

Serpentinata:

*Conector Urbano y Equipamiento
Educativo en Villaverde*

*Sara Muñoz Lago
Tutor: Emilio Tuñón
Aula Tuñón*

*Universidad Politécnica de Madrid - ETS de
Arquitectura de Madrid - Máster Habilitante
2025-26*

Índice

01 Localización

02 Edificios afectados

03 Programa

04 Parámetros urbanísticos del proyecto

04.1 Agenda 2030

04.2 Análisis de condicionantes urbanísticos actuales y cumplimiento

04.3 Propuesta de actuación desde el punto de vista urbanístico

05 Concepto de construcción y estructura

05.1 Memoria descriptiva y justificativa

05.2 Normativa de aplicación

05.2.1 Bases de cálculo

05.2.2 Acciones previstas

05.3 Características de los materiales

05.4 Cálculo estructural

05.4.1 Esquema estructural

05.4.2 Estructura metálica

05.4.3 Dimensionado del forjado

05.4.4 Dimensionado de la cimentación

06 NAAB

07 Anexo de planos

01

Localización

El proyecto se localiza dentro del distrito de Villaverde, al sur del municipio de Madrid, en un entorno urbano complejo al ser el lugar de encuentro de diferentes tejidos urbanos. La intervención se localiza en el ámbito industrial situado entre los barrios de Villaverde alto y San Cristóbal, a lo largo de la calle San Norberto, paralela al eje estructural de la avenida de Andalucía. Se trata de un entorno caracterizado por la presencia de antiguos espacios industriales y grandes vacíos urbanos poco cualificados, pero con un enorme potencial de transformación debido a su ubicación dentro del corredor ecológico sur y su cercanía al futuro Bosque Metropolitano.

Se identificó la necesidad de mejorar la transición entre los diferentes tejidos, localizándose en el ámbito numerosas fronteras urbanas, especialmente para la movilidad peatonal dentro del distrito y se escoge dicha localización debido, además, por su cercanía al metro de San Cristóbal. Este se identifica como un área de oportunidad al permitir la conectividad con el resto de la ciudad y su espacio metropolitano a través de la línea 3, gracias a su reciente ampliación que la conecta con la línea 12, poniendo en el centro la importancia del transporte público y la mejora de una movilidad que no dependa del transporte privado.

02

Edificios afectados

Entre los edificios afectados se encuentran las naves de la zona noreste del polígono industrial, aquellas más cercanas al metro de San Cristóbal.

Se divide el conjunto de edificios en tres categorías según el grado de intervención que se proyecta, considerándose edificios de tipología 1 aquellos sobre los que se apoya la propuesta de nueva construcción, siendo estos las 5 construcciones localizadas en el lado este de la calle San Norberto; los de tipo 2, sobre los que se plantea la localización de una pasarela peatonal en sus cubiertas, afectando a los 4 edificios del lado norte de San Dalmacio; y los de tipo 3, aquellos que forman parte del ámbito pero que solo se interviene para recoger las aguas pluviales de sus cubiertas.

De manera más concreta, se especifica que los inmuebles afectados según sus diferentes categorías son:

Tipo 1:

Calle San Norberto, números 1, 3, 5, 7 y 11

Tipo 2:

Calle San Norberto, 2

Calle San Dalmacio, números 25, 27 y 29

Tipo 3:

Calle San Norberto, números 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 y 18

Calle San Dalmacio, números 2, 6, 7, 8, 11, 13 y 33

Avenida Laboral, números 5, 7 y 11

03

Programa

El proyecto surge a partir una carencia de centros educativos que incorporen modelos pedagógicos alternativos en el sur metropolitano de Madrid, sumado a las altas tasas de absentismo escolar de la población de Villaverde y los bajos índices de escolarización. Frente a esta realidad, se plantea la creación de una nueva infraestructura educativa que pueda dar cabida a la innovación pedagógica e introduzca nuevos modelos en el ámbito, inspirándose en pedagogías como Waldorf, donde la naturaleza actúa como un agente más en el proceso de aprendizaje.

A través de esa importancia de la naturaleza para el programa, se plantea un nuevo centro en el que el paisaje y la propia arquitectura es un recurso activo para la pedagogía.

De esta manera, el programa incluye el sistema de aulas para el centro educativo y a su vez, acoge usos complementarios como una residencia de estudiantes, zona de talleres, diversas zonas deportivas, y viviendas para familiares. Con la elección de dicho programa se busca trabajar la multiescalaridad del proyecto desde las propias funciones de sus espacios. No solo se plantean las diferentes dotaciones como espacios que son necesarios para el uso educativo sino como una oportunidad de generar ciudad en un ámbito actualmente apagado debido a la falta de actividad. Finalmente, se dedica un espacio a la gestión del agua del proyecto, poniendo en el centro la importancia de generar sistemas circulares que promuevan la sostenibilidad y haciéndolos accesibles para que los propios sistemas sean visibles y a su vez, educativos en si mismos.

A escala urbanística, el proyecto plantea la generación de dos nuevos grandes espacios públicos de diferente carácter para mejorar la escasez de zonas de encuentro del ámbito. Uno de ellos aprovecha las huellas de antiguas naves industriales y el otro aprovecha la estructura de una nave existente para generar un nuevo espacio abierto donde puedan producirse diferentes actividades urbanas a su vez de facilitar el acceso a la nueva estación de metro de San Cristóbal, siendo la protagonista de la plaza junto con la propia estructura e imagen industrial, tan importante para la memoria histórica del ámbito.

Finalmente, se identifican numerosas áreas de oportunidad en aquellos espacios donde al derruirse las edificaciones industriales obsoletas, estas han permanecido como espacios en barbecho, donde la vegetación ya ha comenzado a crecer libremente y se han convertido en zonas verdes informales

dispuestas a ser revalorizadas. Partiendo de esta base, se potencian estas áreas generando todo un nuevo paisaje natural y dotando al ámbito de una gran zona verde que sirve como conector con el Bosque Metropolitano y estimula el corredor ecológico en el que se encuentra.

A modo de resumen, la propuesta incluye los siguientes usos en su programa:

- **Residencial multifamiliar:**

- Vivienda familiar

- Residencia de estudiantes

- **Dotaciones:**

- Educativo y cultural

- Aulario para educación infantil y primaria

- Biblioteca y zona de talleres

- Deportivo

04

Parámetros urbanísticos del proyecto

04.1

Agenda 2030

El proyecto se desarrolla siguiendo las líneas de actuación propuestas por la Agenda Urbana Española. Dentro del Objetivo 1: Ordenar el territorio y hacer un uso racional del suelo, conservarlo y protegerlo, podemos ver que se ordena el suelo de manera compatible con su entorno territorial al implantarse sobre edificios preexistentes y respetando la naturalización del terreno, aunque no se trate de redes verdes como zonas de parques públicos, considerándose un alto grado de cumplimiento con el indicador 1.1.1.

Se conserva y mejora el patrimonio natural y cultural, protegiendo el paisaje al mantener al máximo las estructuras preexistentes, respetando la imagen industrial del distrito e incluyendo la historia del barrio también en las nuevas arquitecturas, reforzando el sentimiento de pertenencia e identidad del lugar. El patrimonio natural se conserva al reducir al máximo la edificabilidad en los terrenos donde antiguas naves fueron derruidas, respetando las trazas que dejaron estas y a la vez la naturaleza que ya ha crecido en estos lugares, considerándose un alto grado de cumpliendo con el indicador 1.2.1.

Respecto a mejorar las infraestructuras verdes y azules y vincularlas con el contexto natural según se establece en el indicador 1.3.1, se incorporan espacios libres que, al limitar la edificabilidad, aseguran la creación de espacios verdes, aunque estos no sean de gestión pública. Se mejora así La permeabilidad del barrio y se refuerza el tejido verde, aunque este no forme parte de la red de infraestructuras verdes al desarrollarse dentro del espacio parcelario.

Dentro del Objetivo 2: Modelo urbano sostenible, vemos como el proyecto genera nuevos equipamientos como parte principal de su programa, mejorando la distribución de servicios del distrito de Villaverde y en concreto, del barrio de San Cristóbal, considerándose un alto grado de cumplimiento con el indicador 2.1.1: Fomentar la compacidad, el equilibrio urbano y la dotación de servicios básicos.

Respecto al objetivo específico 2.2. Garantizar la complejidad funcional y diversidad de usos, al incluir tanto usos educativos, culturales, residenciales y deportivos en el proyecto, se garantiza la complejidad de los espacios urbanos y se permite un uso continuo del espacio a distintas horas y por usuarios diferentes, cumpliendo con el indicador 2.2.2

Para el objetivo específico que referencia la mejora del medio ambiente urbano y la reducción de la con-

taminación, con las restricciones de las ordenanzas se garantiza la existencia de grandes superficies de espacio libre que permite el crecimiento de una naturaleza que absorba CO₂, reduzca el ruido y mejore el estado de la biodiversidad del ámbito, cumpliendo con el indicador 2.4.1.

Para impulsar la regeneración urbana, la actuación transforma antiguos espacios industriales en equipamientos que permiten poner en valor el patrimonio existente del barrio además de abrir oportunidades para la mejora del tejido social, cumpliendo con el indicador 2.5.1.

Como ya se ha mencionado antes, se trabaja con la rehabilitación de las edificaciones existentes para incluir las en el conjunto edificado y se plantean las nuevas construcciones como elementos de bajo impacto, cumpliendo con el indicador 2.6.1.

Dentro del Objetivo 3: Cambio climático y resiliencia, vemos la importancia del uso de soluciones basadas en la naturaleza para el proyecto y como la línea de pensamiento climática y de sostenibilidad constituye un eje estructurante en el desarrollo de este. Al igual que se ha mencionado en la justificación del indicador 2.4.1, el proyecto mejorará otros efectos del cambio climático como la isla de calor, cumpliendo el indicador 3.1.1.

Al cuidar la vegetación, esta mejora la calidad del aire, proporciona espacios de sombra y aumenta la absorción de agua mejorando la escorrentía urbana, cumpliendo con el indicador 3.3.2, al igual que se mejoraría la absorción de CO₂ que junto con el desarrollo del modelo de ciudad de proximidad, se reducirían los transportes y permitiría de forma global reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, cumpliendo con el indicador 3.2.1.

Respecto al Objetivo 4: Hacer una gestión sostenible de los recursos y favorecer la economía circular, el proyecto tiene una voluntad de ser más eficiente energéticamente y ahorrar energía con la inclusión de estrategias de arquitectura pasiva, reduciendo el consumo energético e incluyendo sistemas de energía renovable, cumpliendo así con el indicador 4.1.1.

Para el objetivo 5: Movilidad sostenible, se puede volver a la justificación del indicador 3.2.1, donde ya se mencionaba el modelo de ciudad de proximidad. Con este proyecto se avanza hacia un modelo urbano basado en ámbitos auto suficientes, promoviendo un tejido de escala humana y con recorridos de distancias caminables, fomentando la movilidad peatonal, cumpliendo con el indicador 5.1.1

Su cercanía con el metro de San Cristóbal, pero continuando la habitabilidad del entorno en la zona oeste, en contraposición la situación este del desarrollo del barrio de San Cristóbal, hace que la parada de metro deje de tener una situación periférica. Esto fomentará el uso del metro al convertirse en un lugar estratégico y de mayor relevancia para el barrio, cumpliendo con el indicador 5.2.1.

Respecto al objetivo 6: Fomentar la cohesión social y buscar la equidad, se cumple el indicador 6.1.1. al proporcionar el acceso a una educación alternativa y de calidad. Con este programa se busca combatir una de las principales problemáticas del barrio de San Cristóbal, el abandono escolar.

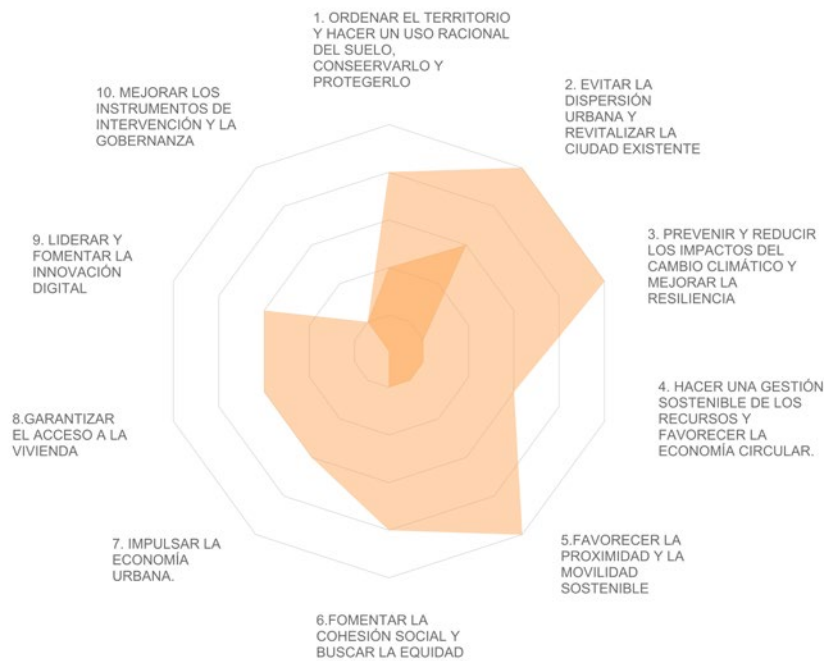
A su vez, el diseño arquitectónico accesible y respetuoso con las diversidades funcionales, se favorece la transformación hacia un barrio con igualdad de oportunidades desde una perspectiva de edad y discapacidad. De esta misma manera se proyectan espacios que permitan aumentar la seguridad percibida permitiendo la vigilancia pasiva del espacio público, favoreciendo una igualdad de género y cumpliendo así con el indicador 6.2.1 y 6.2.2.

Con la diversidad programática se generará una amplia bolsa de empleo que refuerza la actividad económica, cumpliendo con el indicador 7.1.1 en relación al objetivo 7: Impulsar la economía urbana.

Sobre el objetivo 8: Garantizar el acceso a la vivienda, se incluye en el programa más de 50 viviendas de dos y una habitación y una residencia de estudiantes que contribuyen a ampliar el parque de vivienda del ámbito de Villaverde.

Para liderar y fomentar la innovación digital, el nuevo centro educativo actúa como un agente de progreso a través de los modelos pedagógicos no convencionales, que favorecen la divulgación del conocimiento y funcionan como centros de experimentación para el desarrollo de ciudades inteligentes, cumpliendo con el indicador 9.1.1.

De esta misma manera, los nuevos espacios dedicados a servicios públicos ofrecen un entorno dedicado a la educación y cultura hacia el resto de la sociedad que combata el desconocimiento e impulse la divulgación respecto a diversas materias, incluyendo la función de combatir la brecha digital, cumpliendo con el indicador 9.2.1.



04.2

Análisis de condicionantes urbanísticos actuales y cumplimiento

4.1. MARCO LEGAL	
LEGISLACIÓN DEL SUELO ESTATAL	Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo y Rehabilitación Urbana
LEGISLACIÓN URBANÍSTICA AUTONÓMICA	Plan general de ordenación urbana de Madrid de 1997
LEGISLACIÓN SECTORIAL RELEVANTE QUE AFECTE AL ÁMBITO DONDE SE LOCALIZA EL PROYECTO (aguas, montes, patrimonio, carreteras, etc.)	Ley 3/1991, de 7 de marzo, de Carreteras de la Comunidad de Madrid
LEGISLACIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL	Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental
¿EL PROYECTO REQUIERE DE EVALUACIÓN AMBIENTAL? (si/no y tipo)	Sí Evaluación Ambiental Estratégica Simplificada

4.2. DOCUMENTO DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA Y CONDICIONES GENERALES	
Documento o documentos urbanísticos de aplicación en la localización del proyecto (PGOU/NNSS/PP/PE/etc.)	PGOU 97 MADRID
Clase y categoría de suelo de acuerdo con documento urbanístico de aplicación.	SUELO URBANO CONSOLIDADO
Clase y categoría de suelo de acuerdo con legislación autonómica vigente.	SUELO URBANO CONSOLIDADO
Identificación del Ámbito, Sector o Zona/ Zonas de Ordenanza (PGOU/PP/etc.) donde se localiza el proyecto	ÁREA DE ORDENACIÓN DIRECTA. NORMA ZONAL-9. ACTIVIDADES ECONÓMICAS
Grado y condiciones de protección del patrimonio	No existen bienes catalogados en el ámbito de actuación

4. 3. ORDENACIÓN URBANÍSTICA		
Suelo urbano consolidado		
CONDICIONES URBANÍSTICAS VIGENTES		¿NECESITAS MODIFICAR LAS CONDICIONES VIGENTES?
Nombre de la zona de ordenanza	N9.5	
Condiciones de parcelación	<p>Superficie mínima: Mil (1.000) metros cuadrados.</p> <p>Frente mínimo: Veinte (20) metros.</p> <p>Forma de la parcela: Será tal que permitirá inscribir en su interior un círculo de veinte (20) metros de diámetro.</p>	NO
Ocupación máxima	Determinado por los retranqueos	
Retranqueos	<p>SEPARACIÓN A LINDEROS</p> <p>En grado 5º: Esta separación será de cuatro (4) metros.</p> <p>La edificación podrá adosarse a un lindero lateral en los grados 4º y 5º, y en los grados 1º y 2º a partir de los doce (12) primeros metros de fondo, de acuerdo con las determinaciones del art. 6.3.13.</p> <p>ALINEACIÓN OFICIAL</p> <p>El plano de fachada de la edificación respetará una separación mínima a la alineación oficial de seis (6) metros.</p>	SI

<p>Condiciones de los usos</p>	<p>USO ASOCIADO.</p> <p>Los usos asociados se someten a las disposiciones para ellos reguladas en las condiciones generales de los usos compatibles del Capítulo 7.2, salvo el caso del uso residencial, para el que solo se admitirá una (1) vivienda con superficie máxima de ciento cincuenta (150) metros cuadrados por parcela.</p> <p>USO COMPLEMENTARIO.</p> <p>Los usos complementarios se someten a las disposiciones para ellos reguladas en las condiciones generales de los usos compatibles del Capítulo 7.2, si bien cada uno de ellos considerado de forma independiente no superará el veinticinco por ciento (25%) de la superficie total edificada.</p> <p>i) Terciario. Oficinas, en cualquier situación.</p> <p>Comercial, categoría de mediano comercio, recreativo y otros servicios terciarios en situación de planta inferior a la baja, baja y primera.</p> <p>ii) Dotacional. En cualquier situación.</p> <p>USO ALTERNATIVO.</p> <p>i) Dotacional: en edificio exclusivo.</p> <p>ii) Terciario: en todas sus clases salvo el terciario comercial de gran superficie comercial, con una edificabilidad máxima de 1,6 m²/m² de parcela edificable, en edificio exclusivo.</p> <p>La clase de terciario hospedaje solo podrá implantarse en la modalidad de hotel.</p>	<p>SI</p>
--------------------------------	--	-----------

<p>Altura máxima / N° de plantas</p>	<p>La altura máxima de la edificación será de cinco (5) plantas y veinte (20) metros al nivel de cornisa.</p> <p>La altura máxima de edificación podrá superarse cuando por las características especiales de la actividad industrial así lo requiera.</p> <p>En todos los grados son admisibles por encima de sus alturas los elementos de instalaciones indispensables al proceso industrial.</p>	<p>SI</p>
<p>Edificabilidad máxima</p>	<p>Dos (2) metros cuadrados por metro cuadrado.</p>	<p>SI</p>
<p>Otras condiciones (estéticas, eficiencia energética, etc.)</p>	<p>No se admiten vuelos distintos de los aleros o cornisas, con saliente máximo de setenta y cinco (75) centímetros.</p> <p>La composición y tratamiento de fachadas es libre.</p>	<p>NO</p>
<p>Condiciones de protección</p>	<p>Protección del arbolado:</p> <p>a) En el espacio libre se procurará la plantación de una hilera de arbolado, en proximidad a las líneas de cerramiento de la parcela.</p> <p>La plantación se realizará con separaciones adecuadas a la especie arbórea elegida, con intervalo medio de cinco (5) metros.</p> <p>b) Si se prevé aparcamiento en superficie deberá disponerse arbolado frondoso en el mismo, en retícula adecuada a la disposición de plazas.</p>	<p>NO</p>

04.3

Propuesta de actuación desde el punto de vista urbanístico

Dada la envergadura del proyecto y el tipo de intervenciones que plantea, según lo analizado anteriormente de la normativa vigente, para poder llevar a cabo la actuación que se plantea será necesario realizar una **modificación puntual del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid**.

A través de este instrumento se podrá llevar a cabo la supresión de parte del ámbito de actuación del APR 17.06 "Vía Sur de San Cristóbal" para integrar la parte de interés para el proyecto que aparece como parte de la red viaria. Esta modificación permitiría cambiar la calificación urbanística del suelo y modificar el sistema general de red viaria, permitiendo su cambio a un uso dotacional educativo.

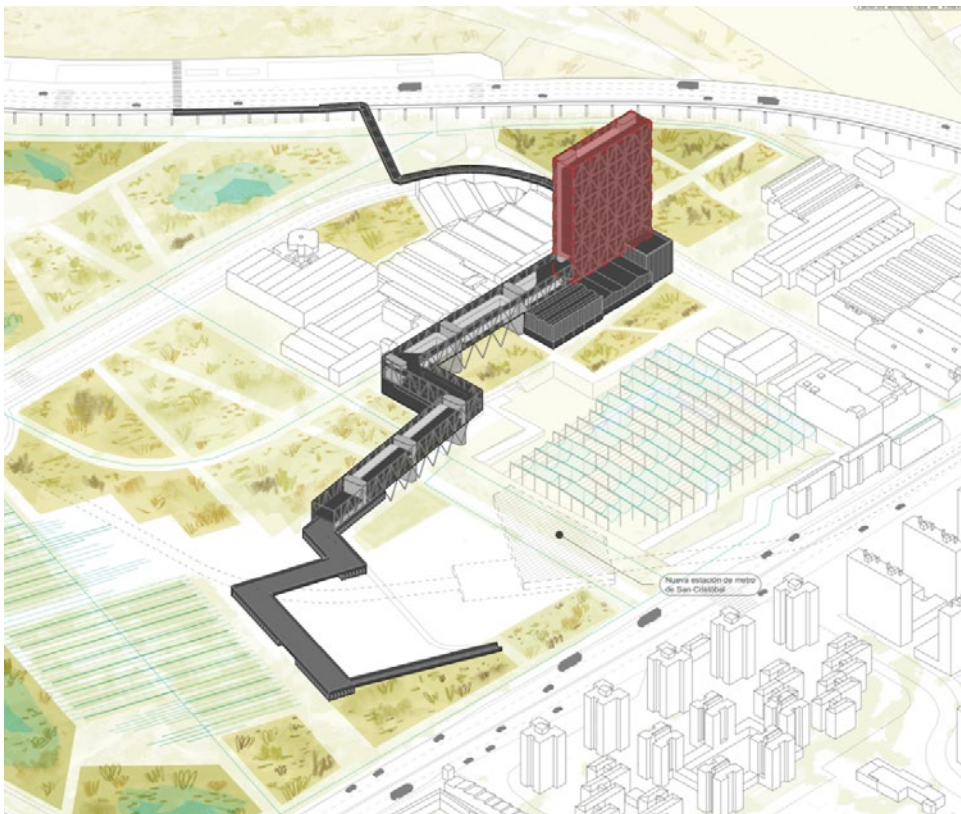
Con esta modificación puntual también se podrá establecer una nueva ordenación pormenorizada del ámbito. Como hemos visto en la tabla 4.3, actualmente el proyecto no cumple con la mayoría de las ordenanzas establecidas por la normativa urbanística asociada a la norma zonal 9 de Actividades Económicas, que es la que tiene asociado el ámbito, esto obligaría a redactar una nueva ordenación pormenorizada. Esta medida permitiría ajustar las condiciones específicas del ámbito como son las alineaciones, la edificabilidad, las alturas máximas permitidas, el número de plantas o los usos compatibles, entre otras cuestiones, con el objetivo de que estos condicionantes no supongan una alteración sustancial del nuevo modelo de ciudad propuesto en el proyecto.

Este procedimiento debe ir acompañado de sus correspondientes Estudios de Detalle que justifiquen la necesidad de realizar dicha modificación en relación con las necesidades identificadas en el diagnóstico del área. La tramitación conjunta de ambos instrumentos permitirá dotar a la intervención de la viabilidad legal y urbanística necesaria.

05

Concepto de construcción y estructura

En el presente documento se desarrolla la memoria de cálculo estructural del proyecto de edificación ubicado en Villaverde, Madrid. Se analiza en concreto la parte resaltada en la siguiente imagen, abordando la definición de las cargas, los materiales utilizados y el dimensionado de los elementos estructurales que garantizan el correcto comportamiento de la geometría del edificio.



05.1

Memoria descriptiva y justificativa

El proyecto actúa como elemento de conexión entre el barrio de Villaverde Alto y San Cristóbal, teniendo su arranque en la Gran Vía de Villaverde y finalizando en el metro de San Cristóbal. Se trata de una construcción continua de 15m de ancho que recorre las naves industriales preexistentes apoyándose sobre ellas mediante una estructura triangulada que facilita una mayor flexibilidad de crecimiento y diversidad de apoyos tanto en las estructuras existentes como en el suelo, según corresponda.

La estructura del conjunto se resuelve en acero y esta estructura triangulada se mantiene vista en la parte exterior funcionando a modo de “caja”. Dentro de ella se encuentran diversos usos y configuraciones, aunque el presente análisis se centra en el desarrollo del hito del proyecto: la torre. Esta recoge casi en su totalidad el uso de vivienda exceptuando sus plantas bajas, donde encontramos usos administrativos y deportivos, ocupando la estructura preexistente.

La estructura del edificio se divide en módulos, 6 cajas trianguladas que recogen tres pisos de vivienda cada uno. Estos están a su vez divididos en módulos de 7m encontrándose una vivienda en cada uno de ellos en su orientación este. En su lado oeste encontramos las zonas de servicio: los núcleos de comunicación y módulos colgados a la estructura principal mediante un sistema de tirantes que recogen las zonas de uso común de sus habitantes. Además, la estructura se encuentra dividida por una junta de dilatación mediante el duplicado de pilares, localizada en la anterior medianera entre preexistencias.

05.2

Normativa de aplicación

05.2.1 Bases de cálculo

El diseño del proyecto y su estructura se realiza siguiendo la normativa vigente en España, asegurando las condiciones de seguridad, estabilidad y resistencia necesarias.

Para las bases de cálculo se ha utilizado:

- El Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Seguridad Estructural (DB SE).
- El Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Seguridad Estructural. Acciones en la edificación (DB SE-AE.)
- El Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Seguridad Estructural. Acero (DB SE-A)
- EAE- Instrucción de Acero Estructural
- El Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Seguridad Estructural. Cimientos (DB SE-C)
- Código Estructural. Título 2. Estructuras de hormigón.

05.2.2 Acciones previstas

Cargas permanentes:

Considerando la información incluida en la tabla 5 del Anejo 5 se calculan las cargas asociadas a los forjados, losas, tabiquerías, solados, peldaños y acabados del edificio, indicándose en KN/m².

Los valores de las acciones se pueden consultar en el Código Técnico: CTE DB SE AE						
ACCIONES TORRE						
	Planta tipo vivienda	Planta tipo oficina	PI baja	Escalera	Cubierta	
Permanentes						
Forjado	2	2	2		2	
Losa				5		
Tabiquería	1	1	1			
Solados	1	1	1			
Formacion pdtes y acab						2,5
Peldaños y solado				2,5		
Acabados, enlucidos						
	4	4	4	7,5	4,5	G
G * 1,35 = de CALCULO	5,4	5,4	5,4	10,1	6,1	G*γ
	Cerramiento vidrio		Cerramiento madera			
	1,5		0,3			
G * 1,35 = de CALCULO	2,0		0,4			

Esta información sería aplicable a las cargas soportadas por la estructura destinada al soporte de la escalera y la que se encuentra entre los ejes A Y B ya que en el lado oeste se colocan la serie de módulos colgados que requieren un análisis de cargas específicos.

Dichos módulos son sujetos a la estructura a partir de 4 puntos de anclaje por lo que se calcula su peso total y se divide entre 4 con el objetivo de introducir dicha información en la memoria de cálculo como cargas puntuales.

Se diferencia a su vez entre dos tipos de módulos, uno más pequeño y otro más grande por lo que finalmente el cálculo de sus cargas permanentes quedaría de la siguiente manera:

- Para el módulo pequeño:

					Medicion		
	Peso unitario (kg/m ²)	Peso unitario (kg/m)	Peso unitario (kN/m ²)	Peso unitario (kN/m)	m ²	m	Peso total
Panel Sandwich aluminio	7		0,0686		123,74		8,49
Perfiles metalicos	ppales	1,38		0,013524		31,98	0,43
	Secundarios	0,63		0,006174		119,632	0,74
Chapa colaborante + Hormigón capa compresión + Mortero de regulación + Cerámica + adhesivo	210,5		2,0629		22,41		46,23
TOTAL							55,89 kN
X APOYO							13,97 kN

- Para el módulo grande:

						Medicion		
		Peso unitario (kg/m ²)	Peso unitario (kg/m)	Peso unitario (kN/m ²)	Peso unitario (kN/m)	m ²	m	Peso total
Panel Sandwich aluminio		7		0,0686		204,44		14,02
Perfiles metalicos	ppales		1,38		0,013524		79,95	1,08
	Secundarios		0,63		0,006174		203,34	1,26
Chapa colaborante + Hormigón capa compresión + Mortero de regulación + Cerámica + adhesivo		210,5		2,0629		46,69		96,32
						TOTAL		112,68 kN
						X APOYO		28,17 kN

Cargas variables:

Sísmicas:

Debido a que el edificio se encuentra en Madrid no se tendrá en cuenta la aceleración sísmica pues en esta localidad su valor es menor de 0,04G.

Térmicas:

Según el artículo 3.4, en edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, puede no considerarse las acciones térmicas al disponerse de juntas de dilatación de forma que no haya elementos continuos de longitud mayor a 40 metros, siendo el caso de la estructura analizada.

Nieve:

Para el cálculo de la sobrecarga de nieve se debe tener en cuenta la localización del edificio. Referenciando la tabla 3.5.2. Carga de nieve sobre un terreno horizontal, se determina que la carga asociada a la nieve es de 0,6 kN/m² y debe ser aplicada a la cubierta.

Viento:

Para calcular la acción del viento usamos los siguientes valores:

qb= 0,5 kN/m² al situarse dentro del territorio español.

ce= el coeficiente de exposición. Al tratarse de un edificio situado en Madrid, el grado de aspereza del entorno es de nivel IV, asociado a zonas urbanas en general, industrial o forestal. Al trabajar con una altura mayor a 30m, adoptamos finalmente un $ce = 2,6$.

cp y cs= Considerándose un edificio de pisos, según la tabla 3.5. podemos obtener estos datos calculando la esbeltez del edificio.

Siendo la esbeltez, $\lambda =$ altura del edificio / anchura:

En su eje transversal: $\lambda = 85 \text{ m} / 15 \text{ m} = 5,667$

En su eje longitudinal: $\lambda = 85 \text{ m} / 63 \text{ m} = 1,349$

A partir de este cálculo se obtienen para el eje transversal $cp = 0,8$ y $cs = -0,7$. Para el eje longitudinal se obtienen, $cp = 0,8$ y $cs = -0,6$

Finalmente, aplicando la fórmula, obtenemos:

- Para la acción del viento en el eje transversal:

$$q_e = 0,5 \cdot 2,6 \cdot (0,8 - (-0,7)) = 1,95$$

Se mayorará como carga variable, utilizándose para los cálculos los siguientes resultados:

$$W_d = 1,95 \cdot 1,5 = 2,925 \text{ kN/ m}^2$$

Sin embargo, existe una diferencia entre la fachada este y oeste del edificio, la primera se calcula como un paño continuo que recibe la carga del viento de manera homogénea, a diferencia de la segunda, que presenta una configuración discontinua con un alto porcentaje de vacíos. Debido a esta diferencia de comportamientos, se ha evaluado la acción del viento en el eje transversal de manera diferenciada, considerando el porcentaje de llenos y vacíos de la fachada para así considerar de manera correcta la fuerza que llegaría también al pórtico intermedio.

<i>Eje transversal</i>					
esbeltez	alto	ancho	λ	cp	cs
	85	15	5,67	0,8	-0,7
SIN MAYORAR					
$q_e = q_b \cdot c_e \cdot (c_p - c_s)$					
qb	ce	cp	cs	qe (Kn/m2)	
0,5	2,6	0,8	-0,7	1,95	

<i>Fachada oeste</i>					
P0-P3					
	m2		%	qe final (Kn/m2)	
sup llenos	1088	1,000	100,0	1,95	eje C
sup vacios	0	0,000	0,0	0,00	eje B
sup total	1088				

Nivel 4 y superior					
	m2		%	qe final (Kn/m2)	
sup llenos	2938	0,688	68,8	1,34	eje C
sup vacios	1330	0,312	31,2	0,61	eje B
sup total	4268				

<i>Fachada este</i>					
	m2		%	qe final (Kn/m2)	
sup llenos	5355	1,000	100,0	1,95	eje A
sup vacios	0	0,000	0,0	0,00	
sup total	5355				

Áreas tributarias					
4m	A	B		A	
	7	14			
	A'	B'		A'	
	14	28			
	7m				

Fachada este		qe	sup	kN
Eje A	A	1,95	7	13,7
	A'	1,95	14	27,3
	B	1,95	14	27,3
	B'	1,95	28	54,6
Fachada oeste		qe	sup	kN
Niveles sup	A	1,34	7	9,4
Eje C	A'	1,34	14	18,8
	B	1,34	14	18,8
	B'	1,34	28	37,6
Eje B		qe	sup	kN
	A	0,61	7	4,3
	A'	0,61	14	8,5
	B	0,61	14	8,5
	B'	0,61	28	17,0

- Para la acción del viento en el eje longitudinal:

$$q_e = 0,5 \cdot 2,6 \cdot (0,8 - (-0,6)) = 1,82$$

Se mayorará como carga variable, utilizándose para los cálculos los siguientes resultados:

$$W_d = 1,82 \cdot 1,5 = 2,73 \text{ kN/m}^2$$

Eje longitudinal					
esbeltez	alto	ancho	λ	cp	cs
	85	63	1,35	0,8	-0,6
SIN MAYORAR					
$q_e = q_b \cdot c_e \cdot (c_p - c_s)$					
qb	ce	cp	cs	qe	
0,5	2,6	0,8	-0,6	1,82	

Áreas tributarias			
	A	B	C
	5	15	10
4m	A'	B'	C'
	10	30	20
	5m		10m
		qe	sup
	A	1,82	5
	A'	1,82	10
	B	1,82	15
	B'	1,82	30
	C	1,82	10
	C'	1,82	20
			kN
	A		9,1
	A'		18,2
	B		27,3
	B'		54,6
	C		18,2
	C'		36,4

05.3

Características de los materiales

Para el desarrollo de la estructura del proyecto se ha elegido el acero como material principal. Se utiliza el acero estructural S275 para todos los elementos portantes como son vigas y pilares, y el acero S355 para todos los elementos de cables como son los arriostramientos del eje transversal y los soportes de los módulos colgantes.

Encontramos las características mecánicas mínimas de estos materiales en la tabla 4.1 del documento CTE-DB-SE-A.

Para las uniones se utilizan pernos y tornillos también metálicos, concretamente de acero galvanizado y cumpliendo con los requerimientos mínimos reflejados en la tabla 4.3 del documento CTE-DB-DE-A.

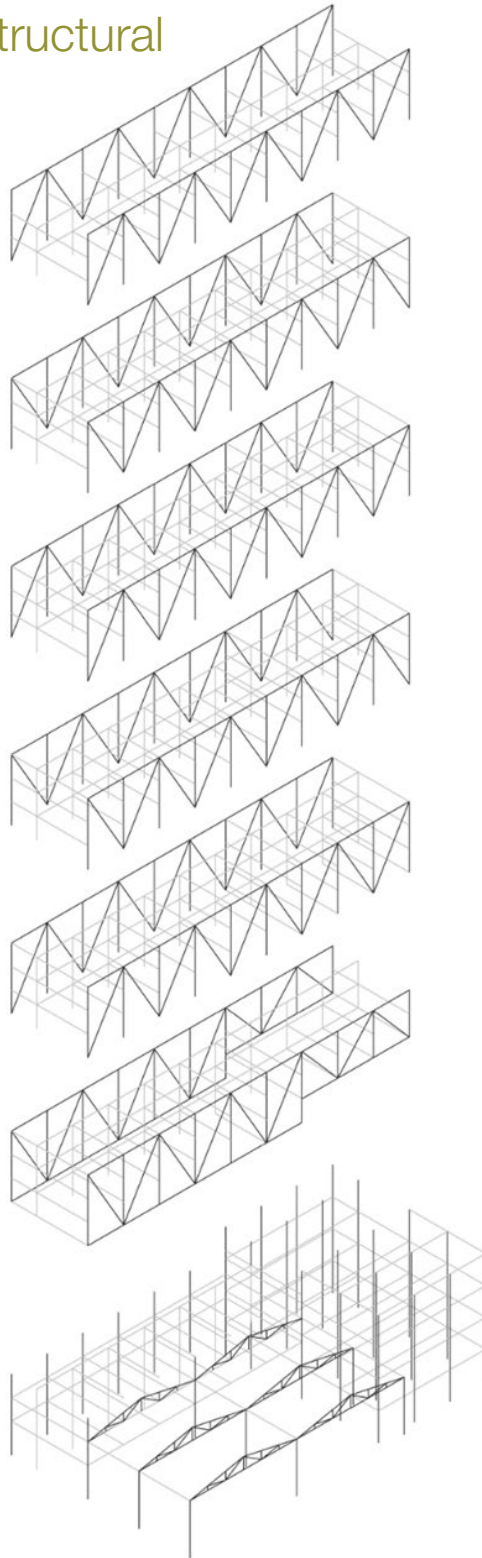
Por último, se utiliza acero también para el armado del hormigón en el caso de las cimentaciones, concretamente el acero corrugado B 500S, siguiendo las características mecánicas reflejadas en la tabla 32.2.1 Tipos de acero corrugado del documento EHE 08-Instrucción de Hormigón Estructural.

Para la cimentación se utiliza el hormigón armado HA-25/F/30/IIa, con una exposición requerida de IIA debido a su contacto con el terreno.

05.4

Cálculo estructural

05.4.1 Esquema estructural



Preexistencia 1
Sistema de pórticos
+ cerchas metálicas

La torre
Sistema metálico de
cerchas + pórticos

// 6 módulos de 3
plantas cada uno

Preexistencia 2
Sistema de pórticos
de hormigón

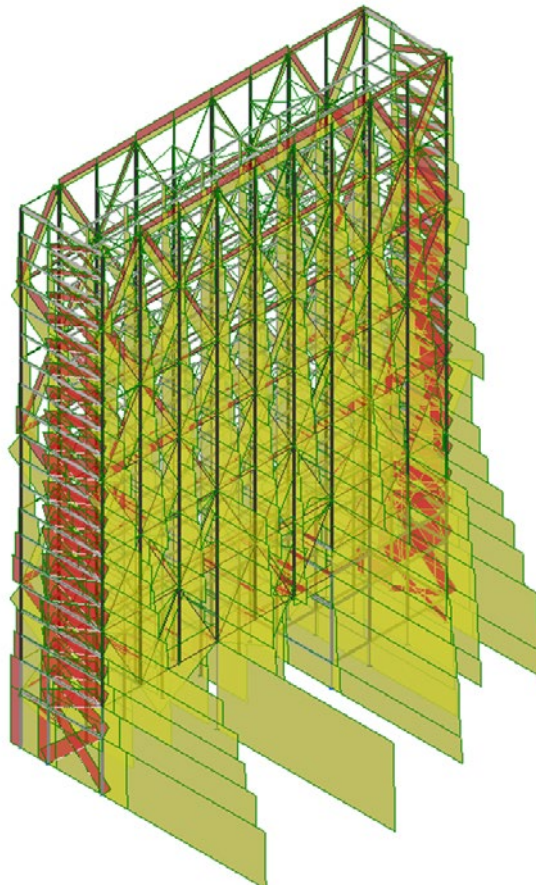
05.4.2 Estructura metálica

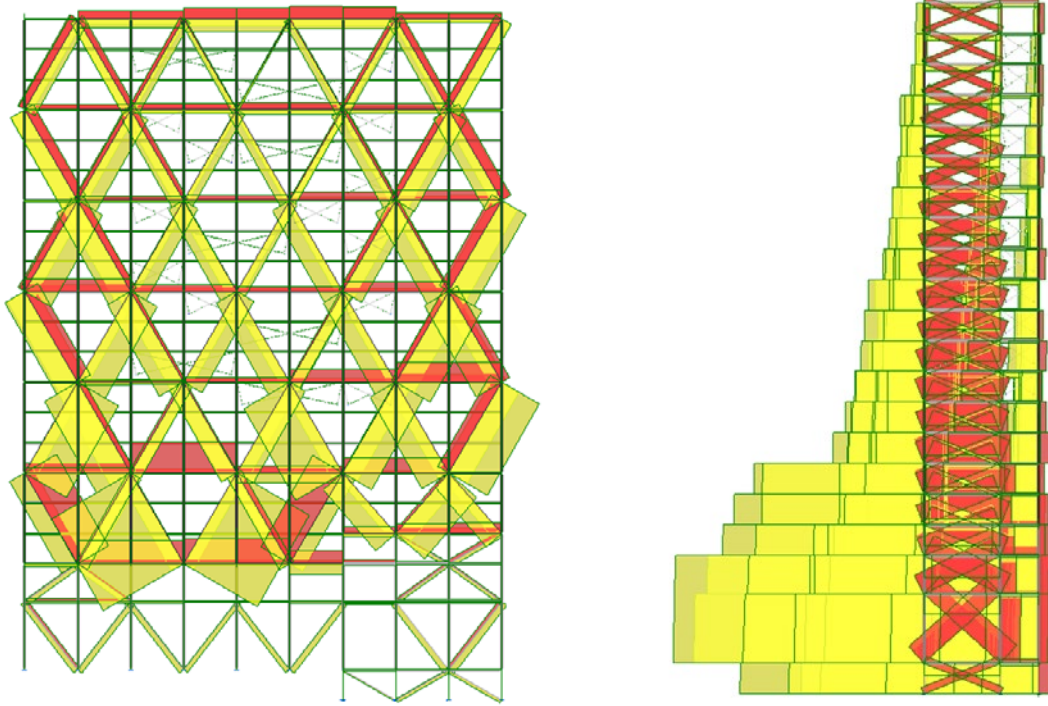
Al analizar las estructuras existentes se observa que no están preparadas para soportar la carga adicional que supone la nueva construcción propuesta. Por esta razón se decide sustituir esta estructura por una nueva que sí pueda soportar las nuevas cargas, solo en la zona en la que se apoya la propuesta, una decisión más eficiente que la de reforzar la estructura antigua. De esta manera se procede a analizar el comportamiento la torre y su huella.

Para el cálculo de la estructura metálica se ha realizado un modelo tridimensional en Cype3D. A partir de la asignación de un predimensionado y la colocación de todas las cargas recogidas en el apartado 2.2 se ha procedido al análisis de la estructura. A partir de los esfuerzos obtenidos se han asignado los perfiles definitivos, considerando tener el menor número de perfiles distintos para facilitar la construcción, teniendo en cuenta las situaciones más desfavorables.

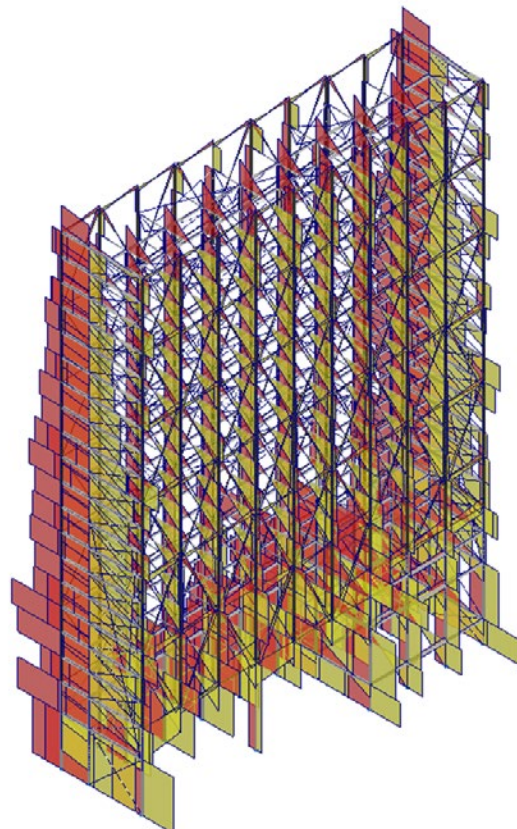
A continuación, se muestra una recopilación de los diagramas de esfuerzos obtenidos.

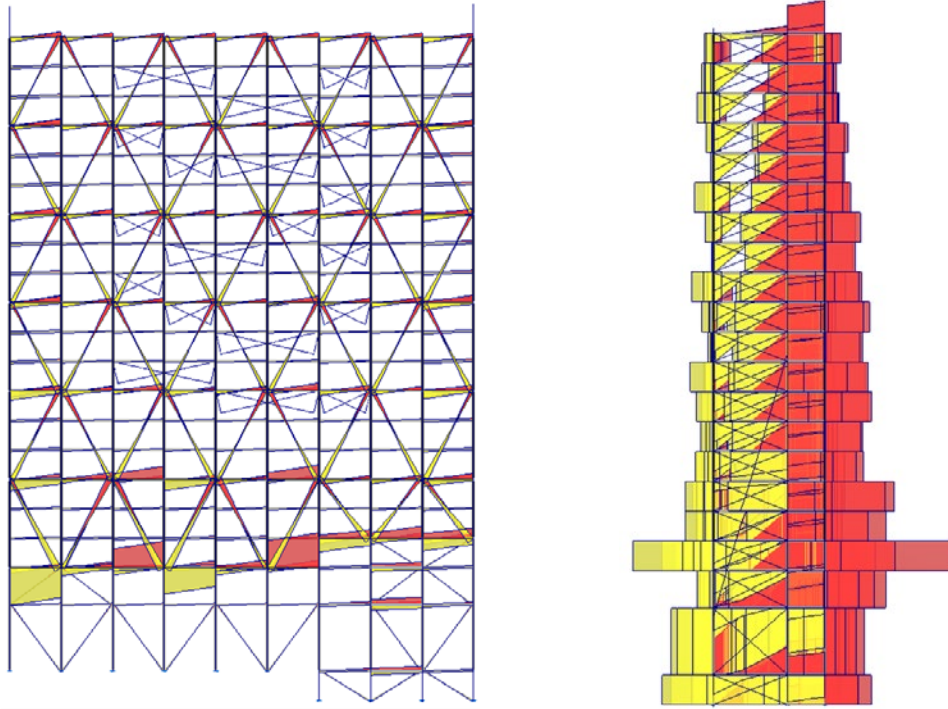
Diagramas de Axiles (N)



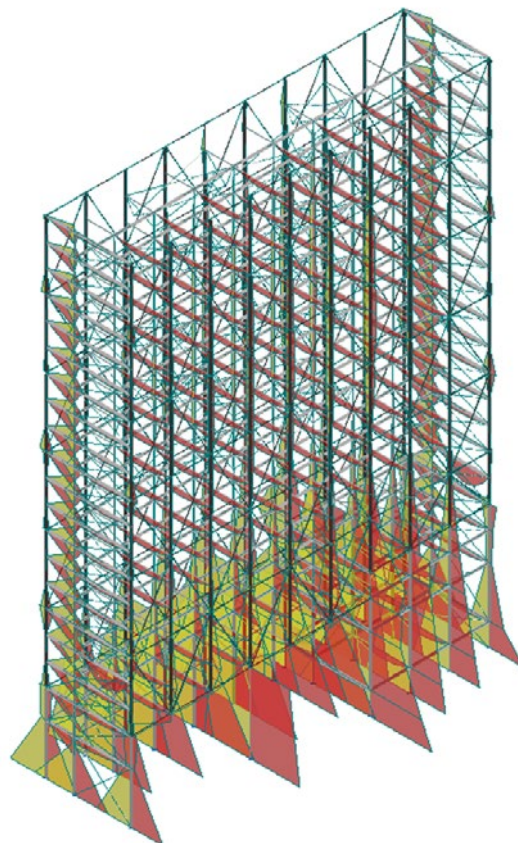


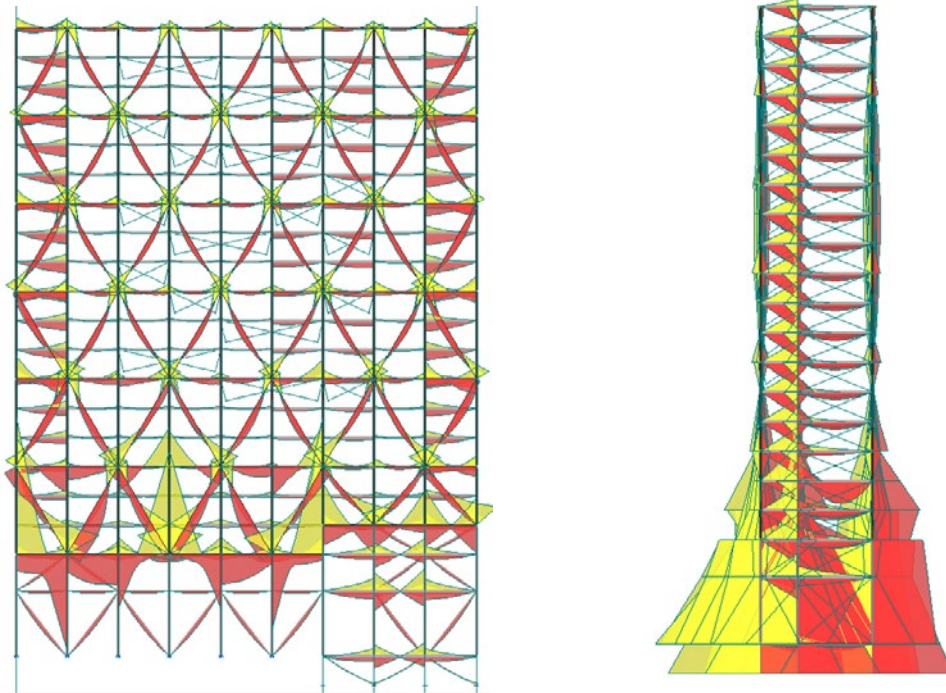
Diagramas de Cortantes z (V_z)



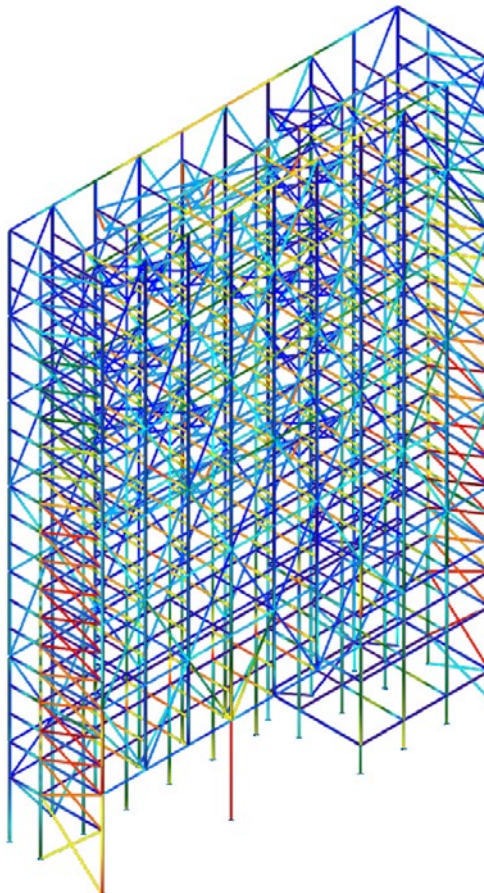


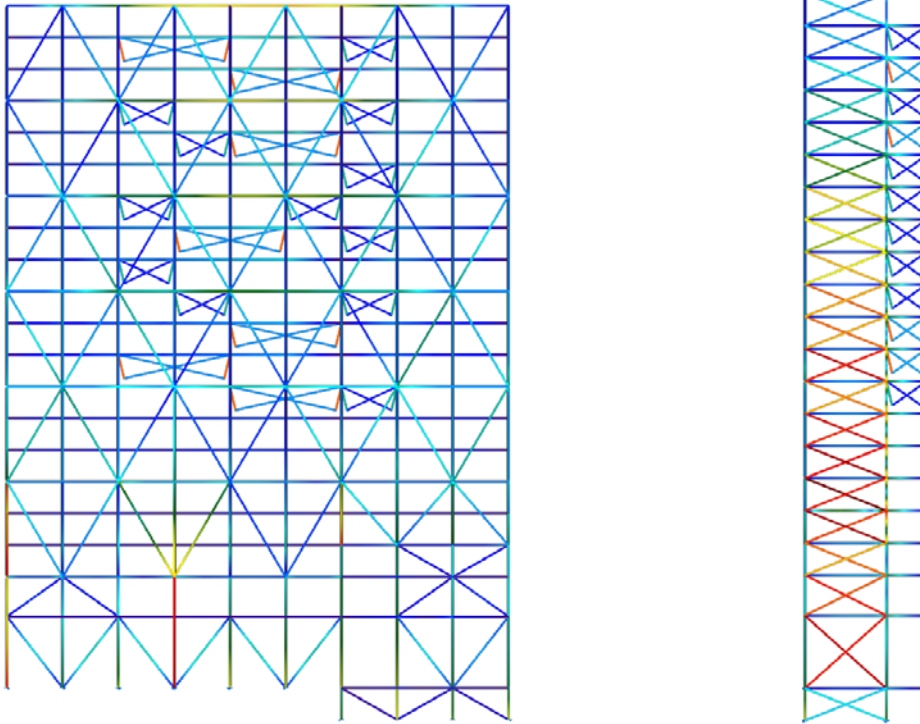
Momento y (My)





Tensión / Aprovechamiento





05.4.3 Dimensionado forjado

A continuación, se muestran los cálculos realizados para el dimensionado del forjado, el cual se resuelve mediante la colocación de placas alveolares de 1,2m x 7m.

HP 40	f_c (KN/m ²)
	24000

ACERO LOSAS	f_{yR} (KN/m ²)
	100000

HA 25	f_c (KN/m ²)
	17000

B 500	f_y (KN/m ²)
	430000

ESTADO TEMPORAL	carga sup. (KN/m ²)	Luz forjado	Ancho placa	carga lineal (KN/m)	M _o (KNm)	V _{o+} =V _{o-} (KN)	z _o (m)
Vano interior	5,40	7,00	1,20	6,48	39,69	22,68	0,16

RESTO DE CARGAS	carga sup. (KN/m ²)	Luz forjado	Ancho placa	carga lineal (KN/m)	ΔM (KNm)	ΔV (KN)
Vano interior	6,00	7,00	1,20	7,20	44,10	25,20

ESTADO FINAL	carga sup. (KN/m ²)	Luz forjado	Ancho placa	carga lineal (KN/m)	M _o +ΔM (KNm)	V _o +ΔV (KN)	z
Vano interior	11,40	7,00	1,20	13,68	83,79	47,88	0,23

ARMADO INFERIOR LOSAS	As (cm ²)
armado inferior	4,42

FORJADO	α	luz (m)	Canto (m)	Canto Real (m)
Vano Interior	32,00	7,00	0,22	0,30

	Peso (KN/m)	Ancho (m)	Canto (m)	r inf (m)
Placas Pretensadas P-250 (Prearcom)	3,94	1,20	0,20	0,0225

05.4.4 Dimensionado cimentación

Para el dimensionado de la cimentación se parte de la información de la Base de Datos Geotécnica de Madrid con número 11324. En dicho análisis se recoge la descripción del terreno, donde vemos que, a partir de la cota de 7,5m de profundidad se encuentran yesos masivos o yesos con arcillas y carbonatos. Por esta razón se utiliza una cimentación de pilotes de hormigón perforado entubados, debido también a los altos axiles que llegan de la estructura.

A continuación, se muestran los cálculos realizados para el dimensionado de los pilotes.

Valores del pilote	z (m)	9
	diámetro pilote (cm)	40
	Área pilote (cm ²)	1256,64

<i>Calculo resistencia por punta</i>	qp (Mpa)	33,9434
	fp	2,5
	φp	30
	Nq	18,4

valor del terreno	σ_{adm} (kg/cm2)	73,79
-------------------	-------------------------	-------

<i>Calculo resistencia por fuste</i>	τf (kPa)	3154,52
	Kf	0,75
	f	1
	tg(f)	0,57

<i>Resultados</i>	Resistencia unitaria por punta	20	MPa	200	kN/cm2
	Resistencia unitaria por fuste	120	kPa	0,012	kN/cm2

<i>Resistencia a hundimiento</i>	Rpk	251327,41	kN
	Rfk	0,11	kN
	Resistencia frente a hundimiento por pilote	251327,52	kN

Se dividen los pilares de la planta baja en cuatro tipos según el axil que transmiten para poder simplificar la cimentación.

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
PC01	PB10	PA01	PA07
PC04	PC09	PA02	PA08
	PC10	PA03	PB07
	PC11	PA04	PB08
		PA05	PC07
		PA06	PC08
		PA09	
		PA10	
		PA11	
		PB01	
		PB02	
		PB03	
		PB04	
		PB05	
		PB06	
		PB09	
		PB10	
		PB11	

C 1		
Nd	Axil del pilar (kN)	31.475
	Nº pilotes	6
	Carga por pilote	5245,833333
	Módulo de young HA25 (N/mm2)	31475
	Módulo de young HA25 (kN/cm2)	3147,5
Comprobación tope estructural	$N_k < Q_{tope}$	
	$Q_{tope} = \alpha \cdot A_{tot}$	37.699
perforado entubado	σ	5
	f_c hormigón (kN/cm2)	1,7
	k $r\sqrt{\pi}$	35,45
Estimación de asientos	α	1
	D (cm)	40
	R_{ck} (kN)	251327,52
	l1 (cm)	0
	l2 (cm)	900
	A (cm2)	1256,637061
	ΔL (cm)	1,193662073
	E	18885
	Asiento del pilote (cm)	0,219816134
asiento admisible	0,4	

C 2		
	Axil del pilar (kN)	23.185
	Nº pilotes	4
	Carga por pilote	5796,25
	Módulo de young HA25 (N/mm2)	31475
	Módulo de young HA25 (kN/cm2)	3147,5
Comprobación tope estructural	$N_k < Q_{tope}$	
	$Q_{tope} = \alpha \cdot A_{tot}$	25.133
perforado entubado	σ	5
	f_c hormigón (kN/cm2)	1,7
	k $r\sqrt{\pi}$	0,00

Estimación de asientos	α	0,999999781
	D (cm)	40
	Rck (kN)	251327,52
	l1 (cm)	0
	l2 (cm)	900
	A (cm ²)	1256,637061
	ΔL (cm)	1,318906521
	E	12590
	Asiento del pilote (cm)	0,352789094
	asiento admisible	0,4

C 3		
	Axil del pilar (kN)	12.316
	Nº pilotes	3
	Carga por pilote	4105,33333
	Módulo de young HA25 (N/mm ²)	31475
	Módulo de young HA25 (kN/cm ²)	3147,5
Comprobación tope estructural	$N_k < Q_{tope}$	
	$Q_{tope} = \sigma_c \cdot A_{tot}$	18.850
perforado entubado	σ	5
f_c	hormigón (kN/cm ²)	1,7
k	$r\sqrt{\pi}$	0,00
Estimación de asientos	α	0,999999978
	D (cm)	40
	Rck (kN)	251327,52
	l1 (cm)	0
	l2 (cm)	900
	A (cm ²)	1256,63706
	ΔL (cm)	0,93414723
	E	9442,5
	Asiento del pilote (cm)	0,32771694
	asiento admisible	0,4

C 4		
	Axil del pilar (kN)	6.691
	Nº pilotes	2
	Carga por pilote	3345,50
	Módulo de young HA25 (N/mm2)	31475
	Módulo de young HA25 (kN/cm2)	3147,5
Comprobación tope estructural	$N_k < Q_{tope}$	
	$Q_{tope} = \sigma \cdot A_{tot}$	12.566
perforado entubado	σ	5
f_c	hormigón (kN/cm2)	1,7
k	$r\sqrt{\pi}$	278416,40
Estimación de asientos	α	0,999999781
	D (cm)	40
	Rck (kN)	251327,52
	l1 (cm)	0
	l2 (cm)	900
	A (cm2)	1256,637061
	ΔL (cm)	0,761251113
	E	6295
	Asiento del pilote (cm)	0,393936789
	asiento admisible	0,4

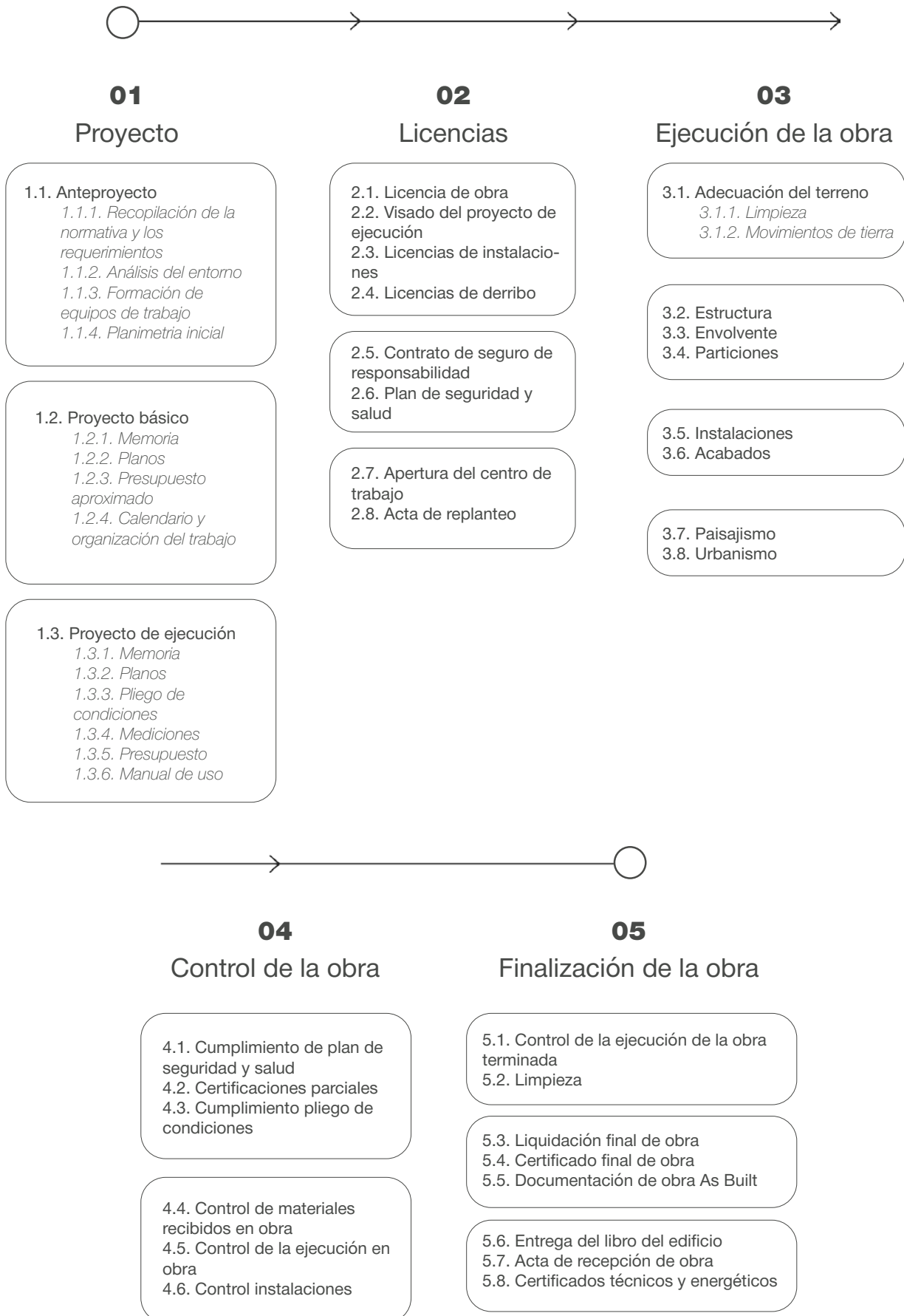
Finalmente, a la hora de colocar los pilotes en planta se observa que, debido a la estructura de los núcleos de comunicación, los encepados correspondientes a los pilares PA02, PA03, PB02, PB02 y PA09, PB10, PB09, PB10, quedan a distancias suficientemente pequeñas como para tomar la decisión de unificarlos y generar una losa de cimentación pilotada.

Adicionalmente, se considera que la cimentación colocada en los ejes C y 1 es de medianera al continuar el resto de las edificaciones en esas direcciones.

06

NAAB

06.1 EDT



06.2 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

DATOS PREVIOS

Para la configuración de la fachada se ha utilizado un bloque prefabricado de hormigón celular que ya incluye en su interior el aislante térmico. Al ser un sistema que se repite en todos los espacios de uso escolar del proyecto, se toma la decisión de analizar uno de los módulos de aulas.

Tipo de sistema de fachada	Fachada de bloques prefabricados de hormigón celular con aislamiento	
Capas del sistema	capa	espesor (cm)
	Hormigón celular no portante	12,5
	Aislamiento integrado	10
	Hoja interior de hormigón portante	17,5
	Acabado exterior	1
Sup. total fachada (m ²)	142	
Vida útil estimada (años)	50	
Ubicación geográfica	Madrid, España	

COSTES Y BENEFICIOS ASOCIADOS AL CICLO DE VIDA

Fase inicial

Capa	Material	Espesor (cm)	Densidad aprox. (kg/m ³)	Cantidad (kg/m ²)	Precio aprox. (€/m ²)
Bloque prefabricado de hormigón celular con aislamiento térmico	hormigón celular + aislamiento integrado	40	450	180	56
Acabado exterior	revoco (mortero)	1	1800	18	30
Subtotal materiales	—	—	—	—	≈ 86 €/m ²
Costes adicionales	€/m ²				
Transporte e instalación	20				
Coste total					
(20+86)*142	15052,00				

Fase intermedia

Concepto	Frecuencia	Coste (€/m ² /año)	Coste total 50 años
Revisión fijaciones, limpieza, etc.	Cada 10 años	1 €/m ²	3 €/m ²
Comportamiento térmico (ahorro energético estimado)*	—	—	-5,6 €/m ² /año

Fase final

Concepto	Coste / Beneficio estimado (€/m ²)	Detalles
Desmontaje y transporte	8	Mano de obra + transporte residuos
Tratamiento de residuos	5	Vertedero / reciclaje
Recuperación de materiales reciclables*	-2 €	Madera, OSB, EPS en parte
Asumiendo valorización de 15–20% de materiales.		

La tasa de descuento asumida en este proyecto es del 3,5%

CÁLCULO DEL VAN

Para el cálculo del VAN se utiliza la tasa de descuento del 3,5% y se ajustan los gastos y beneficios al valor actual.

Fase intermedia

Mantenimiento del hormigón (revisión general)			
Coste sin descuento estimado (€/m ²)	Año	VP €/m ² (descontado)	VP € (descontado)
1	10	0,71	100,67
Tasa de descuento	20	0,50	71,36
0,035	30	0,36	50,59
	40	0,25	35,87
	50	0,18	25,43
	TOTAL VP		2,00

Ahorro energético			
Coste sin descuento estimado (€/m ²)	Año	VP €/m ² (descontado)	VP € (descontado)
5,6	1	5,41	768,31
Tasa de descuento	2	5,23	742,33
0,035	3	5,05	717,22
	4	4,88	692,97
	5	4,72	669,54
	6	4,56	646,90
	7	4,40	625,02
	8	4,25	603,88
	9	4,11	583,46
	10	3,97	563,73
	11	3,84	544,67
	12	3,71	526,25
	13	3,58	508,45
	14	3,46	491,26
	15	3,34	474,65
	16	3,23	458,60
	17	3,12	443,09
	18	3,01	428,10
	19	2,91	413,63

20	2,81	399,64
21	2,72	386,13
22	2,63	373,07
23	2,54	360,45
24	2,45	348,26
25	2,37	336,49
26	2,29	325,11
27	2,21	314,11
28	2,14	303,49
29	2,06	293,23
30	2,00	283,31
31	1,93	273,73
32	1,86	264,48
33	1,80	255,53
34	1,74	246,89
35	1,68	238,54
36	1,62	230,47
37	1,57	222,68
38	1,52	215,15
39	1,46	207,88
40	1,41	200,85
41	1,37	194,05
42	1,32	187,49
43	1,28	181,15
44	1,23	175,03
45	1,19	169,11
46	1,15	163,39
47	1,11	157,86
48	1,07	152,52
49	1,04	147,37
50	1,00	142,38
TOTAL VP	131,35	18651,91

Fase final

Desmantelamiento			
Coste sin descuento estimado (€/m ²)	Año	VP €/m ² (descontado)	VP € (descontado)
8	50	1,43	203,40
Tasa de descuento	TOTAL VP	1,43	
0,035			

Tratamiento de residuos			
Coste sin descuento estimado (€/m ²)	Año	VP €/m ² (descontado)	VP € (descontado)
5	50	0,90	127,13
Tasa de descuento	TOTAL VP	0,90	
0,035			

Recuperación de materiales reciclables			
Coste sin descuento estimado (€/m ²)	Año	VP €/m ² (descontado)	VP € (descontado)
2	50	0,36	50,85
Tasa de descuento	TOTAL VP	0,36	
0,035			

RESUMEN

Año	Flujo (€)	Descripción
0	-15052,00	Inversión inicial
del 1 al 50	tabla descontada por año	Ahorro energético anual
cada 10 años	tabla descontada por año	Revisión
30	-203,40	Desmantelamiento
30	-127,13	Tratamiento de residuos
30	50,85	Reciclaje

CÁLCULO VAN, TIR Y PAYBACK

Año	flujo de caja	flujo de caja acumulado
0	-15052,00	-15052,00
1	768,31	-14283,69
2	742,33	-13541,36
3	717,22	-12824,14
4	692,97	-12131,17
5	568,87	-11562,30
6	646,90	-10915,40
7	625,02	-10290,38
8	603,88	-9686,50
9	583,46	-9103,03
10	492,37	-8610,67
11	544,67	-8066,00
12	526,25	-7539,75
13	508,45	-7031,29
14	491,26	-6540,03
15	424,06	-6115,98
16	458,60	-5657,38
17	443,09	-5214,29
18	428,10	-4786,19
19	413,63	-4372,56
20	363,78	-4008,78
21	386,13	-3622,66
22	373,07	-3249,59
23	360,45	-2889,14
24	348,26	-2540,87
25	311,06	-2229,81
26	325,11	-1904,71
27	314,11	-1590,59
28	303,49	-1287,10
29	293,23	-993,87
30	283,31	-710,56
31	273,73	-436,83
32	264,48	-172,35
33	255,53	83,18

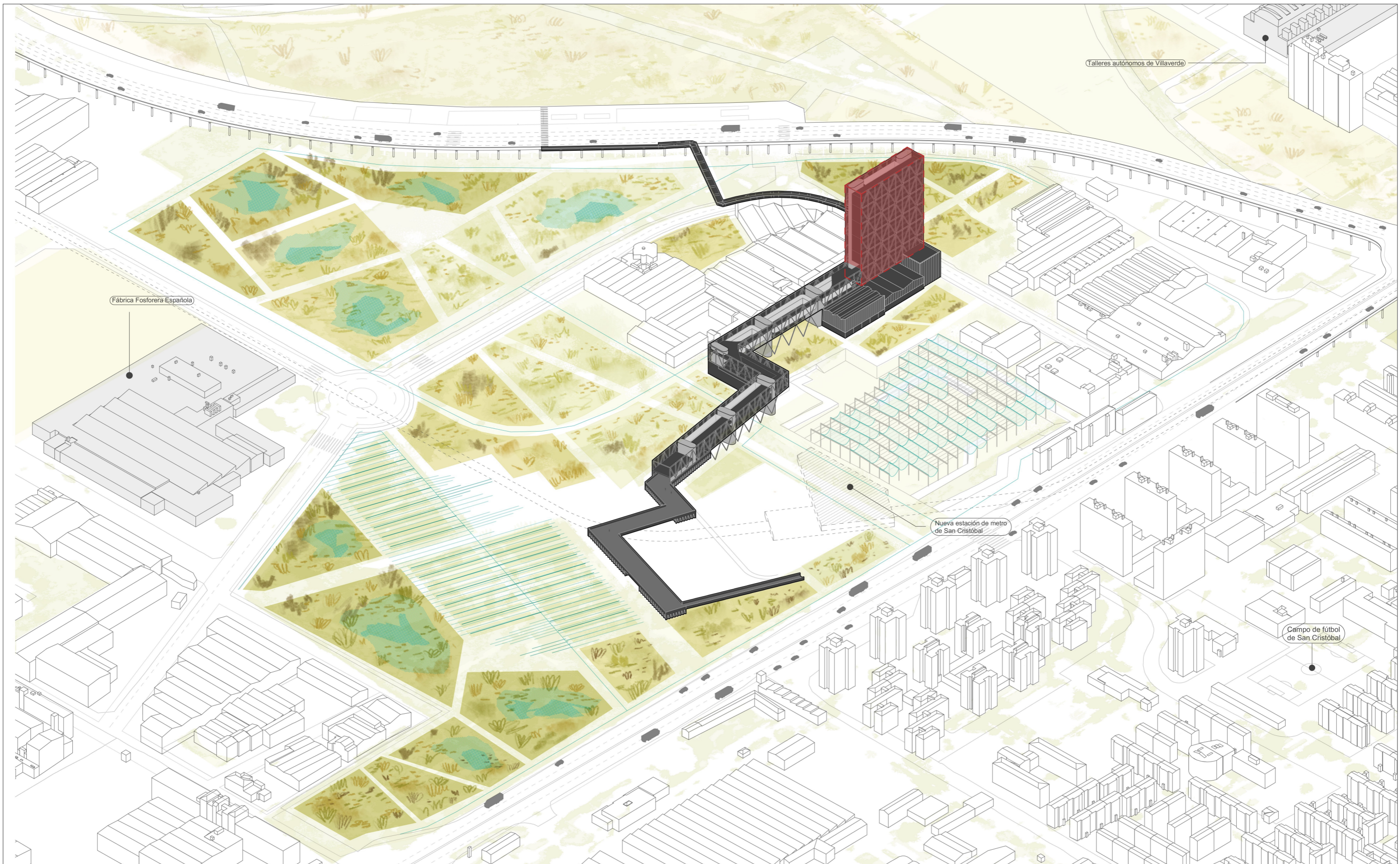
34	246,89	330,07
35	238,54	568,61
36	230,47	799,09
37	222,68	1021,77
38	215,15	1236,92
39	207,88	1444,79
40	200,85	1645,64
41	194,05	1839,69
42	187,49	2027,19
43	181,15	2208,34
44	175,03	2383,36
45	169,11	2552,47
46	163,39	2715,86
47	157,86	2873,72
48	152,52	3026,24
49	147,37	3173,61
50	142,38	3315,99
TIR	1,13%	
PAYBACK	33 años	

INDICADORES DE CREACIÓN DE VALOR

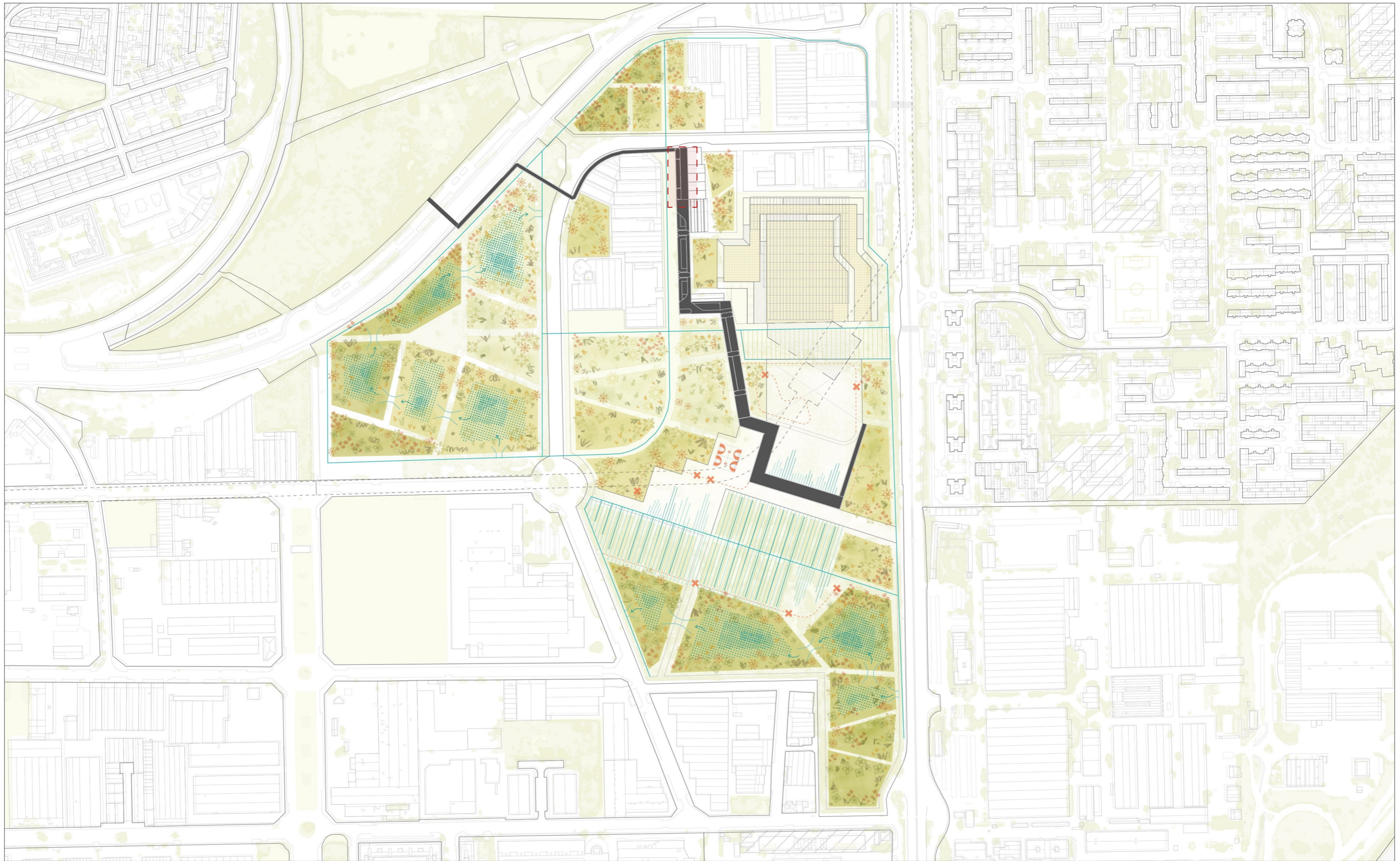
Indicadores de creación de valor		
Dimensión	Indicador	Valor
Económica	VAN	-3036,31
	Ahorro energético	18651,91
	Periodo de retorno	33 años
Energética	Reducción de la demanda energética	
Ambiental	Reciclabilidad	estimado 2 €/m ²
Técnica	Durabilidad	50 años
	Mantenimiento	283,91
Social	Confort térmico	
De mercado	Valor arquitectónico	

07

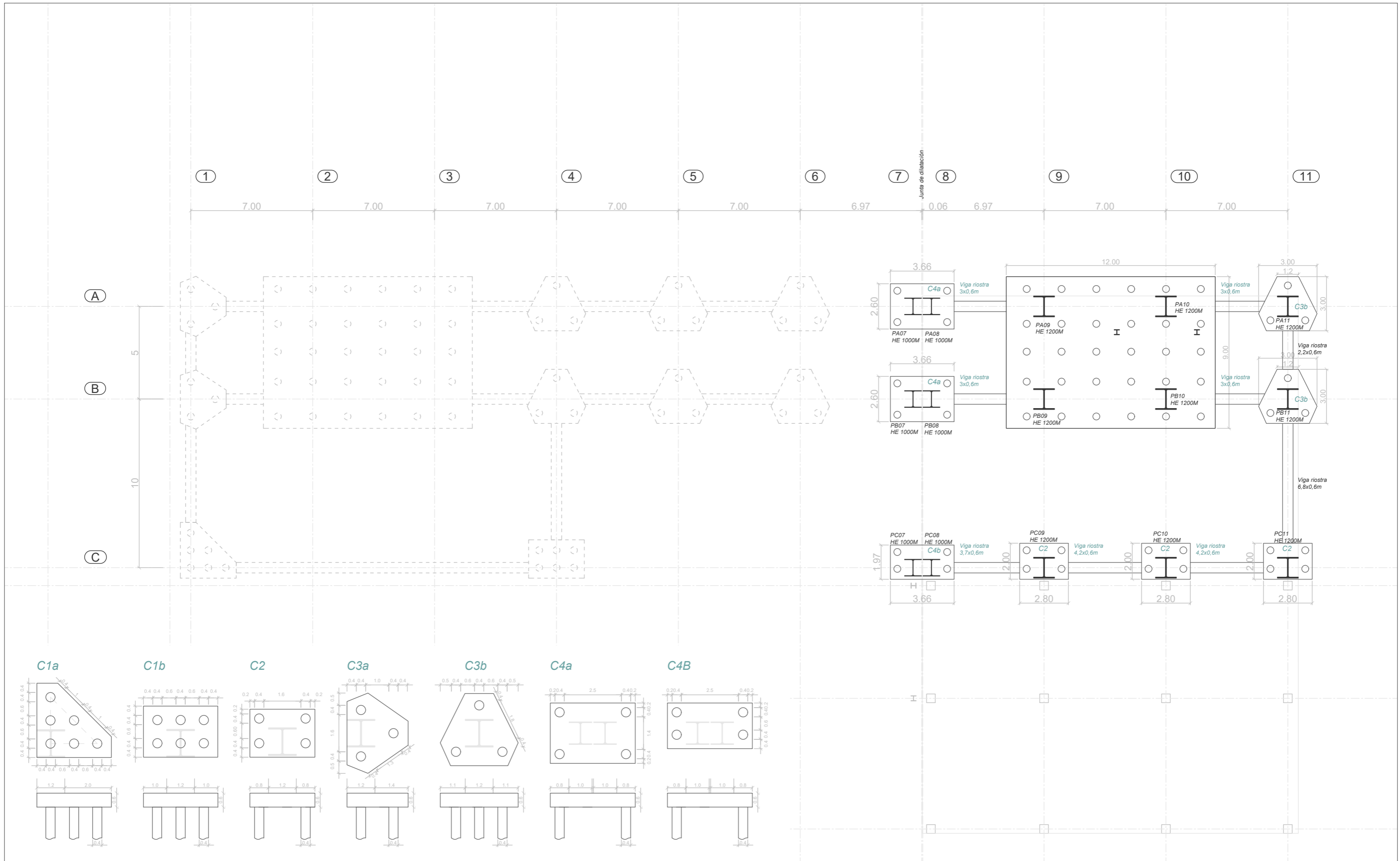
Anexo de planos



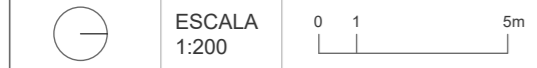
A01	AXONOMETRÍA GENERAL		Cuadro de características de materiales				Cuadro de cargas permanentes				Cuadro de sobrecargas				Coefficientes de seguridad			
	PLANO DE ARQUITECTURA		Acero laminado	S 275	S 355	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Acero laminado	Ordinaria	Extraordinaria
	Sara Muñoz Lago		Límite elástico fy	275 N/mm2	355 N/mm2	Forjado	4	4	4	-	Uso	5	2	1	1	1	1	1
	Otoño 2025		Módulo de elasticidad	210000 N/mm2	210000 N/mm2	Losa	-	-	-	5	Nieve	-	-	0.6	-	-	-	-
	Aula Tuñón		Módulo de Poisson	0.3	0.3	Tabiquería	1	1	-	-	Viento E-W eje A	1.95 kN/m2			Acero S 275	1.05	1	1
	Máster Habilitante // ETSAM		Módulo de cortadura	81000 N/mm2	81000 N/mm2	Solados	1	1	-	-	Viento E-W eje B	0.61 kN/m2			Acero S 355	1.05	1	1
			Coef. de dilatación	0.000012 m/m°C	0.000012 m/m°C	Formación de pdes	-	-	2.5	2.5	Viento E-W eje C	1.34 kN/m2			Cargas permanentes	1.35	1	1
			Peso específico	77.01 kN/m3	77.01 kN/m3	Peldaños y solado	-	-	-	-	Viento N-S	1.82 kN/m2			Sobrecargas	1.5	1	1

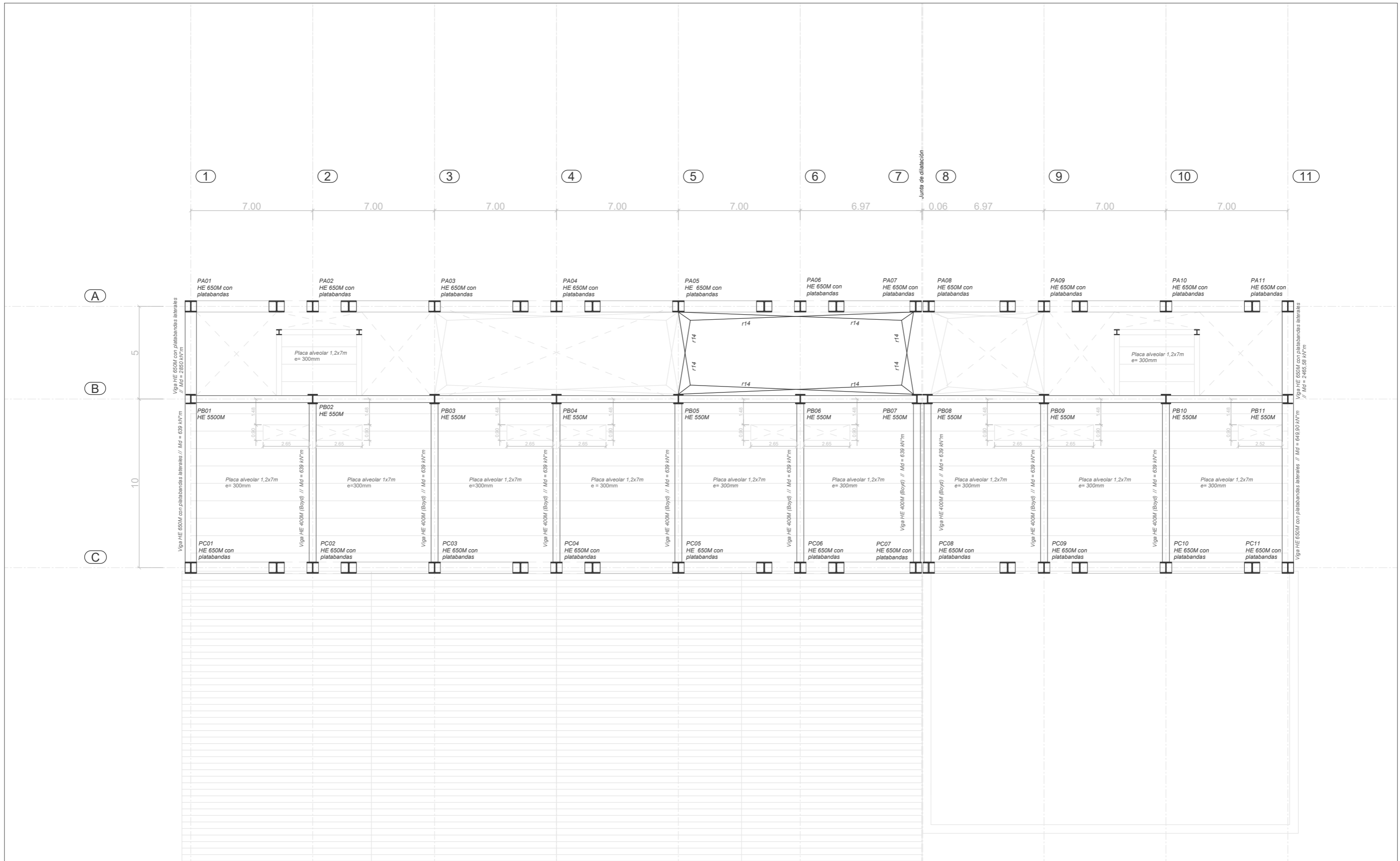


A02	PLANTA GENERAL	Cuadro de características de materiales				Cuadro de cargas permanentes				Cuadro de sobrecargas				Coefficientes de seguridad							
	PLANO DE ARQUITECTURA	Sara Muñoz Lago Otoño 2025 Aula Tuñón Máster Habilitante // ETSAM	Acero laminado	S 275	S 355	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Acero laminado	Ordinaria	Extraordinaria			
 ESCALA 1:4000			Límite elástico fy	275 N/mm2	355 N/mm2	Forjado	4	4	4	-	Uso	5	2	1	1	Acero S 275	1.05	Sísmica	1	Incendio	1
			Módulo de elasticidad	210000 N/mm2	210000 N/mm2	Losa	-	-	-	5	Nieve	-	-	0.6	-	Acero S 355	1.05				
			Módulo de Poisson	0.3	0.3	Tabiquería	1	1	-	-	Viento E-W eje A			1.95 kN/m2		Sobrecargas	1.35				
			Módulo de cortadura	81000 N/mm2	81000 N/mm2	Solados	1	1	-	-	Viento E-W eje B			0.61 kN/m2			1.5				
		Coef. de dilatación	0.000012 m/m°C	0.000012 m/m°C	Formación de pdes	-	-	2.5	2.5	Viento E-W eje C			1.34 kN/m2								
		Peso específico	77.01 kN/m3	77.01 kN/m3	Peldaños y solado	-	-	-	-	Viento N-S			1.82 kN/m2								

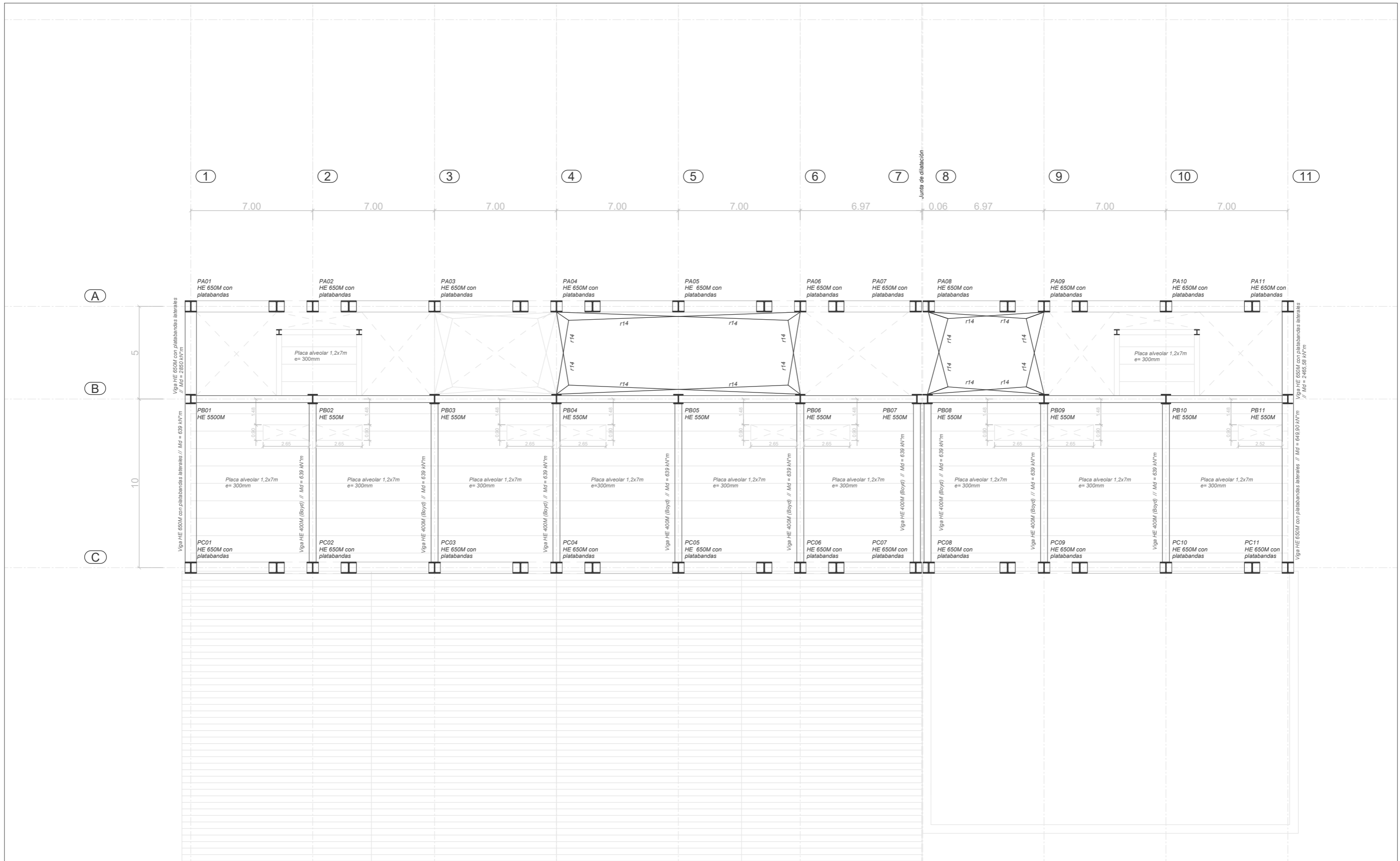


E01	PLANTA SÓTANO (- 4 m)		Cuadro de características de materiales				Cuadro de cargas permanentes				Cuadro de sobrecargas				Coefficientes de seguridad			
	PLANO DE ESTRUCTURA		Acero laminado	S 275	S 355	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Acero laminado	Ordinaria	Extraordinaria
	Sara Muñoz Lago		Límite elástico fy	275 N/mm2	355 N/mm2	Forjado	4	4	4	-	Uso	5	2	1	1	1	1	1
	Otoño 2025		Módulo de elasticidad	210000 N/mm2	210000 N/mm2	Losa	-	-	-	5	Nieve	-	-	0.6	-	-	-	-
	Aula Tuñón		Módulo de Poisson	0.3	0.3	Tabiquería	1	1	-	-	Viento E-W eje A	1.95 kN/m2			Acero S 275	1.05	1	1
	Máster Habilitante // ETSAM		Módulo de cortadura	81000 N/mm2	81000 N/mm2	Solados	1	1	-	-	Viento E-W eje B	0.61 kN/m2			Acero S 355	1.05	1	1
			Coef. de dilatación	0.000012 m/m°C	0.000012 m/m°C	Formación de pdes	-	-	2.5	2.5	Viento E-W eje C	1.34 kN/m2			Cargas permanentes	1.35	1	1
			Peso específico	77.01 kN/m3	77.01 kN/m3	Peldañeado y solado	-	-	-	-	Viento N-S	1.82 kN/m2			Sobrecargas	1.5	1	1

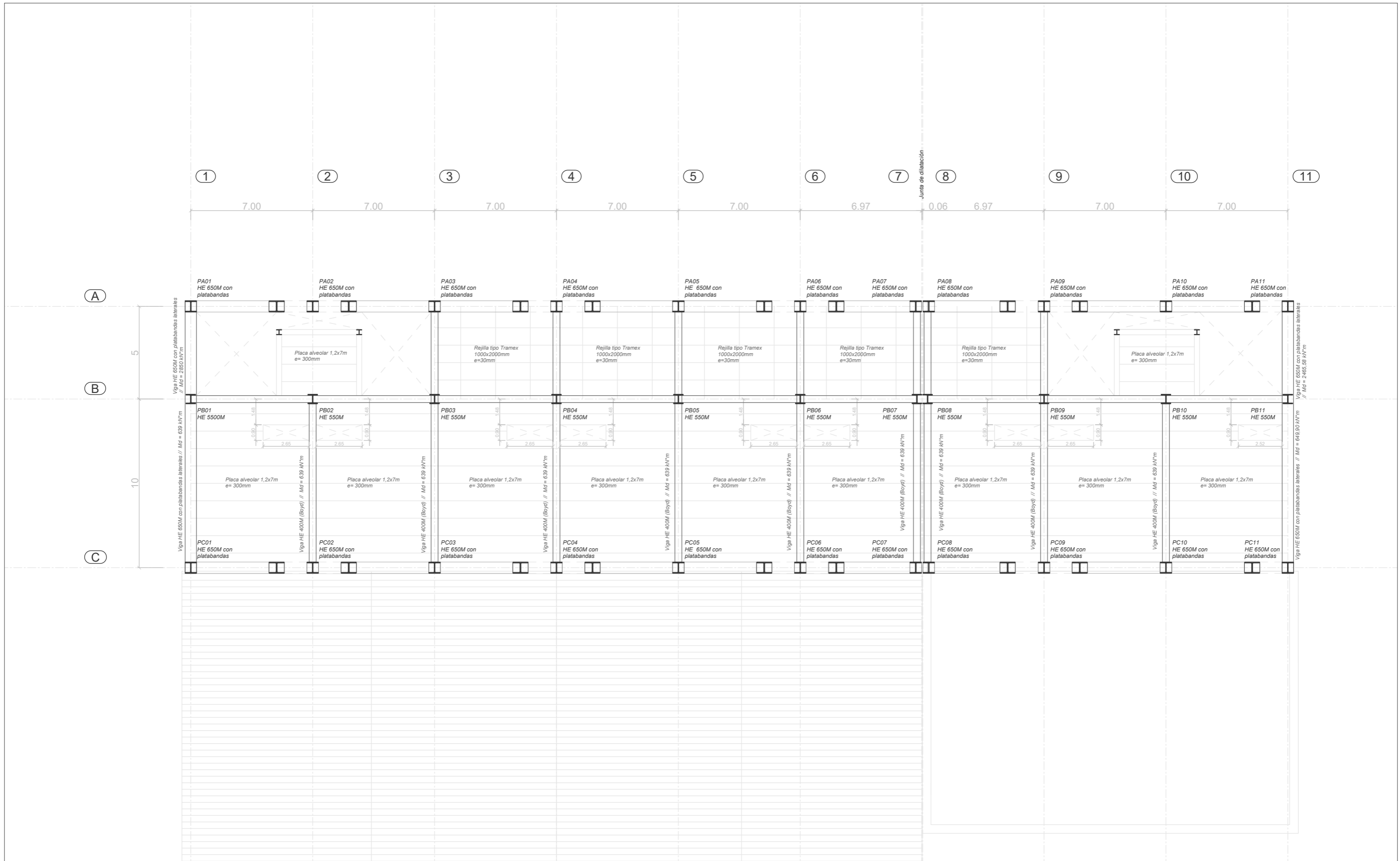




























E03	PLANTA DÉCIMA (+46 m)		Cuadro de características de materiales				Cuadro de cargas permanentes				Cuadro de sobrecargas				Coefficientes de seguridad				
	PLANO DE ESTRUCTURA		Acero laminado	S 275	S 355	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Acero laminado	Ordinaria	Extraordinaria	
			Sara Muñoz Lago	Límite elástico fy	275 N/mm2	355 N/mm2	Forjado	4	4	4	-	Uso	5	2	1	1	Acero S 275	1.05	Sísmica
ESCALA 1:200 		Otoño 2025	Módulo de elasticidad	210000 N/mm2	210000 N/mm2	Losa	-	-	-	5	Nieve	-	-	0.6	-	Acero S 355	1.05	1	1
		Aula Tuñón	Módulo de Poisson	0.3	0.3	Tabiquería	1	1	-	-	Viento E-W eje A	1.95 kN/m2			Acero S 275	1.05	1	1	
		Máster Habilitante // ETSAM	Módulo de cortadura	81000 N/mm2	81000 N/mm2	Soldados	1	1	-	-	Viento E-W eje B	0.61 kN/m2			Acero S 355	1.05	1	1	
			Coef. de dilatación	0.000012 m/m°C	0.000012 m/m°C	Formación de pdes	-	-	2.5	2.5	Viento E-W eje C	1.34 kN/m2			Cargas permanentes	1.35	1	1	
		Peso específico	77.01 kN/m3	77.01 kN/m3	Peldañado y solado	-	-	-	-	Viento N-S	1.82 kN/m2			Sobrecargas	1.5	1	1		

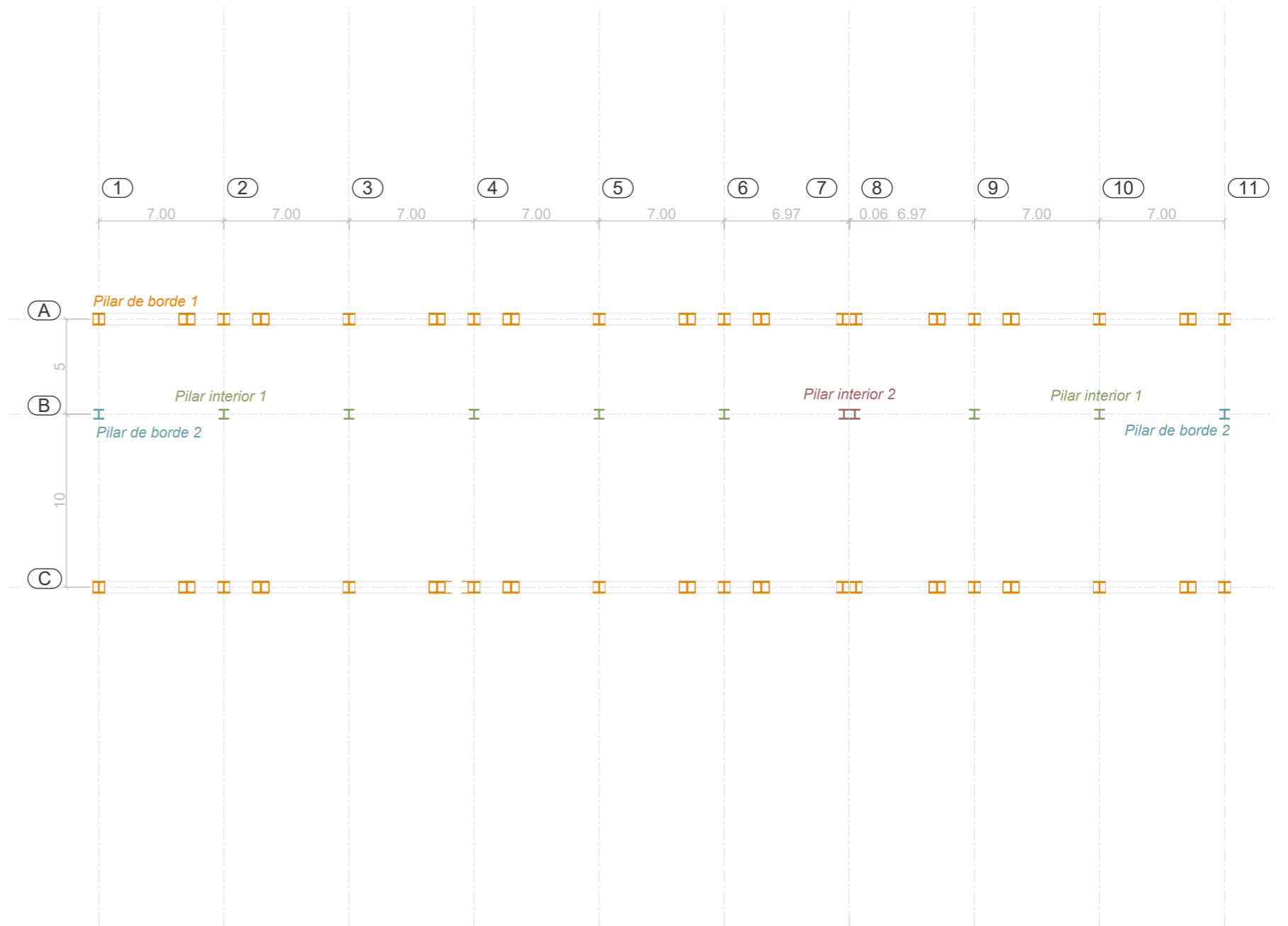


E04	PLANTA DECIMOTERCERA (+82 m)		Cuadro de características de materiales				Cuadro de cargas permanentes				Cuadro de sobrecargas				Coefficientes de seguridad					
	PLANO DE ESTRUCTURA	<i>Sara Muñoz Lago</i>	Acero laminado	S 275	S 355	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Acero laminado	Ordinaria	Extraordinaria		
<i>Otoño 2025</i>		<i>Aula Tuñón</i>	Límite elástico fy	275 N/mm ²	355 N/mm ²	Forjado	4	4	4	-	Uso	5	2	1	1	1	1	1		
	ESCALA 1:200	<i>Máster Habilitante // ETSAM</i>	Módulo de elasticidad	210000 N/mm ²	210000 N/mm ²	Losa	-	-	-	5	Nieve	-	-	0.6	-	-	-	-		
			Módulo de Poisson	0.3	0.3	Tabiquería	1	1	-	-	-	Viento E-W eje A	-	-	1.95 kN/m ²	-	-	-	-	
			Módulo de cortadura	81000 N/mm ²	81000 N/mm ²	Soldados	1	1	-	-	-	Viento E-W eje B	-	-	0.61 kN/m ²	-	-	-	-	-
			Coef. de dilatación	0.000012 m/m°C	0.000012 m/m°C	Formación de pdes	-	-	2.5	-	2.5	Viento E-W eje C	-	-	1.34 kN/m ²	-	-	-	-	-
			Peso específico	77.01 kN/m ³	77.01 kN/m ³	Peldañeado y solado	-	-	-	-	Viento N-S	-	-	1.82 kN/m ²	-	-	-	-		
															Acero S 275	1.05	1	1		
															Acero S 355	1.05	1	1		
															Cargas permanentes	1.35	1	1		
															Sobrecargas	1.5	1	1		

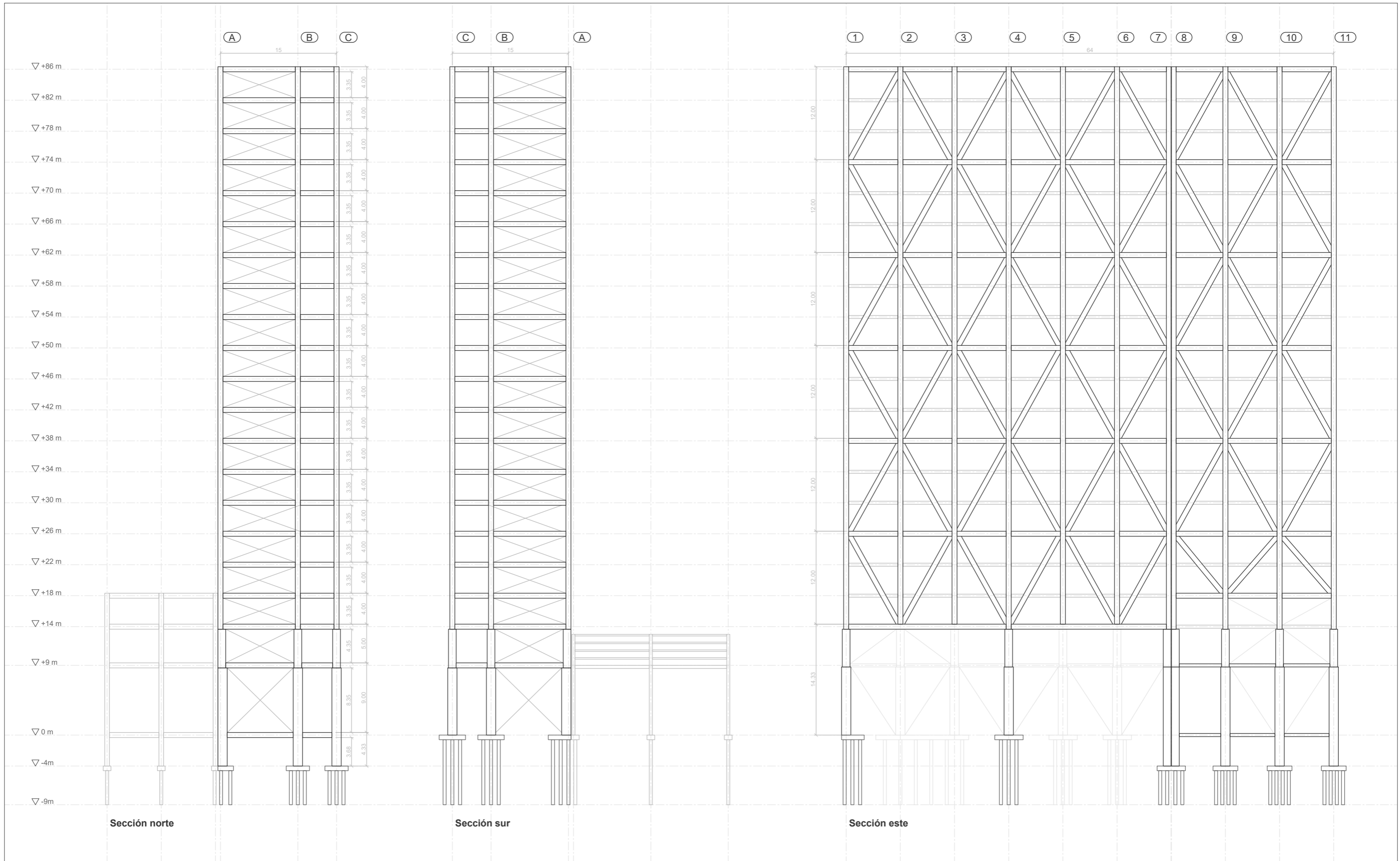


E05	PLANTA CUBIERTA (+58 m)		Cuadro de características de materiales				Cuadro de cargas permanentes				Cuadro de sobrecargas				Coefficientes de seguridad		
	PLANO DE ESTRUCTURA	<i>Sara Muñoz Lago</i>	Acero laminado	S 275	S 355	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Acero laminado	Ordinaria
<i>Otoño 2025</i>		Límite elástico fy	275 N/mm2	355 N/mm2	Forjado	4	4	4	-	Uso	5	2	1	1	Acero S 275	1.05	1
	ESCALA 1:200 	<i>Aula Tuñón</i>	Módulo de elasticidad	210000 N/mm2	210000 N/mm2	Losa	-	-	5	Nieve	-	-	0.6	-	Acero S 355	1.05	1
		<i>Máster Habilitante // ETSAM</i>	Módulo de Poisson	0.3	0.3	Tabiquería	1	1	-	-	Viento E-W eje A	1.95 kN/m2			Acero S 275	1.05	1
			Módulo de cortadura	81000 N/mm2	81000 N/mm2	Solados	1	1	-	-	Viento E-W eje B	0.61 kN/m2			Acero S 355	1.05	1
			Coef. de dilatación	0.000012 m/m°C	0.000012 m/m°C	Formación de pdes	-	-	2.5	2.5	Viento E-W eje C	1.34 kN/m2			Cargas permanentes	1.35	1
		Peso específico	77.01 kN/m3	77.01 kN/m3	Peldañoado y solado	-	-	-	-	Viento N-S	1.82 kN/m2			Sobrecargas	1.5	1	

	<i>Pilar de borde 1</i>	<i>Pilar de borde 2</i>	<i>Pilar interior 1</i>	<i>Pilar interior 2</i>
Planta cuarta - Cubierta	 HE 650M con platabandas laterales	 HE 550M	 HE 550M	 HE 550M
Planta tercera	 HE 650M con platabandas laterales	 HE 600M	 HE 550M	 HE 550M
Planta segunda	 HE 650M	 HE 650M	 HE 600M	 HE 600M
Planta primera	 HE 1000M	 HE 1000M	 HE 1000M	 HE 1000M
Planta baja	 HE 1200M	 HE 1200M	 HE 1200M	 HE 1000M
Sótano	 HE 1200M	 HE 1200M	 HE 1200M	 HE 1000M



E06	CUADRO DE SOPORTES		<i>Cuadro de características de materiales</i>		<i>Cuadro de cargas permanentes</i>				<i>Cuadro de sobrecargas</i>				<i>Coefficientes de seguridad</i>					
	PLANO DE ESTRUCTURA		Acero laminado	S 275	S 355	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Acero laminado	Ordinaria	Extraordinaria
	Sara Muñoz Lago		Límite elástico fy	275 N/mm2	355 N/mm2	Forjado	4	4	4	-	Uso	5	2	1	1	1	1	1
	Otoño 2025		Módulo de elasticidad	210000 N/mm2	210000 N/mm2	Losa	-	-	-	5	Nieve	-	-	0.6	-	Acero S 275	1.05	1
	Aula Tuñón		Módulo de Poisson	0.3	0.3	Tabiquería	1	1	-	-	Viento E-W eje A	1.95 kN/m2			Acero S 355	1.05	1	1
	Máster Habilitante // ETSAM		Módulo de cortadura	81000 N/mm2	81000 N/mm2	Solados	1	1	-	-	Viento E-W eje B	0.61 kN/m2			Cargas permanentes	1.35	1	1
	ESCALA 1:100		Coef. de dilatación	0.000012 m/m°C	0.000012 m/m°C	Formación de pdes	-	-	2.5	2.5	Viento E-W eje C	1.34 kN/m2			Sobrecargas	1.5	1	1
	0 1 2m		Peso específico	77.01 kN/m3	77.01 kN/m3	Peldañeado y solado	-	-	-	-	Viento N-S	1.82 kN/m2						

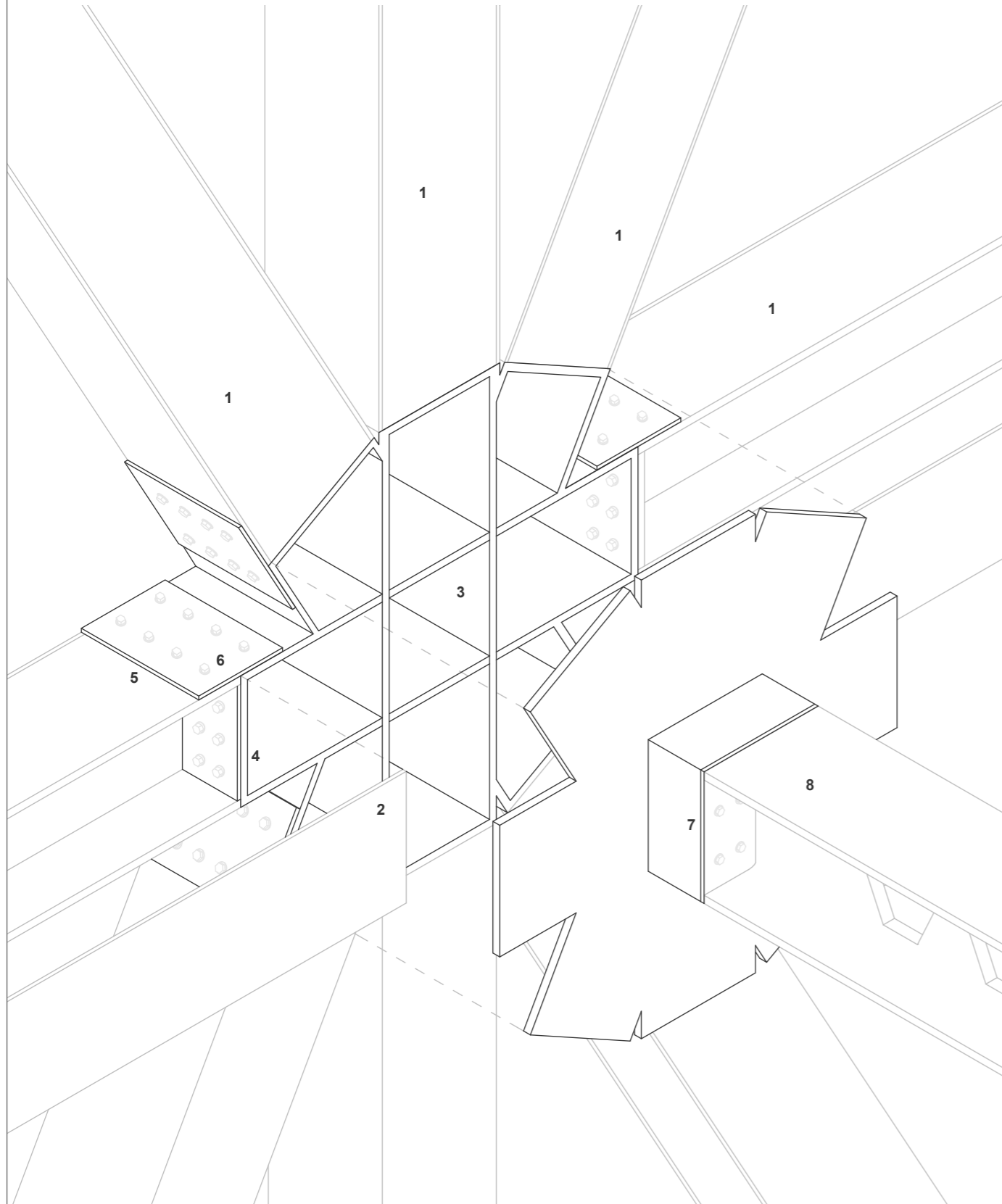


E07	SECCIONES		Cuadro de características de materiales				Cuadro de cargas permanentes				Cuadro de sobrecargas				Coefficientes de seguridad			
	PLANO DE ESTRUCTURA		Acero laminado	S 275	S 355	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Acero laminado	Ordinaria	Extraordinaria
	Sara Muñoz Lago		Límite elástico fy	275 N/mm2	355 N/mm2	Forjado	4	4	4	Uso	5	2	1	1	Acero S 275	1.05	1	1
	Otoño 2025		Módulo de elasticidad	210000 N/mm2	210000 N/mm2	Losa	-	-	-	Nieve	-	-	0.6	-	Acero S 355	1.05	1	1
	Aula Tuñón		Módulo de Poisson	0.3	0.3	Tabiquería	1	1	-	Viento E-W eje A	1.95 kN/m2			-	Sobrecargas	1.35	1	1
	Máster Habilitante // ETSAM		Módulo de cortadura	81000 N/mm2	81000 N/mm2	Solados	1	1	-	Viento E-W eje B	0.61 kN/m2			-	Sobrecargas	1.5	1	1
			Coef. de dilatación	0.000012 m/m°C	0.000012 m/m°C	Formación de pdtes	-	-	2.5	Viento E-W eje C	1.34 kN/m2			-	Sobrecargas	1.5	1	1
			Peso específico	77.01 kN/m3	77.01 kN/m3	Peldañeado y solado	-	-	-	Viento N-S	1.82 kN/m2			-	Sobrecargas	1.5	1	1



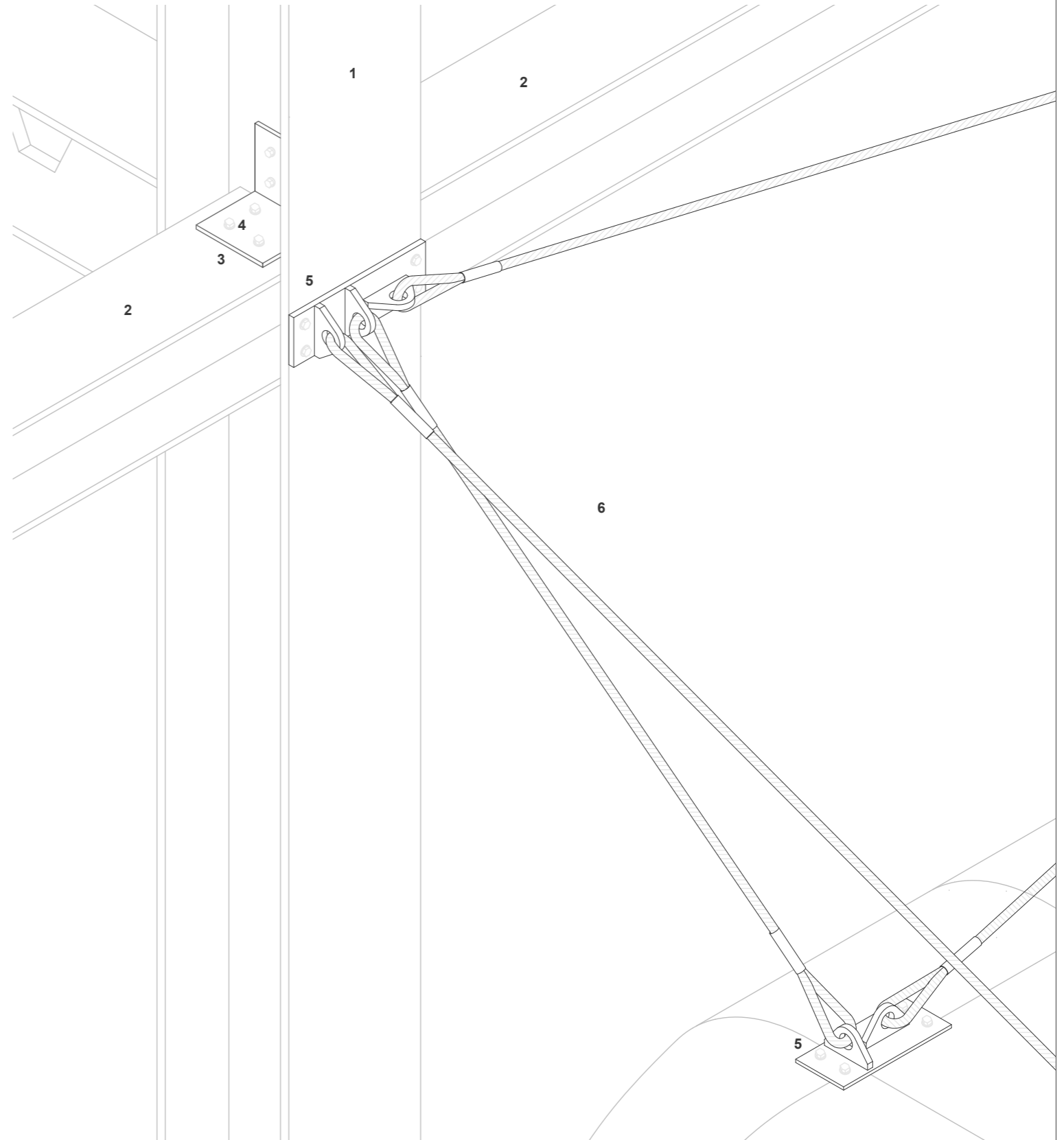
Encuentro estructura triangulada con viga Boyd

1. Perfil HE 650 M con platabandas laterales de acero S275
2. Platabanda lateral de refuerzo (e=15 cm)
3. Nudo de unión prefabricado con refuerzos internos siendo las uniones mediante cordón de soldadura
4. Placa de unión de acero al carbono galvanizado (e=10 cm) para perfiles de cercha metálica
5. Placa de unión de acero al carbono galvanizado (e=10 cm) refuerzo para momentos
6. Tornillo de acero inoxidable M20
7. Placa de unión de acero al carbono galvanizado (e=10 cm) para viga Boyd
8. Viga Boyd de acero estructural S275



Encuentro pórtico metálico con estructura de tirantes

1. Pilar metálico perfil HE 550 M con platabandas laterales de acero S275
2. Viga metálica perfil HE 400 M con platabandas laterales de acero S275
3. Placa de unión de acero al carbono galvanizado (e=10 cm)
4. Tornillo de acero inoxidable M20
5. Anclaje metálico para tirantes
6. Cable de acero galvanizado (radio 14 cm)



E08	DETALLES NUDOS		Cuadro de características de materiales				Cuadro de cargas permanentes				Cuadro de sobrecargas				Coefficientes de seguridad				
	PLANO DE ESTRUCTURA		Acero laminado	S 275	S 355	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Planta	P. Baja	P. Tipo	P. Cubierta	Escalera	Acero laminado	Ordinaria	Extraordinaria	
			Sara Muñoz Lago	Límite elástico fy	275 N/mm2	355 N/mm2	Forjado	4	4	4	-	Uso	5	2	1	1	Acero S 275	1.05	Sísmica
ESCALA 1:15 0 0,1 0,5m		Otoño 2025	Módulo de elasticidad	210000 N/mm2	210000 N/mm2	Losa	-	-	-	5	Nieve	-	-	0,6	-	Acero S 355	1.05	1	1
		Aula Tuñón	Módulo de Poisson	0.3	0.3	Tabiquería	1	1	-	-	Viento E-W eje A	1.95 kN/m2			Sobrecargas	1.5	1	1	
		Máster Habilitante // ETSAM	Módulo de cortadura	81000 N/mm2	81000 N/mm2	Solados	1	1	-	-	Viento E-W eje B	0.61 kN/m2			1	1			
			Coef. de dilatación	0.000012 m/m°C	0.000012 m/m°C	Formación de pdes	-	-	2.5	2.5	Viento E-W eje C	1.34 kN/m2			1	1			
			Peso específico	77.01 kN/m3	77.01 kN/m3	Peldañeado y solado	-	-	-	Viento N-S	1.82 kN/m2			1	1				