



Universidad
Zaragoza

TRABAJO FIN DE GRADO

-

MEMORIA

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA PLATAFORMA MULTINIVEL Y PASARELAS
PEATONALES DE CONEXIÓN ENTRE EDIFICIOS

STRUCTURAL DESIGN OF A MULTILEVEL PLATFORM AND PEDESTRIAN
WALKWAYS CONNECTING BUILDINGS

Autor

Adrián Pérez Anadón

Director

Sergio Puértolas Broto

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA) – Universidad de Zaragoza

Grado en Ingeniería Mecánica

2018

DECLARACIÓN DE
AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. Adrián Pérez Anadón

con nº de DNI 17769981-C en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
Ingeniería Mecánica, (Título del Trabajo)

Diseño estructural de una plataforma multinivel y pasarelas peatonales de
conexión entre edificios

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 28 de Enero de 2019

Fdo: Adrián Pérez Anadón



Diseño estructural de una plataforma multinivel y pasarelas peatonales de conexión entre edificios

RESUMEN

El estudio del proyecto se centra en dotar de servicios adicionales a una manzana residencial. Para llevar a cabo esta actuación se añade una nueva pieza arquitectónica denominada Edificio de Servicios, que se integra y relaciona con la edificación residencial presente en la manzana. Para ello se disponen unas pasarelas que se adhieren a las fachadas que dan al interior de la manzana.

A partir de los planos arquitectónicos se plantea el diseño, el estudio y análisis de la estructura del Edificio de Servicios y de la pasarela. Estas tareas se llevarán a cabo mediante el manejo de un programa de elementos finitos denominado DLUBAL RFEM.

En primer lugar, se realiza un modelo del diseño de estructura planteado.

A continuación, se evalúan las cargas: cargas propias del peso del edificio y de la pasarela, sobrecargas de uso sobre el edificio y sobre la pasarela, cargas de viento y nieve según el emplazamiento, que en este caso es la ciudad de Valencia.

Dichas cargas se introducen junto con el resto de condiciones de contorno se incorporan al modelo de carga.

En base a los resultados obtenidos se redefine el sistema estructural y se dimensionan los elementos principales, vigas y pilares de acuerdo al “Código Técnico de La Edificación (CTE)”.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. Descripción del proyecto.....	6
1.2. Objetivo y metodología.....	6
1.3. Organización del proyecto	6
2. SISTEMA ESTRUCTURAL	7
2.1. SISTEMA ESTRUCTURAL: EDIFICIO DE SERVICIOS	8
2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL: PASARELA.....	9
3. DISEÑO Y MODELADO DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS.....	11
3.1. Placas o losas Alveolares.....	11
3.1.1. Modelo aproximado (inicial)	11
3.1.2. Modelo exacto (final)	12
3.2. Pilares y vigas	20
4. EVALUACIÓN DE CARGAS.....	22
4.1. EVALUACIÓN DE CARGAS: EDIFICIO DE SERVICIOS.....	22
4.1.1. Peso propio y de cubierta sobre el Edificio de servicios	22
4.1.2. Sobrecarga de Uso (SCU) sobre el Edificio de servicios	22
4.1.3. Viento sobre el Edificio de servicios.....	23
4.1.4. Nieve sobre el Edificio de servicios	23
4.1.5. Fuerza de pretensado sobre el Edificio de servicios	24
4.1.6. Acciones sobre el Edificio de Servicios.....	24
4.2. EVALUACIÓN DE CARGAS: PASARELA	25
4.2.1. Peso propio sobre la pasarela	25
4.2.2. Sobrecarga de Uso (SCU) sobre la pasarela	25
4.2.3. Viento sobre el edificio de servicios.....	25
4.2.4. Nieve sobre la pasarela (ídem apartado 4.1.4)	25
4.2.5. Fuerza de pretensado sobre la pasarela (ídem apartado 4.1.5.)	25
4.2.6. Acciones sobre la pasarela	25
5. AJUSTE Y DIMENSIONADO DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA METÁLICA.....	26
5.1. Ajuste y dimensionado del Edificio de Servicios	26
5.2. Ajuste y dimensionado de la Pasarela.....	29



6. RESULTADOS	30
6.1. Resultados del Edificio de servicios.....	30
6.1.1. Vigas Edificio de servicios.....	30
6.1.2. Pilares Edificio de servicios.....	34
6.1.3. Diagonales y montantes Edificio de servicios	40
6.2. Resultados de la pasarela.....	47
6.2.1. Vigas pasarela.....	47
6.2.2. Pilares pasarela	51
7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	57
7.1. Análisis de estabilidad: Edificio de Servicios	57
7.2. Análisis de estabilidad: Pasarela	59
8. CONCLUSIONES	60
9. BIBLIOGRAFÍA	61
ÍNDICE DE FIGURAS	62
ÍNDICE DE TABLAS	65
ANEXO I: EVALUACIÓN DE CARGAS SEGÚN CTE	68
I-1. Evaluación de cargas: Edificio de servicios	68
I-2. Evaluación de cargas: Pasarela	81
ANEXO II: COMBINACIONES DE CARGA	82
II-1: Combinaciones de carga sobre el Edificio de Servicios.....	82
II-2: Combinaciones de carga sobre la Pasarela.....	84
II-3: Coeficientes parciales de ponderación de cargas (γ).....	85
II-4: Coeficientes de simultaneidad (ψ).....	86
ANEXO III: DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DE LA ESTRUCTURA. DISTRIBUCIÓN DE USOS.	87
III-1. Listado de planos	87
III-2. Planos Edificio de Servicios	89
III-3. Planos Pasarela	99
III-4. Planos Usos Edificio de Servicios	107

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del proyecto

El proyecto que se desarrolla está centrado en el diseño estructural de un conjunto arquitectónico conformado por un **Edificio de Servicios** con distintos niveles y una **Pasarela** que conecta el nuevo edificio con los existentes. Estas dos construcciones pasarán a formar parte de una manzana residencial situada en Valencia donde ya existen dos edificios de viviendas.

1.2. Objetivo y metodología

El objetivo de este trabajo es el diseñado y dimensionado de la estructura metálica un Edificio de varios niveles y una pasarela la cual va a estar adosada a dos edificios ya existentes. Se parte de un diseño preliminar que deberá ser reajustado y dimensionado de acuerdo al análisis estructural. Se terminará dimensionando los elementos principales (vigas y pilares). Para ello, se realizará un modelo completo de la estructura, se evaluarán las cargas y demás condiciones de contorno, y se dimensionarán las secciones. En base a los resultados obtenidos se redefinirá el sistema estructural si fuera necesario y se definirán los detalles constructivos más característicos.

El diseñado y dimensionado del Edificio de Servicios y de la Pasarela se realiza con un programa de elementos finitos profesional denominado DLUBAL RFEM.

1.3. Organización del proyecto

Fase 1: Estudio, documentación y aprendizaje de la herramienta de análisis

Fase 2: Generación del modelo MEF para realizar las simulaciones y estudiar el comportamiento resistente de la estructura

Fase 3: Ajuste y dimensionado de los elementos de la estructura metálica

Fase 4: Detalles constructivos más característicos del sistema estructural definido.

2. SISTEMA ESTRUCTURAL

La estructura tanto del Edificio de Servicios como de la pasarela está compuesta a partir de la planta calle por una estructura mixta de acero - hormigón, con vigas y pilares de acero y forjados conformados por placas prefabricadas alveolares de hormigón.

En la **Figura 1. Esquema de disposición de forjado - vigas – pilares**, se representa la colocación de las losas de hormigón del forjado sobre las vigas metálicas. Para una correcta instalación de las losas, el ala inferior de las vigas de acero tiene una mayor anchura que el ala superior.

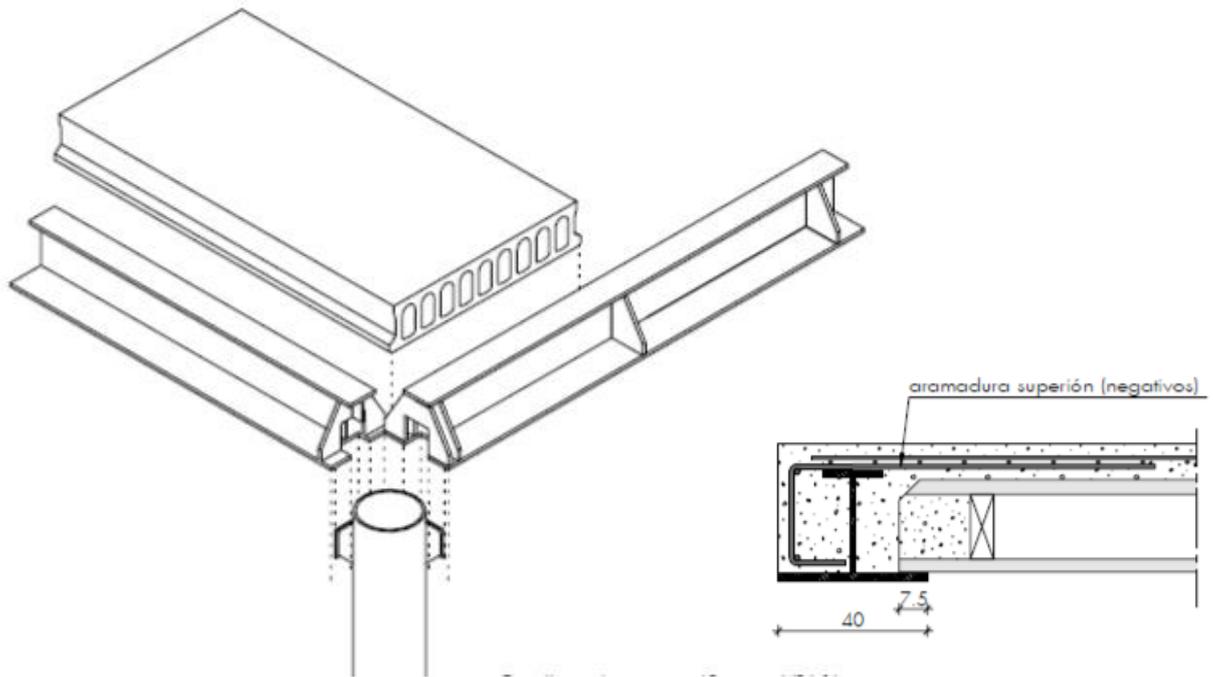


Figura 1. Esquema de disposición de forjado - vigas – pilares

2.1. SISTEMA ESTRUCTURAL: EDIFICIO DE SERVICIOS

El **Edificio de servicios**, aloja un programa propio de un centro cívico a nivel de barrio en el que se integra la atención a las personas mayores. Este edificio forma parte de una manzana residencial donde existen otros dos edificios con gran densidad de población mayor de 65 años. Estos dos edificios están conectados entre sí y con el edificio de servicios mediante una pasarela, la cual analizaremos en el apartado **2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL: PASARELA**.

El Edificio de servicios cuenta con 8 plantas contando con la planta sótano y con la planta calle, teniendo una altura aproximada de casi 25 metros.

En la **Tabla 1. Usos Edificio de Servicios**, se enumeran los usos que existen en cada una de las plantas del Edificio de Servicios, que se deberá tener en cuenta para evaluar las cargas.

	USOS
Planta Sótano	<ul style="list-style-type: none"> - Zona de Spa - Fisioterapia - Parking
Planta Calle	<ul style="list-style-type: none"> - Recepción - Administración - Rincón de la música - Salón cultural - Cocina - Cafetería
Planta P+1	<ul style="list-style-type: none"> - Sala de curas - Consulta Médica - Enfermería - Fisioterapia
Planta P+2	<ul style="list-style-type: none"> - Aula Taller - Aula radio - Aula Audiovisuales - Rehabilitación - Aula de actividades físicas
Planta P+3	<ul style="list-style-type: none"> - Terraza mirador - Zona polivalente de relación visual
Planta P+4	<ul style="list-style-type: none"> - Terraza mirador - Servicios bibliotecarios - Sala de lectura
Planta P+5	<ul style="list-style-type: none"> - Box- Coworking - Zona de relax - Sala de reuniones
Planta P+6	<ul style="list-style-type: none"> - Invernadero - Jardín- huerto

Tabla 1. Usos Edificio de Servicios

* En el **ANEXO III: DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DE LA ESTRUCTURA. DISTRIBUCIÓN DE USOS**, se representan los planos de las plantas y los usos en cada una de ellas del Edificio de Servicios.

2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL: PASARELA

La **pasarela** establece una conexión entre los dos edificios residenciales ya existentes en la manzana residencial en la que se centra el proyecto y el Edificio de servicios.

La pasarela está constituida por dos partes diferenciadas: PORCHE Y CORREDOR. Estas zonas son las zonas 1 y 2 que se representan en la figura siguiente, **Figura 2. Vista isométrica de la Pasarela.**

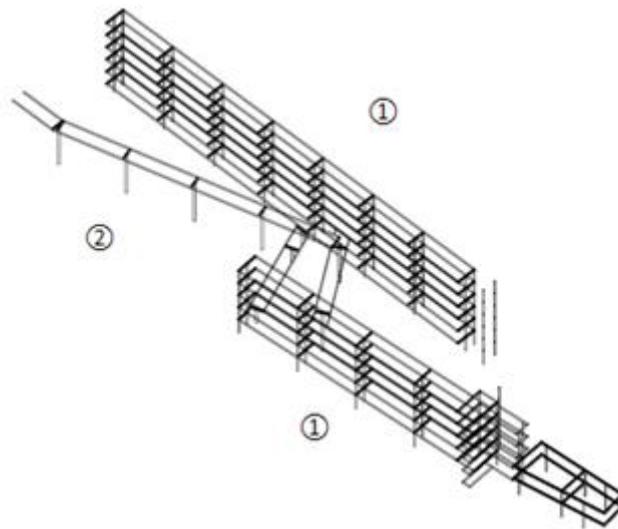


Figura 2. Vista isométrica de la pasarela

La estructura de la pasarela se arriestra lateralmente a los forjados de los edificios de modo que se transmiten cargas horizontales entre ambas estructuras pero no verticales. El elemento que desempeña esta función queda representado en **la Figura 3. Anclaje pasarela – edificios residenciales.**

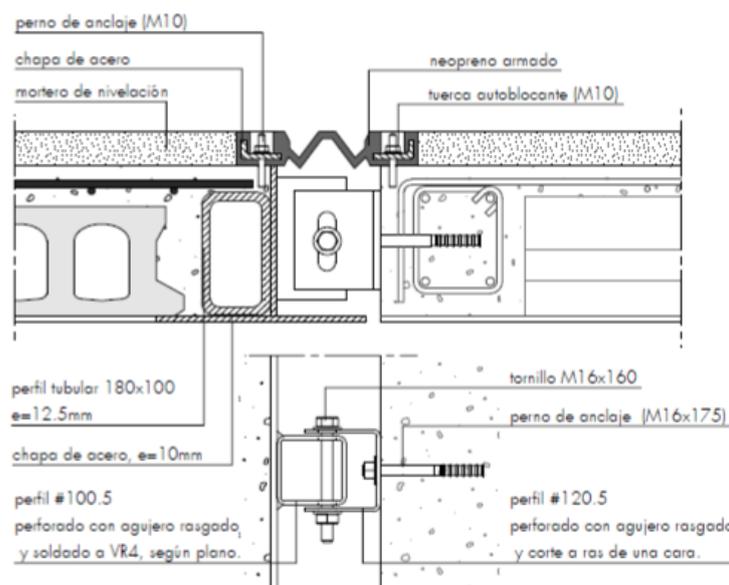


Figura 3. Anclaje pasarela – edificios residenciales



La pasarela cuenta con una gran conectividad con el Edificio de Servicios, ya que puede llegarse a él por el paso intermedio o a través de los porches adosados a los edificios de habitaciones. La pasarela está conectada al Edificio de Servicios por las plantas P+1, P+2, P+3 y P+4 del propio. Además, destacar que la pasarela interconecta los dos edificios residenciales a través de los niveles 1 y 3.

La pasarela cuenta con 5 alturas, con una primera (Nivel +1) de 3.12 m respecto a la planta sótano del edificio que sirve de referencia para la construcción de la misma. El resto de niveles con los que cuenta la pasarela tienen una altura de 2.72 m, teniendo por tanto la pasarela un total de casi 17 metros de altura.

* En el **ANEXO III: DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DE LA ESTRUCTURA. DISTRIBUCIÓN DE USOS**, se representan los planos de las plantas de la Pasarela.

3. DISEÑO Y MODELADO DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS

En los siguientes puntos se van a describir cuales son los aspectos que se han tomado para el diseño de los elementos que constituyen el edificio de servicios y la pasarela.

3.1. Placas o losas Alveolares

- **Definición:** Elemento superficial plano de hormigón pretensado, de canto constante, aligerado mediante alveolos longitudinales y capaz de soportar grandes vanos y sobrecargas.

Las **placas o losas alveolares** tienen una anchura estándar de 1200 mm y puede fabricarse con cantos que van desde los 150 mm. En el caso de este proyecto el canto elegido tiene una altura de 250 mm con la finalidad de que la placa se apoye y se acople adecuadamente sobre la viga.



Figura 4. Sección Losas Alveolares

3.1.1. Modelo aproximado (inicial)

En una primera estimación, se consideró una placa maciza cuyas características del material (módulo de Young) son idénticas a las de la placa con los alveolos. A continuación, se muestra el proceso de cálculo donde se realiza la equivalencia entre ambos modelos.

→Modelo 1: Modelo de placa alveolar

Este modelo de placa alveolar es el más realista ya que se trata de una sección hueca con alveolos. La losa alveolar tiene de canto 250 mm y anchura b_1 (conocida).

→Modelo 2: Modelo de placa maciza equivalente

Para el cálculo del modelo aproximado o de placa maciza se realiza la siguiente equivalencia para la obtención de los parámetros geométricos de la misma.

Con $E = E_{eq}$ → despejamos e_{eq} del sistema de ecuaciones siguiente

$$(1) E \cdot A_1 = E_{eq} \cdot A_2$$

$$(2) E \cdot I_1 = E_{eq} \cdot I_2$$



Modelo 1 – Modelo de placa Alveolar

Modelo 2 – Modelo de placa maciza equivalente

Figura 5. Cálculo geometría del modelo aproximado

3.1.2. Modelo exacto (final)

Para incorporar al Modelo de Elementos Finitos (MEF) las placas alveolares de forma más exacta, se opta por utilizar elementos barra con la sección de cada placa alveolar. Para evaluar las propiedades mecánicas de estas secciones e incorporarlas al programa RFEM se utiliza el modulo específico "Shape-massive" de DLUBAL.

El canto, 250 mm, de dicha sección es el que se ha establecido en el modelo 1, anteriormente utilizado para realizar la equivalencia con el modelo 2 (modelo de placa maciza).

▪ Fuerza de pretensado

En la realidad, las placas alveolares de hormigón pretensado contienen en su zona inferior un conjunto de armaduras activas que tiene un único trazado y que se pone en carga en una sola operación. A este conjunto de armaduras se le denomina tendones, los cuales quedan embebidos dentro del hormigón.

La técnica empleada para mejorar el comportamiento de un material o estructura es la de introducir tensiones previas a su puesta en carga. Se introduce de una presolicitación para que el hormigón trabaje a compresión con las cargas previstas. En la **Figura 6. Presolicitación**, se observa el comportamiento tan distinto que existiría si no se aplicase el pretensado.

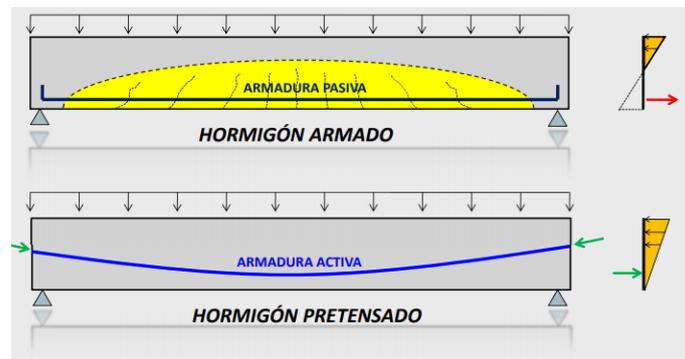


Figura 6. Presolicitación

▪ **Introducción del efecto de pretensado en el modelo exacto de cálculo:**

El pretensado de los tendones de las placas alveolares se introduce en el modelo a través de la aplicación de un momento negativo equivalente. Para la obtención de la fuerza de pretensado, se modela con una barra biapoyada, cargada por una carga distribuida y con dos momentos en los extremos. La carga distribuida equivale a las cargas permanentes que actúan sobre el edificio y los momentos de los extremos equivalen al producto de la **fuerza de compresión (F)** que existe sobre la losa alveolar por la **excentricidad (e)** (**Figura 7. Momento de Pretensado**).

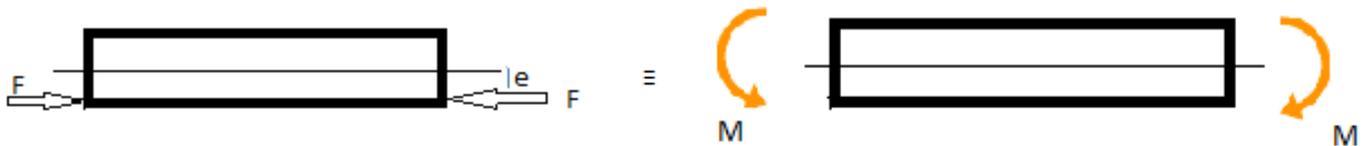


Figura 7. Momento de Pretensado

$$M_{eq, \text{ pretensado}} = F_{\text{pretensado}} \times \text{Excentricidad (e)}$$

Las acciones que tenemos sobre la **barra biapoyada** de la **Figura 8** son: el momento de pretensado y las cargas permanentes como se muestra en la figura siguiente.

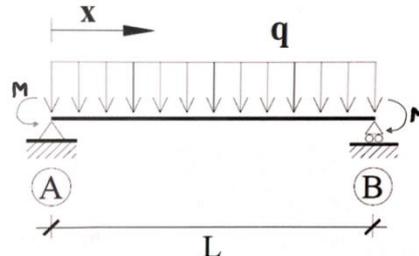


Figura 8. Barra biapoyada: Momento de pretensado + Cargas Permanentes

A partir de esta situación se desglosa en la suma de dos modelos:

- ① Viga biapoyada con carga distribuida, **Figura 9**

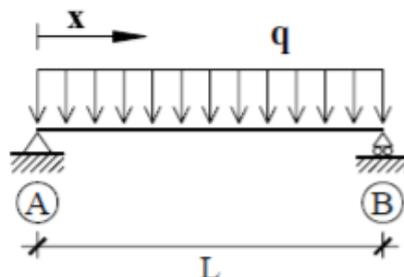


Figura 9. Viga biapoyada con carga distribuida

② Viga biapoyada con momentos en sus extremos, **Figura 10**

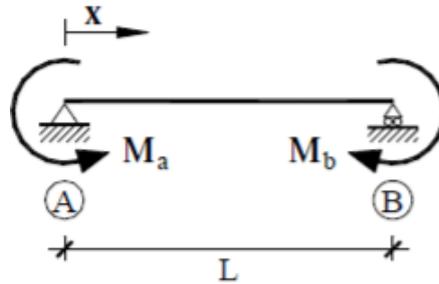


Figura 10. Viga biapoyada con momentos en sus extremos

Obtenemos el momento flector y la flecha del modelo 2, **Viga biapoyada con momentos en sus extremos**. Para su obtención se ha usado un prontuario, **Figura 11**, donde quedan recogidos distintos casos de vigas tipo.

VIGA SIMPLE APOYADA: momentos puntuales M contrarios en extremos.	
	Reacciones y solicitaciones
	Reacciones: $R_A = \frac{M_a - M_b}{L}$ $R_B = -\frac{M_a - M_b}{L}$
	Cortantes: $V_{AB} = \frac{M_a - M_b}{L}$
	Flectores: $M_{AB} = -\frac{M_a}{L}(L-x) - \frac{M_b}{L}x$ $M_A = -M_a$ $M_B = -M_b$
	Deformaciones
	Giros: $\varphi_A = \frac{L}{6EI}(2M_a + M_b)$ $\varphi_B = -\frac{L}{6EI}(M_a + 2M_b)$
	Elástica: $y_{AB} = -\frac{M_a x}{6EI}(L-x) \left[1 + \frac{L-x}{L} + \frac{M_b}{M_a} \left(1 + \frac{x}{L} \right) \right]$

Figura 11. Prontuario (Viga simple apoyada)

Suponemos que $M_A = M_B = M$

$$y(x) = \frac{M \cdot x}{6EI} (L-x) \left[1 + \frac{L-x}{L} + 1 + \frac{x}{L} \right]$$



$$y(x) = \frac{M \cdot x}{6EI} (L-x) \left[2 + \frac{L-x+x}{L} \right]$$



$$y(x) = \frac{M \cdot x}{6EI} (L-x) \cdot 3$$



$$y(x) = \frac{M \cdot x}{2EI} (L-x)$$

Derivando, $\frac{dy(x)}{dx} = 0$:

$$\frac{M}{2EI} (L \cdot x - x^2) \longrightarrow (-2x + L) \frac{M}{2EI} = 0 \longrightarrow 2x = L \longrightarrow x = \frac{L}{2}$$

$$\text{Flecha máxima obtenida en } x = \frac{L}{2} \longrightarrow f_{\max} = \frac{M L^2}{8EI}$$

Despejando se obtiene la expresión del momento de pretensado, que es la que se muestra a continuación:

$$M_{\text{eq, Pretensado}} = \frac{f_{\max} \times 8 \times E \times I}{L^2}$$

Ejemplo práctico:

En la siguiente losa alveolar se muestra el proceso que se ha seguido para simular el efecto de pretensado. Se ha escogido como ejemplo las losas alveolares de mayor luz que forman parte del Edificio de Servicios y de la pasarela.

→ La losa escogida del **Edificio de Servicios** tiene los siguientes parámetros:

$$L = 12.4 \text{ m} = 1240 \text{ cm}$$

$$\text{Inercia de la sección de 1200, } I_{1200} = 121883.37 \text{ cm}^4$$

$$\text{Modulo elástico del hormigón C45/55, } E = 3600 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Flecha máxima, } f \leq \frac{L}{300} = \frac{12.4 \times 10^3 \text{ mm}}{300} = 41.33 \text{ mm}$$

① Desplazamiento inicial de la losa alveolar sin pretensado del Edificio de Servicios

Desplazamiento, u de 97.9 mm observado en la **Figura 12. Flecha losa Edificio de servicios sin pretensado**

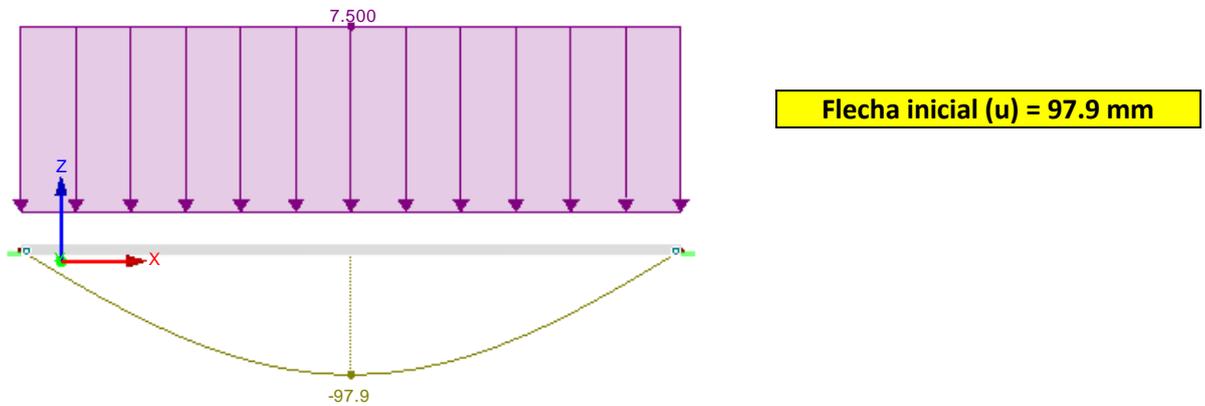


Figura 12. Flecha losa Edificio de servicios sin pretensado

② Cálculo del momento de pretensado a aplicar en la losa del Edificio de Servicios

La flecha máxima de la losa alveolar toma un valor de 40.1 mm. Por lo tanto, el desplazamiento que contrarresta dicha flecha y que debemos aplicar en la expresión del momento de pretensado, $M_{eq, pretensado}$ es $f_{max} = u - f$

$$f_{max} = u - f \rightarrow f_{max} = 97.9 \text{ mm} - 41.33 \text{ mm} = 56.57 \text{ mm}$$

$$M_{eq, pretensado} = \frac{f_{max} \times 8 \times E \times I}{L^2} \rightarrow M_{eq, pretensado} = \frac{5.657 \text{ cm} \times 8 \times 3600 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \times 121883.37 \text{ cm}^4}{(1240 \text{ cm})^2} = 12915 \text{ KN.cm}$$

$$M_{eq, pretensado} = 129.15 \text{ KN.m}$$

③ Comprobación flecha en la losa del Edificio de Servicios

Desplazamiento, $f \leq 41.33$ mm observado en la **Figura 13. Flecha losa Edificio de servicios con pretensado**

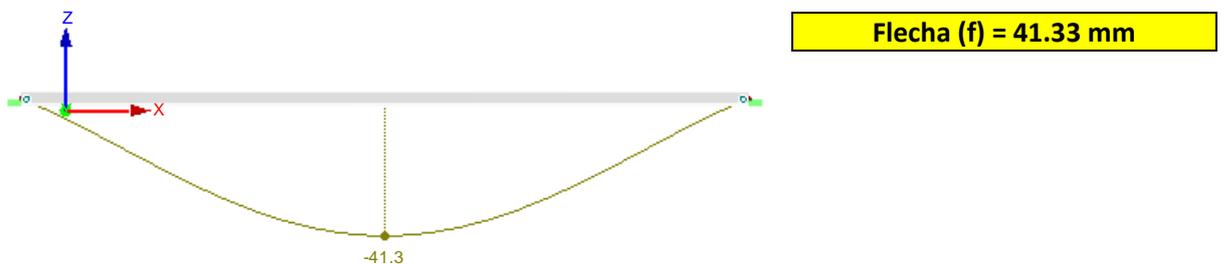


Figura 13. Flecha losa Edificio de servicios con pretensado

④ Estado tensional resultante debido al efecto del pretensado + carga permanente en losa Edificio de Servicios.

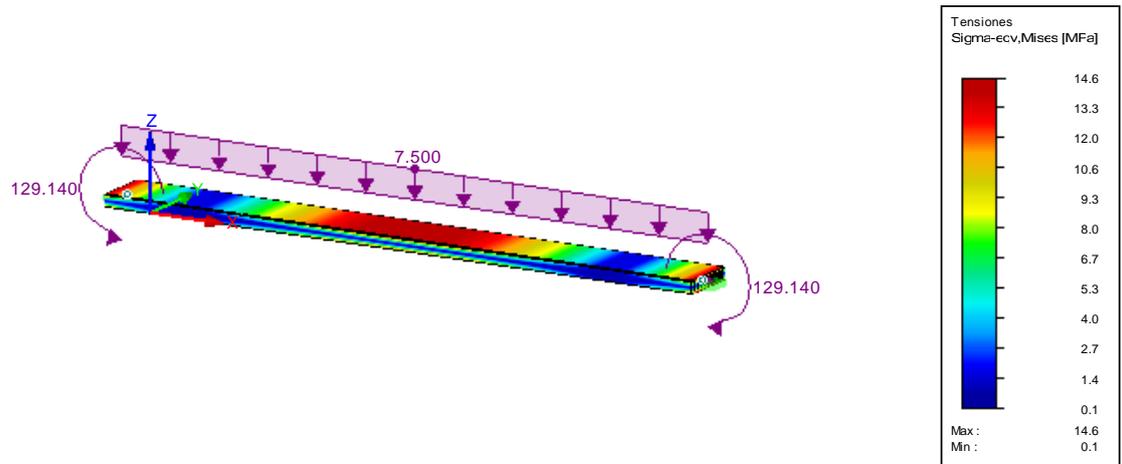


Figura 14. Mapa de tensiones debidas al efecto de pretensado losa alveolar (Sección 1200 y L= 12400 mm) Edificio de Servicios

En la **Figura 14. Mapa de tensiones losa alveolar (Sección 1200 y L= 12400 mm) Edificio de Servicios**, se observa que la losa alveolar del Edificio de Servicios tiene una **tensión de máxima de Von Mises** en torno a **14.6 MPa**, por lo que, las tensiones de máximas de Von Mises obtenidas tras el cálculo son inferiores al límite elástico del material que se ha utilizado inicialmente (Hormigón, C45/55), no habiendo así riesgo de que la losa alveolar plastifique. En conclusión, tras la optimización del Edificio de Servicios, para las losas alveolares se mantiene el mismo tipo de hormigón.

→ La losa escogida de la **Pasarela** tiene los siguientes parámetros:

$$L = 12.732 \text{ m} = 1273.2 \text{ cm}$$

$$\text{Inercia de la sección de 950, } I_{950} = 96290.96 \text{ cm}^4$$

$$\text{Modulo elástico del hormigón C45/55, } E = 3600 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Flecha máxima, } f \leq \frac{L}{300} = \frac{12.732 \times 10^3 \text{ mm}}{300} = 42.44 \text{ mm}$$

① Desplazamiento inicial de la losa alveolar sin pretensado de la Pasarela

Desplazamiento, u de 89.5 mm observado en la **Figura 15. Flecha losa pasarela sin pretensado**

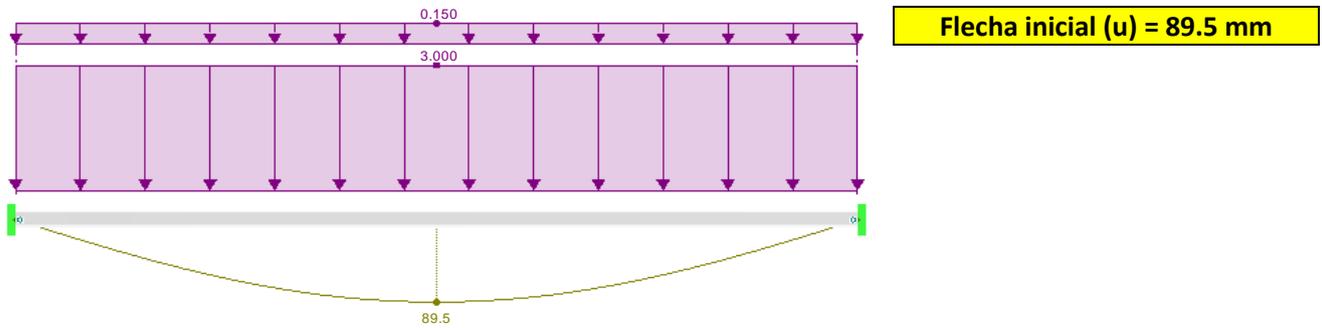


Figura 15. Flecha losa pasarela sin pretensado

② Cálculo del momento de pretensado a aplicar de la losa de la Pasarela

La flecha máxima de la losa alveolar toma un valor de 42.44 mm. Por lo tanto, el desplazamiento que contrarresta dicha flecha y que debemos aplicar en la expresión del momento de pretensado es $f_{max} = u - f$

$$f_{max} = u - f \rightarrow f_{max} = 89.5 \text{ mm} - 42.44 \text{ mm} = 47.06 \text{ mm}$$

$$M_{eq, \text{ pretensado}} = \frac{f_{max} \times 8 \times E \times I}{L^2} \rightarrow M_{eq, \text{ pretensado}} = \frac{4.706 \text{ cm} \times 8 \times 3600 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} \times 96290.96 \text{ cm}^4}{(1273.2 \text{ cm})^2} = 8051 \text{ KN.cm}$$

$$M_{eq, \text{ pretensado}} = 80.51 \text{ KN.m}$$

③ Comprobación flecha máxima de la losa de la Pasarela

Desplazamiento, f_{max} de 38 mm observado en la **Figura 16. Flecha losa pasarela con pretensado**

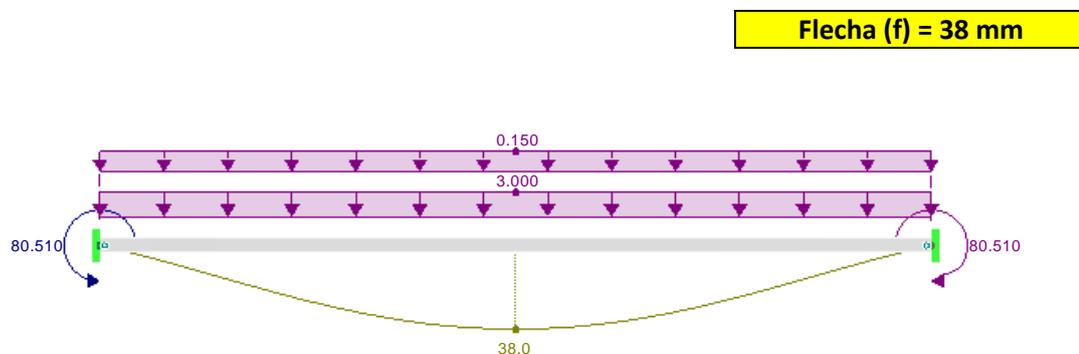


Figura 16. Flecha losa pasarela con pretensado

④ Estado tensional resultante debido al efecto del pretensado + carga permanente en losa Pasarela.

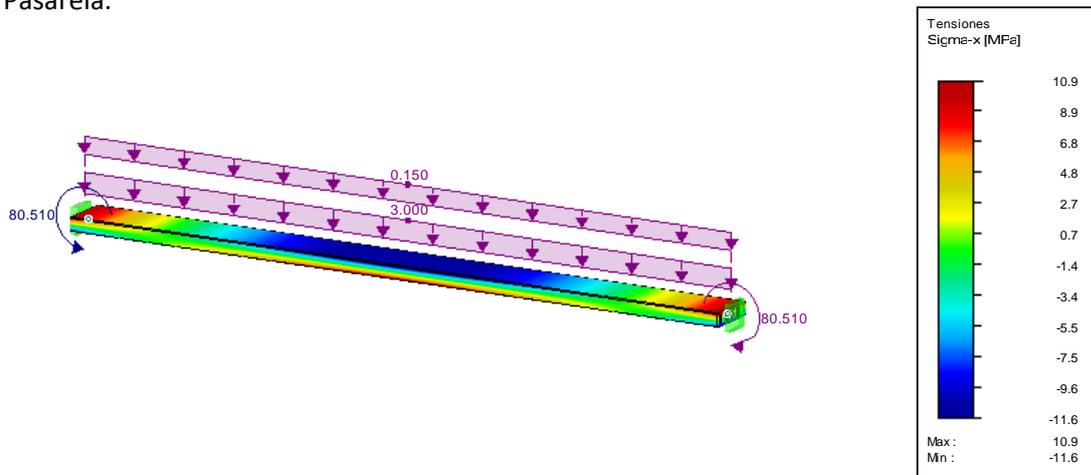


Figura 17. Mapa de tensiones debidas al efecto de pretensado losa alveolar (Sección 950 y L= 12732 mm) Pasarela

En la **Figura 17. Mapa de tensiones losa alveolar (Sección 950 y L= 12732 mm) Pasarela**, se observa que la losa alveolar de la Pasarela tiene una **tensión de máxima de Von Mises** en torno a **10.9 MPa**, por lo que, las tensiones de máximas de Von Mises obtenidas tras el cálculo son inferiores al límite elástico del material que se ha utilizado inicialmente (Hormigón, C45/55), no habiendo así riesgo de que la losa alveolar plastifique. En conclusión, tras la optimización de la Pasarela, para las losas alveolares se mantiene el mismo tipo de hormigón.

3.2. Pilares y vigas

- **Definición pilares:** elemento estructural que transmite las cargas del edificio a las zapatas de cimentación.

Para cumplir esta función inicialmente se ha elegido un **perfil estructural de sección circular hueca** con un diámetro de 273 mm y espesor 20 mm. La sección hueca del pilar se rellena de hormigón para hacerla maciza. En la **Figura 18. Sección circular pilares**, se representa la sección inicial utilizada tanto en los pilares del Edificio de Servicios como en los pilares de la Pasarela.



Figura 18. Sección circular pilares

- **Definición vigas:** elemento estructural que soporta y transmite las cargas de cada piso a los pilares.

Para cumplir esta función inicialmente se ha elegido un **perfil estructural de sección tipo I asimétrica** de canto 300 mm. En la **Figura 19. Sección tipo I asimétrica vigas Edificio de Servicios**, se representa la sección inicial utilizada en todas las vigas del Edificio de Servicios.

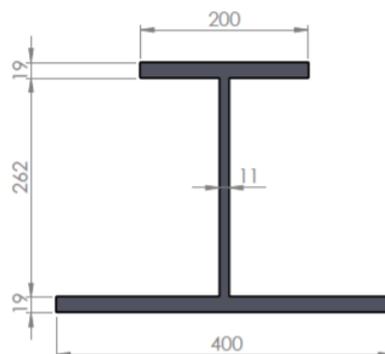


Figura 19. Sección tipo I asimétrica vigas Edificio de Servicios

En el caso de la Pasarela, destacar que además de utilizar este perfil asimétrico para las vigas generales, se utiliza un **perfil de sección rectangular**, RRO 300 x 200 x 16 mm, para las vigas perimetrales o de cierre. En la **Figura 20. Secciones vigas pasarela**, se representan las secciones iniciales utilizadas para los dos tipos de vigas que existen en la Pasarela.

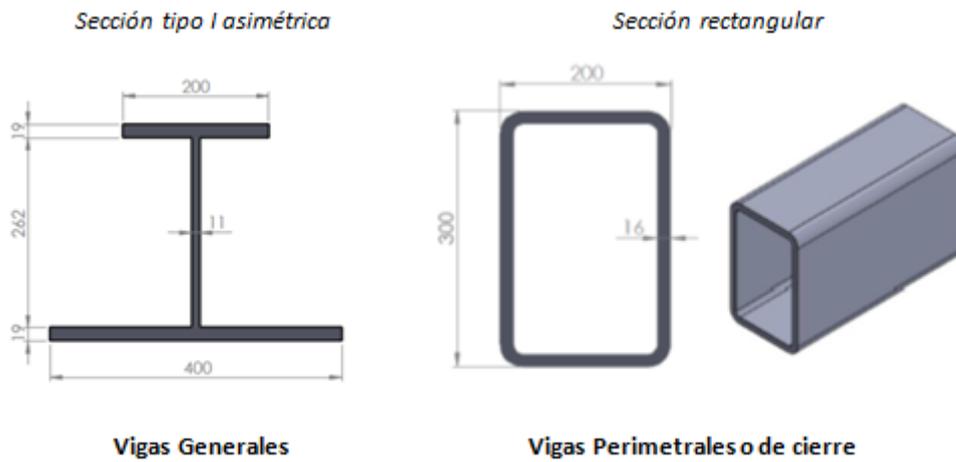


Figura 20. Secciones vigas pasarela

4. EVALUACIÓN DE CARGAS

4.1. EVALUACIÓN DE CARGAS: EDIFICIO DE SERVICIOS

4.1.1. *Peso propio y de cubierta sobre el Edificio de servicios*

El **peso propio** y el **peso de la cubierta** constituyen las cargas permanentes que existen sobre el conjunto estructural del Edificio de Servicios.

4.1.2. *Sobrecarga de Uso (SCU) sobre el Edificio de servicios*

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso. En el caso del **Edificio de servicios** a diseñar tenemos dos categorías de uso diferenciadas, *Categoría de uso A o zona residencial* y *Categoría de uso C o zona de acceso público*. Las dos categorías de uso del Edificio de Servicios quedan representadas en la **Figura 21. Sobrecargas de uso del Edificio de Servicios**.

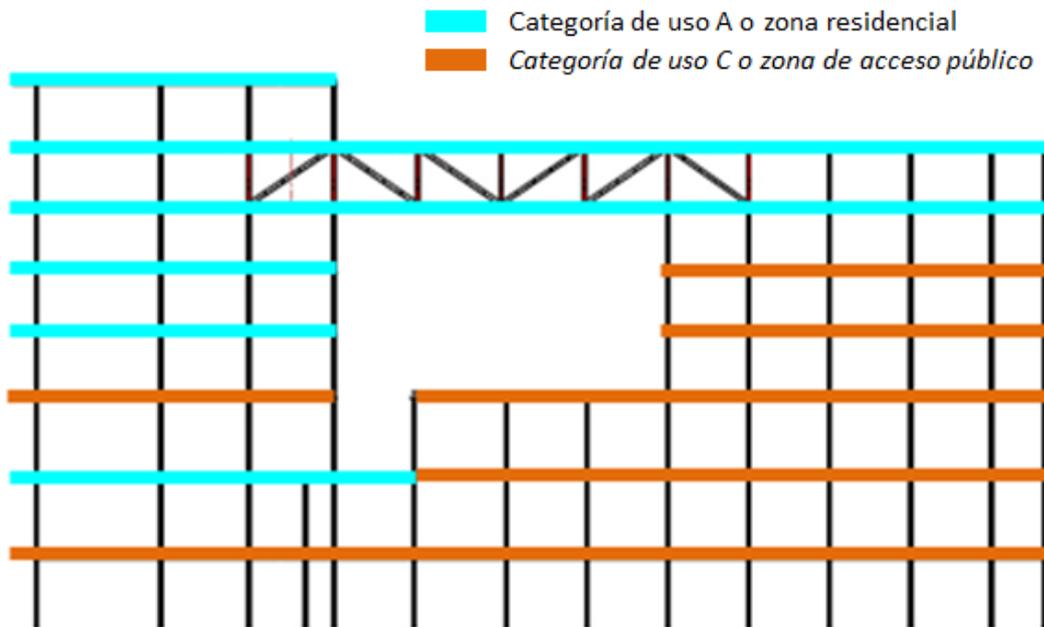


Figura 21. Sobrecargas de uso Edificio de Servicios

4.1.3. Viento sobre el Edificio de servicios

La acción de viento, en general es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto. En el caso del de **Edificio de Servicios**, se considera que está expuesto a cuatro casos de carga de viento que son los siguientes y quedan reflejados en las **Figuras 22 y 23**.

- 1- Viento frontal en una de las caras del edificio de servicios: (V1(0°)- General)
- 2- Viento lateral en un lado del edificio de servicios (V2(90°))
- 3- Viento lateral en el lado opuesto del edificio de servicios (V3(270°))
- 4- Viento lateral en una parte del edificio de servicios (V4'(90°))

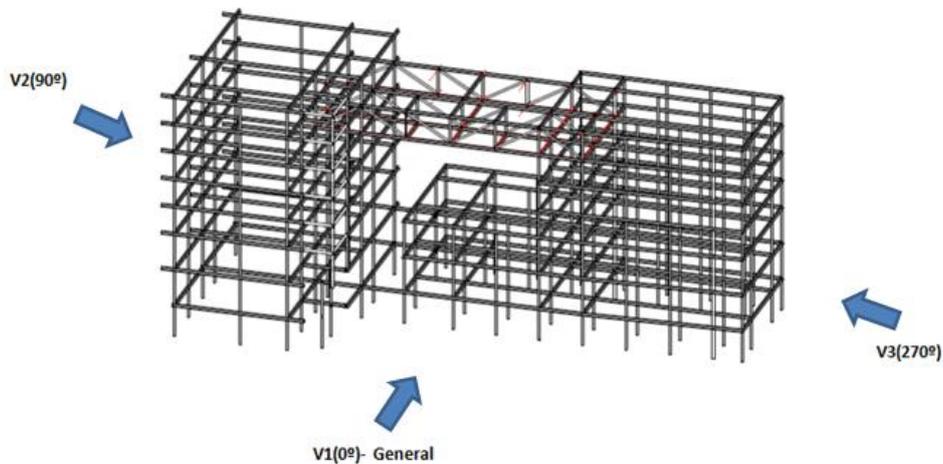


Figura 22. Casos 1,2 y 3 de carga de viento Edificio de Servicios

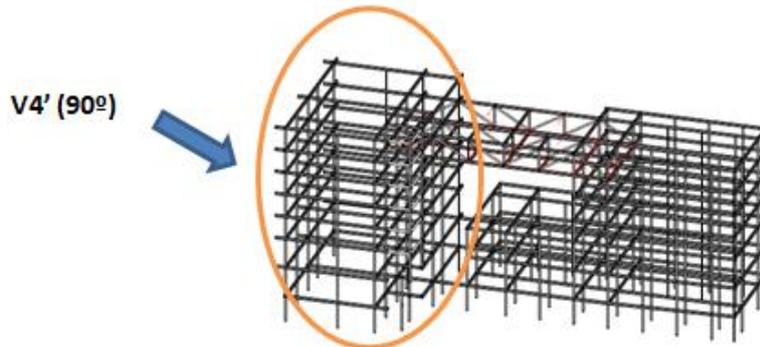


Figura 23. Caso 4 de carga de viento Edificio de Servicios

4.1.4. Nieve sobre el Edificio de servicios

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores. En este caso la manzana residencial a desarrollar está situada en **Valencia**, ciudad con una altitud de 0 m (< 1000 m).

4.1.5. Fuerza de pretensado sobre el Edificio de servicios

Las fuerzas de pretensado se aplican sobre las losas alveolares del Edificio de Servicios, como se ha explicado anteriormente en el **Apartado 3.1. Placas o losas Alveolares**.

4.1.6. Acciones sobre el Edificio de Servicios

En la **Tabla 2. Acciones sobre el Edificio de servicios**, quedan recopilados todos los valores de carga que actúan sobre los elementos del Edificio de Servicios, calculados según el Código Técnico de la Edificación (CTE) en el **ANEXO I: EVALUACIÓN DE CARGAS SEGÚN CTE**.

Cargas permanentes	Peso Propio = $1 \frac{KN}{m^2}$
Cargas variables	SCU- A1 (SCU ₁) = $2 \frac{KN}{m^2}$
	SCU- C3 (SCU ₂) = $5 \frac{KN}{m^2}$
	Nieve (N) = $0.2 \frac{KN}{m^2}$
	V1(0º) = $0.689 \frac{KN}{m^2}$ (Viento frontal)
	V2(90º) = $1.152 \frac{KN}{m^2}$ (Viento lateral)
	V2(270º) = $-1.152 \frac{KN}{m^2}$ (Viento otro lateral)
	V'2(90º) = $0.793 \frac{KN}{m^2}$ (Viento lateral parte 1 edificio)
	V1a (0º - barlovento) = $-0.855 \frac{KN}{m^2}$
	V1a (0º- sotavento) = $0.206 \frac{KN}{m^2}$
	V1b (0º- barlovento) = $-0.855 \frac{KN}{m^2}$
V1b (0º- sotavento) = $-0.206 \frac{KN}{m^2}$	

Tabla 2. Acciones sobre el edificio de servicios

4.2. EVALUACIÓN DE CARGAS: PASARELA

4.2.1. Peso propio sobre la pasarela

El peso propio a tener en cuenta en la **Pasarela** es el de los elementos estructurales (pilares, vigas), revestimientos (como pavimentos), rellenos (como los de tierras).

4.2.2. Sobrecarga de Uso (SCU) sobre la pasarela

En el caso de la **Pasarela** a diseñar tenemos simplemente una categoría de uso, la *Categoría de uso A o zona residencial*.

4.2.3. Viento sobre el edificio de servicios

La estructura de la pasarela se arriestra lateralmente a los forjados de los edificios de viviendas ya existentes en la manzana residencial de modo que **no se incluye** el viento lateral.

4.2.4. Nieve sobre la pasarela (ídem apartado 4.1.4)

4.2.5. Fuerza de pretensado sobre la pasarela (ídem apartado 4.1.5.)

4.2.6. Acciones sobre la pasarela

En la **Tabla 3. Acciones sobre la Pasarela**, quedan recopilados todos los valores de carga que actúan sobre los elementos de la Pasarela, calculados según el Código Técnico de la Edificación (CTE) en el **ANEXO I: EVALUACIÓN DE CARGAS SEGÚN CTE**.

Cargas permanentes	Peso Propio = $1 \frac{KN}{m^2}$
Cargas variables	SCU- A1 (SCU ₁) = $2 \frac{KN}{m^2}$ Nieve (N) = $0.2 \frac{KN}{m^2}$

Tabla 3. Acciones sobre la pasarela

5. AJUSTE Y DIMENSIONADO DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

5.1. Ajuste y dimensionado del Edificio de Servicios

En la **Tabla 4. Perfiles Edificio de Servicios**, se reflejan las secciones finales una vez optimizada la estructura metálica que compone el Edificio de Servicios. La optimización de los perfiles de la estructura se ha realizado con el Módulo adicional destinado a acero del programa DLUBAL RFEM que realiza un cálculo de las barras de acero según el Eurocódigo 3. El proceso que se ha seguido para la optimización de los perfiles ha sido:

En primer lugar, se analizan los **pilares** que para su **optimización** se han organizado en 3 grupos, representados por colores en la **Figura 24. Grupos optimización pilares Edificio de Servicio**.

- Grupo 1 (color naranja): pilares de la planta calle y pilares de la planta P+1
- Grupo 2 (color azul): pilares de la planta P+2, pilares de la planta P+3 y pilares de la planta P+4
- Grupo 3 (color amarillo): pilares de la planta P+5 y pilares de la planta P+6

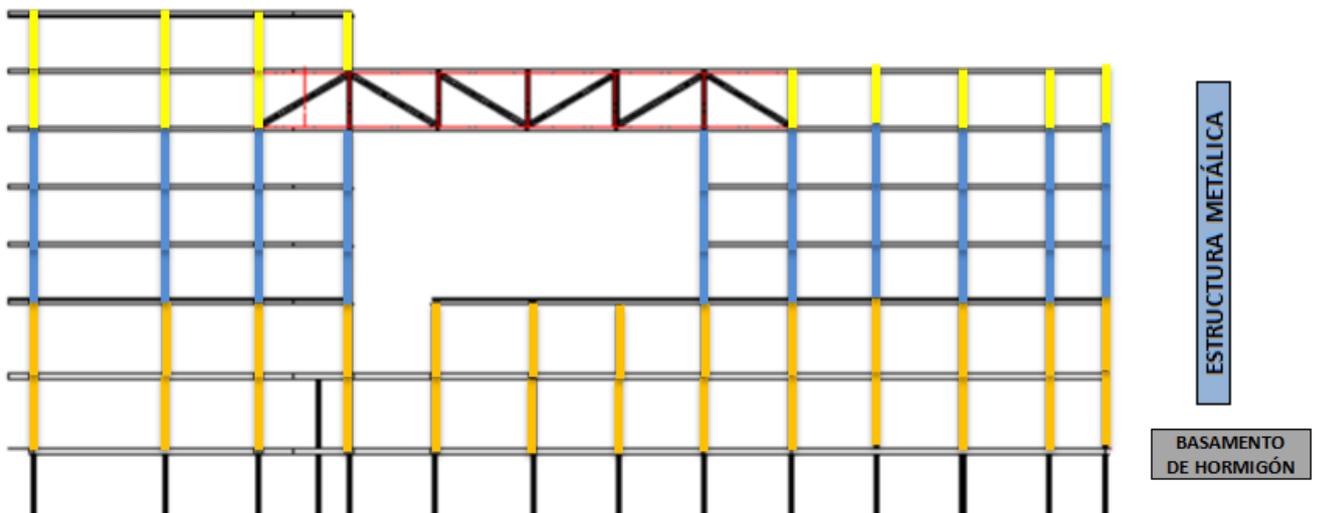


Figura 24. Grupos optimización pilares Edificio de Servicio

A continuación, se analizan para su **optimización** las **vigas** y se forman dos grupos, representados por colores en la **Figura 25. Grupos optimización vigas Edificio de Servicio.**

- Grupo 1 (color naranja): las vigas de atado o perimetrales
- Grupo 2 (color azul): las vigas principales → vigas principales del lado izquierdo, vigas principales del lado derecho y vigas principales del centro.

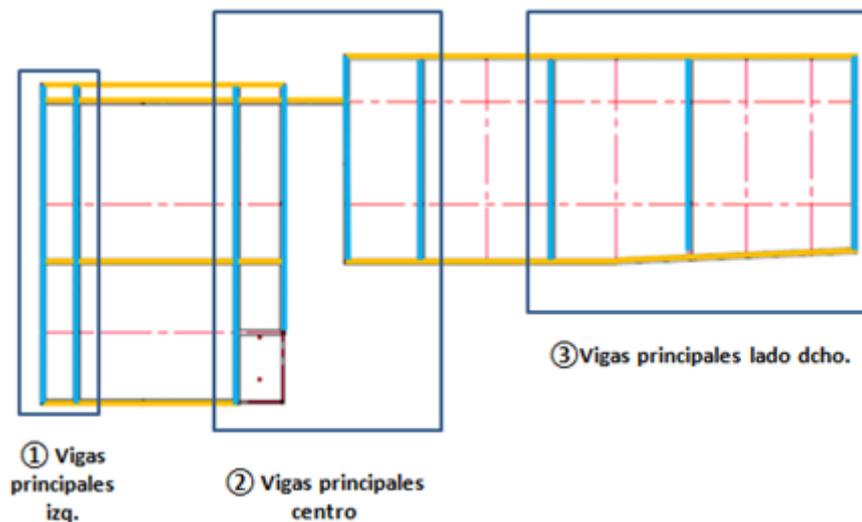


Figura 25. Grupos optimización vigas Edificio de Servicio

Por último, se **optimizan** los **tubos de sección rectangular** y las **diagonales y montantes**.

	SECCIÓN FINAL
PILARES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pilares planta calle y P+1 → RO 610 x 14.2 mm ▪ Pilares P+2, P+3 y P+4 → RO 406.4 x 12.5 mm ▪ Pilares P+5 y P+6 → RO 323.9 x 10 mm
VIGAS	Vigas perimetrales → IPE 600 Vigas principales lado derecho Vigas principales centro Vigas principales lado izq. } Tabla 5.
TUBOS RECTANGULARES	RRO 260 x 180 x 6.3 mm
DIAGONALES Y MONTANTES	RO 273 x 20 mm

Tabla 4. Perfiles Edificio de Servicios

* Las vigas principales son las que mayor flecha ofrecían en la estructura del Edificio de Servicios por lo que para aportar una mayor rigidez se les ha soldado una sección en T en la parte inferior del ala. En la siguiente tabla, **Tabla 5. Sección en I reforzada con T inferior de las vigas principales del Edificio de Servicios**, quedan representadas las secciones del perfil resultante en las vigas principales del lado derecho, izquierdo y entro del Edificio.

Vigas principales lado izquierdo	Vigas principales centro	Vigas principales derecho
<p>①</p>	<p>②</p>	<p>③</p>

Tabla 5. Sección en I reforzada con T inferior de las vigas principales del Edificio de Servicios

5.2. Ajuste y dimensionado de la Pasarela

En la **Tabla 6. Perfiles Pasarela**, se reflejan las secciones finales una vez optimizada la estructura metálica que compone la Pasarela. La optimización de los perfiles de la estructura se ha realizado con el Módulo adicional destinado a acero del programa DLUBAL RFEM que realiza un cálculo de las barras de acero según el Eurocódigo 3. El proceso que se ha seguido para la optimización de los perfiles ha sido algo más sencillo que en el Edificio de Servicios ya que solo se han discreteado dos grupos: por un lado, los pilares y por otro las vigas (vigas perimetrales y vigas principales).

En la **Figura 26. Grupos optimización pilares y vigas Pasarela**, quedan representados por colores: los pilares de la estructura general (color naranja), los pilares de las pasarelas (color verde), las vigas perimetrales (color azul) y las vigas principales (color amarillo) de la pasarela.

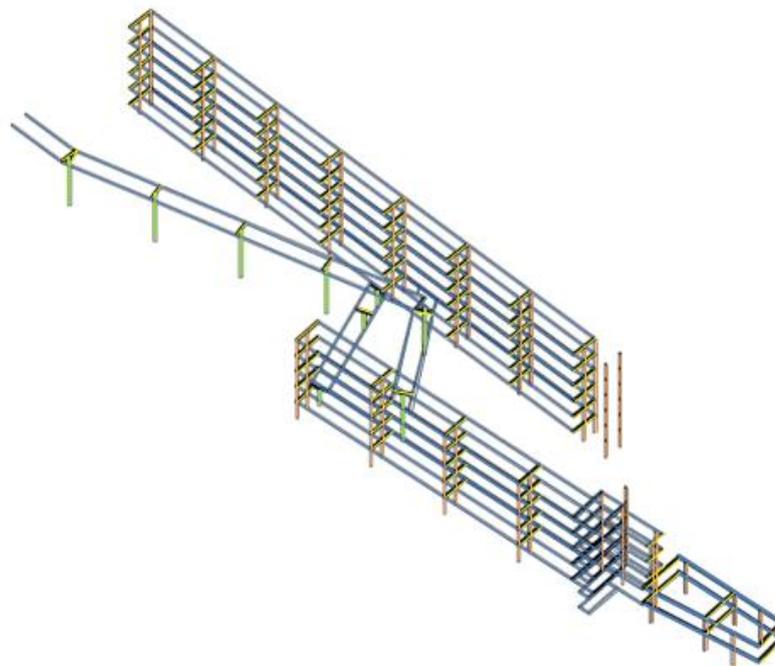


Figura 26. Grupos optimización pilares y vigas Pasarela

	SECCIÓN FINAL
PILARES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pilares estructura general → RO 406.4 x 8 mm ▪ Pilares pasarelas nivel +1 y +3 → RO 168.3 x 5 mm
VIGAS PERIMETRALES	RRO 350 x 250 x 6.3 mm
VIGAS PRINCIPALES	IPE 450

Tabla 6. Perfiles Pasarela

6. RESULTADOS

6.1. Resultados del Edificio de servicios

6.1.1. Vigas Edificio de servicios

ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (ELU)

A continuación, se representan los resultados de la viga perteneciente al Edificio de Servicios según la hipótesis más desfavorable **CO1- ELU- SCU dominante con V1 (0º) – frontal general**, que corresponde a la de **máximo momento flector**. En la **Figura 27. Viga más solicitada Edificio de Servicios**, se representa la colocación de la viga más solicitada del Edificio de Servicios.

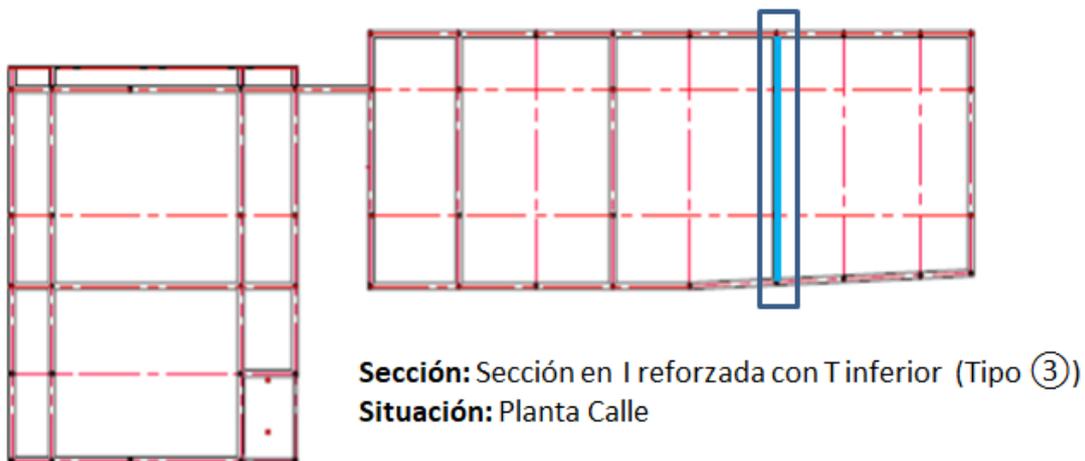
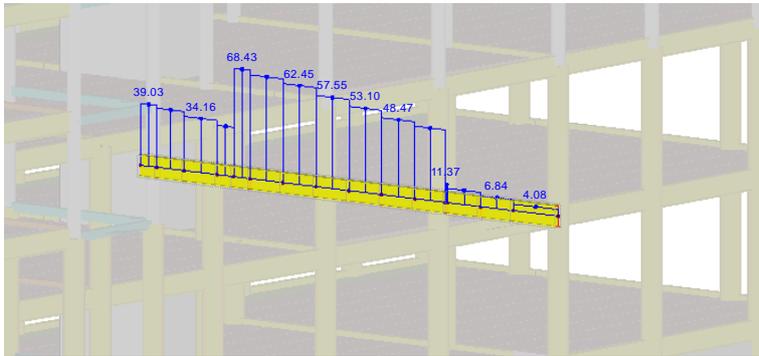


Figura 27. Viga más solicitada Edificio de Servicios

→ **Axil (N)**



Axil (N) = 68.43 KN

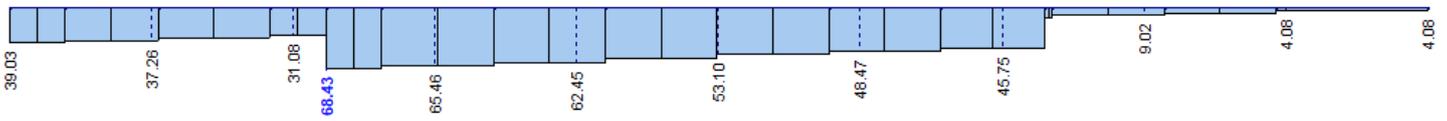
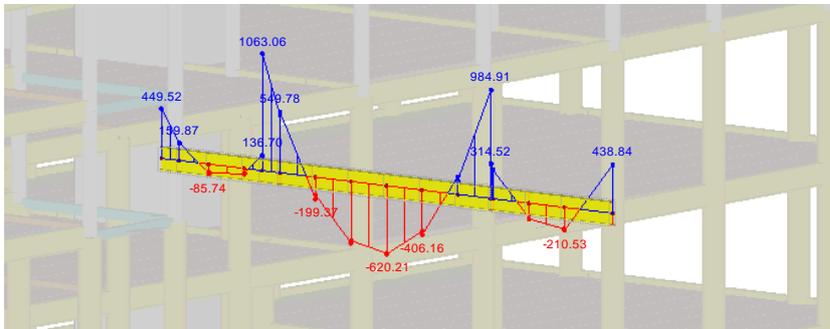


Figura 28. Diagrama de axil viga Edificio de Servicios

→ **Flector**



Flector (My) = 1063.06 KN.m



Figura 29. Diagrama de flector viga Edificio de Servicios

→ Cortante

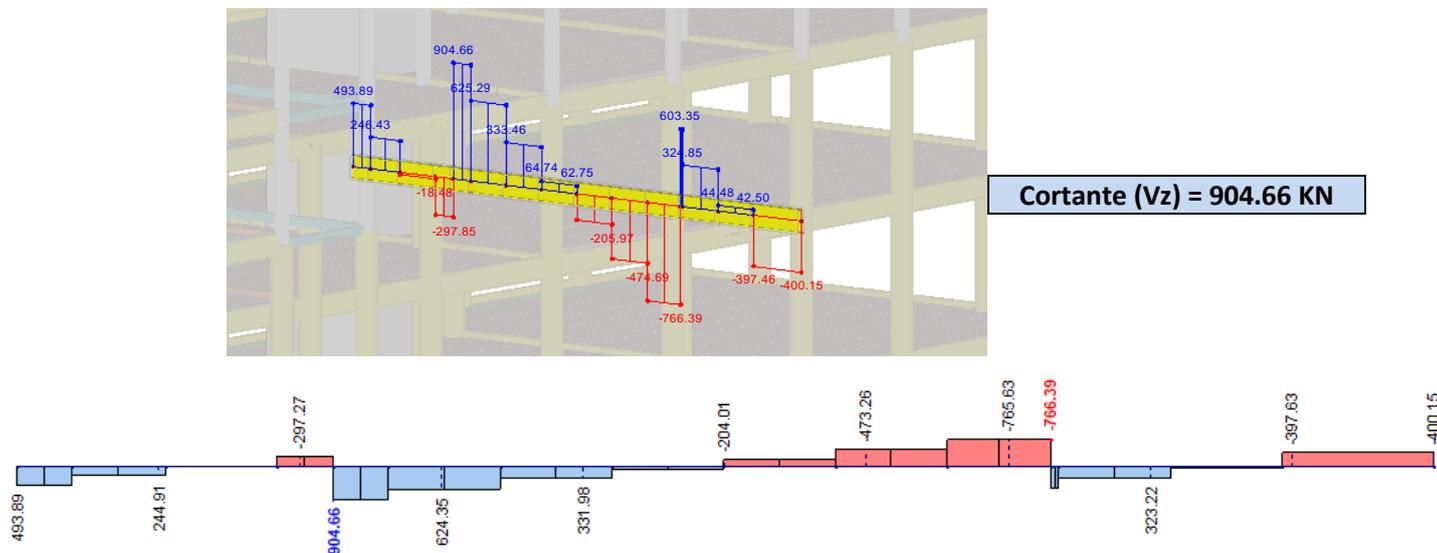


Figura 30. Diagrama de cortante viga Edificio de Servicios

→ Tensiones de Von Mises, σ_{VM}



Figura 31. Mapa de tensiones viga Edificio de Servicios

En la **Figura 31. Mapa de tensiones viga Edificio de Servicios**, se observa que la viga del Edificio de Servicios tiene una zona donde la **tensión máxima de Von Mises** toma un valor en torno a **355.8 MPa**, por lo que, las tensiones de máximas de Von Mises obtenidas tras el cálculo son superiores al límite elástico del material que se ha utilizado inicialmente (S-275), habiendo así riesgo de que la viga plastifique. En conclusión, tras la optimización del Edificio de Servicios, se debe escoger para las vigas un nuevo tipo de acero cuyo límite elástico supere los 355.8 MPa. Se opta por la selección de un acero S-450 debido a que no es factible aumentar el canto.

Los resultados del Estado Límite Último (axil, flector, cortante y tensión de Von Mises) de la viga más solicitada perteneciente al Edificio de Servicios, quedan recopilados en la **Tabla 7. Resumen resultados viga Edificio de Servicios (ELU)**.

Sección Viga	Hipótesis	Axil	Flector	Cortante	σ_{VM}
Sección en I reforzada con T inferior (tipo 3)	CO1	68.43 KN	1063.06 KN.m	904.66 KN	355.8 MPa

Tabla 7. Resumen resultados viga Edificio de Servicios (ELU)

ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

→ Flecha

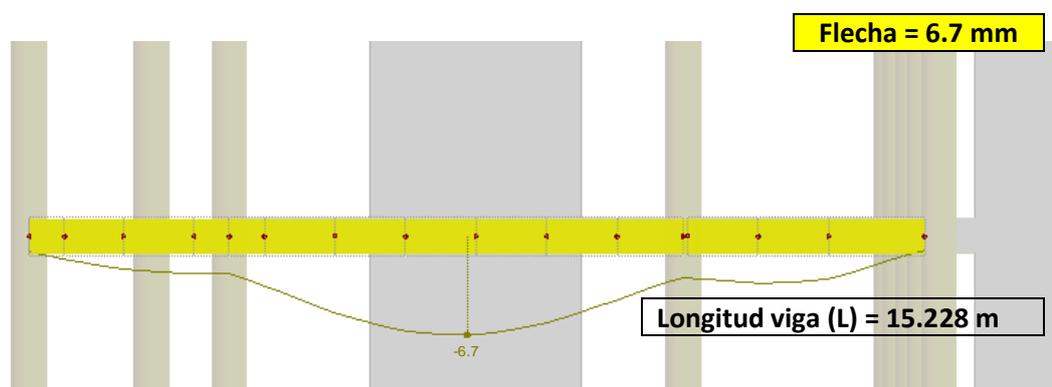


Figura 32. Flecha viga Edificio de Servicios

*NOTA: Las flechas de las vigas del Edificio de Servicios corresponden con las calculadas en las hipótesis más desfavorables que son: **CO13- ELS – SCU dominante con V1(0°) – frontal general** y **CO19- ELS- SCU dominante con V2 (270°)- lateral general**.

Los resultados del Estado Límite de Servicio (flecha) de la viga más solicitada perteneciente al Edificio de Servicios, quedan recopilados en la **Tabla 8. Resumen resultados viga Edificio de Servicios (ELS)**.

HIPOTESIS	u (mm)	L/300
CO13- ELS – SCU dominante con V1(0°) – frontal general	6.7 mm	50.76 mm
CO14- ELS – NIEVE dominante con V1(0°) – frontal general	4.8 mm	50.76 mm
CO15 - ELS – V1(0°) dominante con V1(0°) – frontal general	4.8 mm	50.76 mm
CO16- ELS – SCU dominante con V2(90°) – lateral general	6.6 mm	50.76 mm
CO17- ELS – NIEVE dominante con V2(90°) – lateral general	4.7 mm	50.76 mm
CO18- ELS – V2(90°) dominante con V2(90°) – lateral general	4.7 mm	50.76 mm
CO19- ELS – SCU dominante con V2(270°) – lateral general	6.7 mm	50.76 mm
CO20- ELS – NIEVE dominante con V2(270°) – lateral general	4.8 mm	50.76 mm
CO21 - ELS – V2(270°) dominante con V2(270°) – lateral general	4.8 mm	50.76 mm
CO22- ELS – SCU dominante con V'2(90°) – lateral parte 1	6.6 mm	50.76 mm
CO23- ELS – NIEVE dominante con V'2(90°) – lateral parte 1	4.7 mm	50.76 mm
CO24- ELS – V'2(90°) dominante con V'2(90°) – lateral parte 1	4.7 mm	50.76 mm

Tabla 8. Resumen resultados viga Edificio de Servicios (ELS)

6.1.2. Pilares Edificio de servicios

ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (ELU)

A continuación, se representan los resultados del pilar perteneciente al Edificio de Servicios según la hipótesis más desfavorable **CO1- ELU- SCU dominante con V1 (0º) – frontal general**, que corresponde a la de **axil máximo**. En la **Figura 33. Pilar más solicitado Edificio de Servicios**, se representa la colocación del pilar más solicitado del Edificio de Servicios.



Figura 33. Pilar más solicitado Edificio de Servicios

→ *Axil (N)*



Figura 34. Diagrama de axil pilar Edificio de Servicios

→ Flector

Flector (Mz) = 246.03 KN.m

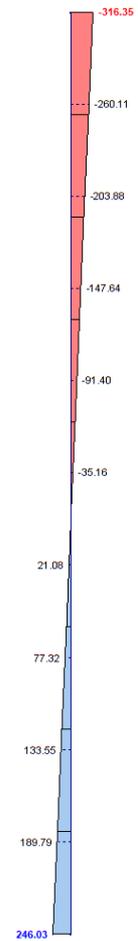
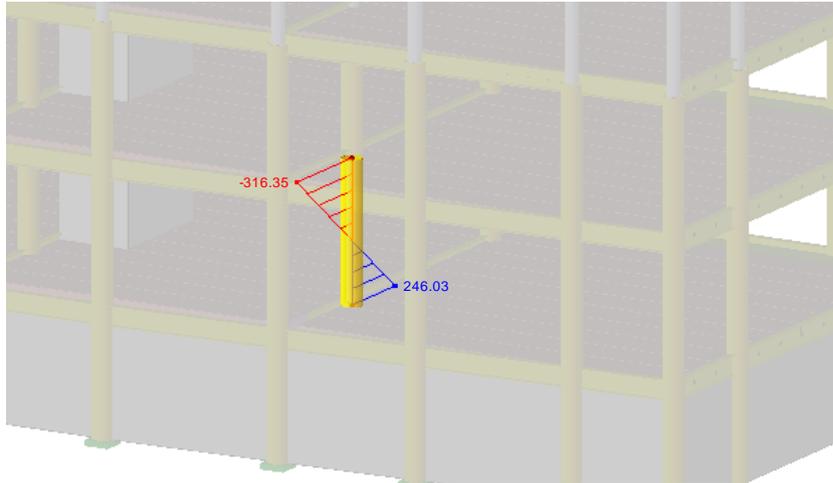


Figura 35. Diagrama de flector pilar Edificio de Servicios

→ Cortante

Cortante (V_y) = -131.40 KN

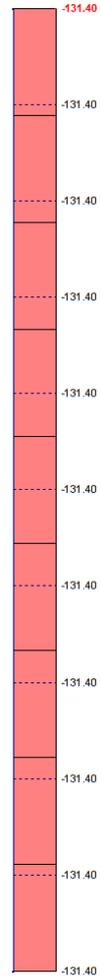
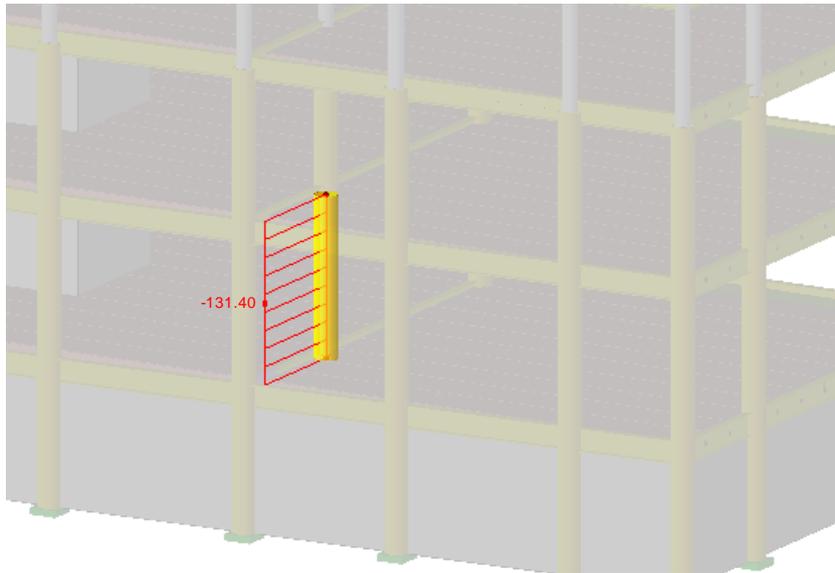


Figura 36. Diagrama de cortante pilar Edificio de Servicios

→ Tensiones de Von Mises, σ_{VM}

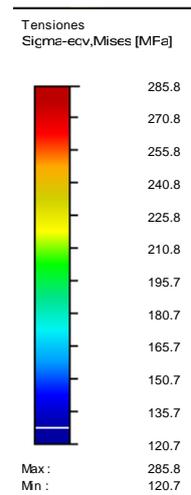
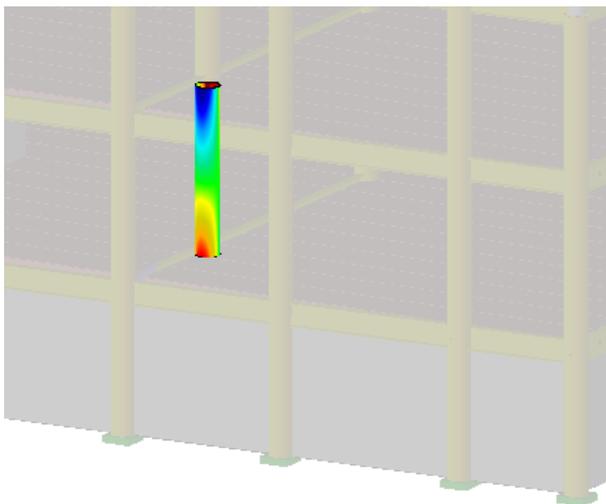


Figura 37. Mapa de tensiones pilar Edificio de Servicios

En la **Figura 37. Mapa de tensiones pilar Edificio de Servicios**, se observa que el pilar del Edificio de Servicios tiene una zona donde la tensión de Von Mises toma un valor en torno a **285.8 MPa**, por lo que, las **tensiones de máximas de Von Mises** obtenidas tras el cálculo son superiores al límite elástico del material que se ha utilizado inicialmente (S-275), habiendo así riesgo de que el pilar plastifique. En conclusión, tras la optimización del Edificio de Servicios, se debe escoger para los pilares un nuevo tipo de acero cuyo límite elástico supere los 285.8 MPa. Se opta por la selección de un acero S-355 debido a que no es factible aumentar el canto.

Los resultados del Estado Límite Último (axil, flector, cortante y tensión de Von Mises) del pilar más solicitado perteneciente al Edificio de Servicios, quedan recopilados en la **Tabla 9**.

Resumen resultados pilar Edificio de Servicios (ELU).

Sección Pilar	Hipótesis	Axil	Flector	Cortante	σ_{VM}
Sección circular hueca $\varnothing 610$ mm (e = 14.2 mm)	C01	-5387.52 KN	246.03 KN.m	-131.40 KN.m	285.8 MPa

Tabla 9. Resumen resultados pilar Edificio de Servicios (ELU)

ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

→ **Flecha**

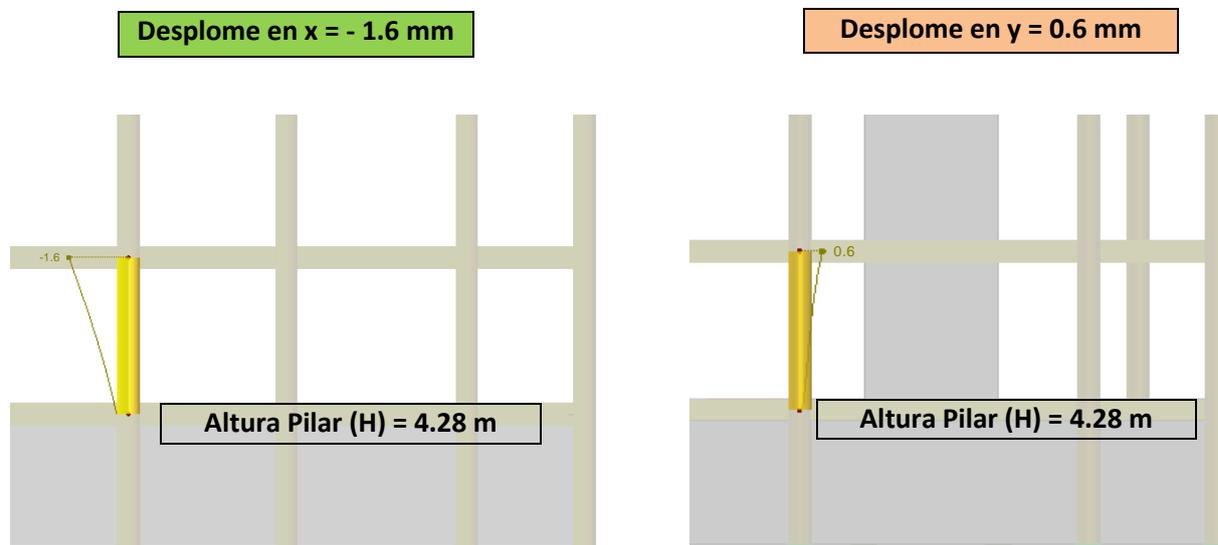


Figura 38. Flecha pilar Edificio de Servicios

***NOTA:** La flecha de los pilares del Edificio de Servicios se denomina **desplome** y se subdivide en desplome con respecto al eje X y desplome con respecto al eje Y. En el caso del **desplome en X** la hipótesis más desfavorable es **CO21 - ELS – V2(270º) dominante con V2(270º) – lateral general**. Por otro lado, las hipótesis más desfavorables para el cálculo del **desplome en Y** son: **CO13- ELS – SCU dominante con V1(0º) – frontal general** y **CO14- ELS – NIEVE dominante con V1(0º) – frontal general**.

Los resultados del Estado Límite de Servicio (flecha) del pilar más solicitado perteneciente al Edificio de Servicios, quedan recopilados en la **Tabla 10. Resumen resultados pilar Edificio de Servicios (ELS)**.

HIPOTESIS	ux (mm)	uy (mm)	H/250
CO13- ELS – SCU dominante con V1(0º) – frontal general	- 0.1 mm	0.6 mm	14.26 mm
CO14- ELS – NIEVE dominante con V1(0º) – frontal general	- 0.1 mm	0.6 mm	14.26 mm
CO15 - ELS – V1(0º) dominante con V1(0º) – frontal general	0 mm	1 mm	14.26 mm
CO16- ELS – SCU dominante con V2(90º) – lateral general	0.5 mm	-0.1 mm	14.26 mm
CO17- ELS – NIEVE dominante con V2(90º) – lateral general	0.6 mm	0 mm	14.26 mm
CO18- ELS – V2(90º) dominante con V2(90º) – lateral general	1 mm	0 mm	14.26 mm
CO19- ELS – SCU dominante con V2(270º) – lateral general	-1 mm	-0.1 mm	14.26 mm
CO20- ELS – NIEVE dominante con V2(270º) – lateral general	-1 mm	0 mm	14.26 mm
CO21 - ELS – V2(270º) dominante con V2(270º) – lateral general	-1.6 mm	0 mm	14.26 mm
CO22- ELS – SCU dominante con V'2(90º) – lateral parte 1	0.6 mm	0.1 mm	14.26 mm
CO23- ELS – NIEVE dominante con V'2(90º) – lateral parte 1	0.6 mm	0 mm	14.26 mm
CO24- ELS – V'2(90º) dominante con V'2(90º) – lateral parte 1	1.1 mm	0.1 mm	14.26 mm

Tabla 10. Resumen resultados pilar Edificio de Servicios (ELS)

6.1.3. Diagonales y montantes Edificio de servicios

ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (ELU)

A continuación, se representan los resultados del montante y diagonal perteneciente al Edificio de Servicios según la hipótesis más desfavorable **CO7- ELU- SCU dominante con V2 (270º) – lateral general**, que corresponde a la de **axil máximo**. En la **Figura 39. Diagonal y montante más solicitado Edificio de Servicios**, se representa la colocación de la diagonal y del montante más solicitado del Edificio de Servicios.

Sección: Sección circular hueca Ø273 mm (e = 20 mm)

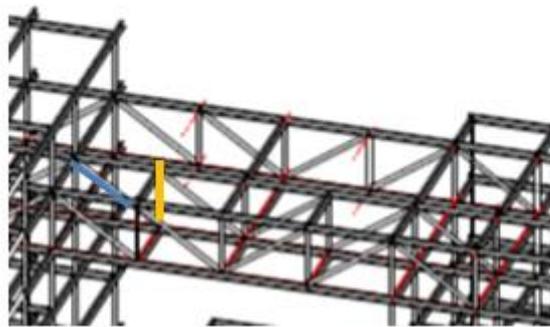


Figura 39. Diagonal y montante más solicitado Edificio de Servicios

▪ DIAGONAL ▪

→ Axil (N)

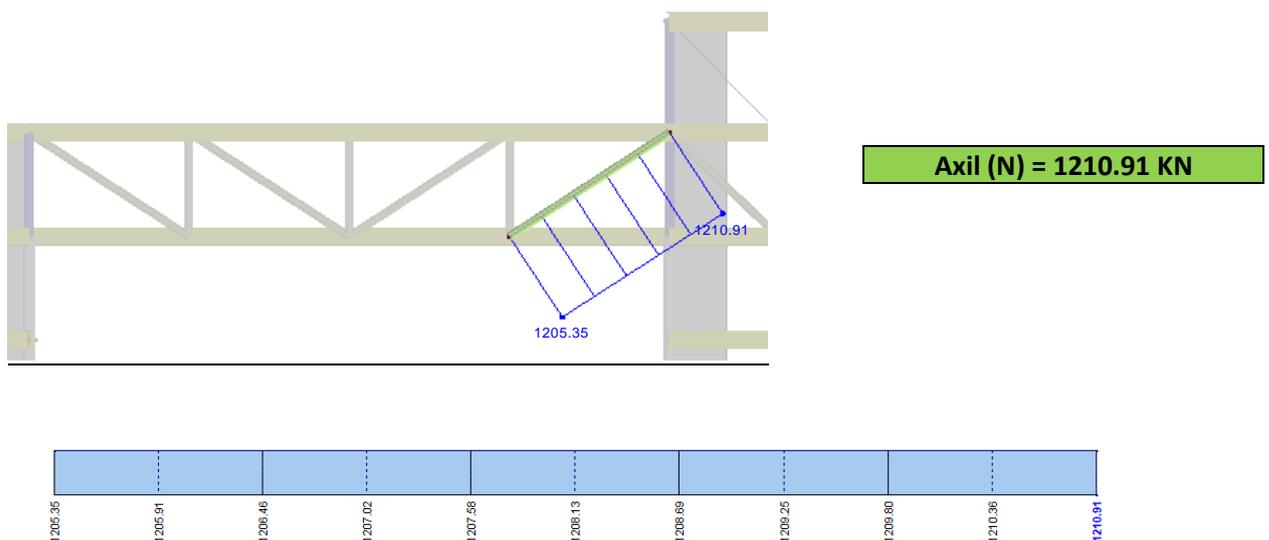


Figura 40. Diagrama de axil diagonal Edificio de Servicios

→ Flector

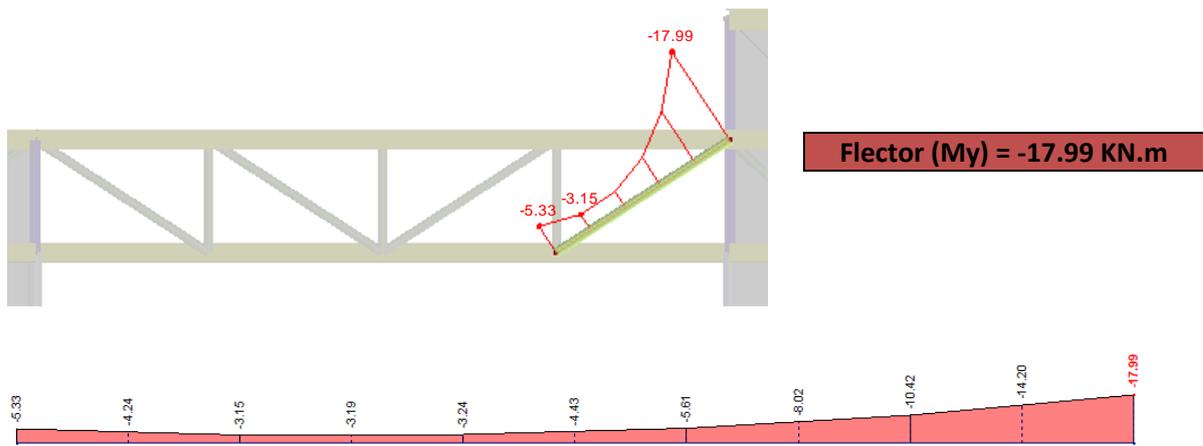


Figura 41. Diagrama de flector diagonal Edificio de Servicios

→ Cortante

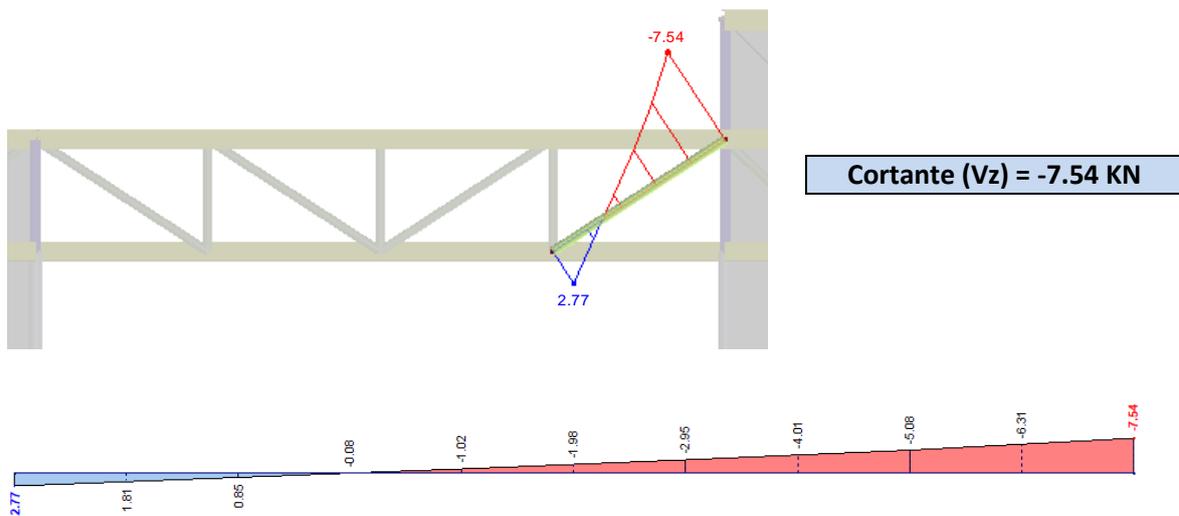


Figura 42. Diagrama de cortante diagonal Edificio de Servicios

→ **Tensiones de Von Mises, σ_{VM}**

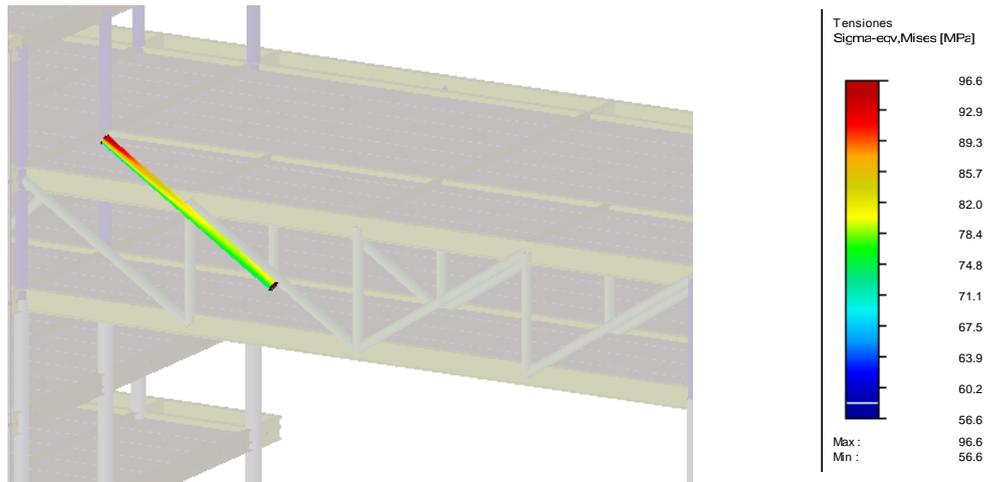


Figura 43. Mapa de tensiones diagonal Edificio de Servicios

En la **Figura 43. Mapa de tensiones diagonal Edificio de Servicios**, se observa que la diagonal del Edificio de Servicios tiene una zona donde la **tensión máxima de Von Mises** toma un valor en torno a **96.6 MPa**, por lo que, las tensiones de máximas de Von Mises obtenidas tras el cálculo son inferiores al límite elástico del material que se ha utilizado inicialmente (S-275), no habiendo así riesgo de que la diagonal plastifique. En conclusión, tras la optimización del Edificio de Servicios, para las diagonales se mantiene el mismo tipo de acero.

Los resultados del Estado Límite Último (axil, flector, cortante y tensión de Von Mises) de la diagonal más solicitada perteneciente al Edificio de Servicios, quedan recopilados en la **Tabla 11. Resumen resultados diagonal Edificio de Servicios (ELU)**.

Sección Diagonal	Hipótesis	Axil	Flector	Cortante	σ_{VM}
Sección circular hueca $\varnothing 273$ mm (e = 20 mm)	CO7	1210.91 KN	-17.99 KN.m	-7.54 KN	96.6 MPa

Tabla 11. Resumen resultados diagonal Edificio de Servicios (ELU)

▪ MONTANTE ▪

→ Axil (N)

Axil (N) = - 690.98 KN

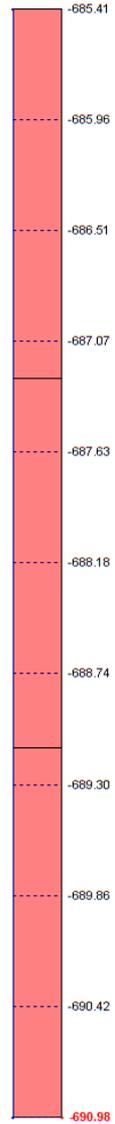
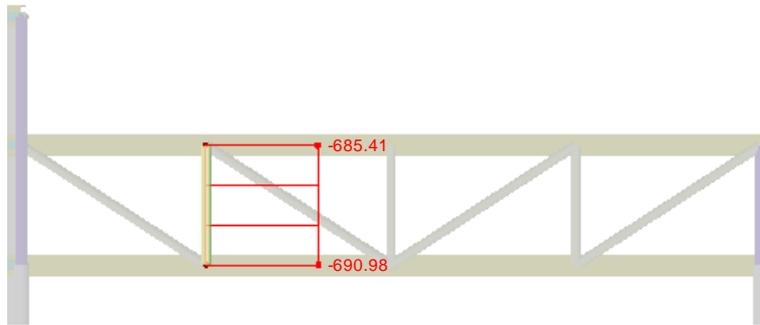


Figura 44. Diagrama de axil montante Edificio de Servicios

→ Flector

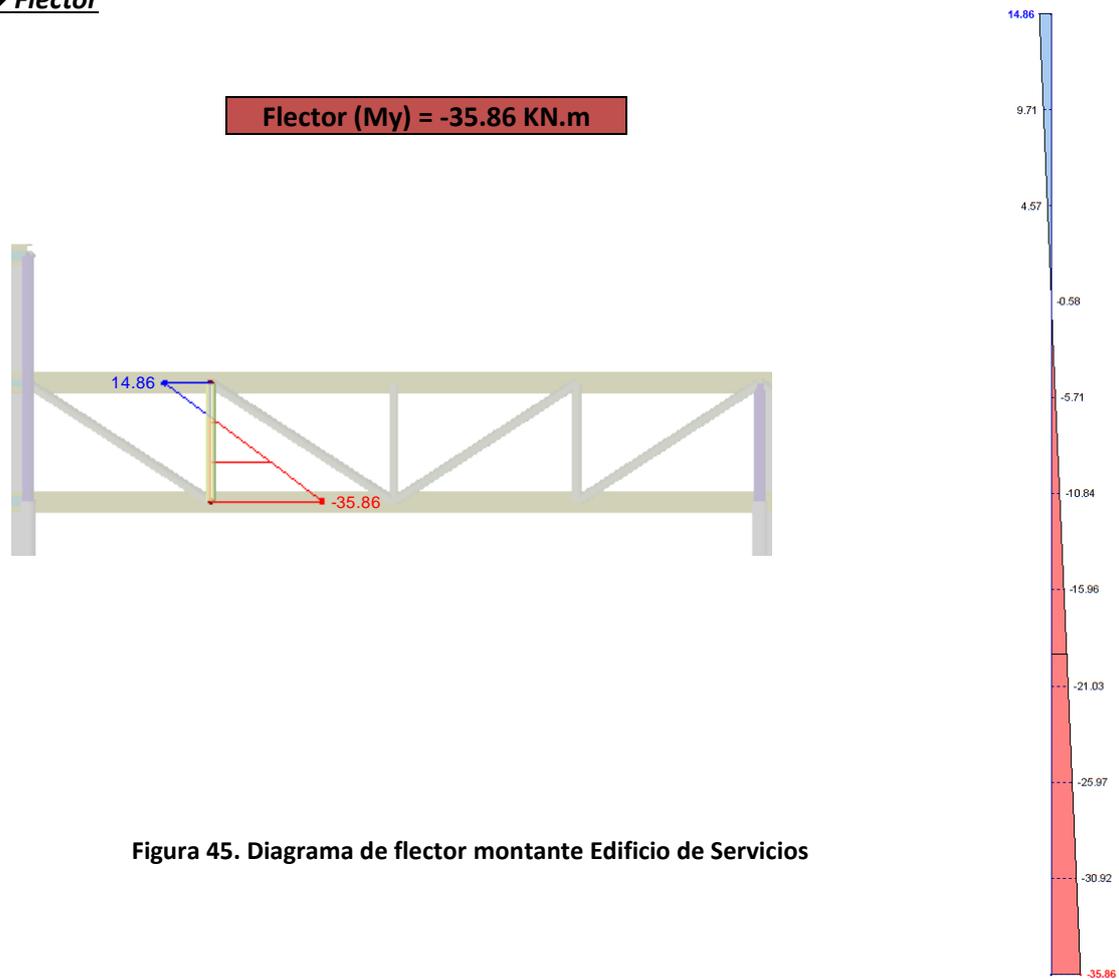


Figura 45. Diagrama de flector montante Edificio de Servicios

→ Cortante

Cortante (V_z) = -14.54 KN

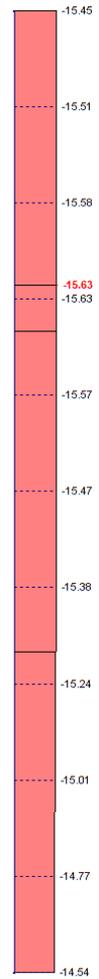
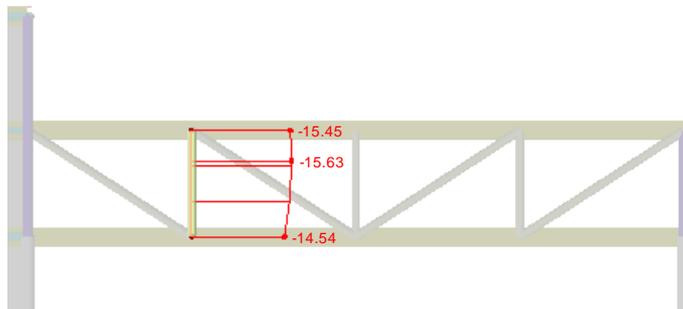


Figura 46. Diagrama de cortante montante Edificio de Servicios

→ **Tensiones de Von Mises, σ_{VM}**

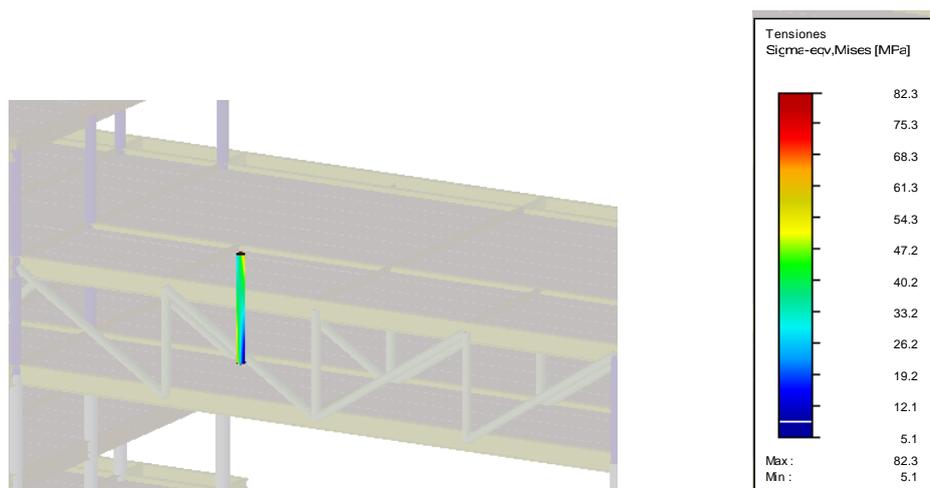


Figura 47. Mapa de tensiones montante Edificio de Servicios

En la **Figura 47. Mapa de tensiones montante Edificio de Servicios**, se observa que el montante del Edificio de Servicios tiene una zona donde la tensión de Von Mises toma un valor en torno a **82.3 MPa**, por lo que, las **tensiones de máximas de Von Mises** obtenidas tras el cálculo son inferiores al límite elástico del material que se ha utilizado inicialmente (S-275), no habiendo así riesgo de que el montante plastifique. En conclusión, tras la optimización del Edificio de Servicios, para los montantes se mantiene el mismo tipo de acero.

Los resultados del Estado Límite Último (axil, flector, cortante y tensión de Von Mises) del montante más solicitado perteneciente al Edificio de Servicios, quedan recopilados en la **Tabla 12. Resumen resultados montante Edificio de Servicios (ELU)**.

Sección Montante	Hipótesis	Axil	Flector	Cortante	σ_{VM}
Sección circular hueca $\varnothing 273$ mm (e = 20 mm)	CO7	-690.98 KN	-35.86 KN.m	-14.54 KN	82.3 MPa

Tabla 12. Resumen resultados montante Edificio de Servicios (ELU)

6.2. Resultados de la pasarela

6.2.1. Vigas pasarela

ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (ELU)

A continuación, se representan los resultados de la viga perteneciente a la Pasarela según la hipótesis más desfavorable **CO1- ELU- SCU dominante**, que corresponde a la de **máximo momento flector**. En la **Figura 48. Viga más solicitada Pasarela**, se representa la colocación de la viga más solicitada de la Pasarela.

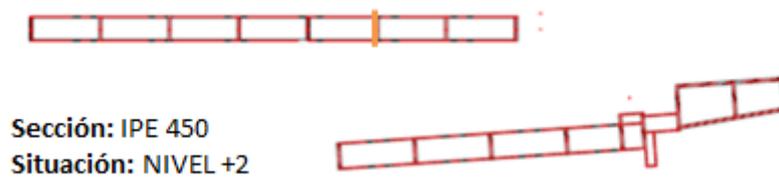
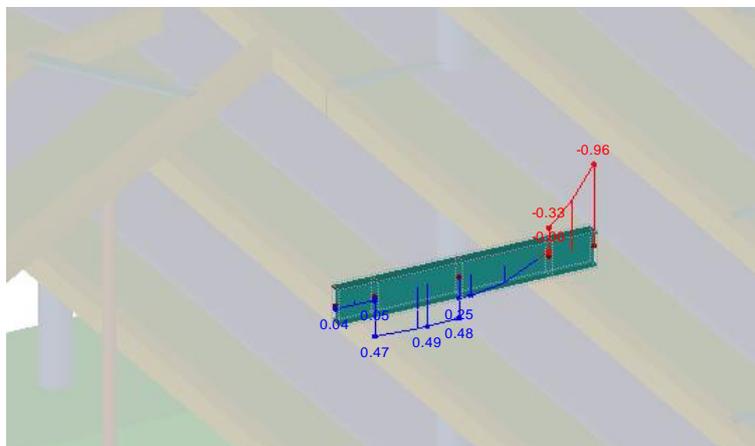


Figura 48. Viga más solicitada Pasarela

→ Axil (N)



Axil (N) = -0.96 KN

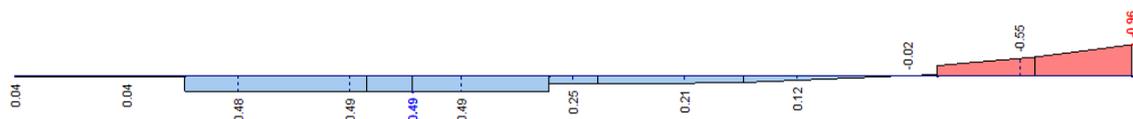
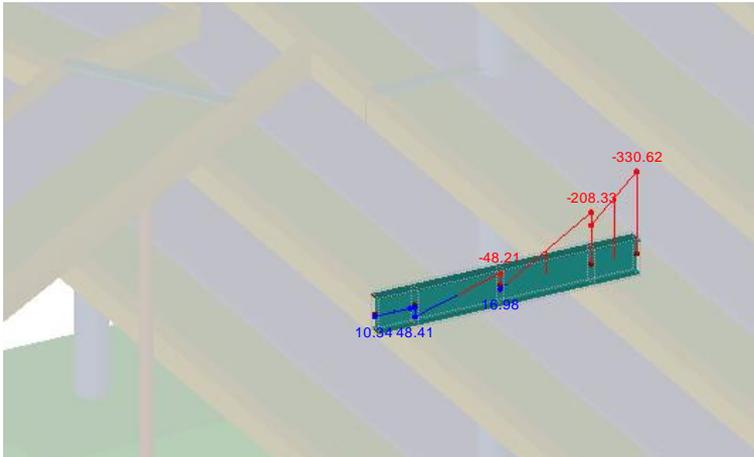


Figura 49. Diagrama de axil viga Pasarela

→ Flector



Flector (M_y) = -330.62 KN.m

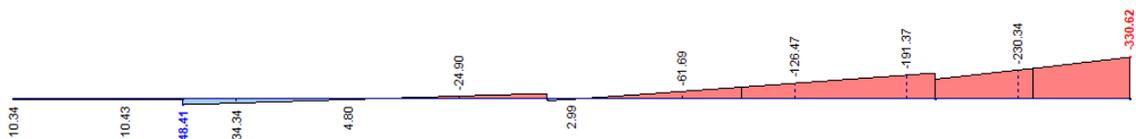
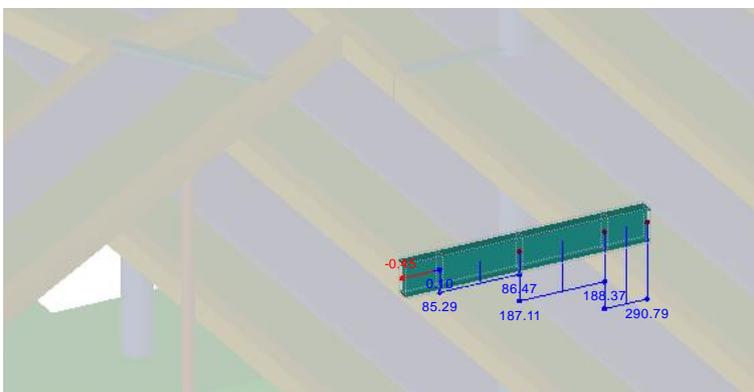


Figura 50. Diagrama de flector viga Pasarela

→ Cortante



Cortante (V_z) = 290.79 KN

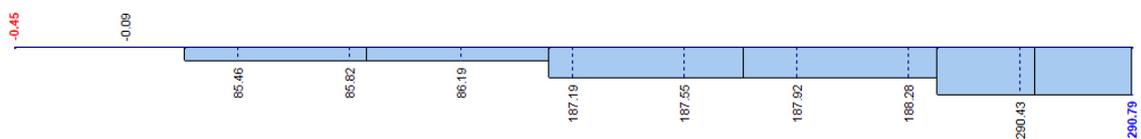


Figura 51. Diagrama de cortante viga Pasarela

→ **Tensiones de Von Mises, σ_{VM}**

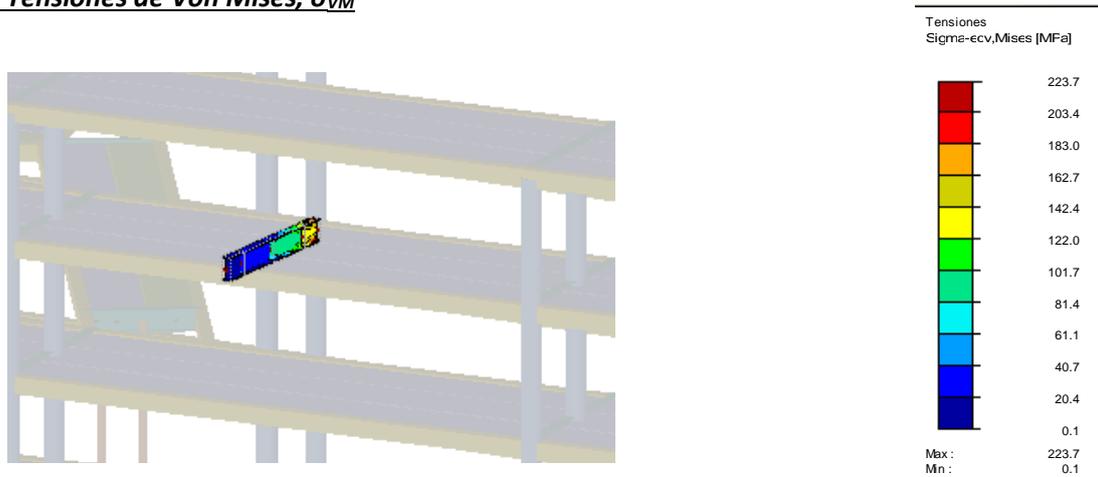


Figura 52. Mapa de tensiones viga Pasarela

En la **Figura 52. Mapa de tensiones viga Pasarela**, se observa que la viga de la Pasarela tiene una zona donde la **tensión máxima** de Von Mises toma un valor en torno a **223.7 MPa**, por lo que, las tensiones de máximas de Von Mises obtenidas tras el cálculo son inferiores al límite elástico del material que se ha utilizado inicialmente (S-275), no habiendo así riesgo de que la viga plastifique. En conclusión, tras la optimización de la Pasarela, para las vigas se mantiene el mismo tipo de acero.

Los resultados del Estado Límite Último (axil, flector, cortante y tensión de Von Mises) de la viga más solicitada perteneciente a la Pasarela, quedan recopilados en la **Tabla 13. Resumen resultados viga Pasarela (ELU)**.

Sección viga	Hipótesis	Axil	Flector	Cortante	σ_{VM}
IPE 450	CO3	-0.96 KN	-330.62 KN. m	290.79 KN	223.7 MPa

Tabla 13. Resumen resultados viga Pasarela (ELU)

ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

→ Flecha

Flecha = 5.1 mm

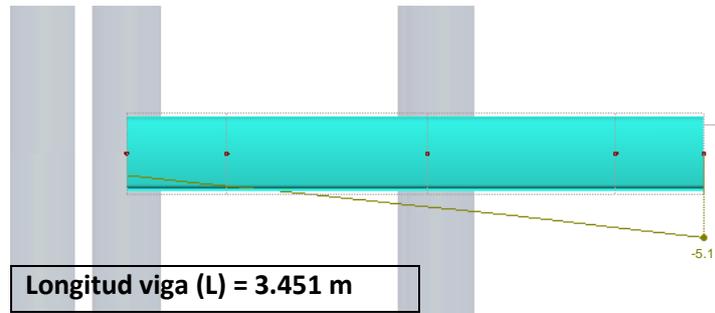


Figura 53. Flecha viga Pasarela

***NOTA:** Las flechas de las vigas de la Pasarela corresponden con las calculadas en la hipótesis más desfavorable que es **CO3- ELS- SCU dominante**

Los resultados del Estado Límite de Servicio (flecha) de la viga más solicitada perteneciente a la Pasarela, quedan recopilados en la **Tabla 14. Resumen resultados viga Pasarela (ELS)**.

HIPOTESIS	u (mm)	L/300
CO3- ELS – SCU dominante	5.1 mm	11.50 mm
CO4- ELS – NIEVE dominante	3.9 mm	11.50 mm

Tabla 14. Resumen resultados viga Pasarela (ELS)

6.2.2. Pilares pasarela

ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (ELU)

A continuación, se representan los resultados del pilar perteneciente a la Pasarela según la hipótesis más desfavorable **CO1- ELU- SCU dominante**, que corresponde a la de **axil máximo**. En la **Figura 54. Pilar más solicitado Pasarela**, se representa la colocación del pilar más solicitado de la Pasarela.

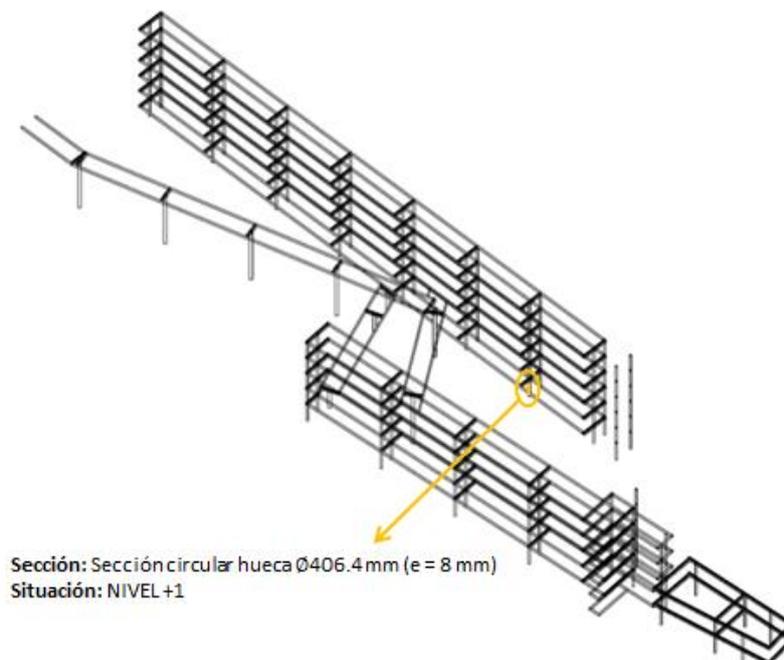


Figura 54. Pilar más solicitado Pasarela

→ Axil (N)

Axil (N) = -2022.11 KN

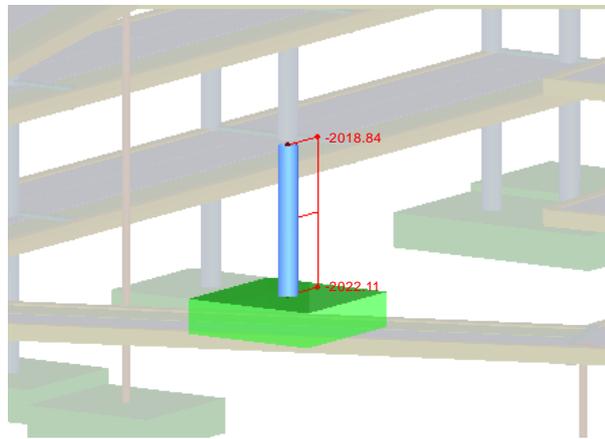
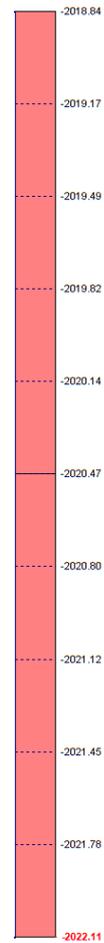


Figura 55. Diagrama de axil pilar Pasarela



→ Flector

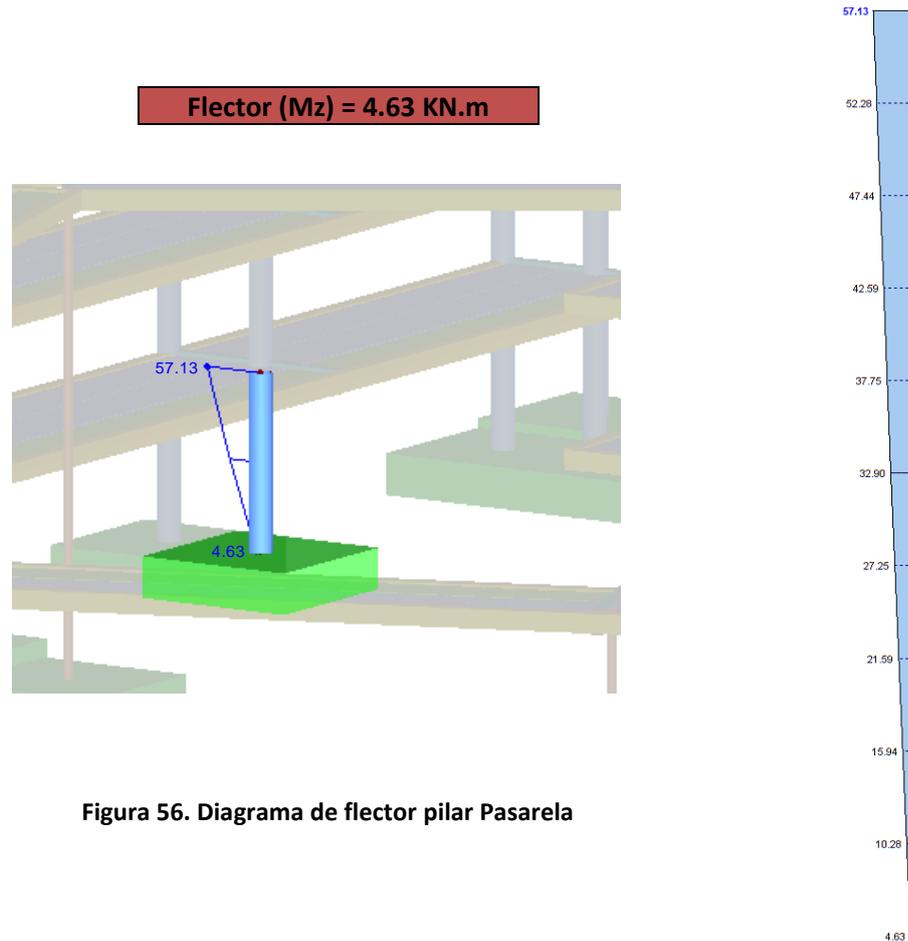


Figura 56. Diagrama de flector pilar Pasarela

→ Cortante

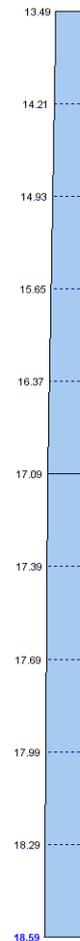
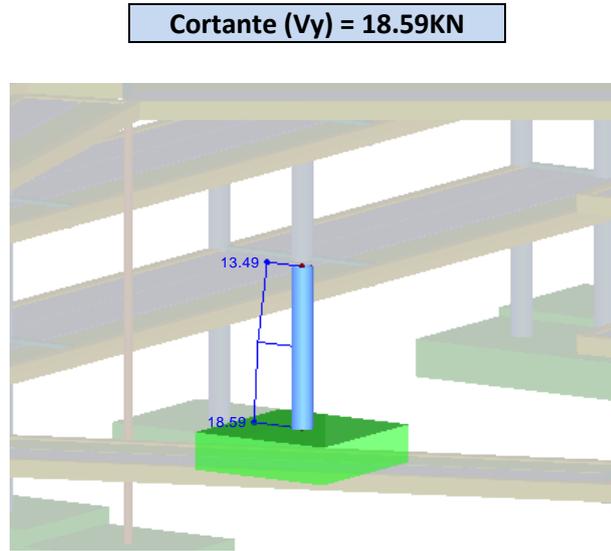


Figura 57. Diagrama de cortante pilar Pasarela

→ Tensiones de Von Mises, σ_{VM}

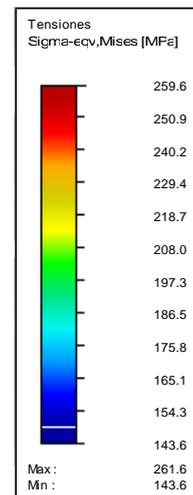
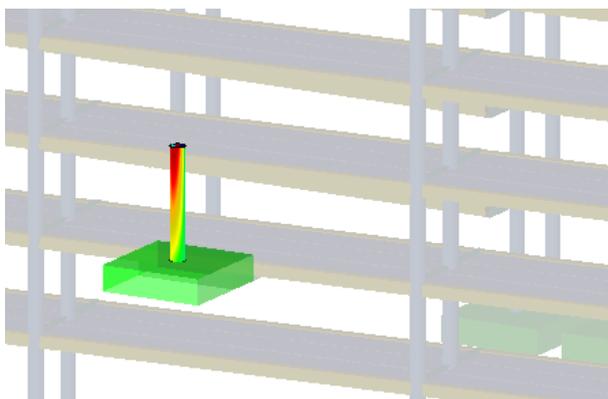


Figura 58. Mapa de tensiones pilar Pasarela

En la **Figura 58. Mapa de tensiones pilar Pasarela**, se observa que el pilar de la Pasarela tiene una zona donde la **tensión máxima de Von Mises** toma un valor en torno a **159.6 MPa**, por lo que, las tensiones de máximas de Von Mises obtenidas tras el cálculo son inferiores al límite elástico del material que se ha utilizado inicialmente (S-275), no habiendo así riesgo de que el pilar plastifique. En conclusión, tras la optimización de la Pasarela, para los pilares se mantiene el mismo tipo de acero.

Los resultados del Estado Límite Último (axil, flector, cortante y tensión de Von Mises) del pilar más solicitado perteneciente a la Pasarela, quedan recopilados en la **Tabla 15. Resumen resultados pilar Pasarela (ELU)**.

Sección Pilar	Hipótesis	Axil	Flector	Cortante	σ_{VM}
Sección circular hueca $\varnothing 406.4$ mm (e = 8 mm)	CO3	-2022.11 KN	4.63 KN.m	18.59 KN	159.6 MPa

Tabla 15. Resumen resultados pilar Pasarela (ELU)

ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

→ Flecha

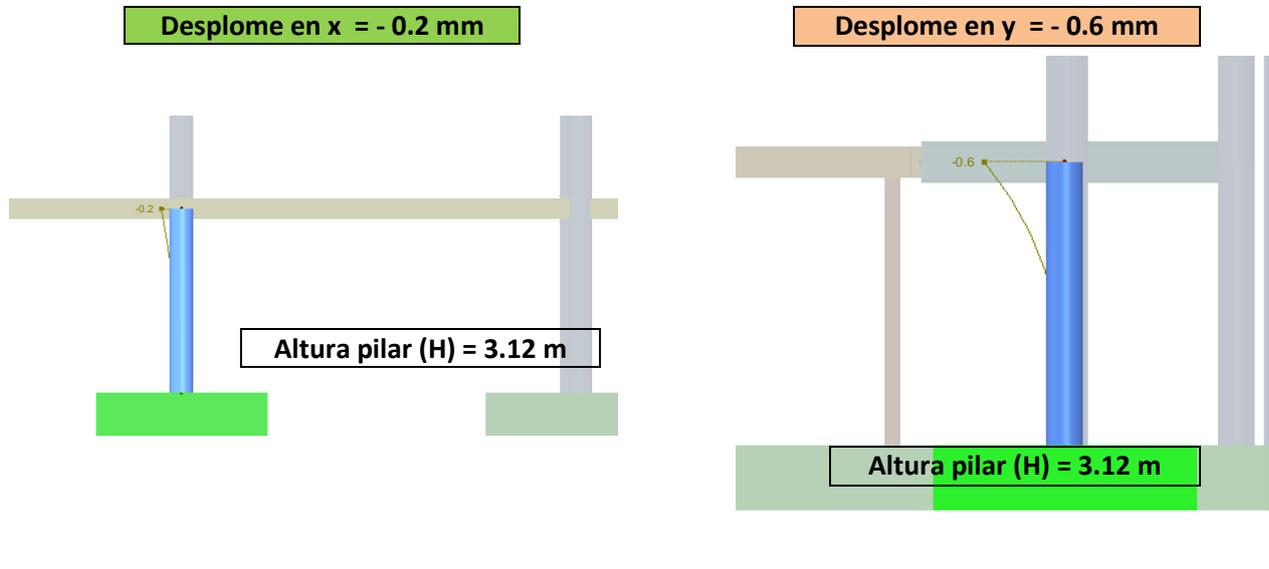


Figura 59. Flecha pilar Pasarela

***NOTA:** La flecha de los pilares de la Pasarela se denomina **desplome** y se subdivide en desplome con respecto al eje X y desplome con respecto al eje Y. En los dos casos, **desplome en X** y **desplome en Y**, la hipótesis de cálculo más desfavorable es: **CO3- ELS – SCU dominante**.

Los resultados del Estado Límite de Servicio (flecha) del pilar más solicitado perteneciente a la Pasarela, quedan recopilados en la **Tabla 16. Resumen resultados pilar Pasarela (ELS)**.

HIPOTESIS	ux (mm)	uy (mm)	H/250
CO3- ELS – SCU dominante	-0.2 mm	-0.6 mm	12.48 mm
CO4- ELS – NIEVE dominante	-0.1 mm	-0.4 mm	12.48 mm

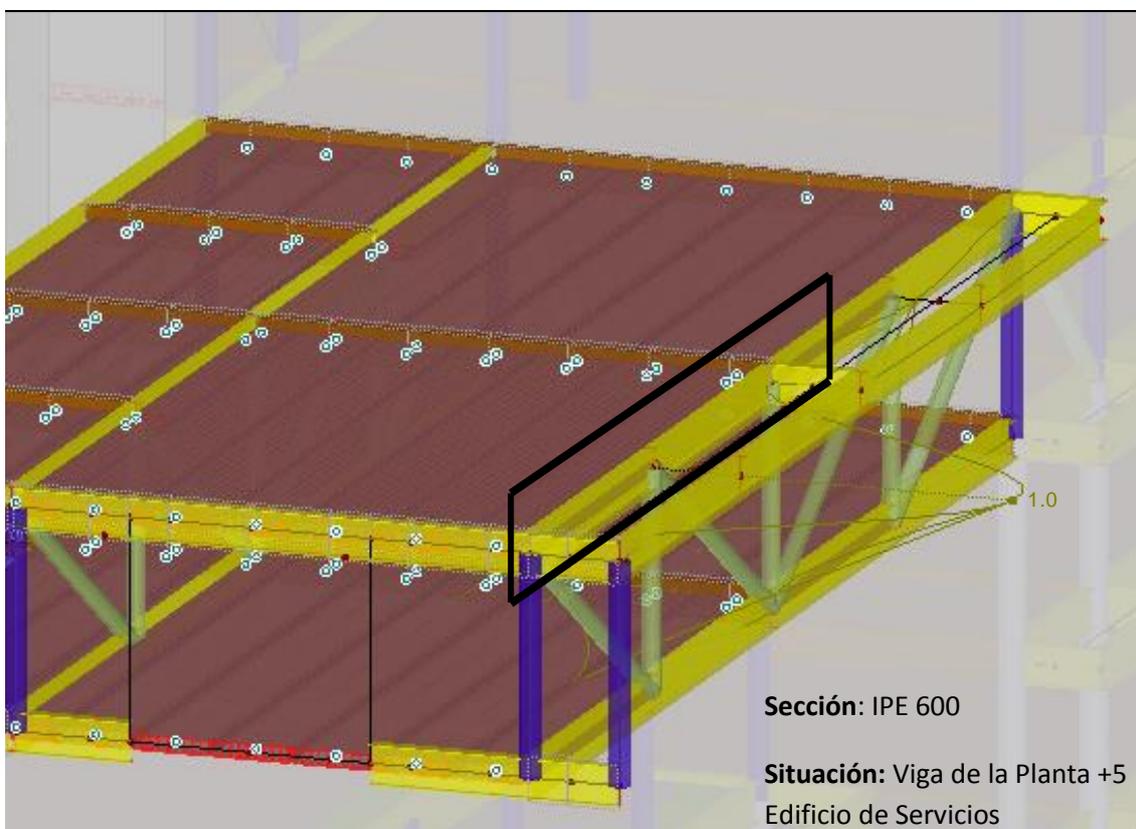
Tabla 16. Resumen resultados pilar Pasarela (ELS)

7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

7.1. Análisis de estabilidad: Edificio de Servicios

Además del cálculo estático, se realiza un análisis de pandeo global del Edificio de Servicios para comprobar la estabilidad de la estructura. Para ello se analiza la hipótesis con **máximo axil de compresión** en las barras por ser las más desfavorables a este respecto. Esta corresponde a la hipótesis **CO1- ELU- SCU dominante con V1 (0°) – frontal general**, que da mayores valores de tensión en todos los tipos de barra, como se desprende del análisis estático previo.

En la **Figura 60. Modo 1 ($\lambda=10.33$) Edificio de Servicios** se muestra el modo de pandeo 1 y el factor de carga crítica.



Figuras 60. Modo 1 ($\lambda=10.33$) Edificio de Servicios

En la **Tabla 17. Factores de carga crítica λ para la hipótesis de máxima solicitación sobre el Edificio de Servicios (CO1)**, se recogen los factores de carga crítica para los primeros 4 modos de pandeo para la hipótesis de carga CO1. Todos ellos corresponden a modos locales de pandeo en las vigas perimetrales situadas en la pasarela que se encuentra en la Planta +5 del Edificio de Servicios.

Modo	Factor de carga crítica, λ
1	10.33
2	11.24
3	11.35
4	13.31

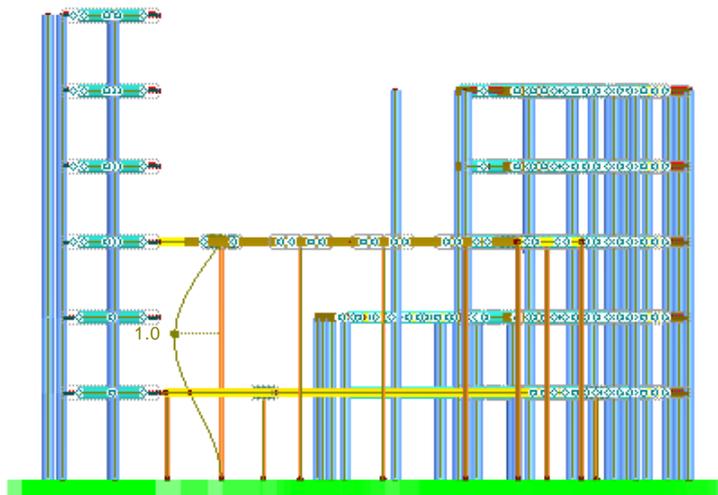
Tabla 17. Factores de carga crítica λ para la hipótesis de máxima solicitación sobre el Edificio de Servicios (CO1)

La **conclusión final** a la que se llega observando los valores del factor de carga crítica, es que no existen problemas de pandeo en el Edificio de Servicios ya que dichos valores son elevados (superiores a 1).

7.2. Análisis de estabilidad: Pasarela

Además del cálculo estático, se realiza un análisis de pandeo global de la Pasarela para comprobar la estabilidad de la estructura. Para ello se analiza la hipótesis con máximo axil de compresión en las barras por ser las más desfavorables a este respecto. Esta corresponde a la hipótesis **CO1- ELU- SCU dominante**, que da mayores valores de tensión en todos los tipos de barra, como se desprende del análisis estático previo.

En las **Figuras 61. Modo 1 ($\lambda=3.46$) Pasarela**, se muestra el modo de pandeo 1 y el factor de carga crítica.



Figuras 61. Modo 1 ($\lambda=3.46$) Pasarela

En la **Tabla 18. Factores de carga crítica λ para la hipótesis de máxima sollicitación sobre la Pasarela (CO1)**, se recogen los factores de carga crítica para los primeros 4 modos de pandeo para la hipótesis de carga CO1. Todos ellos corresponden a modos locales de pandeo en los pilares de la pasarela que interconecta los edificios residenciales a través del nivel +3.

Modo	Factor de carga crítica, λ
1	3.46
2	4.51
3	4.73
4	4.75

Tabla 18. Factores de carga crítica λ para la hipótesis de máxima sollicitación sobre la Pasarela (CO1)

La **conclusión final** a la que se llega observando los valores del factor de carga crítica, es que no existen problemas de pandeo en la Pasarela ya que dichos valores son elevados (superiores a 1).



8. CONCLUSIONES

El proyecto ha tratado de un diseño estructural con el fin de ampliar un complejo residencial ya existente. El objetivo que se buscaba con el proyecto, es disponer de una instalación que permita dar a los estudiantes una formación práctica de cómo trabajan, se instalan y comportan los elementos dentro de un conjunto arquitectónico.

Junto a los cálculos teóricos que se han ido impartiendo en las distintas asignaturas del grado como Teoría de Estructuras y construcciones industriales, Estructuras Metálicas y Estructuras de hormigón, la simulación por ordenador es un campo en el que se ha profundizado. El manejo de programas de elementos finitos en 3D y tratamiento de datos proporciona enormes competencias genéricas de cara al futuro profesional.



9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Manual DLUBAL RFEM 5. “Tutorial de RFEM 5 Dlubal Software GmbH”
- [2] Víctor Tabuenca Cintora. “Código Técnico de la Edificación (Resumen)”. Estructuras Metálicas. Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza.
- [3] Icíar Alfaro Ruiz. “PÓRTICO 2D – Segunda práctica Construcciones Industriales y Teoría de Estructuras”. Master Universitario en Ingeniería Industrial, EINA. Universidad de Zaragoza.
- [4] Icíar Alfaro Ruiz. “NAVE 3D – Cuarta práctica Construcciones Industriales y Teoría de Estructuras”. Master Universitario en Ingeniería Industrial, EINA. Universidad de Zaragoza.
- [5] “Documento básico SE-A: Seguridad estructural acero”. Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de Octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).
- [6] Información acerca de las placas Alveolares.
<http://www.prefabricadosteide.com/obras%20de%20referencia/placas-alveolares/>
- [7] Información acerca de la fuerza de pretensado.
→ <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/25641/25/Tema%2025%20-%20Tecnolog%C3%ADa%20del%20pretensado.pdf>

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS MEMORIA

Figura 1. Esquema de disposición de forjado - vigas – pilares	7
Figura 2. Vista isométrica de la pasarela.....	9
Figura 3. Anclaje pasarela – edificios residenciales	9
Figura 4. Sección Losas Alveolares	11
Figura 5. Cálculo geometría del modelo aproximado	11
Figura 6. Presolicitud	12
Figura 7. Momento de Pretensado	13
Figura 8. Barra biapoyada: Momento de pretensado + Cargas Permanentes.....	13
Figura 9. Viga biapoyada con carga distribuida	13
Figura 10. Viga biapoyada con momentos en sus extremos.....	14
Figura 11. Prontuario (Viga simple apoyada)	14
Figura 12. Flecha losa Edificio de servicios sin pretensado.....	16
Figura 13. Flecha losa Edificio de servicios con pretensado	16
Figura 14. Mapa de tensiones losa alveolar (Sección 1200 y L= 12400 mm) Edificio de Servicios	17
Figura 15. Flecha losa pasarela sin pretensado.....	18
Figura 16. Flecha losa pasarela con pretensado	18
Figura 17. Mapa de tensiones losa alveolar (Sección 950 y L= 12732 mm) Pasarela	19
Figura 18. Sección circular pilares	20
Figura 19. Sección tipo I asimétrica vigas Edificio de Servicios.....	20
Figura 20. Secciones vigas pasarela	21
Figura 21. Sobrecargas de uso Edificio de Servicios.....	22
Figura 22. Casos 1,2 y 3 de carga de viento Edificio de Servicios.....	23
Figura 23. Caso 4 de carga de viento Edificio de Servicios.....	23
Figura 24. Grupos optimización pilares Edificio de Servicio	26
Figura 25. Grupos optimización vigas Edificio de Servicio	27
Figura 26. Grupos optimización pilares y vigas Pasarela	29
Figura 27. Viga más solicitada Edificio de Servicios	30
Figura 28. Diagrama de axil viga Edificio de Servicios.....	31
Figura 29. Diagrama de flector viga Edificio de Servicios.....	31
Figura 30. Diagrama de cortante viga Edificio de Servicios	32



Figura 31. Mapa de tensiones viga Edificio de Servicios.....	32
Figura 32. Flecha viga Edificio de Servicios	33
Figura 33. Pilar más solicitado Edificio de Servicios	34
Figura 34. Diagrama de axil pilar Edificio de Servicios	35
Figura 35. Diagrama de flector pilar Edificio de Servicios.....	36
Figura 36. Diagrama de cortante pilar Edificio de Servicios.....	37
Figura 37. Mapa de tensiones pilar Edificio de Servicios	37
Figura 38. Flecha pilar Edificio de Servicios.....	38
Figura 39. Diagonal y montante más solicitado Edificio de Servicios	40
Figura 40. Diagrama de axil diagonal Edificio de Servicios.....	40
Figura 41. Diagrama de flector diagonal Edificio de Servicios	41
Figura 42. Diagrama de cortante diagonal Edificio de Servicios	41
Figura 43. Mapa de tensiones diagonal Edificio de Servicios.....	42
Figura 44. Diagrama de axil montante Edificio de Servicios	43
Figura 45. Diagrama de flector montante Edificio de Servicios	44
Figura 46. Diagrama de cortante montante Edificio de Servicios.....	45
Figura 47. Mapa de tensiones montante Edificio de Servicios	46
Figura 48. Viga más solicitada Pasarela.....	47
Figura 49. Diagrama de axil viga Pasarela	47
Figura 50. Diagrama de flector viga Pasarela	48
Figura 51. Diagrama de cortante viga Pasarela.....	48
Figura 52. Mapa de tensiones viga Pasarela	49
Figura 53. Flecha viga Pasarela	50
Figura 54. Pilar más solicitado Pasarela	51
Figura 55. Diagrama de axil pilar Pasarela	52
Figura 56. Diagrama de flector pilar Pasarela	53
Figura 57. Diagrama de cortante pilar Pasarela	54
Figura 58. Mapa de tensiones pilar Pasarela	54
Figura 59. Flecha pilar Pasarela.....	56
Figuras 60. Modo 1 ($\lambda=10.33$) Edificio de Servicios.....	57
Figuras 61. Modo 1 ($\lambda=3.46$) Pasarela.....	59



FIGURAS ANEXOS

Figura 1. Sobrecargas de uso Edificios de Servicios	70
Figura 2. Valor básico de la velocidad del viento, v_b	71
Figura 3. Viento frontal edificio de servicios	72
Figura 4. Viento lateral edificio de servicios	73
Figura 5. Viento otro lateral edificio de servicios	73
Figura 6. Viento lateral parte del edificio de servicios	73
Figura 7. Convenio de signos viento	78
Figura 8. Zonas climáticas.	80



ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS MEMORIA

Tabla 1. Usos Edificio de Servicios.....	8
Tabla 2. Acciones sobre el edificio de servicios	24
Tabla 3. Acciones sobre la pasarela	25
Tabla 4. Perfiles Edificio de Servicios	27
Tabla 5. Sección en I reforzada con T inferior de las vigas principales del Edificio de Servicios. 28	
Tabla 6. Perfiles Pasarela.....	29
Tabla 7. Resumen resultados viga Edificio de Servicios (ELU).....	33
Tabla 8. Resumen resultados viga Edificio de Servicios (ELS)	34
Tabla 9. Resumen resultados pilar Edificio de Servicios (ELU).....	38
Tabla 10. Resumen resultados pilar Edificio de Servicios (ELS).....	39
Tabla 11. Resumen resultados diagonal Edificio de Servicios (ELU)	42
Tabla 12. Resumen resultados montante Edificio de Servicios (ELU)	46
Tabla 13. Resumen resultados viga Pasarela (ELU).....	49
Tabla 14. Resumen resultados viga Pasarela (ELS)	50
Tabla 15. Resumen resultados pilar Pasarela (ELU).....	55
Tabla 16. Resumen resultados pilar Pasarela (ELS).....	56
Tabla 17. Factores de carga crítica λ para la hipótesis de máxima sollicitación sobre el Edificio de Servicios (CO1)	58
Tabla 18. Factores de carga crítica λ para la hipótesis de máxima sollicitación sobre la Pasarela (CO1)	59



TABLAS ANEXOS

Tabla 1. Valores característicos de la sobrecarga de uso.....	69
Tabla 2. Coeficientes para tipo de entorno.....	72
Tabla 3. Paramentos Verticales.....	74
Tabla 4. Viento frontal edificio de servicios	75
Tabla 5. Viento lateral edificio de servicios.....	75
Tabla 6. Viento lateral parte del edificio de servicios	76
Tabla 7. Cubiertas planas	77
Tabla 8. Viento en cubierta	78
Tabla 9. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas	79
Tabla 10. Datos nieve en Valencia.....	80
Tabla 11. Viento frontal general, V1 (0º)	82
Tabla 12. Viento lateral general, V2(90º).....	82
Tabla 13. Viento lateral general, V2 (270º).....	82
Tabla 14. Viento parte 1 edificio de servicios, V'2(90º)	83
Tabla 15. Viento frontal general, V1 (0º)	83
Tabla 16. Viento lateral general, V2 (90º).....	83
Tabla 17. Viento lateral general, V2 (270º).....	84
Tabla 18. Viento parte 1 edificio de servicios, V'2(90º)	84
Tabla 19. Combinaciones ELU	84
Tabla 20. Combinaciones ELS.....	85
Tabla 21. Coeficientes Parciales de ponderación de cargas (γ)	85
Tabla 22. Coeficientes de simultaneidad (ψ)	86



Universidad
Zaragoza

TRABAJO FIN DE GRADO

-

ANEXOS

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA PLATAFORMA MULTINIVEL Y PASARELAS
PEATONALES DE CONEXIÓN ENTRE EDIFICIOS

STRUCTURAL DESIGN OF A MULTILEVEL PLATFORM AND PEDESTRIAN
WALKWAYS CONNECTING BUILDINGS

Autor

Adrián Pérez Anadón

Director

Sergio Puértolas Broto

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA) – Universidad de Zaragoza

Grado en Ingeniería Mecánica

2018

ANEXO I: EVALUACIÓN DE CARGAS SEGÚN CTE

I-1. Evaluación de cargas: Edificio de servicios

▪ Evaluación del peso propio y de cubierta sobre el Edificio de servicios

El **peso propio** a tener en cuenta en el *Edificio de servicios* es el de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.

En general, en viviendas bastará considerar como peso propio de la tabiquería una carga de 1,0 KN por cada m² de superficie construida.

$$\text{PESO PROPIO} = 1 \text{ KN/m}^2$$

En cuanto al **peso de cubierta**, se estima un valor cercano a 1.5 KN/ m², y se trata de un sistema de **cubierta** invertida transitable.

$$\text{PESO CUBIERTA} = 1.5 \text{ KN/m}^2$$

▪ Evaluación de la Sobrecarga de Uso (SCU) sobre el Edificio de servicios

De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del Edificio de Servicios, como valores característicos se adoptarán los de la **Tabla 1. Valores característicos de la sobrecarga de uso**, procedente del Documento básico SE-A: Seguridad estructural acero.

Dichos valores incluyen tanto los efectos derivados del uso normal, personas, mobiliario, enseres, mercancías habituales, contenido de los conductos, maquinaria y en su caso vehículos, así como las derivadas de la utilización poco habitual, como acumulación de personas, o de mobiliario con ocasión de un traslado.

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

Tabla 1. Valores característicos de la sobrecarga de uso.

En el caso del **Edificio de servicios** a diseñar tenemos dos categorías de uso diferenciadas, las cuales quedan representadas en la **Figura 1. Sobrecargas de uso Edificio de Servicios**

- *Categoría de uso A o zona residencial* (sombreado en azul) → A1: Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles.

Carga uniforme: 2 KN/m²

Carga concentrada: 2 KN

- *Categoría de uso C o zona de acceso público* (sombreado en naranja) → C3: Zona sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles, salas de exposición de museos; etc.

Carga uniforme: 5 KN/m²

Carga concentrada: 4 KN

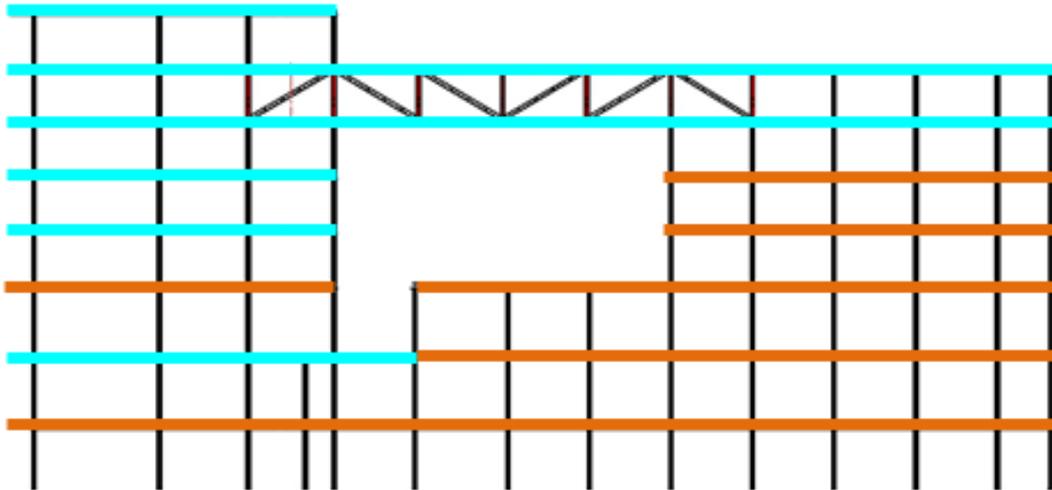


Figura 1. Sobrecargas de uso Edificios de Servicios

▪ Evaluación del Viento sobre el Edificio de servicios

La acción de viento, en general es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

① q_b ≡ la presión dinámica del viento

De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse $0,5 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$. Pueden obtenerse valores más precisos de la **presión dinámica del viento (q_b)** en función del emplazamiento geográfico de la obra.

En el siguiente mapa (**Figura 2. Valor básico de la velocidad del viento, v_b**) se observa el valor básico de la velocidad del viento en cada localidad. El valor de la presión dinámica es, respectivamente de $0,42 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$, $0,45 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$ y $0,52 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$ para las zonas A, B y C de dicho mapa.

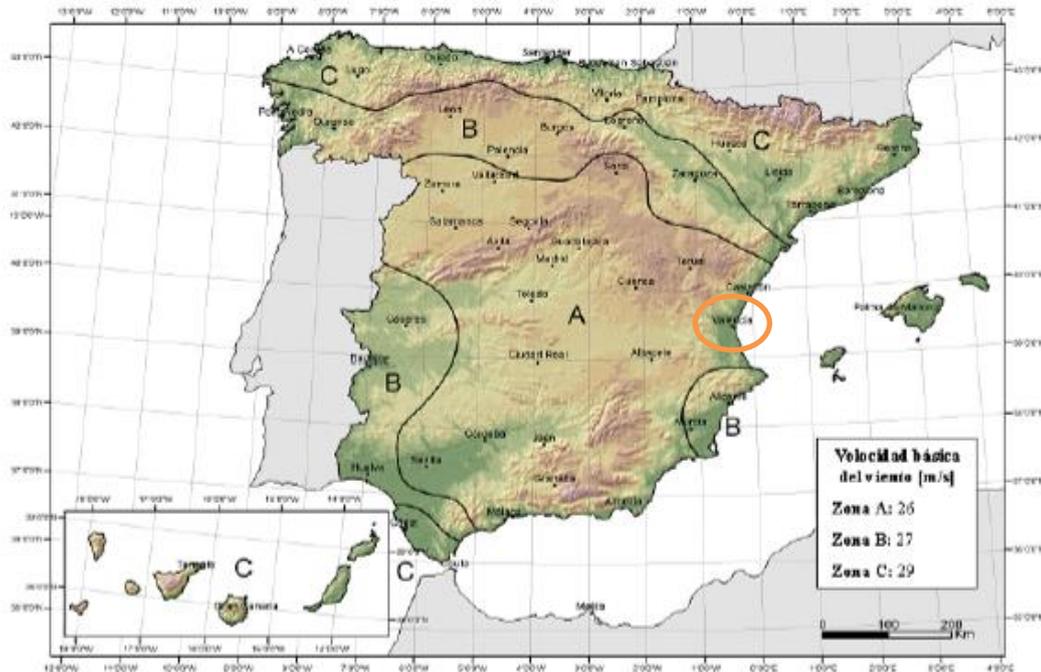


Figura 2. Valor básico de la velocidad del viento, v_b

En este caso el complejo residencial está situado en Valencia, ciudad que pertenece a la zona A y por lo tanto, la **presión dinámica del viento (q_b)** adopta un valor de $0.42 \frac{KN}{m^2}$.

2 c_e el coeficiente de exposición

El coeficiente de exposición c_e para alturas sobre el terreno, z , no mayores de 200 m, puede determinarse según el Documento básico SE-A: Seguridad estructural acero, con la siguiente expresión:

$$c_e = F \cdot (F + 7k) \quad \text{con } F = k \ln \left(\frac{\max(z, Z)}{L} \right)$$

Las variables de la expresión (k , L , Z) son parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la **Tabla 2. Coeficientes para tipo de entorno**, procedente del Documento básico SE-A: Seguridad estructural acero.

El Edificio **de servicios** a diseñar está situado en una zona urbana por lo que el grado de aspereza es a IV.

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Tabla 2. Coeficientes para tipo de entorno

En conclusión el valor que se obtiene del **coeficiente de exposición (c_e)** es:

$$F = k \ln \left(\frac{\max(z, Z)}{L} \right) = 0,22 \times \ln \left(\frac{\max(25,3,5)}{0,3} \right) = 0,98$$

Coeficiente de exposición, c_e $\rightarrow c_e = F \cdot (F + 7 \cdot K) = 0,98 \times (0,98 + 7 \times 0,22) = 2,45$

3 **cp** el coeficiente eólico o de presión

Los coeficientes de presión exterior o eólico, c_p , dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición de elemento considerado y de su área de influencia.

Se va a considerar que el Edificio de Servicios está expuesto a cuatro casos de carga de viento:

- 5- Viento frontal en una de las caras del edificio de servicios: (V1(0°)- General)
- 6- Viento lateral en un lado del edificio de servicios (V2(90°))
- 7- Viento lateral en el lado opuesto del edificio de servicios (V3(270°))
- 8- Viento lateral en una parte del edificio de servicios (V4'(90°))

Viento frontal en una de las caras del edificio de servicios

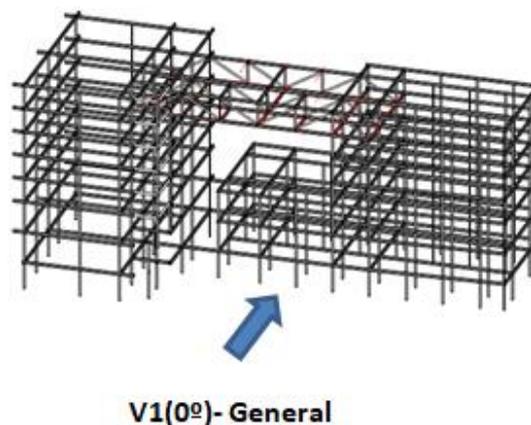


Figura 3. Viento frontal edificio de servicios

Viento lateral en un lado del edificio de servicios

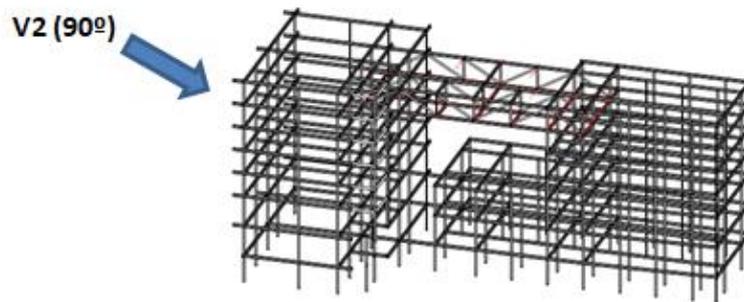


Figura 4. Viento lateral edificio de servicios

Viento lateral en el lado opuesto del edificio



Figura 5. Viento otro lateral edificio de servicios

Viento lateral en un lado de parte del edificio

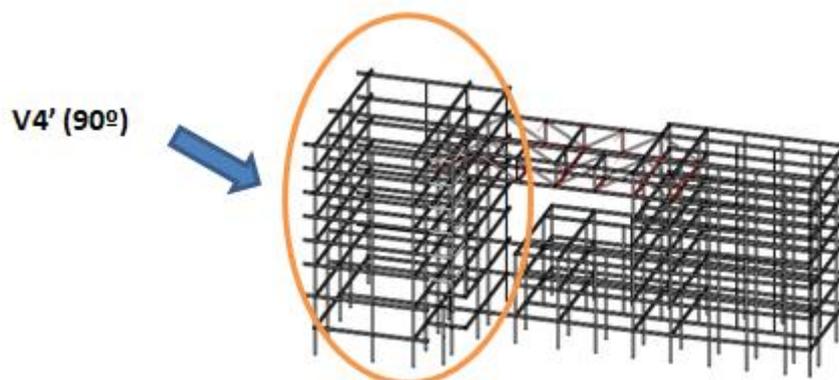
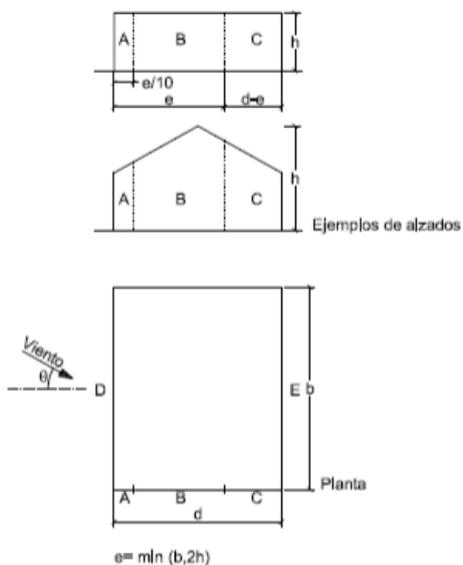


Figura 6. Viento lateral parte del edificio de servicios

En la **Tabla 3. Paramentos Verticales** procedente del Documento Básico SE-A: Seguridad estructural acero, obtenemos cual es el coeficiente eólico o de presión entrando a dicha tabla con la esbeltez (h/d) y el área de influencia.



A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	"	-0,3

Tabla 3. Paramentos Verticales

En la **Tabla 4. Viento frontal edificio de servicios**, en la **Tabla 5. Viento lateral edificio de servicios** y en la **Tabla 6. Viento lateral parte del edificio de servicios**, se calcula la carga que se aplica en los paramentos verticales del edificio en las distintas hipótesis de viento definidas e ilustradas con anterioridad en la **Figura 3. Viento frontal edificio de servicios**, en la **Figura 4. Viento lateral edificio de servicios**, en la **Figura 5. Viento otro lateral edificio de servicios** y en la **Figura 6. Viento lateral parte del edificio de servicios**.

V1(0)° (GENERAL)		Considerar siempre áreas de influencia de los elementos superior a 10 m ²						
Ce		z= 25,3	Z= 5					
		K= 0,22	F= 0,98					
		L= 0,3	Ce= 2,45					
Cp				A	B	C	D	E
Superficie de las zonas				70,53	634,74	715,56	705,26	705,26
h(m) ≡ h1 (m)= 25,3	h/d	Tablas	1	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,5
			0,25	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3
d(m)= 56,159			Cp	-1,2	-0,8	-0,5	0,727	-0,353
b (m) = 27,876			Cp*Ce	-2,95	-1,96	-1,23	1,78	-0,87
esbeltez h/d= 0,4505			Carga q [kN/m ²]	-1,24	-0,82	-0,52	0,75	-0,36
e(m)= 27,876								
Media ponderada por paramento				Frontal		-0,689 kN/m ²		

Tabla 4. Viento frontal edificio de servicios

V2(90)° ≡ V3 (270°)								
Ce		z= 25,3	Z= 5					
		K= 0,22	F= 0,98					
		L= 0,3	Ce= 2,45					
Cp				A	B	C	D	E
Superficie de las zonas				128,018	1152,162	-574,917	1420,823	1420,823
h(m) ≡ h1 (m)= 25,3	h/d	Tablas	1	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,5
			0,25	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3
d(m)= 27,876			Cp	-1,2	-0,8	-0,5	0,788	-0,475
b (m) = 56,16			Cp*Ce	-2,95	-1,96	-1,23	1,93	-1,17
esbeltez h/d= 0,908			Carga q [kN/m ²]	-1,24	-0,82	-0,52	0,81	-0,49
e(m)= 50,6								
Media ponderada por paramento				Lateral		-1,152 kN/m ²		

Tabla 5. Viento lateral edificio de servicios

*V3(270°) tiene el mismo valor de carga que V2(90°) pero cambia el sentido.

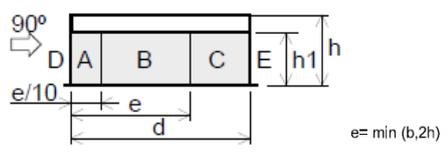
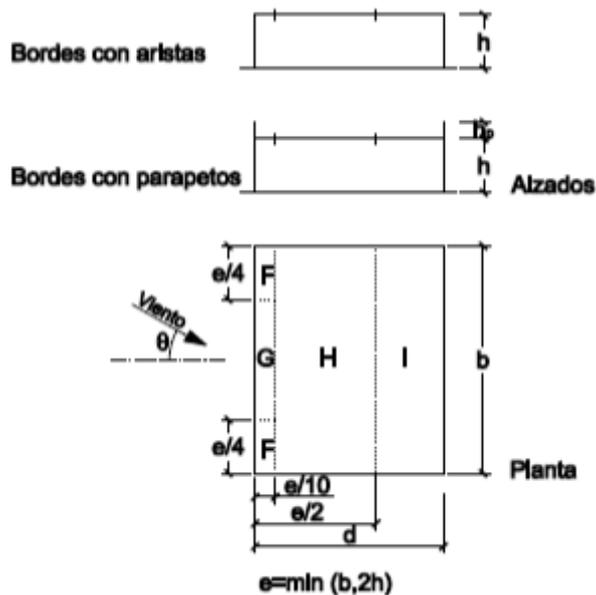
V4'(90)° (PARTE 1 EDIFICIO)								
Ce		z= <table border="1" style="display: inline-table; width: 80px;"><tr><td style="width: 40px;">25,3</td></tr></table>	25,3	Z= <table border="1" style="display: inline-table; width: 80px;"><tr><td style="width: 40px;">5</td></tr></table>	5			
25,3								
5								
K=	<table border="1" style="display: inline-table; width: 80px;"><tr><td style="width: 40px;">0,22</td></tr></table>	0,22	F=	<table border="1" style="display: inline-table; width: 100px;"><tr><td style="width: 40px;">0,98</td></tr></table>			0,98	
0,22								
0,98								
L=	<table border="1" style="display: inline-table; width: 80px;"><tr><td style="width: 40px;">0,3</td></tr></table>	0,3	Ce=	<table border="1" style="display: inline-table; width: 100px;"><tr><td style="width: 40px;">2,45</td></tr></table>			2,45	
0,3								
2,45								
Cp								
Superficie de las zonas			A	B	C	D	E	
h(m) ≡ h1								
(m)=		<table border="1" style="display: inline-table; width: 100px;"><tr><td style="width: 40px;">25,3</td></tr></table>					25,3	
25,3								
d(m)=		<table border="1" style="display: inline-table; width: 100px;"><tr><td style="width: 40px;">22,776</td></tr></table>					22,776	
22,776								
b (m) =		<table border="1" style="display: inline-table; width: 100px;"><tr><td style="width: 40px;">18,02</td></tr></table>					18,02	
18,02								
esbeltez								
h/d=		<table border="1" style="display: inline-table; width: 100px;"><tr><td style="width: 40px;">1,11</td></tr></table>					1,11	
1,11								
e(m)=		<table border="1" style="display: inline-table; width: 100px;"><tr><td style="width: 40px;">18,02</td></tr></table>					18,02	
18,02								
h/d Tablas		5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7	
		1	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,5	
Carga q [kN/m2]		Cp	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,506	
		Cp*Ce	-2,95	-1,96	-1,23	1,96	-1,24	
			-1,24	-0,82	-0,52	0,82	-0,52	
Media ponderada por paramento				Lateral	<table border="1" style="display: inline-table; width: 80px;"><tr><td style="width: 40px;">-0,793</td></tr></table>		-0,793	kN/m2
-0,793								

Tabla 6. Viento lateral parte del edificio de servicios

En la **Tabla 7. Cubiertas planas** procedente del Documento Básico SE-A: Seguridad estructural acero, obtenemos cual es el coeficiente eólico o de presión entrando a dicha tabla con la esbeltez (h/d) y el área de influencia.



	h_p/h	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	0,2 -0,2
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	0,2 -0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	0,2 -0,2
	0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	0,2 -0,2

Nota: Se considerarán cubiertas planas aquellas con una pendiente no superior a 5°

Tabla 7. Cubiertas planas

En la **Tabla 8. Viento en cubierta** se calcula las hipótesis de carga de viento sobre la cubierta en el primer caso, *Viento frontal en una de las caras del edificio de servicios: (V1(0°)- General)*.

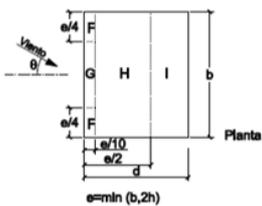
VIENTO CUBIERTA

Considerar siempre áreas de influencia de los elementos superiores a 10 m²

Ce	z= 25,3	Z= 5	Qb= 0,42 kN/m ²
	K= 0,22	F= 0,98	
	L= 0,3	Ce= 2,45	

V1a(0°) (1ª Hipótesis)

Cp	e(m)= 27,876					
	b(m)= 27,876					
	d(m)= 56,159					
	Ángulo α = 0					
		Superficie de las zonas	F	G	H	I
		Ángulo $\alpha = 0^\circ$	38,854	38,854	310,83	1176,95
		Tablas Cp	-1,80	-1,20	-0,70	0,20
		Cp*Ce	-4,41	-2,94	-1,72	0,49
		Carga q [kN/m ²]	-1,85	-1,23	-0,72	0,21
			FGH		IJ	
		Media ponderada: Barlovento	-0,885 kN/m ²		Sotavento 0,206 kN/m ²	



▪ **Nieve sobre el edificio de servicios**

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_N , puede tomarse:

$$q_N = \mu \cdot s_k$$

❶ $\mu \equiv$ **coeficiente de forma de la cubierta**

Según uno de los apartados del Documento básico SE-A: Seguridad estructural acero, figura que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve para cubierta con una inclinación menor o igual que 30°, por lo que el **coeficiente de forma (μ)** tiene el valor de 1.

❷ $s_k \equiv$ **valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.**

El valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal, s_k , en las capitales de provincia y ciudades autónomas se puede tomar de la **Tabla 9. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas**, procedente del Documento básico SE-A: Seguridad estructural acero.

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

Tabla 9. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

En este caso la manzana residencial está situada en Valencia, ciudad con una altitud de 0 m (< 1000 m) cuyo **valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal (s_k)** es de **0.2 $\frac{KN}{m^2}$** . Además, Valencia es una de las ciudades españolas que se encuentra en la zona 5 como se puede verificar en la **Figura 8. Zonas climáticas**. Todos estos datos quedan recopilados en la **Tabla 10. Datos nieve en Valencia**.

Nieve	
Zona Climát.	5
Altitud	0 m
Ángulo cubierta	0 °
μ =	1
S_k =	0,2 kN/m ²
$Q_n = $ 0,2 kN/m ²	

Tabla 10. Datos nieve en Valencia



Figura 8. Zonas climáticas.

I-2. Evaluación de cargas: Pasarela

▪ Evaluación Peso propio sobre la pasarela

En este caso, al igual que en el Edificio de Servicios se tomará como valor de peso propio una carga de 1,0 KN por cada m² de superficie construida.

$$\text{PESO PROPIO} = 1 \text{ KN/m}^2$$

▪ Evaluación Sobrecarga de Uso (SCU) sobre la pasarela

En el caso de la **Pasarela** a diseñar tenemos simplemente una categoría de uso, la *Categoría de uso A o zona residencial*.

$$\text{Carga uniforme: } 2 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Carga concentrada: } 2 \text{ KN}$$

▪ Evaluación Nieve sobre la pasarela

Las cargas de nieve en la Pasarela se calculan de forma idéntica al **Apartado I-1. Evaluación de cargas: Edificio de servicios** del presente Anexo.

ANEXO II: COMBINACIONES DE CARGA

II-1: Combinaciones de carga sobre el Edificio de Servicios

▪ Estado Límite Último (ELU): Edificio de Servicios

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

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

→ V1 (0°) – Frontal general

Hipótesis 1	Peso Propio	SCU	Nieve	V1(0°) – Frontal general
1	1.35	1.5	0.5 x 1.5	0.6 x 1.5
2	1.35	0.7 x 1.5	1.5	0.6 x 1.5
3	1.35	0.7 x 1.5	0.5 x 1.5	1.5

Tabla 11. Viento frontal general, V1 (0°)

→ V2 (90°) – lateral general

Hipótesis 2	Peso Propio	SCU	Nieve	V2(90°) – lateral general
4	1.35	1.5	0.5 x 1.5	0.6 x 1.5
5	1.35	0.7 x 1.5	1.5	0.6 x 1.5
6	1.35	0.7 x 1.5	0.5 x 1.5	1.5

Tabla 12. Viento lateral general, V2(90°)

→ V2 (270°) – lateral general

*Cambia el signo de la carga con respecto al caso de carga anterior.

Hipótesis 3	Peso Propio	SCU	Nieve	V2(270°) – lateral general
7	1.35	1.5	0.5 x 1.5	0.6 x 1.5
8	1.35	0.7 x 1.5	1.5	0.6 x 1.5
9	1.35	0.7 x 1.5	0.5 x 1.5	1.5

Tabla 13. Viento lateral general, V2 (270°)

→ **V'2(90°) – lateral parte 1 edificio de servicios**

Hipótesis 4	Peso Propio	SCU	Nieve	V'2(90°) – lateral parte 1 edificio
10	1.35	1.5	0.5 x 1.5	0.6 x 1.5
11	1.35	0.7 x 1.5	1.5	0.6 x 1.5
12	1.35	0.7 x 1.5	0.5 x 1.5	1.5

Tabla 14. Viento parte 1 edificio de servicios, V'2(90°)

→ **Fuerza de pretensado**

La fuerza de pretensado se define como una acción permanente cuyo coeficiente de seguridad, (γ_p) tiene un valor unitario.

▪ **Estado Límite de Servicio (ELS): Edificio de Servicios**

Los efectos debidos a las acciones que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

→ **V1 (0°) – Frontal general**

Hipótesis 5	Peso Propio	SCU	Nieve	V1(0°) – Frontal general
13	1	1	0.5	0.6
14	1	0.7	1	0.6
15	1	0.7	0.5	1

Tabla 15. Viento frontal general, V1 (0°)

→ **V2(90°) – lateral general**

Hipótesis 6	Peso Propio	SCU	Nieve	V2(90°) – lateral general
16	1	1	0.5	0.6
17	1	0.7	1	0.6
18	1	0.7	0.5	1

Tabla 16. Viento lateral general, V2 (90°)

→ **V2 (270°) – lateral general**

*Cambia el signo de la carga con respecto al caso de carga anterior.

Hipótesis 7	Peso Propio	SCU	Nieve	V2(270º) – lateral general
19	1	1	0.5	0.6
20	1	0.7	1	0.6
21	1	0.7	0.5	1

Tabla 17. Viento lateral general, V2 (270º)

→ V'2(90º) – lateral parte 1 edificio de servicios

Hipótesis 8	Peso Propio	SCU	Nieve	V'2(90º) – lateral parte 1 edificio
22	1	1	0.5	0.6
23	1	0.7	1	0.6
24	1	0.7	0.5	1

Tabla 18. Viento parte 1 edificio de servicios, V'2(90º)

→ Fuerza de pretensado

La fuerza de pretensado se define como una acción permanente cuyo coeficiente de seguridad, (γ_p) tiene un valor unitario.

*En los apartados II-3: Coeficientes parciales de ponderación de cargas (γ) y II-4: Coeficientes de simultaneidad (ψ) del presente ANEXO II, quedan definidos todos los coeficientes parciales de ponderación de cargas (γ) y Coeficientes de simultaneidad (ψ) utilizados según norma para la mayoración de las acciones que actúan sobre el Edificio de Servicios.

II-2: Combinaciones de carga sobre la Pasarela

▪ Estado Límite Último (ELU): Pasarela

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

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

→ ELU: Pasarela

	Peso Propio	SCU	Nieve
1	1.35	1.5	1.5 x 0.5
2	1.35	1.5 x 0.7	1.5

Tabla 19. Combinaciones ELU

→ Fuerza de pretensado

La fuerza de pretensado se define como una acción permanente cuyo coeficiente de seguridad, (γ_p) tiene un valor unitario.

▪ **Estado Límite de Servicio (ELS): Pasarela**

Los efectos debidos a las acciones que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión:

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

→ **ELS: Pasarela**

	Peso Propio	SCU	Nieve
1	1	1	0.5
2	1	0.7	1

Tabla 20. Combinaciones ELS

→ **Fuerza de pretensado**

La fuerza de pretensado se define como una acción permanente cuyo coeficiente de seguridad, (γ_p) tiene un valor unitario.

* En los apartados II-3: **Coefficientes parciales de ponderación de cargas (γ)** y II-4: **Coefficientes de simultaneidad (ψ)** del presente ANEXO II, quedan definidos todos los coeficientes parciales de ponderación de cargas (γ) y Coeficientes de simultaneidad (ψ) utilizados según norma para la mayoración de las acciones que actúan sobre la pasarela.

II-3: Coeficientes parciales de ponderación de cargas (γ)

Tipo de verificación	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente Peso propio, cargas permanentes	1,35	0,8
	Variable	1,50	0

Acción	Categoría	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso	Zonas residenciales	0,7	0,5	0,3
	Zonas administrativas	0,7	0,5	0,3
	Zonas destinadas al público	0,7	0,7	0,6
	Zonas comerciales	0,7	0,7	0,6
	Zonas de tráfico ligeros con un peso total inferior a 30 kN	0,7	0,7	0,6
	Cubiertas transitables	uso de accesos		
Nieve	Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento	0	0	0
	para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
	para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento		0,6	0,5	0
Temperatura		0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno		0,7	0,7	0,7

Tabla 21. Coeficientes Parciales de ponderación de cargas (γ)

II-4: Coeficientes de simultaneidad (ψ)

En la siguiente tabla se recogen los coeficientes de simultaneidad utilizados en las combinaciones de acciones tanto del edificio de servicios como de la pasarela.

Acción	Coefficiente de simultaneidad, ψ_0
SCU-1: Zona residencial (A1)	$\psi_0 = 0.7$
SCU-2: Zona de acceso público (C3)	$\psi_0 = 0.7$
Nieve (altitud Valencia = 0 metros)	$\psi_0 = 0.5$
Viento	$\psi_0 = 0.6$

Tabla 22. Coeficientes de simultaneidad (ψ)

ANEXO III: DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DE LA ESTRUCTURA. DISTRIBUCIÓN DE USOS.

III-1. Listado de planos

→ PLANOS EDIFICIO DE SERVICIOS

PLANO Nº 1: GENERAL EDIFICIO

PLANO Nº 2: ALZADO EDIFICIO

PLANO Nº 3: PLANTA SÓTANO

PLANO Nº 4: PLANTA CALLE

PLANO Nº 5: PLANTA +1

PLANO Nº 6: PLANTA +2

PLANO Nº 7: PLANTA +3

PLANO Nº 8: PLANTA +4

PLANO Nº 9: PLANTA +5

PLANO Nº 10: PLANTA +6

→ PLANOS PASARELA

PLANO Nº 1: GENERAL PASARELA

PLANO Nº 2: ALZADO PASARELA

PLANO Nº 3: NIVEL +1

PLANO Nº 4: NIVEL +2

PLANO Nº 5: NIVEL +3

PLANO Nº 6: NIVEL +4

PLANO Nº 7: NIVEL +5

PLANO Nº 8: NIVEL +6



→ PLANOS USOS EDIFICIO DE SERVICIOS

PLANO Nº 1: USOS PLANTA SÓTANO

PLANO Nº 2: USOS PLANTA CALLE

PLANO Nº 3: USOS PLANTA P+1

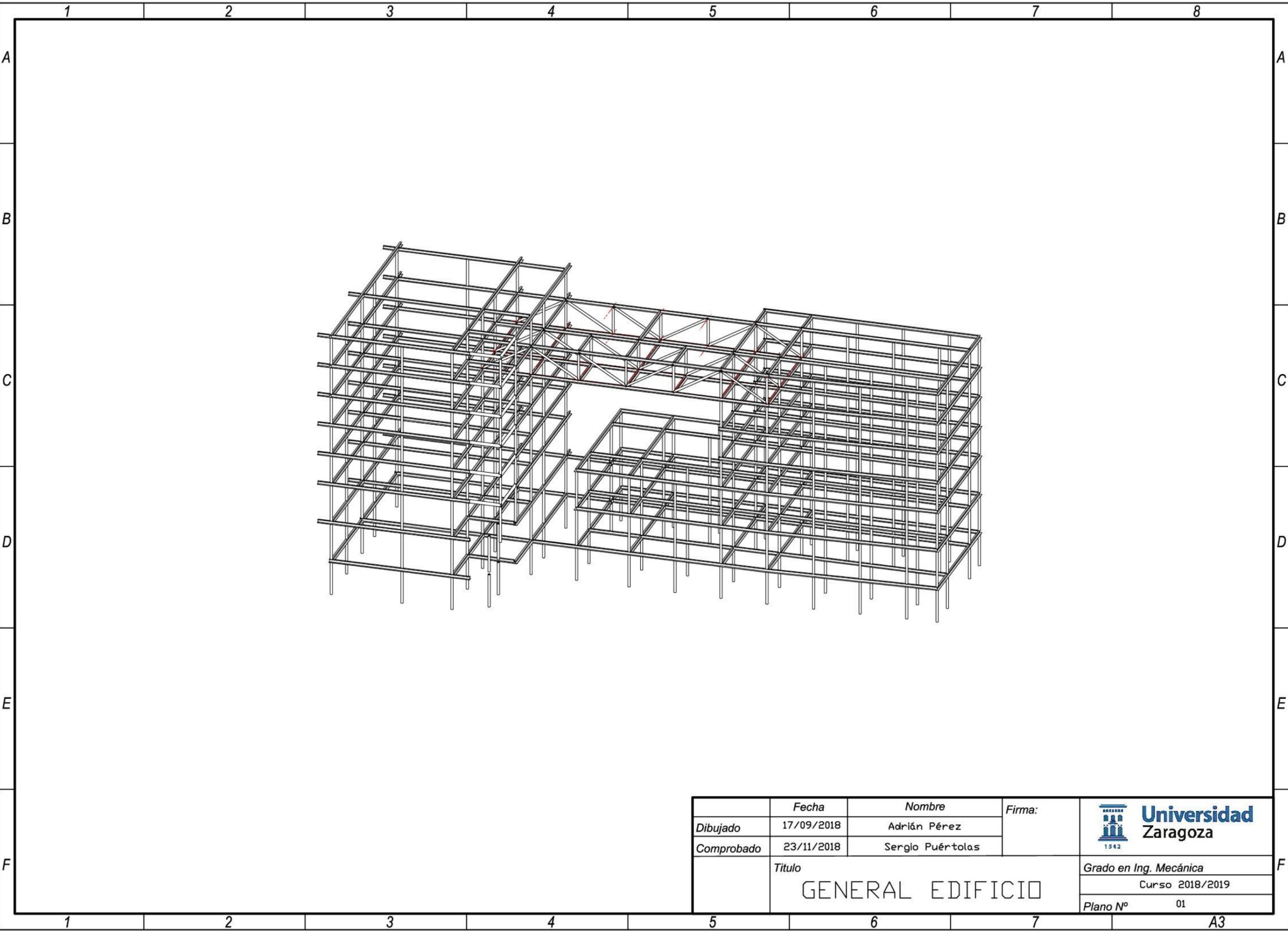
PLANO Nº 4: USOS PLANTA P+2

PLANO Nº 5: USOS PLANTA P+3

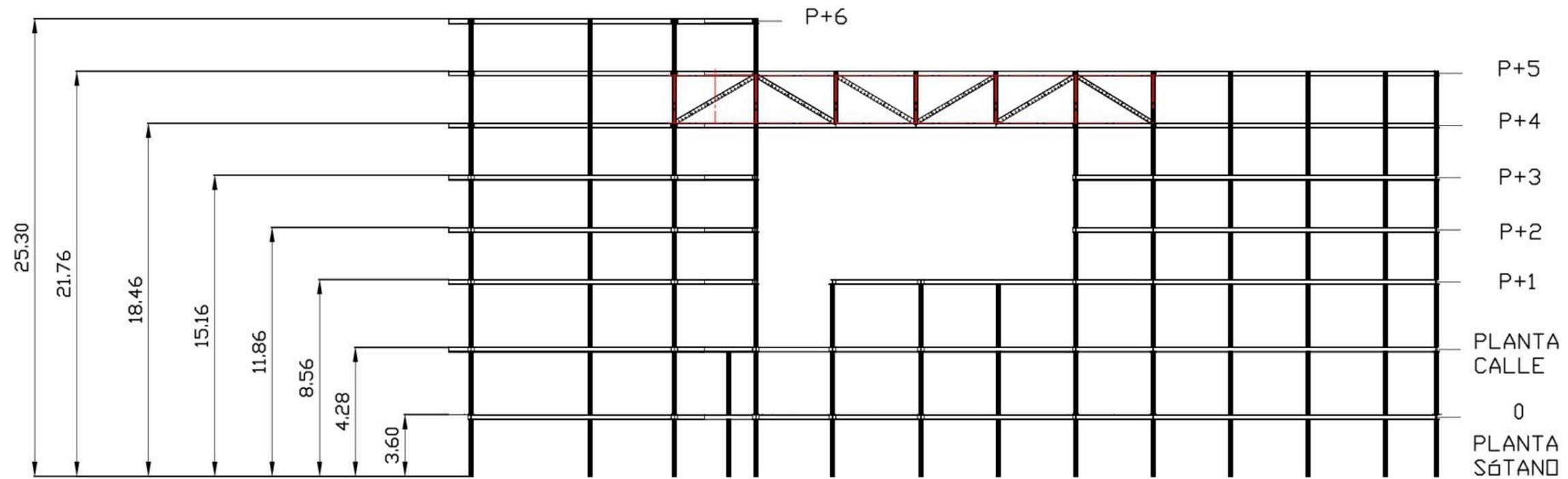
PLANO Nº 6: USOS PLANTA P+4

PLANO Nº 7: USOS PLANTA P+5

PLANO Nº 8: USOS PLANTA P+6

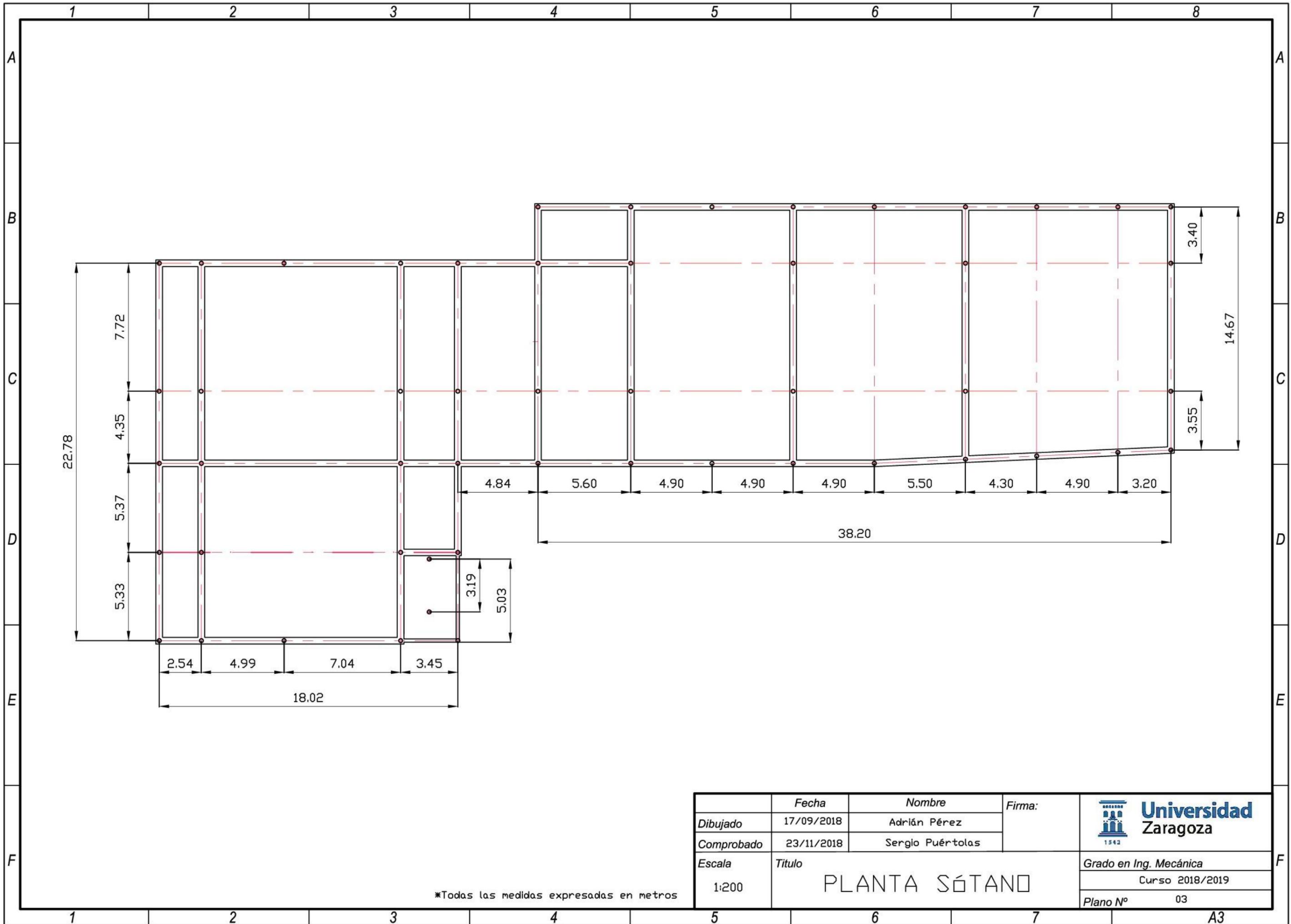


	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
<i>Dibujado</i>	17/09/2018	Adrián Pérez		
<i>Comprobado</i>	23/11/2018	Sergio Puértolas		
	<i>Título</i>			<i>Grado en Ing. Mecánica</i>
	GENERAL EDIFICIO			Curso 2018/2019
				<i>Plano N°</i> 01



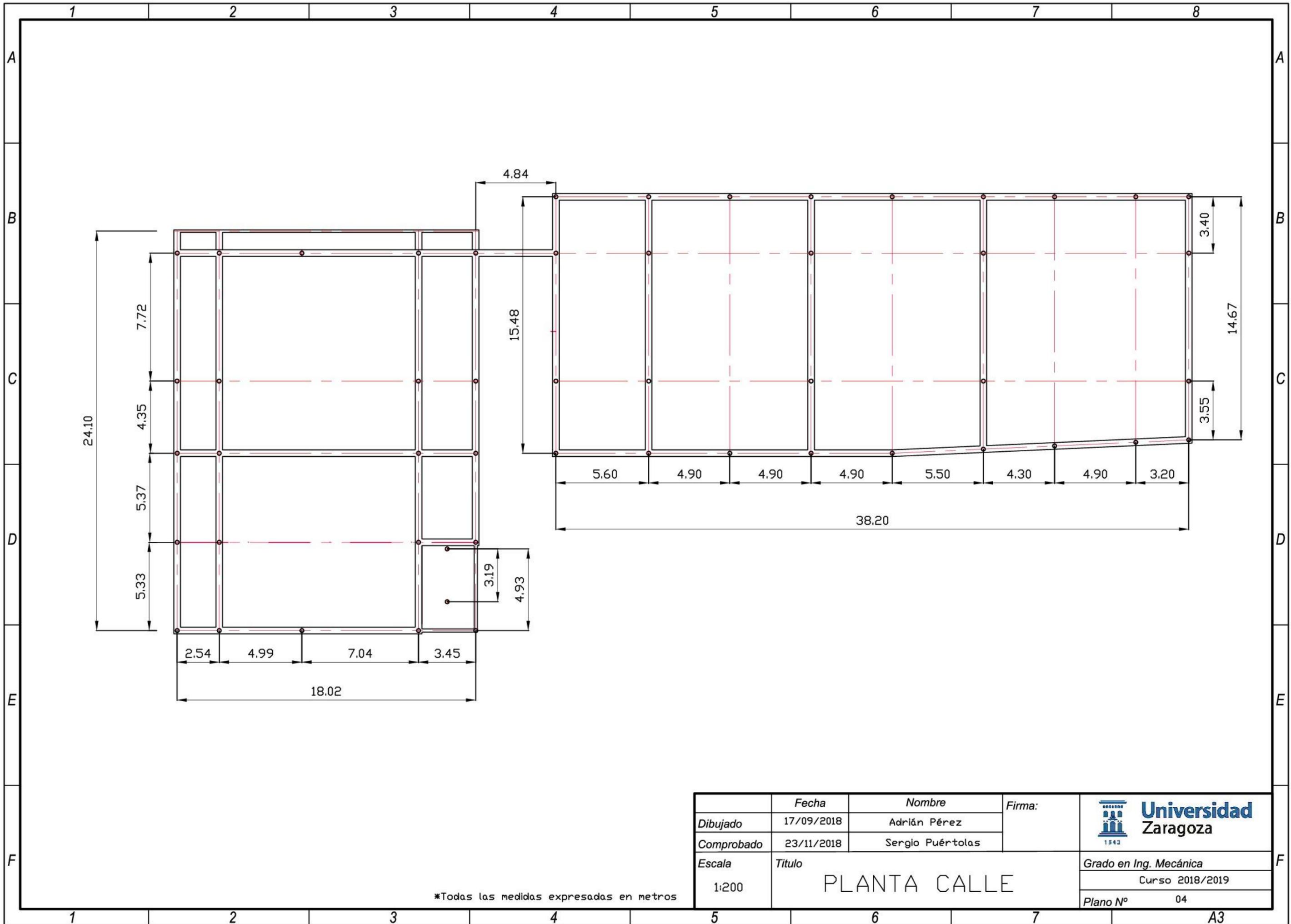
*Todas las medidas expresadas en metros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza 1542
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		
	Titulo			Grado en Ing. Mecánica
	ALZADO EDIFICIO			Curso 2018/2019
				Plano N° 02



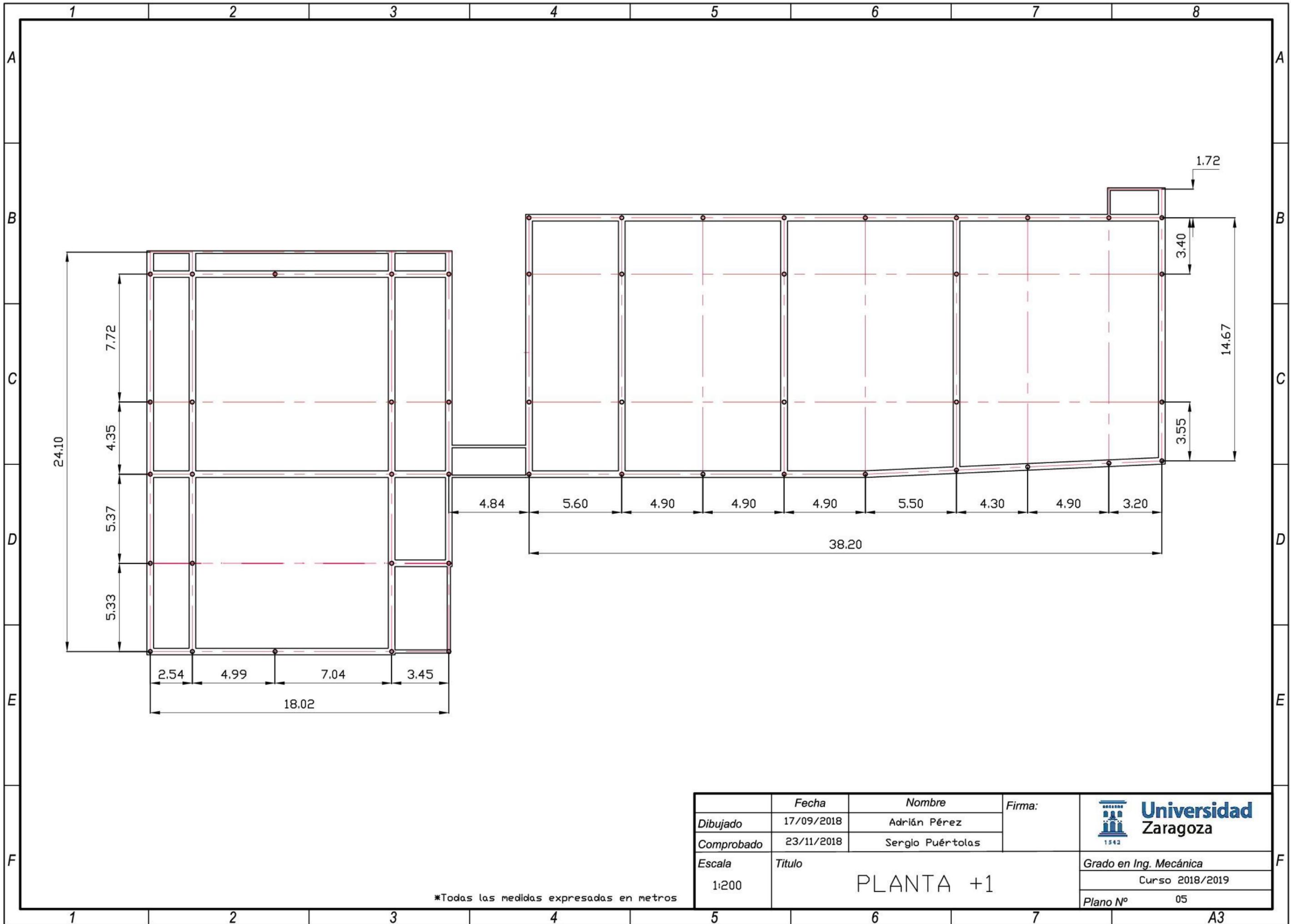
*Todas las medidas expresadas en metros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
Escala	Titulo		Curso 2018/2019	
1:200	PLANTA SÓTANO		Plano N° 03	



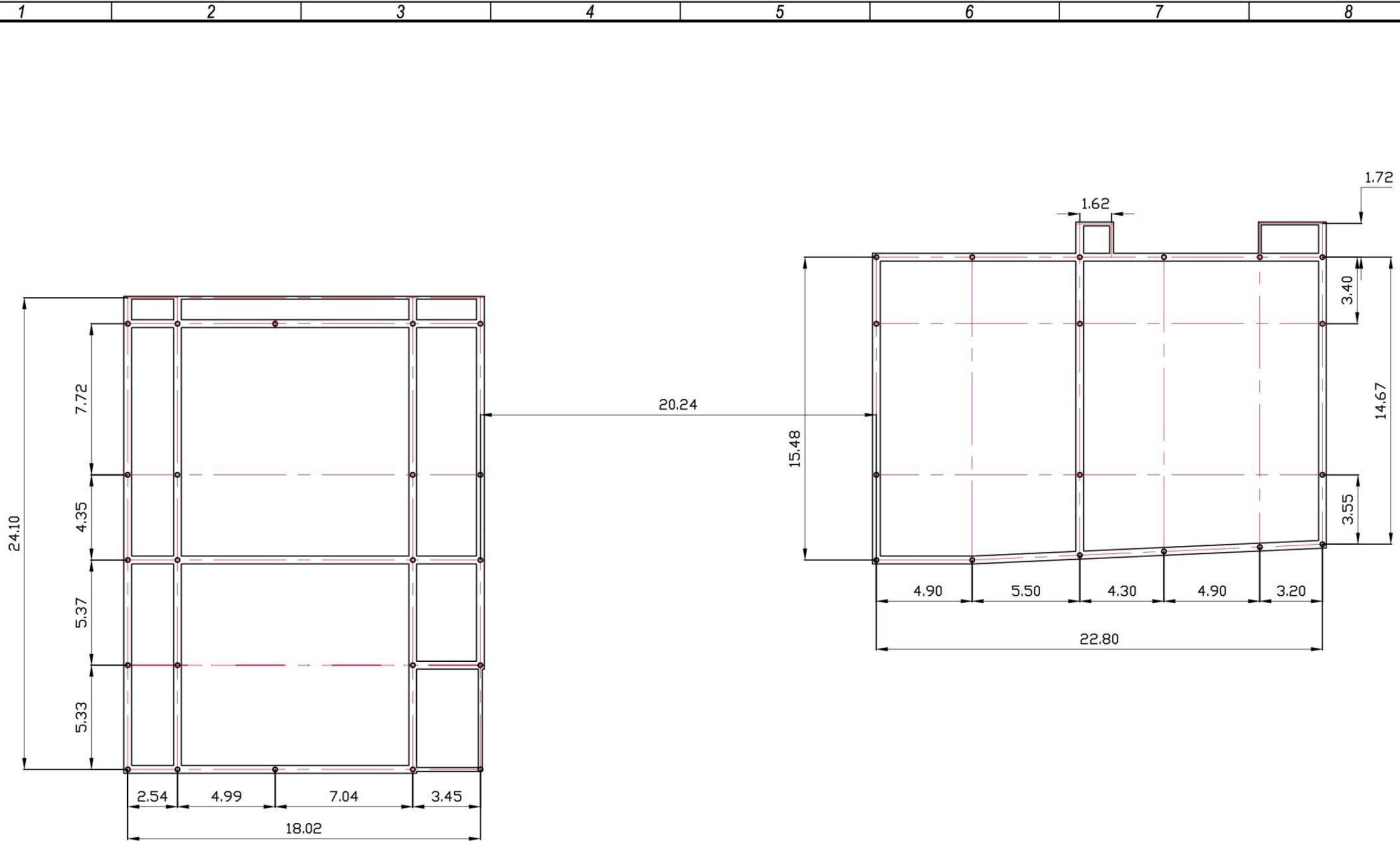
*Todas las medidas expresadas en metros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		
Escala	Titulo		Grado en Ing. Mecánica	
1:200	PLANTA CALLE		Curso 2018/2019	
			Plano N° 04	



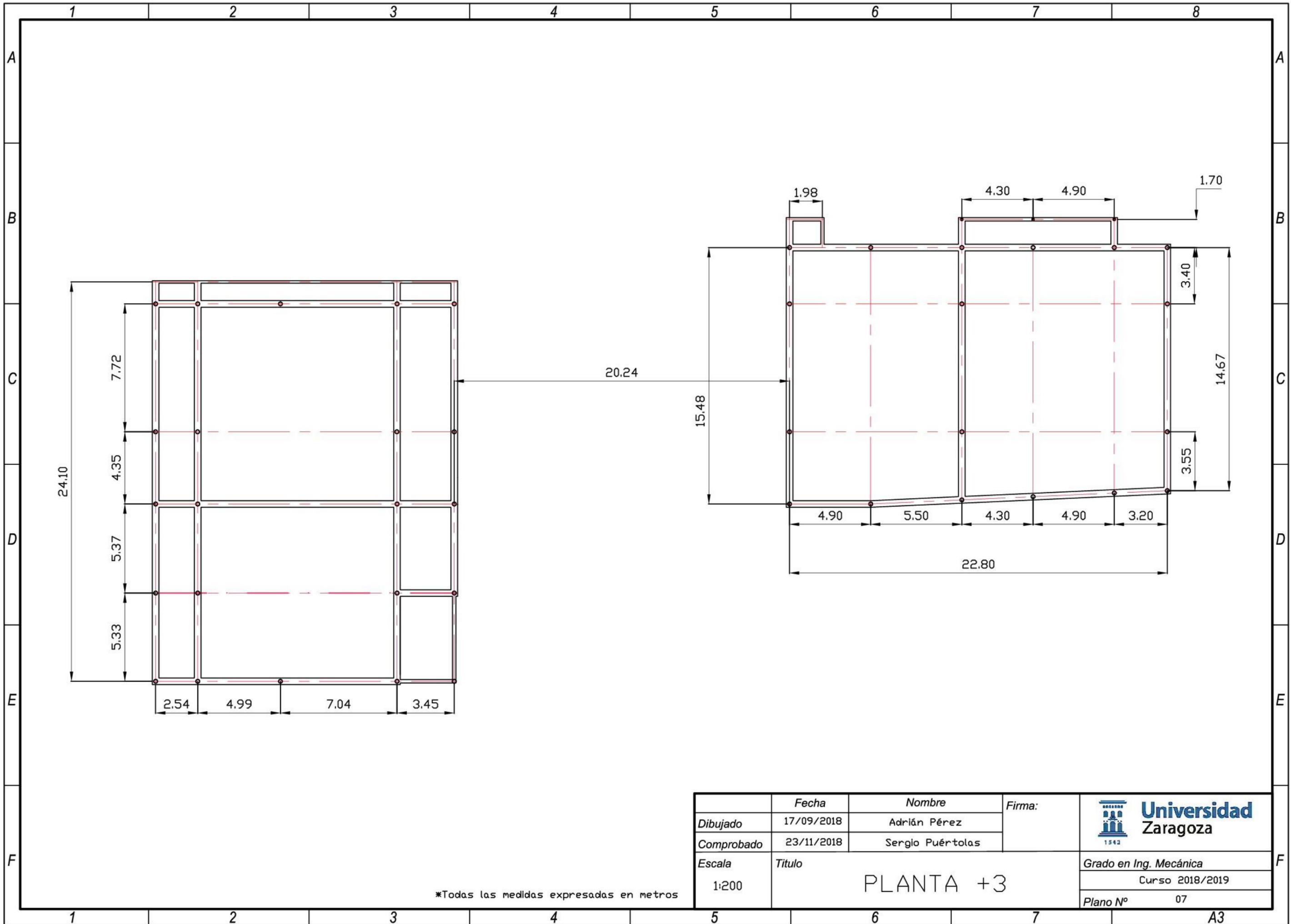
	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
Escala	Titulo			Curso 2018/2019
1:200	PLANTA +1			Plano N° 05

*Todas las medidas expresadas en metros



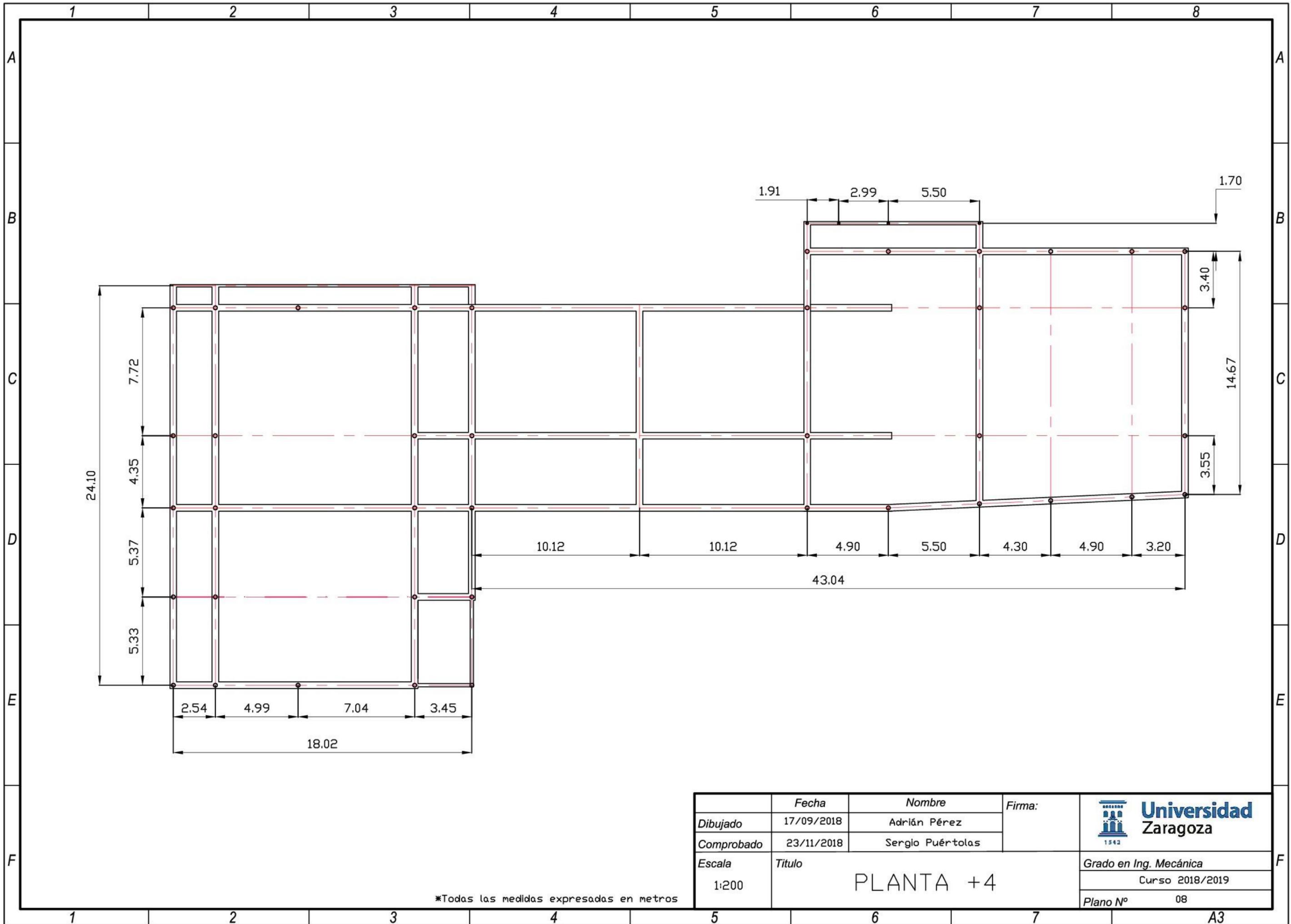
*Todas las medidas expresadas en metros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
Escala	Titulo		Curso 2018/2019	
1:200	PLANTA +2		Plano N° 06	

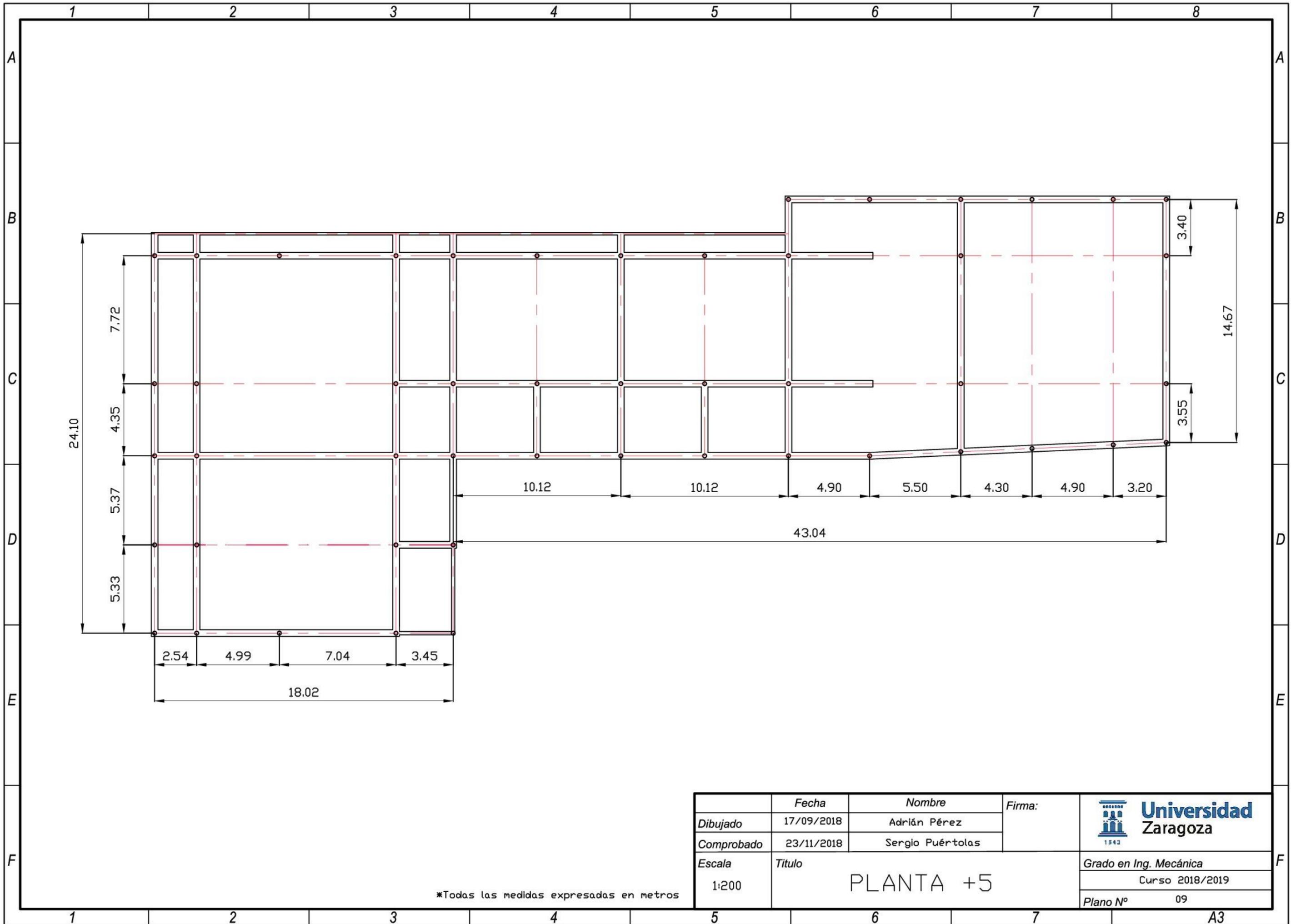


*Todas las medidas expresadas en metros

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Universidad Zaragoza 1542
<i>Dibujado</i>	17/09/2018	Adrián Pérez		
<i>Comprobado</i>	23/11/2018	Sergio Puértolas		
<i>Escala</i>	<i>Título</i>		Grado en Ing. Mecánica	
1:200	PLANTA +3		Curso 2018/2019	
			Plano N° 07	

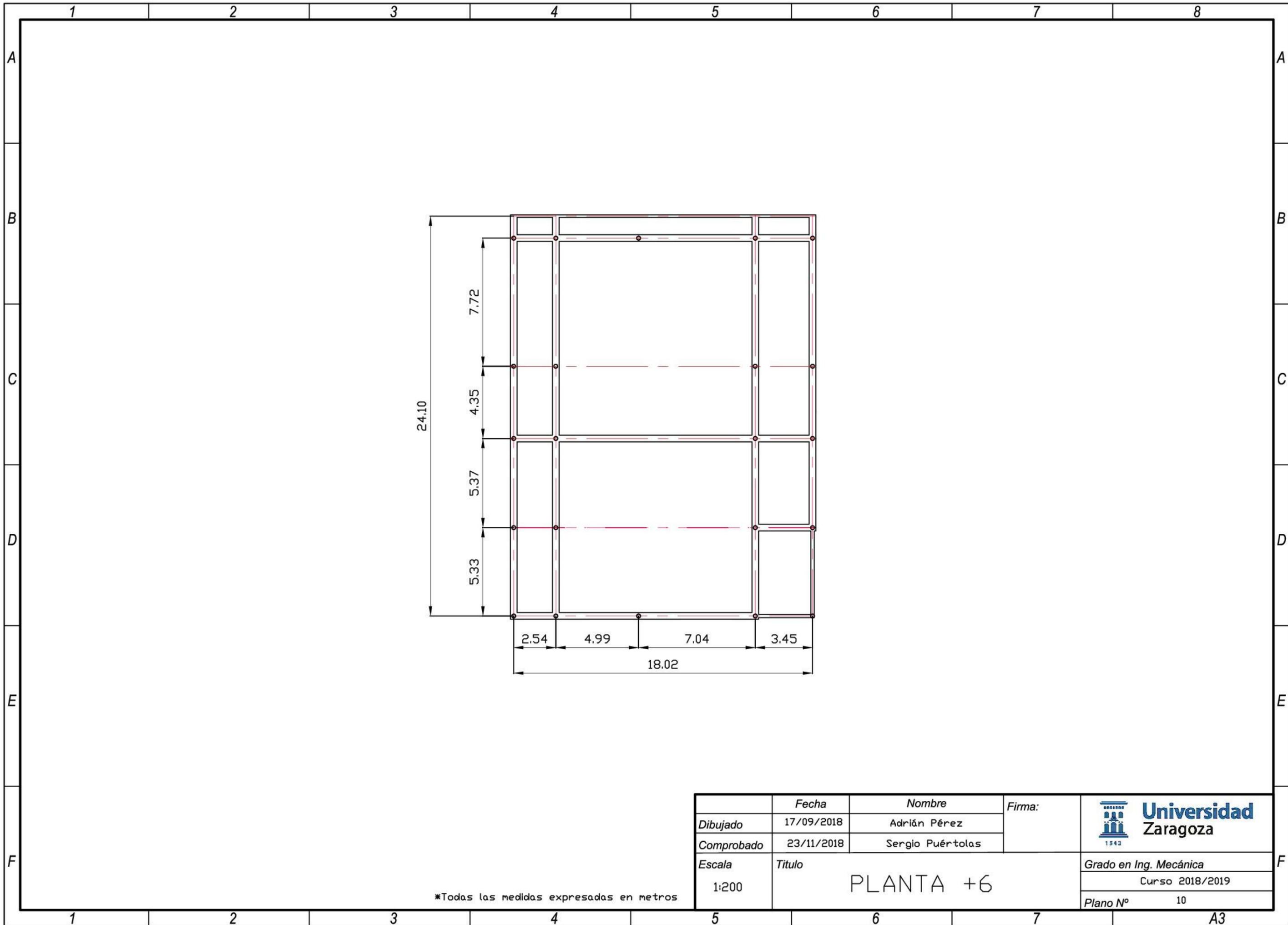


	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
Escala	Titulo			Curso 2018/2019
1:200	PLANTA +4			Plano N° 08



*Todas las medidas expresadas en metros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
Escala	Titulo			Curso 2018/2019
1:200	PLANTA +5			Plano N° 09



24.10

7.72

4.35

5.37

5.33

2.54

4.99

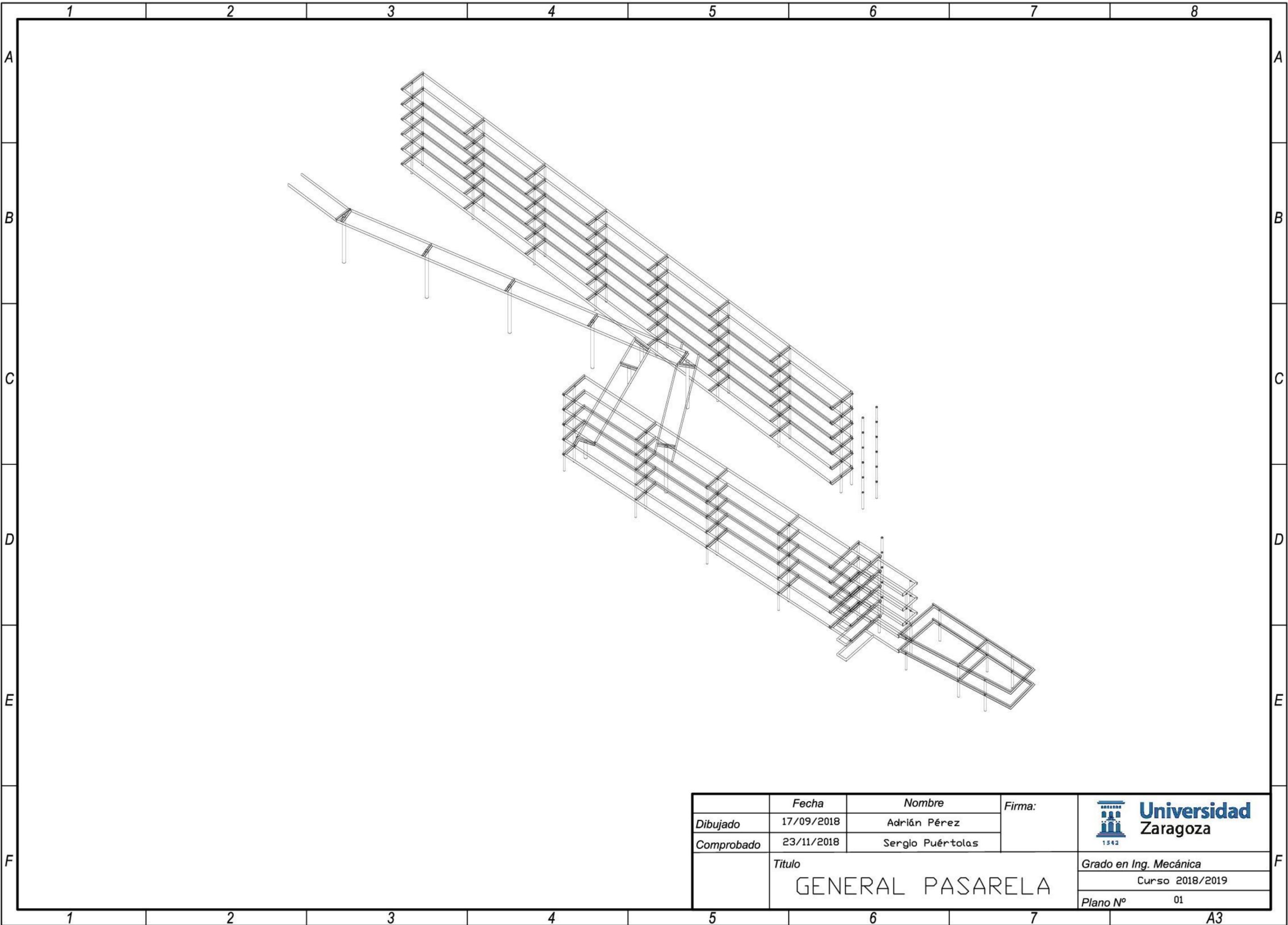
7.04

3.45

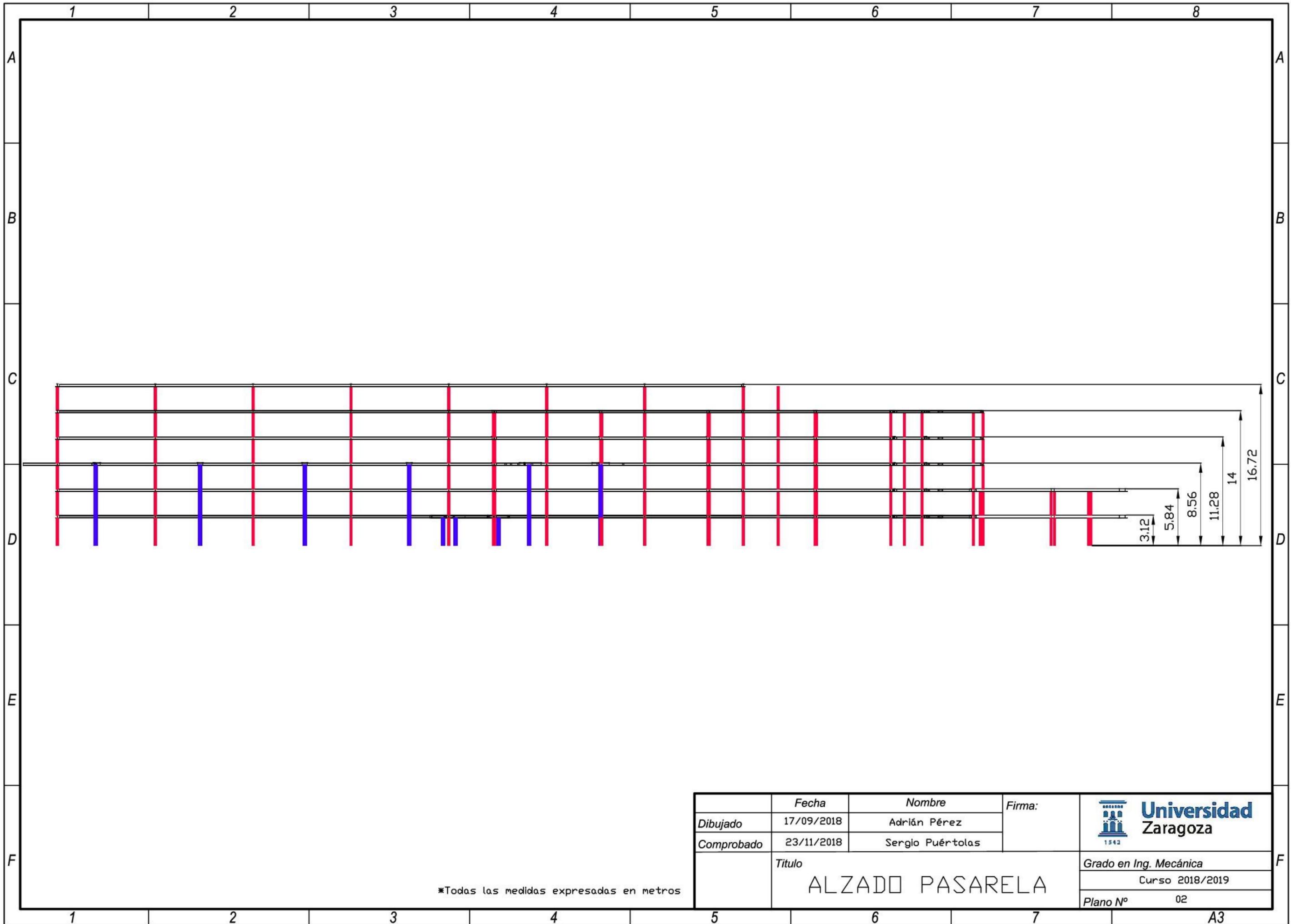
18.02

*Todas las medidas expresadas en metros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
Escala	Titulo			Curso 2018/2019
1:200	PLANTA +6			Plano N° 10



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
<i>Dibujado</i>	17/09/2018	Adrián Pérez		
<i>Comprobado</i>	23/11/2018	Sergio Puértolas		
	<i>Título</i>			<i>Grado en Ing. Mecánica</i>
	GENERAL PASARELA			Curso 2018/2019
				<i>Plano N°</i> 01

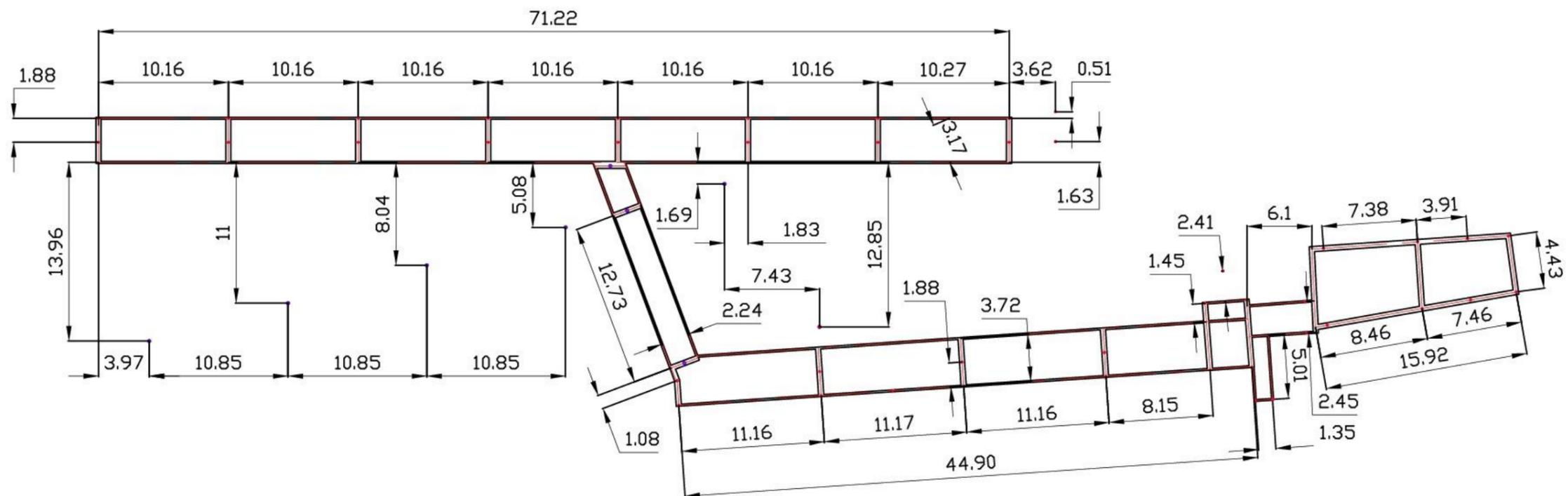


*Todas las medidas expresadas en metros

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
<i>Dibujado</i>	17/09/2018	Adrián Pérez		
<i>Comprobado</i>	23/11/2018	Sergio Puértolas		
	<i>Título</i>			<i>Grado en Ing. Mecánica</i>
	ALZADO PASARELA			Curso 2018/2019
				<i>Plano N°</i> 02

F

A3

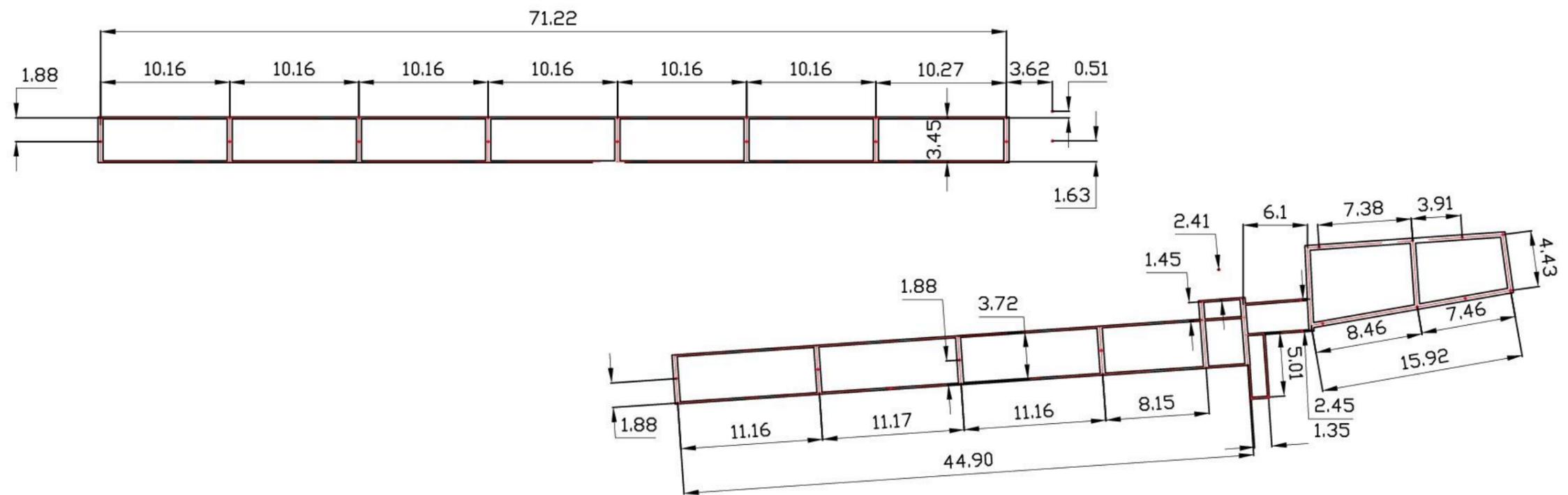


*Todas las medidas expresadas en metros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
Escala	Titulo		Curso 2018/2019	
1:400	NIVEL 0		Plano N° 03	

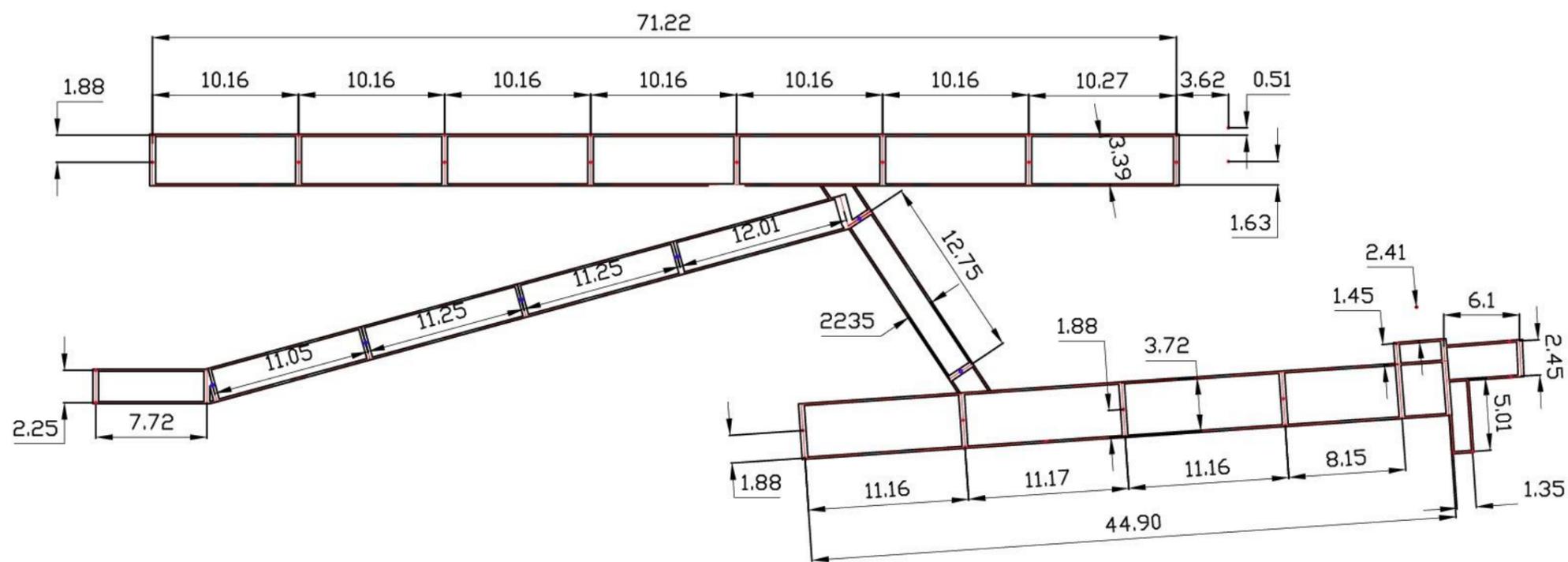
F

A3



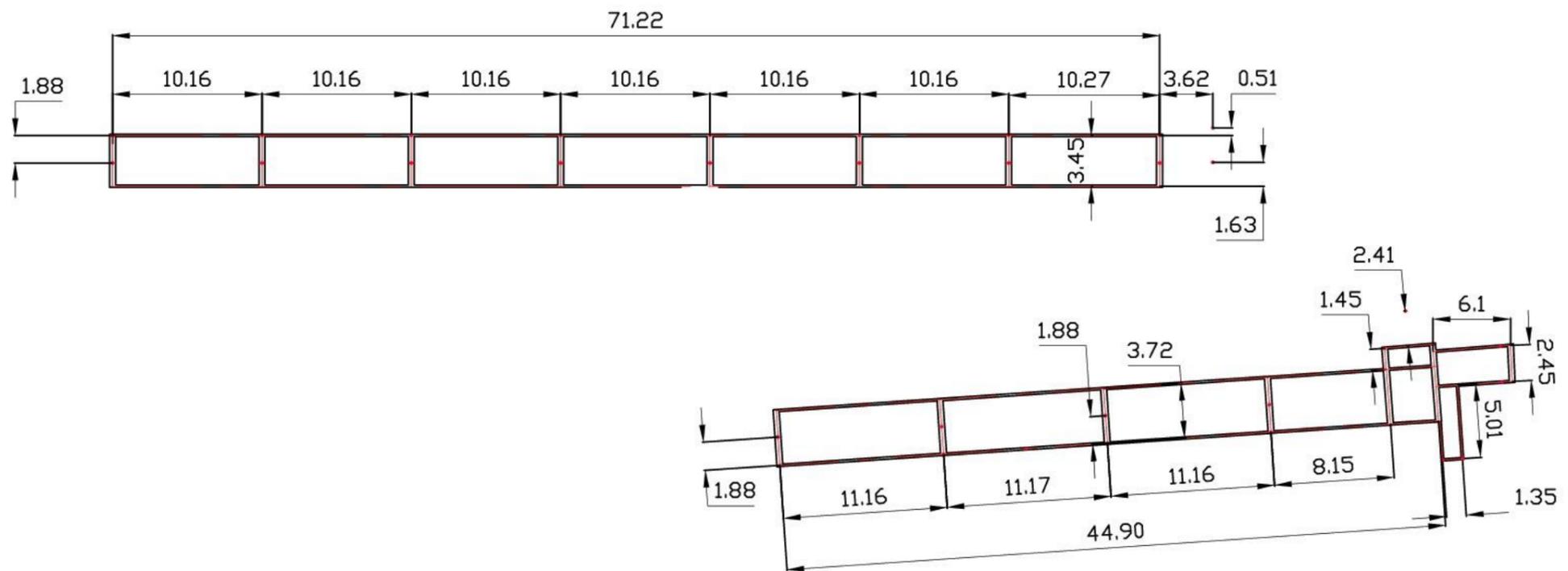
*Todas las medidas expresadas en metros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1942</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
Escala	Titulo		Curso 2018/2019	
1:400	NIVEL +1		Plano N° 04	



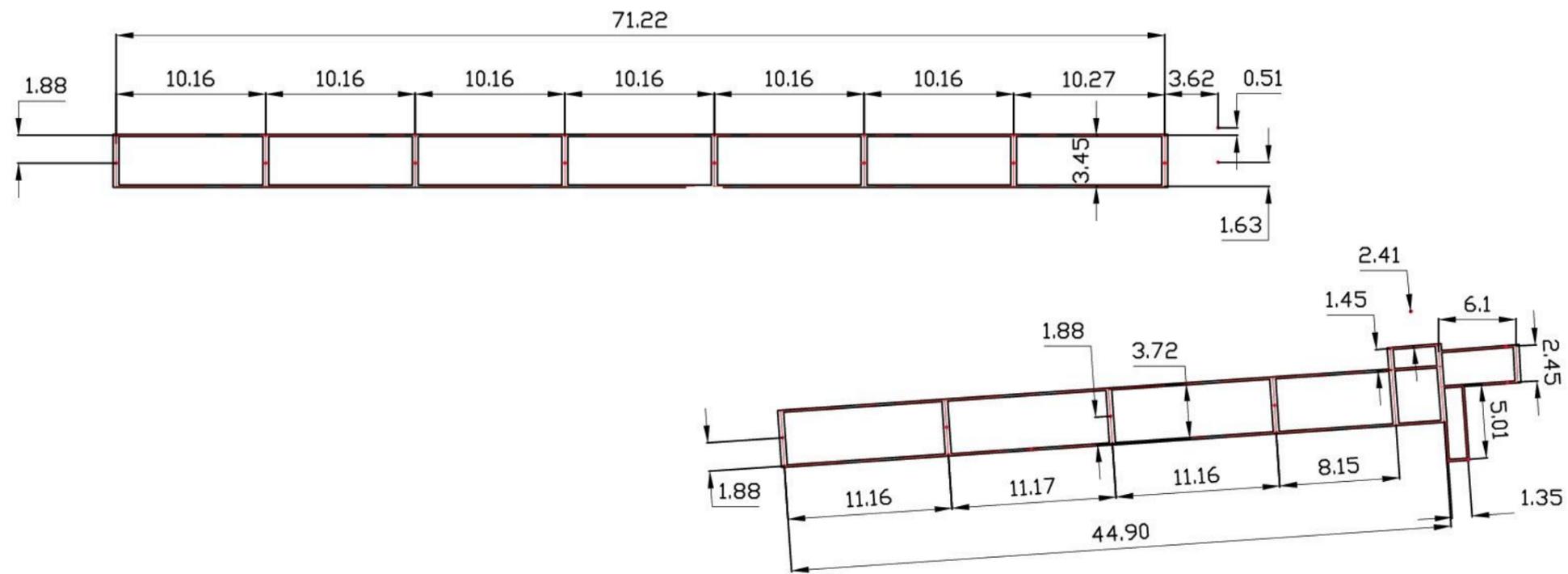
*Todas las medidas expresadas en metros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		
Escala	Titulo		Grado en Ing. Mecánica	
1:400	NIVEL +2		Curso 2018/2019	
			Plano N° 05	



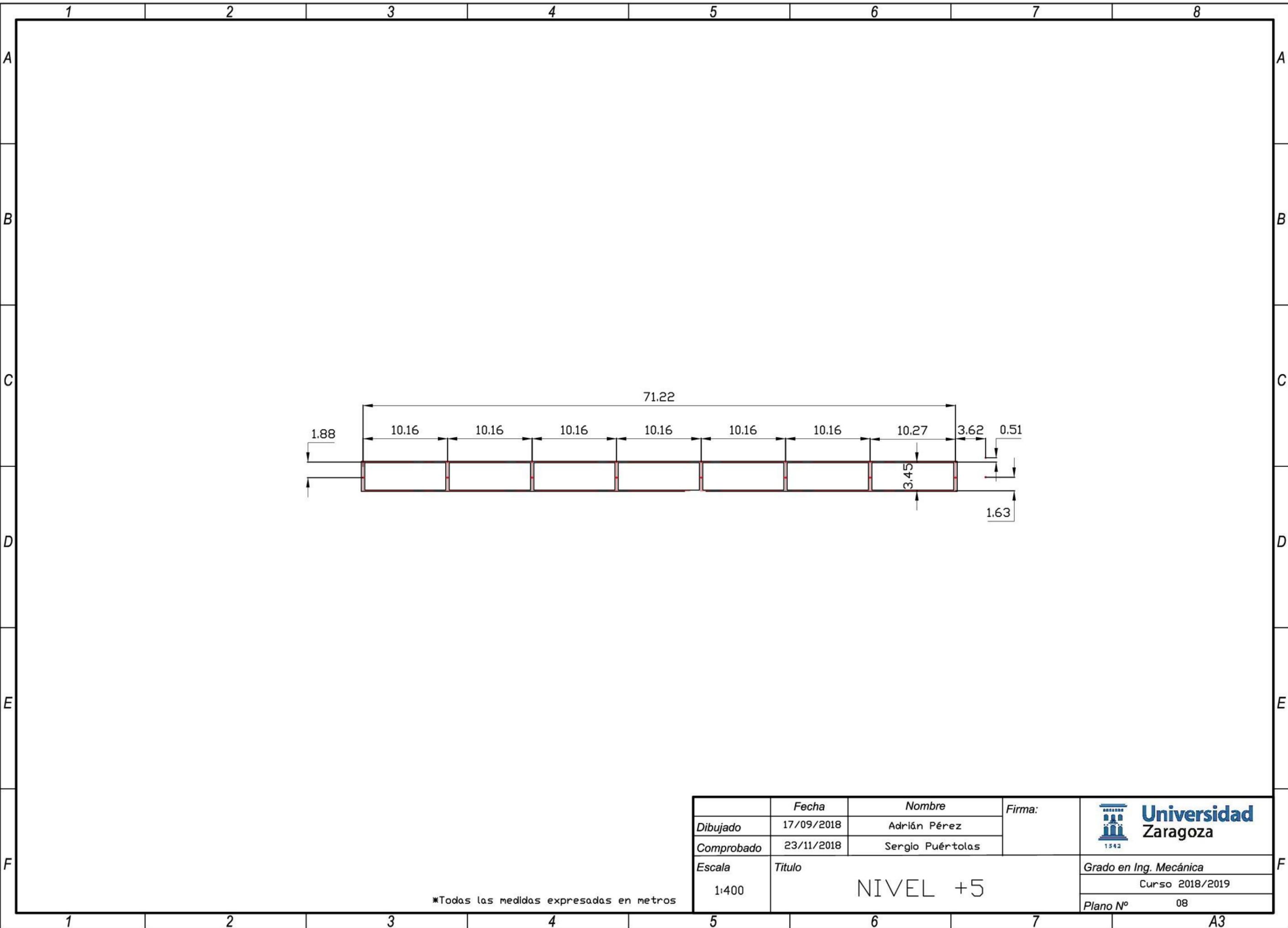
*Todas las medidas expresadas en metros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
Escala	Titulo			Curso 2018/2019
1:400	NIVEL +3			Plano N° 06



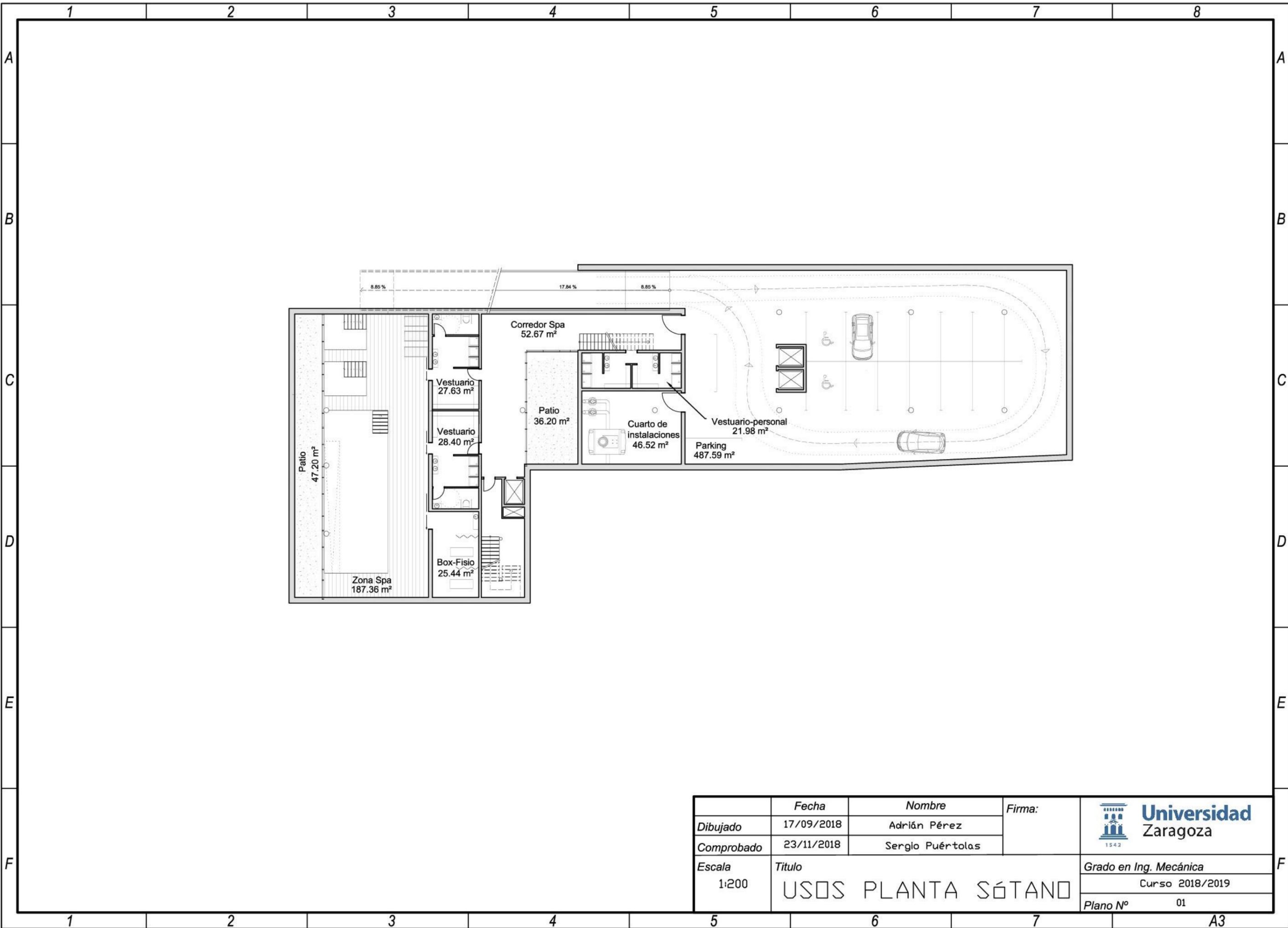
*Todas las medidas expresadas en metros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
Escala	Titulo		Curso 2018/2019	
1:400	NIVEL +4		Plano N° 07	

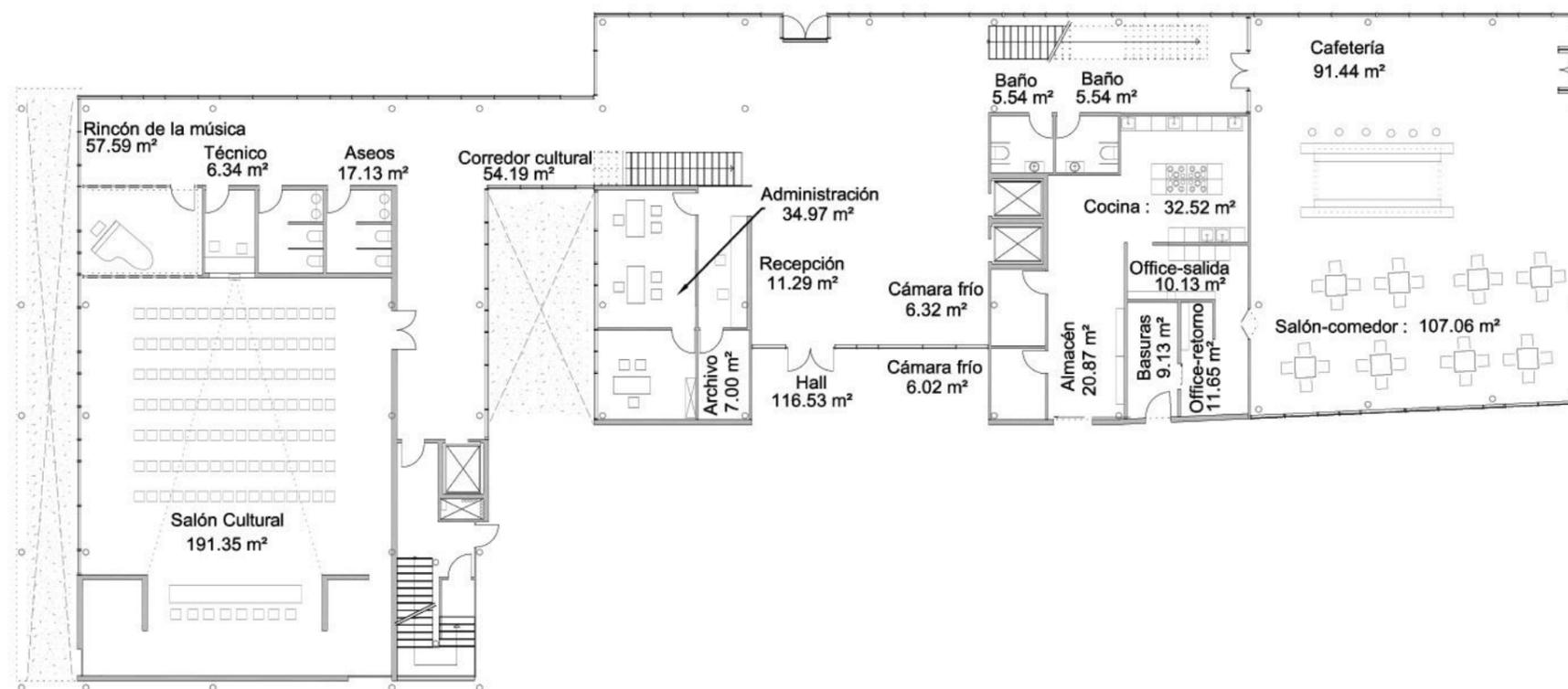


*Todas las medidas expresadas en metros

	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
Escala	Titulo			Curso 2018/2019
1:400	NIVEL +5			Plano N° 08



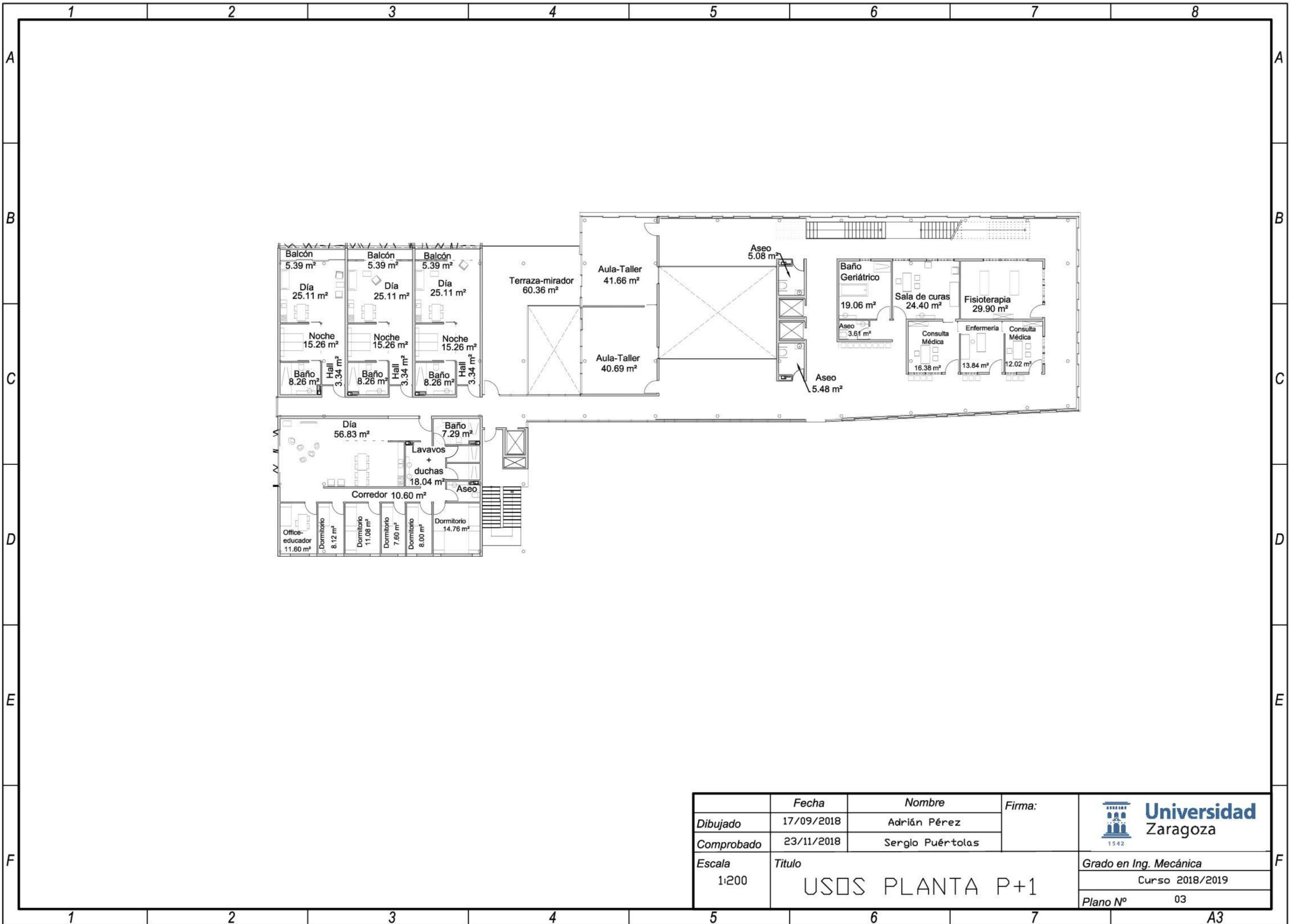
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
<i>Dibujado</i>	17/09/2018	Adrián Pérez		
<i>Comprobado</i>	23/11/2018	Sergio Puértolas		
<i>Escala</i>	<i>Título</i>		<i>Grado en Ing. Mecánica</i>	
1:200	USOS PLANTA SÓTANO		Curso 2018/2019	
			Plano N° 01	



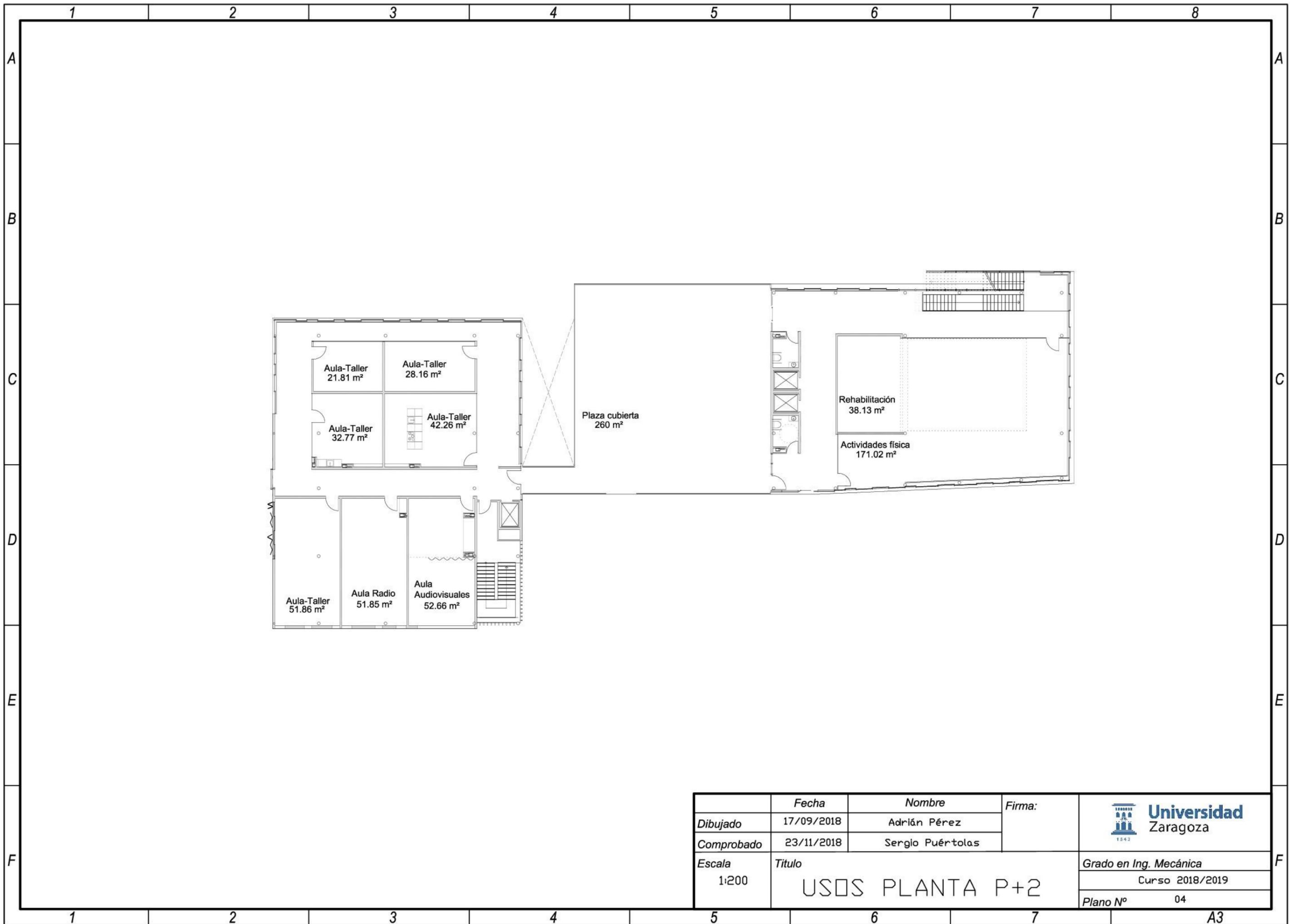
	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1842</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		
Escala 1:200	Titulo			Grado en Ing. Mecánica
	USOS PLANTA CALLE			Curso 2018/2019
				Plano N° 02

F

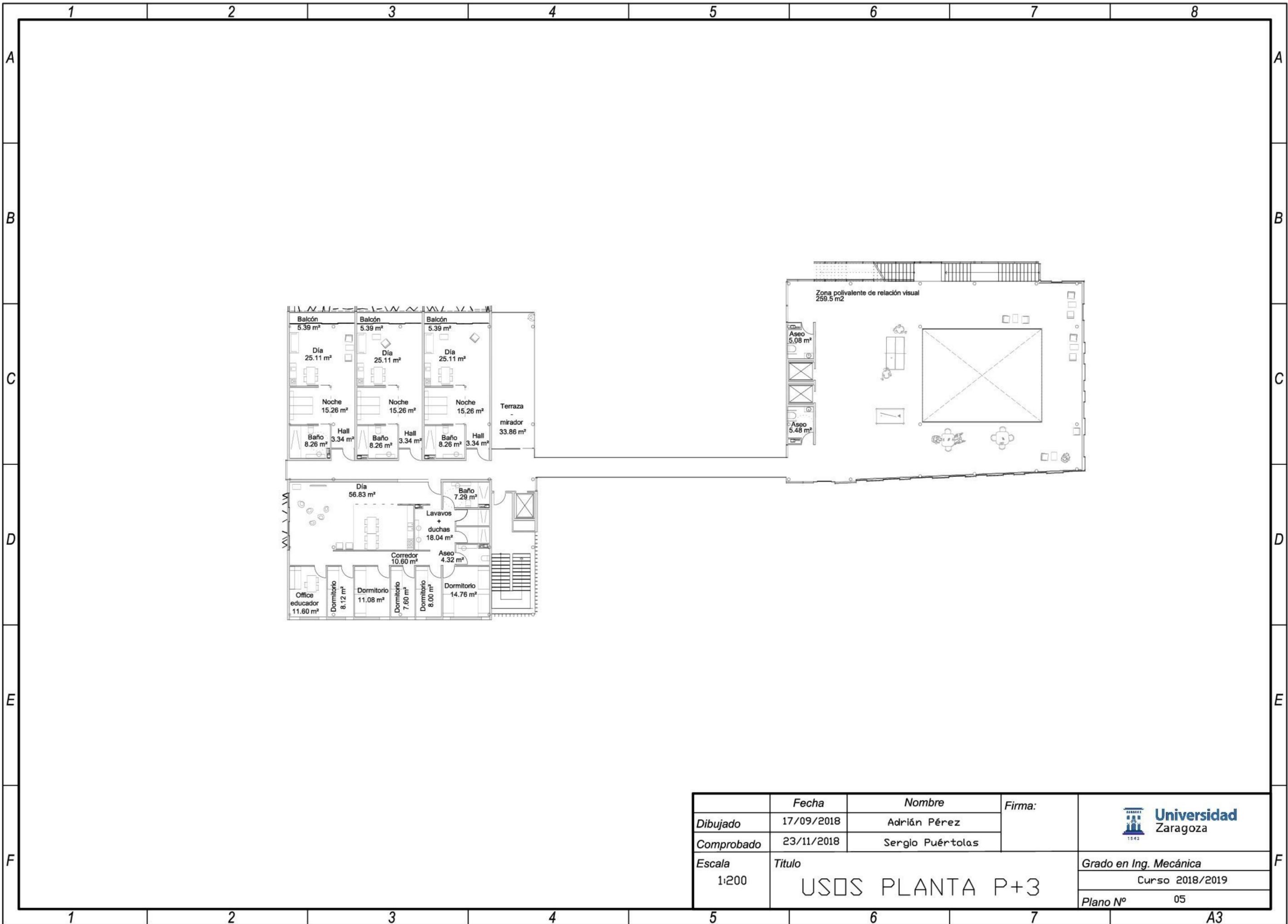
A3



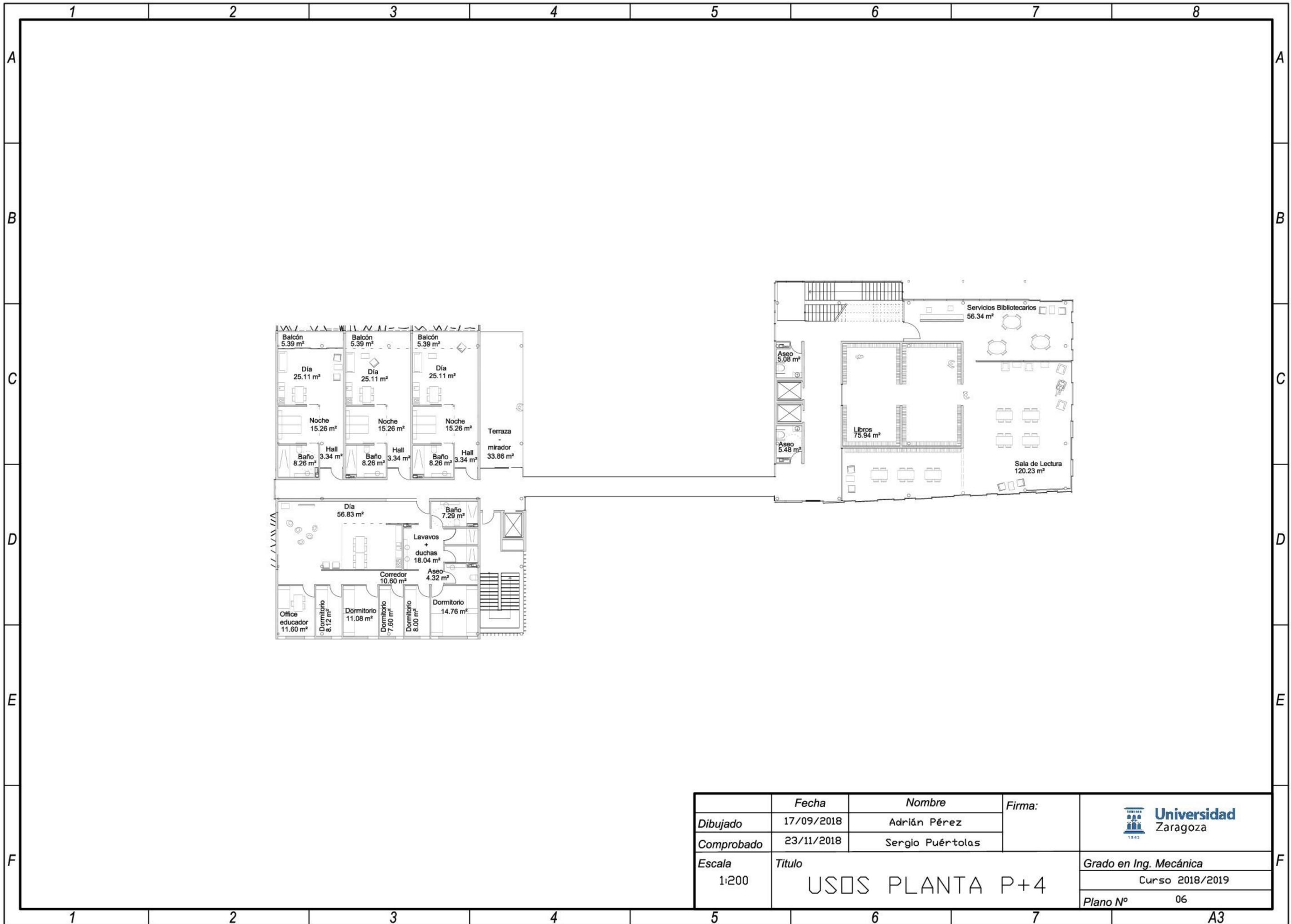
	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
Escala	Titulo			Curso 2018/2019
1:200	USOS PLANTA P+1			Plano N° 03



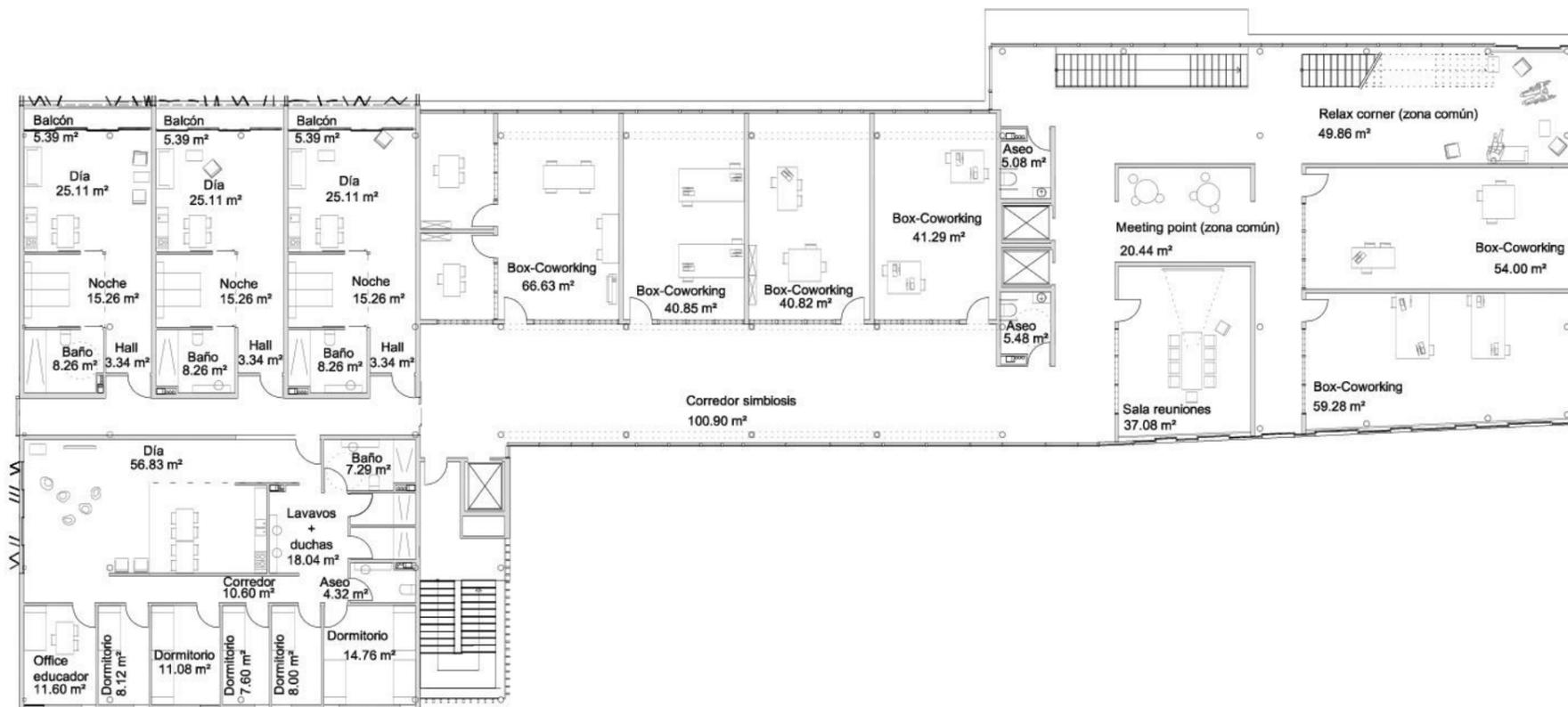
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
<i>Dibujado</i>	17/09/2018	Adrián Pérez		
<i>Comprobado</i>	23/11/2018	Sergio Puértolas		
<i>Escala</i>	<i>Título</i>		<i>Grado en Ing. Mecánica</i>	
1:200	USOS PLANTA P+2		Curso 2018/2019	
			Plano N° 04	



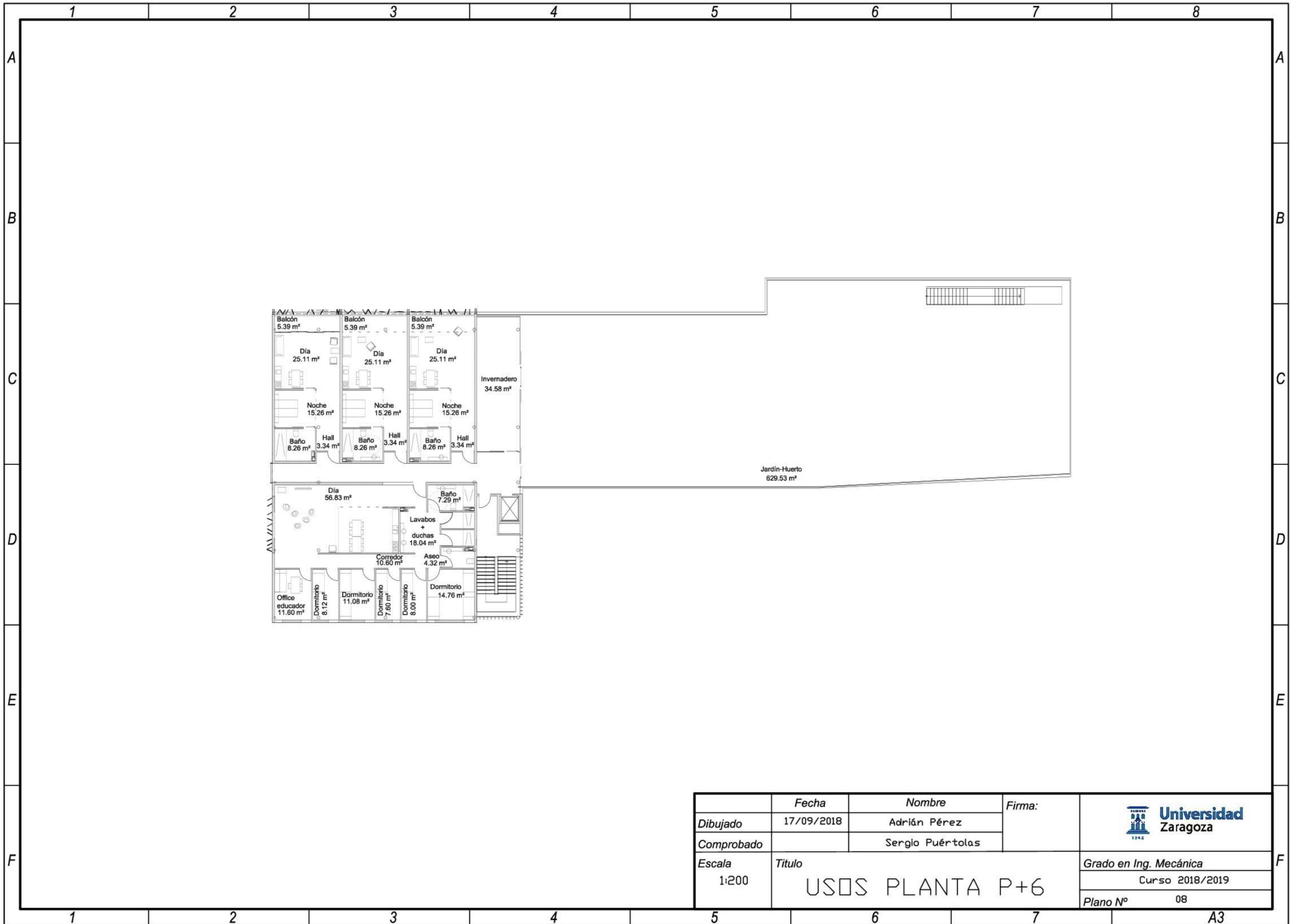
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
<i>Dibujado</i>	17/09/2018	Adrián Pérez		
<i>Comprobado</i>	23/11/2018	Sergio Puértolas		
<i>Escala</i>	<i>Título</i>		<i>Grado en Ing. Mecánica</i>	
1:200	USOS PLANTA P+3		Curso 2018/2019	
			Plano Nº 05	



	Fecha	Nombre	Firma:	 Universidad Zaragoza <small>1842</small>
Dibujado	17/09/2018	Adrián Pérez		
Comprobado	23/11/2018	Sergio Puértolas		
Escala	Titulo			Grado en Ing. Mecánica
1:200	USOS PLANTA P+4			Curso 2018/2019
				Plano N° 06



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Universidad Zaragoza <small>1542</small>
<i>Dibujado</i>	17/09/2018	Adrián Pérez		
<i>Comprobado</i>	23/11/2018	Sergio Puértolas		Grado en Ing. Mecánica
<i>Escala</i>	<i>Título</i>			Curso 2018/2019
1:200	USOS PLANTA P+5			Plano N° 07



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	17/09/2018	Adrián Pérez		
<i>Comprobado</i>		Sergio Puértolas		
<i>Escala</i>	<i>Título</i>		<i>Grado en Ing. Mecánica</i>	
1:200	USOS PLANTA P+6		Curso 2018/2019	
			Plano N° 08	

