left(\frac{L_p}{93,3 \cdot i}\right)^{2,2} = 1 + \left(\frac{3,80}{93,3 \cdot 110}\right)^{2,2} = 1,0$$

$$\sigma = \frac{N}{S} \omega = \frac{9400}{556,84} \cdot 1,0 = 17,58 \leq 26 \quad \boxed{\text{OK}}$$



$$\boxed{\text{EJE FUERTE}} \quad i = 16,87 \text{ cm} \quad L_p = 7,6 \text{ m}$$

$$\frac{L_p}{i} = \frac{7,60}{16,87} = 45,05$$

$$\omega = 1 + \left(\frac{7,60}{93,3 \cdot 16,87}\right)^3 = 1,11$$

$$\sigma = \frac{9400}{556,84} \cdot 1,11 = 18,73 \leq 26 \quad \boxed{\text{OK}}$$

4.5. Cimentación

En la primera fase de trabajo se planteó la posibilidad de ejecutar una **cimentación profunda** mediante pilotes, ya que no se sabía con seguridad a que profundidad se encontraba el firme y a las elevadas cargas transmitidas por los pilares.

Se calcularon de la siguiente manera: Para cada pilar, se ha dispuesto un grupo de 4 pilotes, los cuales se han presupuesto de 65cm de diámetro. Estos están unidos por un encepado, del cual se han calculado las dimensiones:

DIMENSIONADO ENCEPADO DE PILOTES

Pilotes: Diámetro: 0,65m

n° pilotes: 4

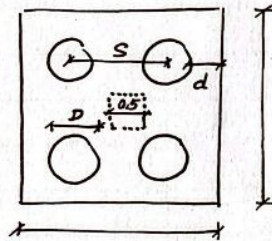
Carga axial máxima: 8216kN

Axil sobre el pilote: $P = \frac{N_k}{4} = 2054kN$

Separación entre pilotes:

$$S \geq 3 \cdot D = 3 \cdot 0,65 = 1,95m$$

Encepado



Dimensione encepado:

$$\rightarrow S + 2 \cdot \frac{D}{2} + 2 \cdot d$$

$$1,95 + 2 \cdot 0,325 + 2 \cdot 0,5 = 3,6m$$

Canto

$$\rightarrow h \geq \text{MAX} \left(D ; \frac{V}{2} ; 40cm \right)$$

$$\downarrow$$

$$60cm$$

$$\downarrow$$

$$V = 1,95 - 0,5 = 1,45$$

$$h \rightarrow 1m$$

TOPE ESTRUCTURAL

$$Q_{\text{TOPE}} = \sigma \cdot A \geq N_k$$

$$\downarrow \quad \swarrow$$

$$\text{Tensión del} \quad \frac{\pi \cdot D^2}{4} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{pilote} = 0,3 \cdot f_{ck}$$

$$= (0,3 \cdot 25000) \cdot \frac{\pi \cdot (0,65)^2}{4}$$

$$= 2488,73 \geq 2054kN \quad \boxed{\text{OK}}$$

Sin embargo, tras analizar los informes geotécnicos de la zona se determina que el firme se encuentra a una profundidad aproximada de 5 metros y se considera más adecuado utilizar una **cimentación superficial**, que es técnica y económicamente más viable.

La zona del edificio que dispone de sótano se resuelve mediante **zapatas aisladas de hormigón armado**, porque que a esa cota ya se ha alcanzado el terreno firme. En la parte posterior del edificio, donde no existe sótano y el terreno se sitúa a una cota superior, ha sido necesario recurrir a **pozos de cimentación**, de modo que la base de apoyo alcance el estrato resistente a 5 metros de profundidad.

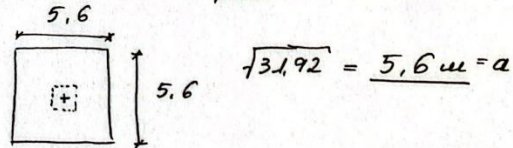
A mano se calcula las dimensiones de las zapatas y el armado que tiene que llevar, así como las dimensiones de los pozos de cimentación.

$$f_c = 1,2$$

$$f_y = 31$$

$$q_{adm} = 250 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Área zapata} \rightarrow A (\text{m}^2) = \frac{N_k}{q_{adm}} = \frac{7980 \text{ kN}}{250 \text{ kN/m}^2} = 31,92 \text{ m}^2$$



$$\text{Canto} \rightarrow h = (a - l_{pilar})/4 = (5,6 - 0,9)/4 = 1,175 \text{ m}$$

$$M_d (\text{m.kD/m}) = 1,5 \cdot q_{adm} \cdot \frac{a^2}{8}$$

$$= 1,5 \cdot 250 \cdot \frac{5,6^2}{8} = 1492,25 \text{ m.kD/m}$$

$$v = \frac{a}{2} - \frac{l_p}{2} = \frac{5,6}{2} - \frac{0,90}{2} = 2,35 \text{ m}$$

Armadura

$$A_s = \frac{M}{0,8 \cdot h \cdot f_y} = \frac{1492,25}{0,8 \cdot 1,175 \cdot 31} = 51,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A = \frac{51,2}{2,01} = 25,4 \rightarrow 26 \text{ } \phi 16$$

$$\frac{51,2}{3,14} = 16,3 \rightarrow \boxed{17 \text{ } \phi 20}$$

recubrimiento lateral

$$\text{Separación} \rightarrow s (\text{m}) = \frac{b - 2 \cdot r_s}{n - 1} = \frac{5,6 - 2 \cdot 0,7}{26 - 1} = 0,168 \text{ m} < 0,3 \text{ m}$$

↑
mínimo

$$s (\text{m}) = \frac{5,6 - 2 \cdot 0,7}{17 - 1} = 0,2625 < 0,3 \text{ m} \checkmark$$

¿Necesito patilla? \rightarrow si $2 \cdot l_{bl} > v$ ↖ longitud de anclaje

$$l_{bl} (\text{mm}) = \text{MAX} \left(m \cdot \phi^2 ; \frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi \right)$$

$$m \cdot \phi^2 = 1,5 \cdot 20^2 = 600 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi = \frac{500}{20} \cdot 20 = 500 \text{ mm}$$

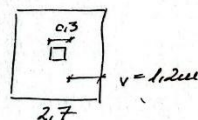
$$2 \cdot l_{bl} > v \rightarrow 2 \cdot 600 \text{ mm} = 1200 \text{ mm} > 235 \text{ mm}$$

\rightarrow NO necesito patilla

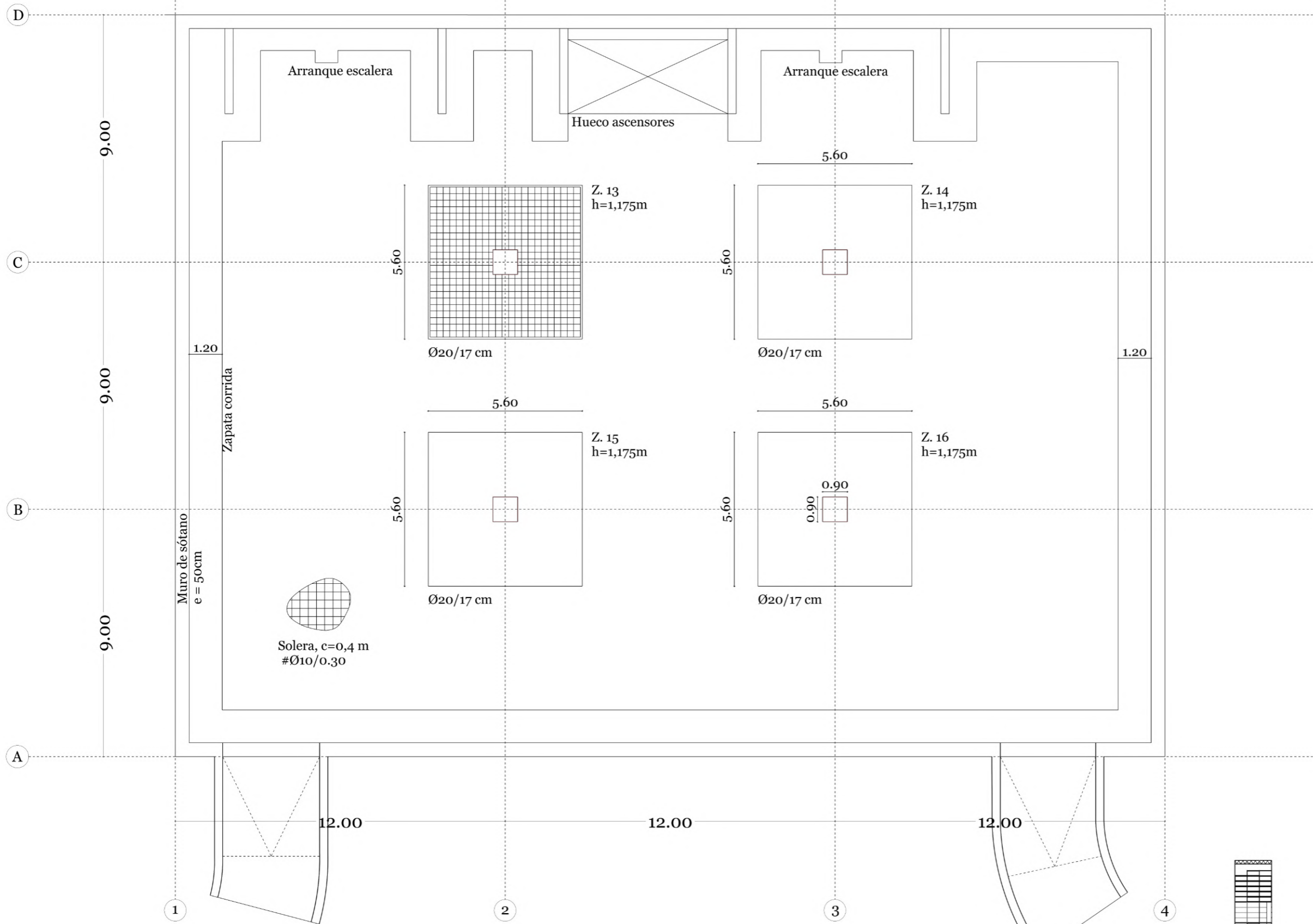
POZOS DE CIMENTACION

$$A = \frac{N_k}{q_{adm}} = \frac{1823 \text{ kN}}{250 \text{ kN/m}^2} = 7,29 \text{ m}^2 \rightarrow a = 2,7 \text{ m}$$

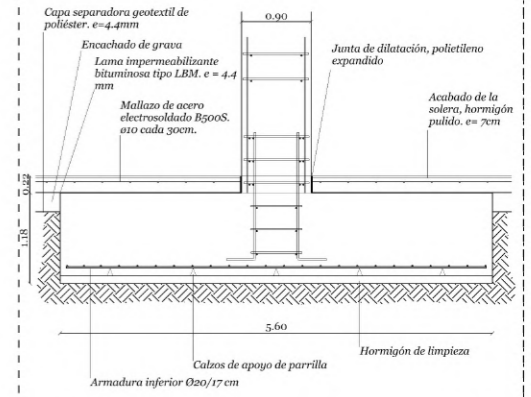
$$h_{base} = (a - l_p)/4 = 0,6 \text{ m}$$



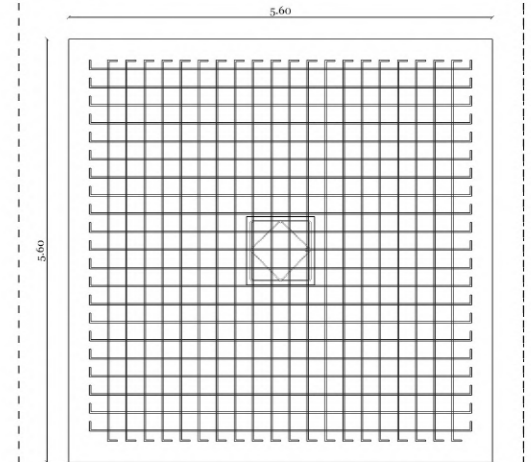
5. ANEJO DE PLANOS



Arranque de pilar de hormigón sobre zapata aislada y solera



Armadura de zapata aislada Ø20/17 cm



Cuadro de características de los materiales

HORMIGÓN	Tipo de elemento			
	Zapatas y muro pantalla	Recubrimiento chapa	Muro Núcleo de comunicaciones	Pozos de cimentación
Denominación	HA-25/F/25/XC2	HA-25/F/25/XC1	HA-25/F/25/XC1	HM-20/F/25/XC2
Límites de asiento	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm
Tipo de árido	Calizo	Calizo	Calizo	Calizo
Control	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
ACERO DE ARMAR				
Denominación	B500 S			
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²			
Control	Por ensayos			

ACERO LAMINADO	Tipo de elemento			
	Soportes	Vigas	Chapa colaborante	Placas de unión
Denominación	B500 S	B500 S	B500 S	B500 S
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos

TALLER DE ESTRUCTURAS

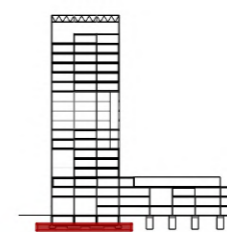
África Lahulla Guerra
Ud. Garrido
Máster Habilitante de Arquitectura _ETSAM

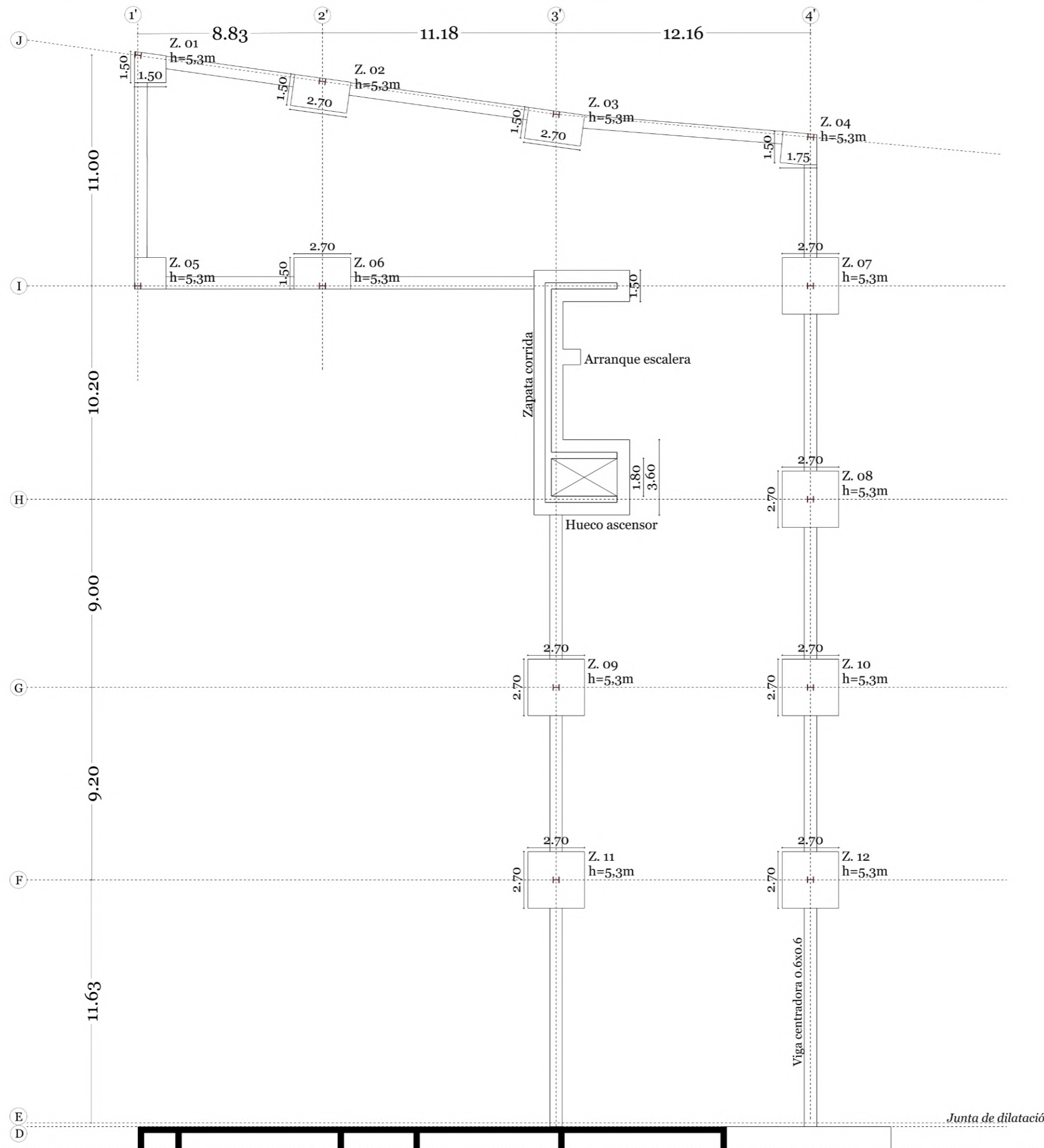
Plano de Cimentación, -3,80m

Escala 1:150

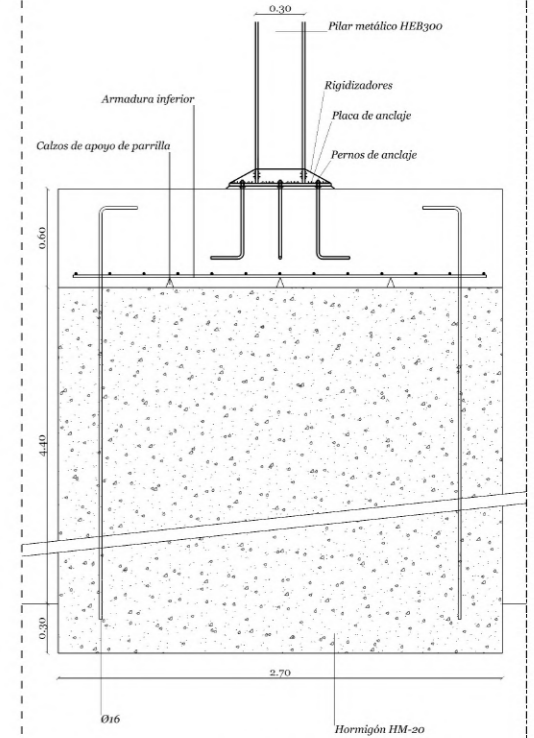


EO1





Arranque de pilar metálico sobre pozo de cimentación



Cuadro de características de los materiales

HORMIGÓN	Tipo de elemento			
	Zapatas y muro pantalla	Recubrimiento chapa	Muro Núcleo de comunicaciones	Pozos de cimentación
Denominación	HA-25/F/25/XC2	HA-25/F/25/XC1	HA-25/F/25/XC1	HM-20/F/25/XC2
Límites de asiento	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm
Tipo de árido	Calizo	Calizo	Calizo	Calizo
Control	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
ACERO DE ARMAR				
Denominación	B500 S			
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²			
Control	Por ensayos			

ACERO LAMINADO	Tipo de elemento			
	Soportes	Vigas	Chapa colaborante	Placas de unión
Denominación	B500 S	B500 S	B500 S	B500 S
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos

TALLER DE ESTRUCTURAS

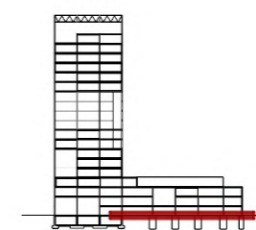
África Lahulla Guerra
Ud. Garrido
Máster Habilitante de Arquitectura ETSAM

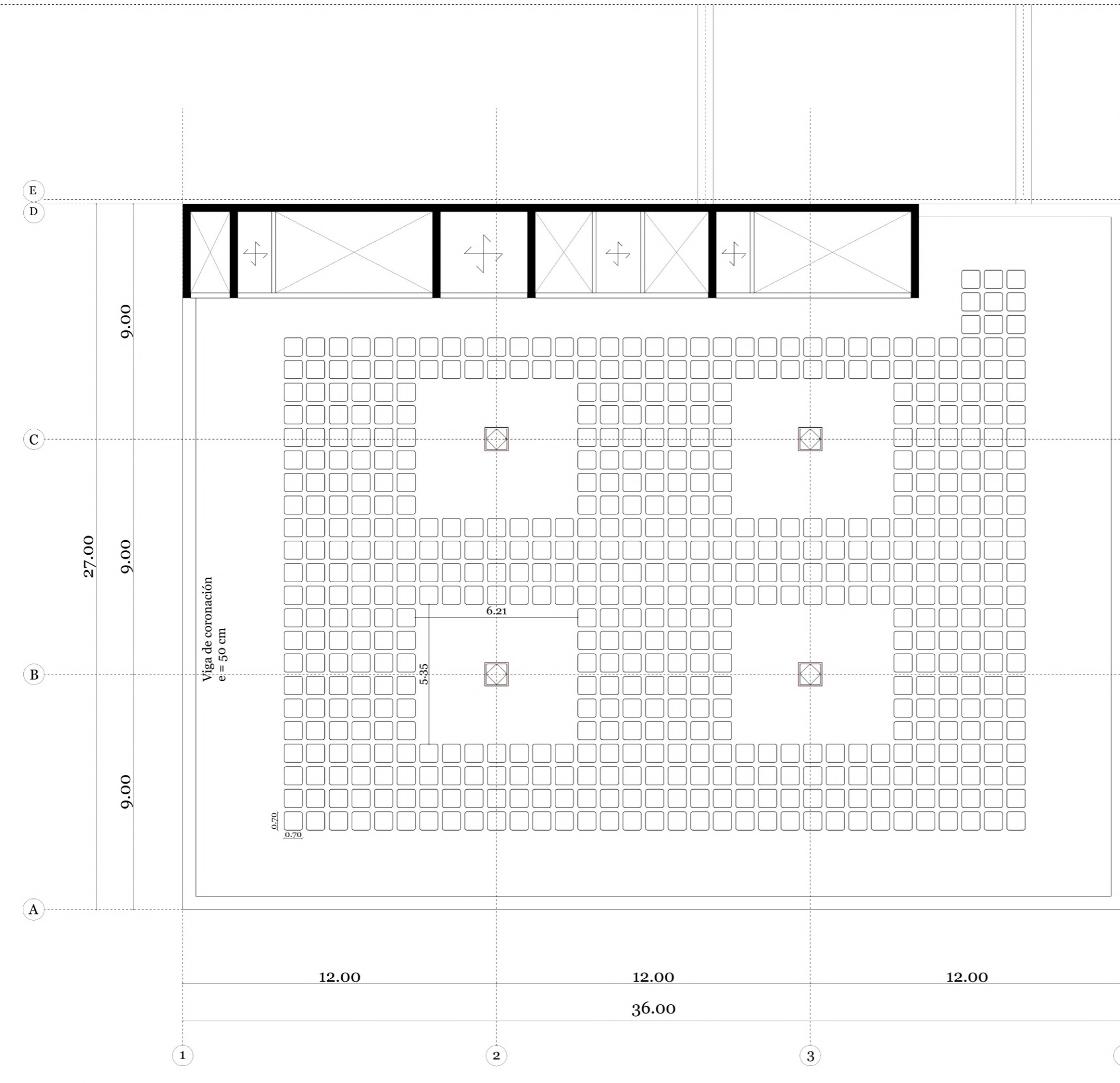
Plano de Cimentación, +0,00m

Escala 1:200

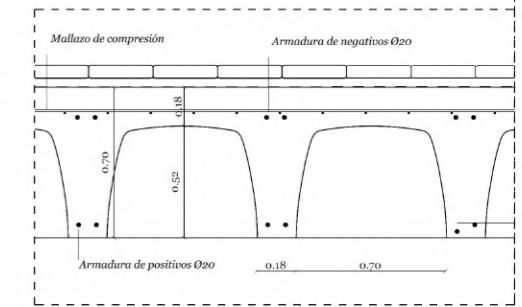


E02



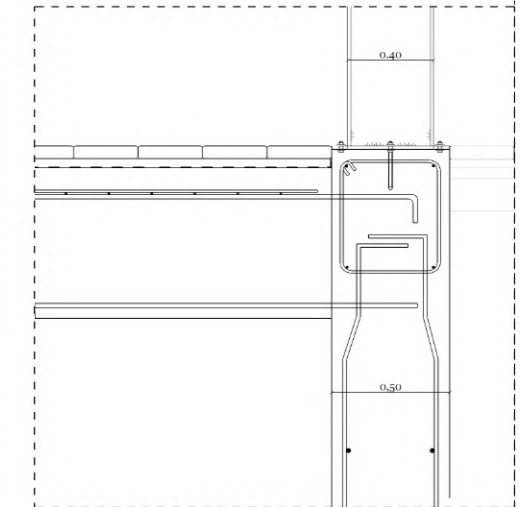


Detalle Forjado aligerado



Junta de dilatación

Arranque de pilar metálico sobre muro de cimentación



Cuadro de características de los materiales

HORMIGÓN	Tipo de elemento			
	Zapatas y muro pantalla	Recubrimiento chapa	Muro Núcleo de comunicaciones	Pozos de cimentación
Denominación	HA-25/F/25/XC2	HA-25/F/25/XC1	HA-25/F/25/XC1	HM-20/F/25/XC2
Límites de asiento	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm
Tipo de árido	Calizo	Calizo	Calizo	Calizo
Control	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
ACERO DE ARMAR				
Denominación	B500 S			
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²			
Control	Por ensayos			

ACERO LAMINADO	Tipo de elemento			
	Soportes	Vigas	Chapa colaborante	Placas de unión
Denominación	B500 S	B500 S	B500 S	B500 S
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos

TALLER DE ESTRUCTURAS

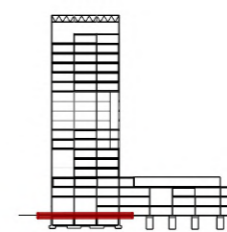
África Lahulla Guerra
Ud. Garrido
Máster Habilitante de Arquitectura ETSAM

Plano Forja. Bidireccional, +0,00m

Escala 1:150

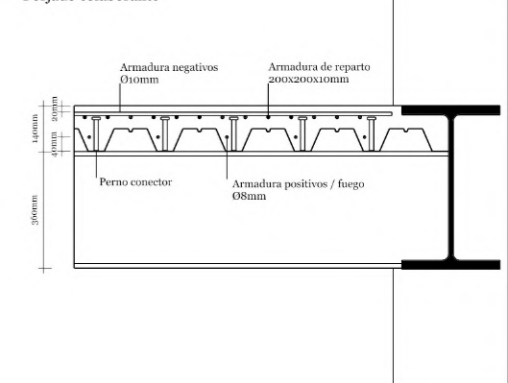


E03





INCO 70.4 Colaborante
Forjado colaborante



Cuadro de pilares

	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11	P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23
Planta Sótano		
Planta Baja		
Planta 1		
Planta 2		
Planta 3		
Planta 4		
Planta 5		
Planta 6		
Planta 7		
Planta 8		
Planta 9		
Planta 10		
Planta 11		
Planta 12		
Planta 13		
Planta 14		
Planta 15		
Planta 16		
Planta 17		

Cuadro de características de los materiales

HORMIGÓN	Tipo de elemento			
	Zapatas y muro pantalla	Recubrimiento chapa	Muro Núcleo de comunicaciones	Pozos de cimentación
Denominación	HA-25/F/25/XC2	HA-25/F/25/XC1	HA-25/F/25/XC1	HM-20/F/25/XC2
Límites de asiento	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm
Tipo de árido	Calizo	Calizo	Calizo	Calizo
Control	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
ACERO DE ARMAR				
Denominación	B500 S			
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²			
Control	Por ensayos			

ACERO LAMINADO	Tipo de elemento			
	Soportes	Vigas	Chapa colaborante	Placas de unión
Denominación	B500 S	B500 S	B500 S	B500 S
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos

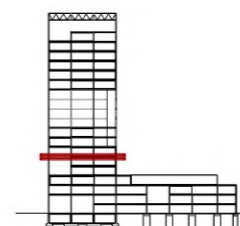
TALLER DE ESTRUCTURAS

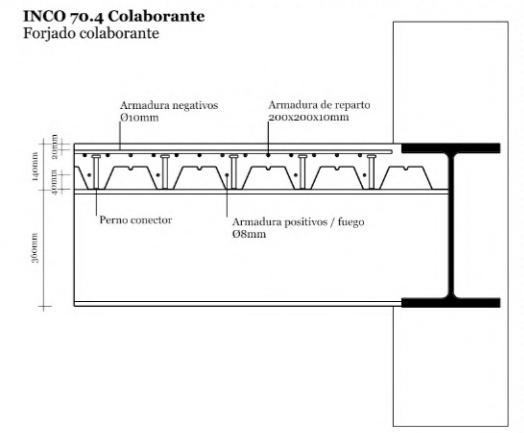
África Lahulla Guerra
Ud. Garrido
Máster Habilitante de Arquitectura_ETSAM

Plano Forjado Tipo, +22,80m

Escala 1:150

EO4





Cuadro de pilares

	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11	P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23
Planta Sótano		
Planta Baja		
Planta 1		
Planta 2		
Planta 3		
Planta 4		
Planta 5		
Planta 6		
Planta 7		
Planta 8		
Planta 9		
Planta 10		
Planta 11		
Planta 12		
Planta 13		
Planta 14		
Planta 15		
Planta 16		
Planta 17		

Cuadro de características de los materiales

HORMIGÓN	Tipo de elemento			
	Zapatas y muro pantalla	Recubrimiento chapa	Muro Núcleo de comunicaciones	Pozos de cimentación
Denominación	HA-25/F/25/XC2	HA-25/F/25/XC1	HA-25/F/25/XC1	HM-20/F/25/XC2
Límites de asiento	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm
Tipo de árido	Calizo	Calizo	Calizo	Calizo
Control	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
ACERO DE ARMAR				
Denominación	B500 S			
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²			
Control	Por ensayos			

ACERO LAMINADO	Tipo de elemento			
	Soportes	Vigas	Chapa colaborante	Placas de unión
Denominación	B500 S	B500 S	B500 S	B500 S
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos

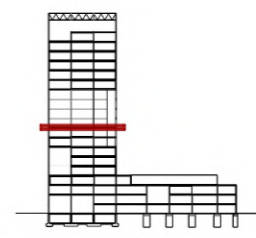
TALLER DE ESTRUCTURAS

África Lahulla Guerra
Ud. Garrido
Máster Habilitante de Arquitectura_ETSAM

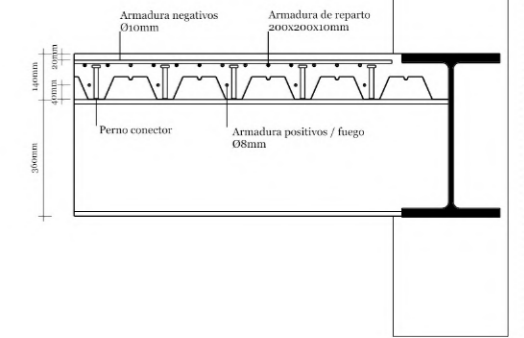
Plano Forjado Tipo, +34,20m

Escala 1:150

E05



INCO 70.4 Colaborante
Forjado colaborante



Cuadro de pilares

	P. P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11	PS, P12, P13, P14	P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23
Planta Sótano			
Planta Baja			
Planta 1			
Planta 2			
Planta 3			
Planta 4			
Planta 5			
Planta 6			
Planta 7			
Planta 8			
Planta 9			
Planta 10			
Planta 11			
Planta 12			
Planta 13			
Planta 14			
Planta 15			
Planta 16			
Planta 17			

Cuadro de características de los materiales

HORMIGÓN	Tipo de elemento			
	Zapatas y muro pantalla	Recubrimiento chapa	Muro Núcleo de comunicaciones	Pozos de cimentación
Denominación	HA-25/F/25/XC2	HA-25/F/25/XC1	HA-25/F/25/XC1	HM-20/F/25/XC2
Límites de asiento	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm
Tipo de árido	Calizo	Calizo	Calizo	Calizo
Control	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
ACERO DE ARMAR				
Denominación	B500 S			
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²			
Control	Por ensayos			

ACERO LAMINADO	Tipo de elemento			
	Soportes	Vigas	Chapa colaborante	Placas de unión
Denominación	B500 S	B500 S	B500 S	B500 S
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos

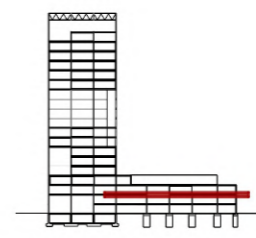
TALLER DE ESTRUCTURAS

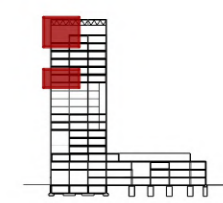
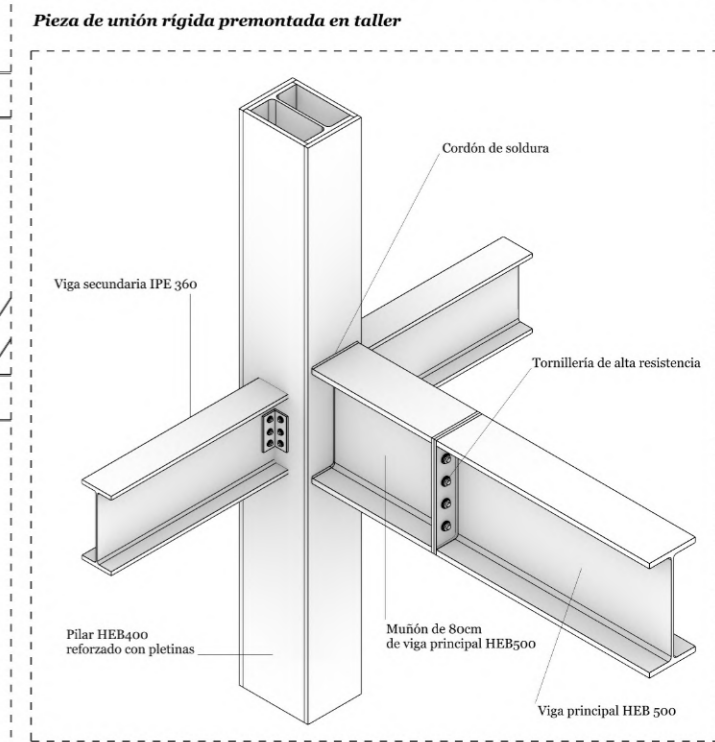
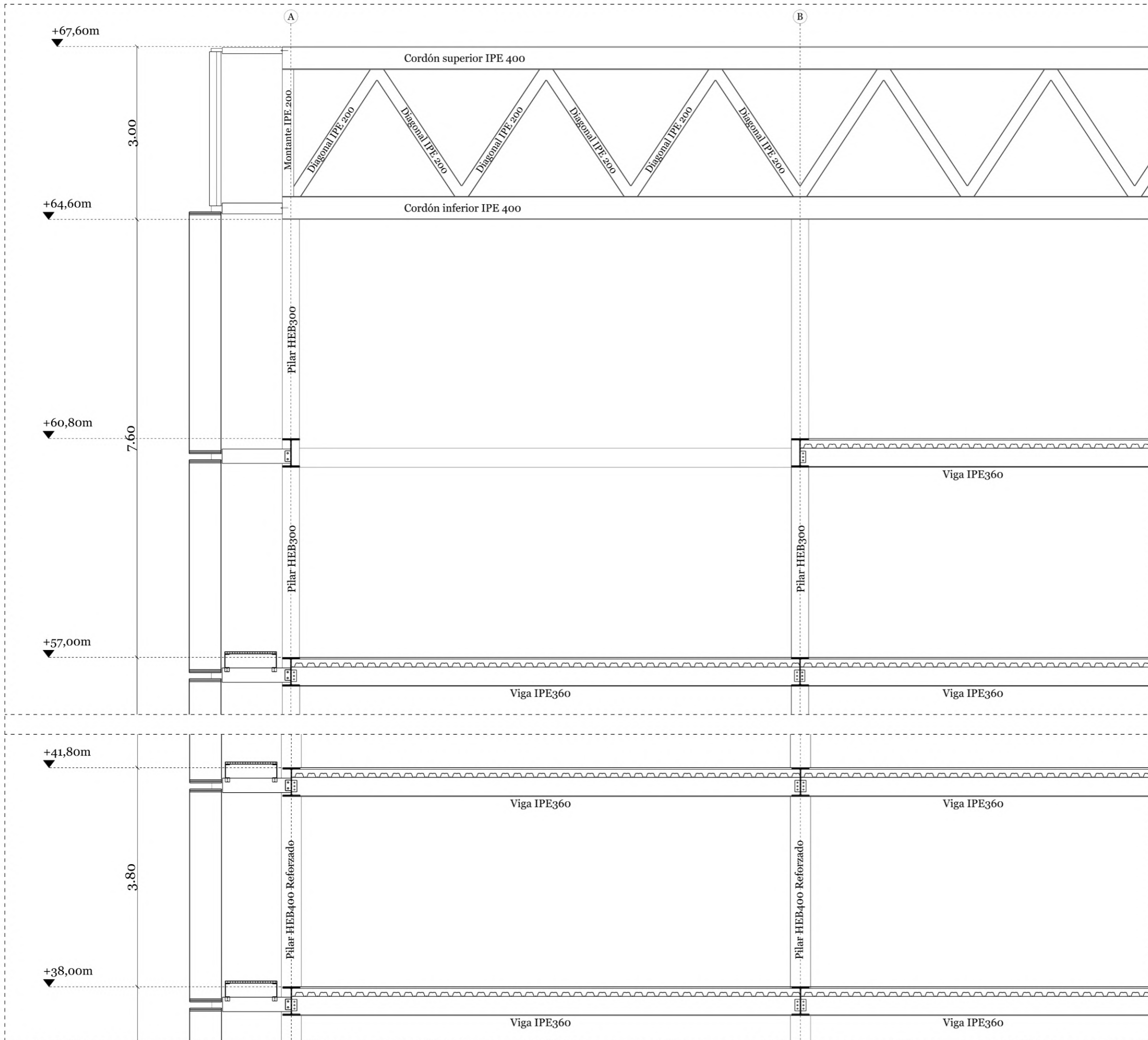
África Lahulla Guerra
Ud. Garrido
Máster Habilitante de Arquitectura _ETSAM

Plano Forjado Tipo, +7,60m

Escala 1:200

E06





Cuadro de características de los materiales

HORMIGÓN	Tipo de elemento			
	Zapatas y muro pantalla	Recubrimiento chapa	Muro Núcleo de comunicaciones	Pozos de cimentación
Denominación	HA-25/F/25/XC2	HA-25/F/25/XC1	HA-25/F/25/XC1	HM-20/F/25/XC2
Límites de asiento	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm
Tipo de árido	Calizo	Calizo	Calizo	Calizo
Control	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
ACERO DE ARMAR				
Denominación	B500 S			
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²			
Control	Por ensayos			

ACERO LAMINADO	Tipo de elemento			
	Soportes	Vigas	Chapa colaborante	Placas de unión
Denominación	B500 S	B500 S	B500 S	B500 S
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos

TALLER DE ESTRUCTURAS

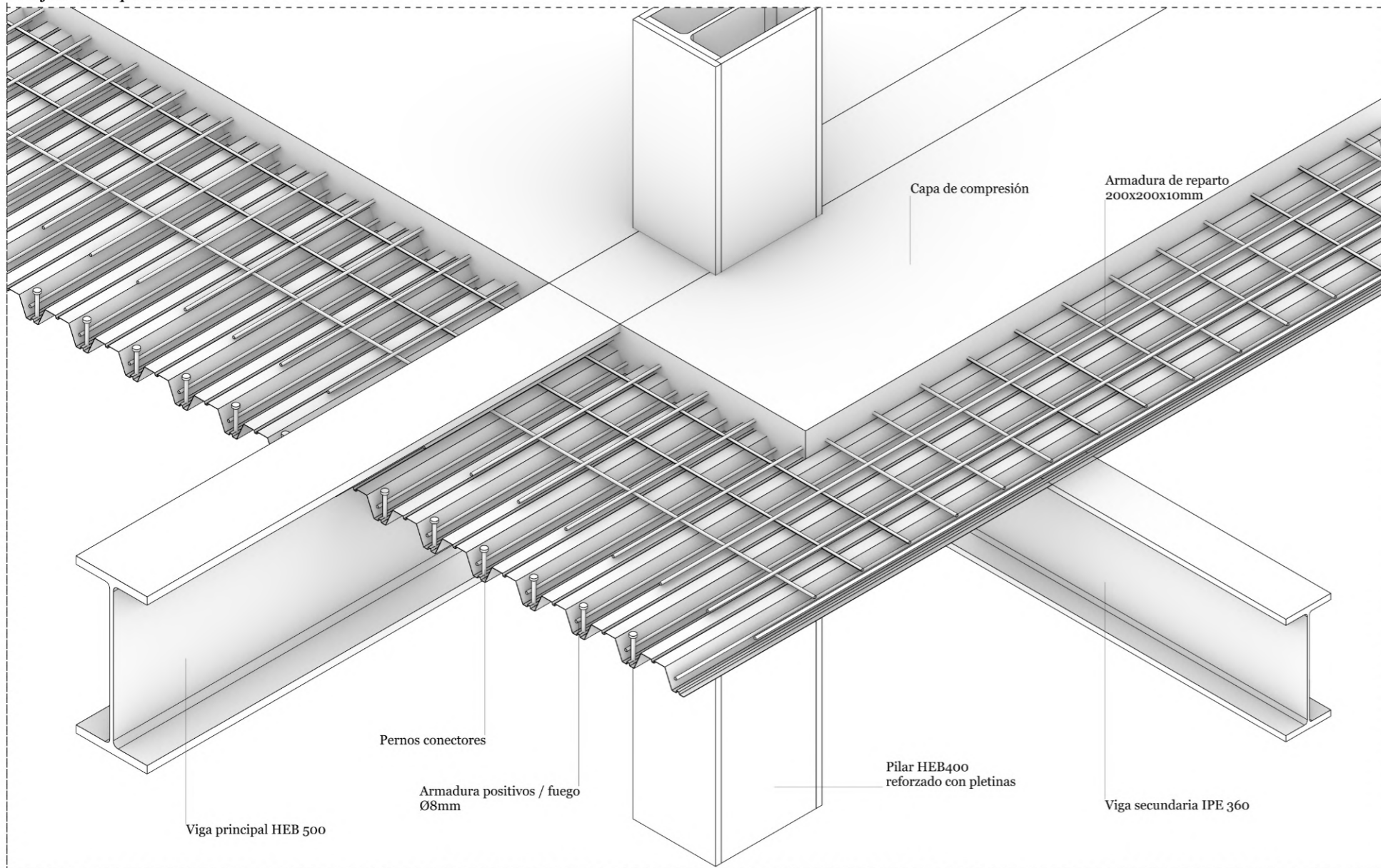
África Lahulla Guerra
 Ud. Garrido
 Máster Habilitante de Arquitectura _ETSAM

Sección

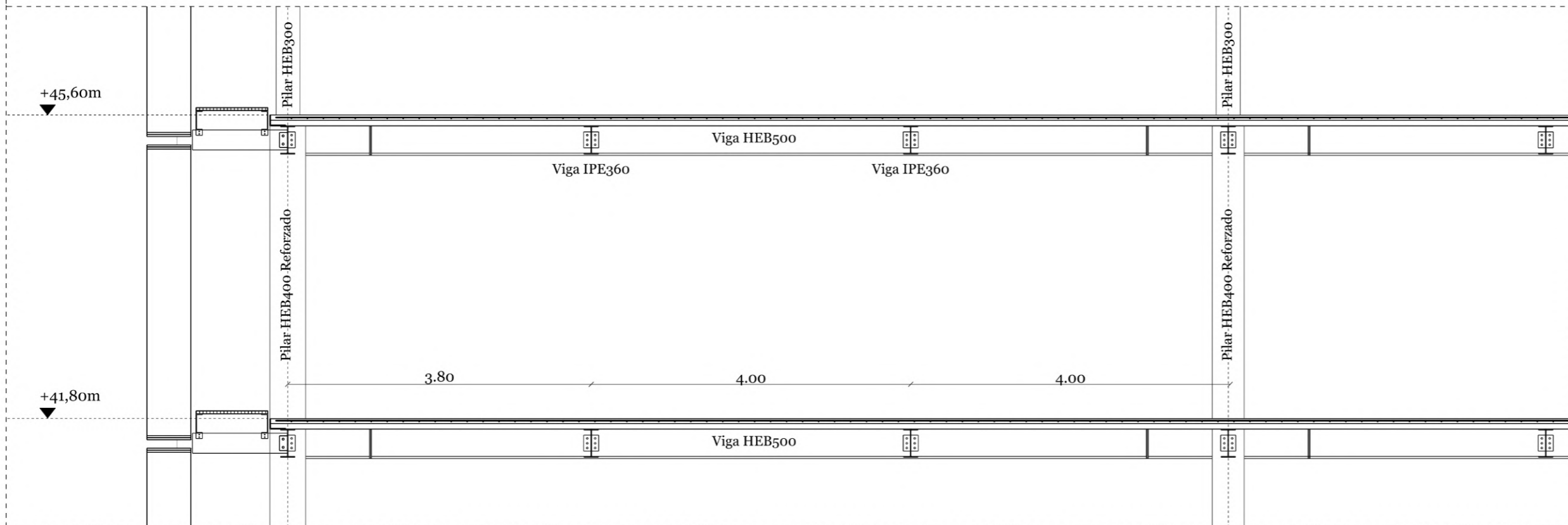
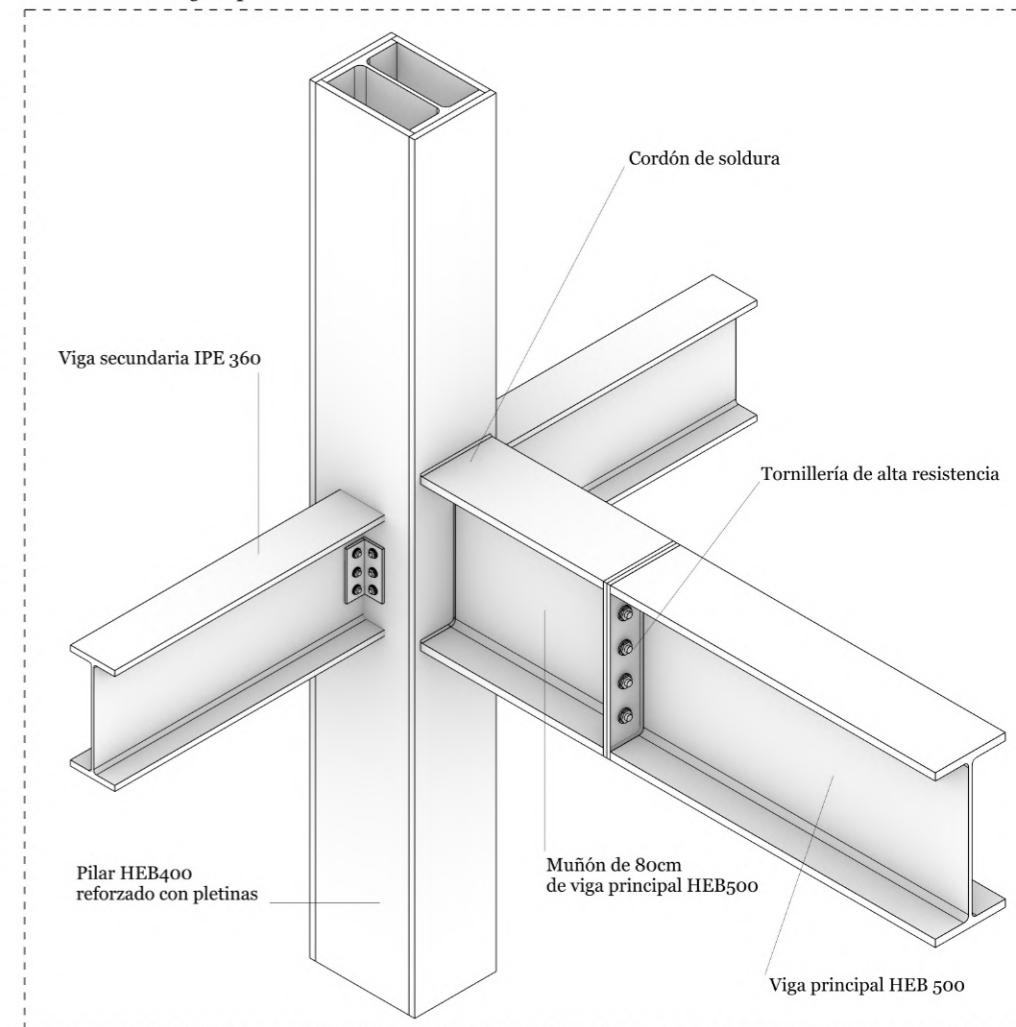
Escala 1:70

E07

Forjado de chapa colaborante



Pieza de unión rígida premontada en taller



Cuadro de características de los materiales

HORMIGÓN	Tipo de elemento			
	Zapatas y muro pantalla	Recubrimiento chapa	Muro Núcleo de comunicaciones	Pozos de cimentación
Denominación	HA-25/F/25/XC2	HA-25/F/25/XC1	HA-25/F/25/XC1	HM-20/F/25/XC2
Límites de asiento	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm	5-9 cm
Tipo de árido	Calizo	Calizo	Calizo	Calizo
Control	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
ACERO DE ARMAR				
Denominación	B500 S			
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²			
Control	Por ensayos			

ACERO LAMINADO	Tipo de elemento			
	Soportes	Vigas	Chapa colaborante	Placas de unión
Denominación	B500 S	B500 S	B500 S	B500 S
Tensión del límite elástico	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos	Por ensayos

TALLER DE ESTRUCTURAS

África Lahulla Guerra
Ud. Garrido
Máster Habilitante de Arquitectura _ETSAM

Sección

Escala 1:60



Eo8