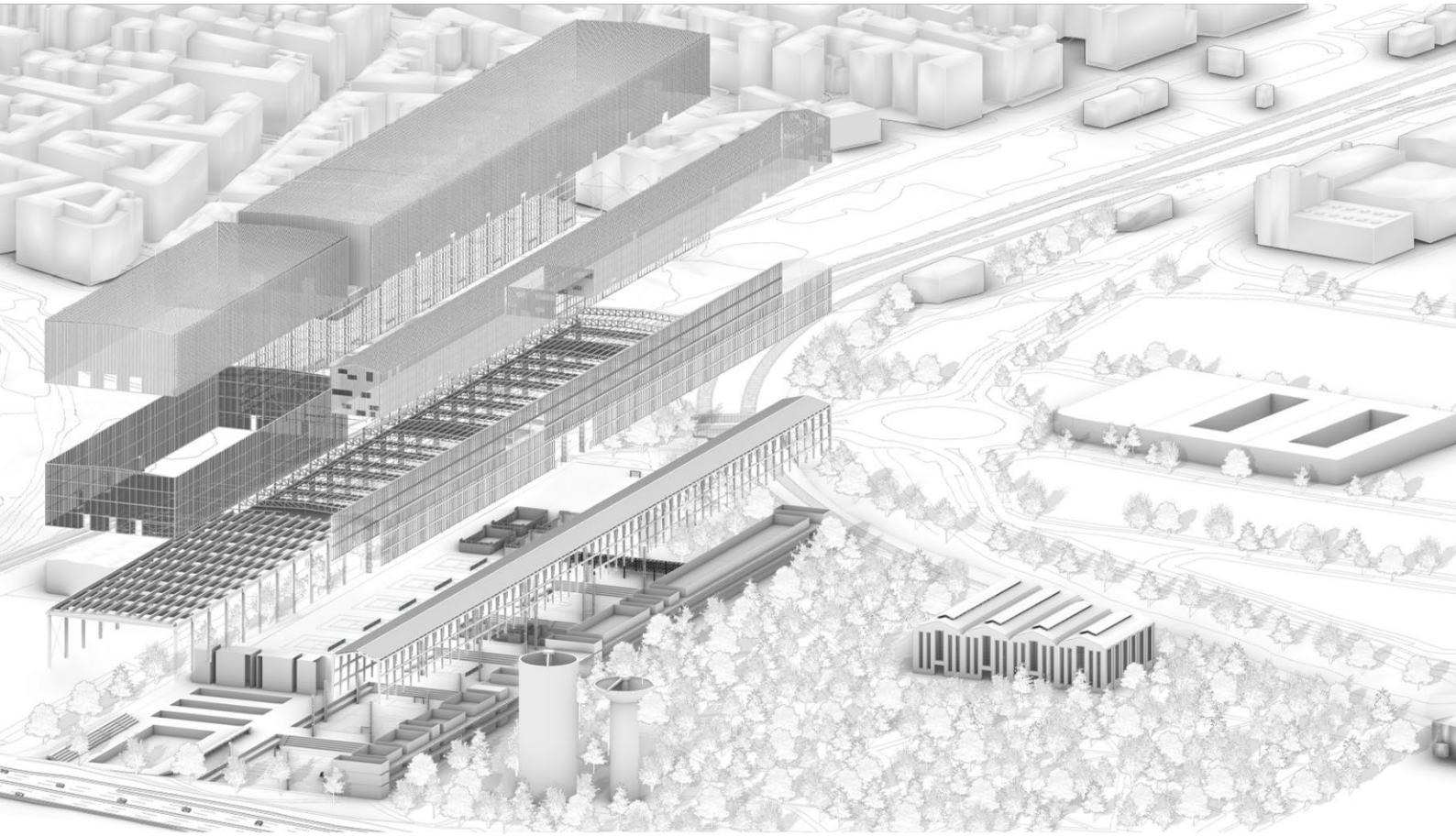
# TALLER DE ESTRUCTURAS

MÁSTER HABILITANTE

ETSAM

CURSO 2025-2026



ANTONIO REUS URCELAY

19326

**ÍNDICE DE MEMORIA**


1. **DESCRIPCIÓM Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**
2. **NORMATIVAS CONSULTADAS**
3. **DATOS DEL EMPLAZAMIENTO. ELECCIÓN DE ACCIONES CLIMÁTICAS**
4. **CONSIDERACIONES PREVIAS**
5. **ACCIONES CONSIDERADAS DE CARA AL CÁLCULO**
    - **5.1. ACERO**
    - **5.2 HORMIGÓN**
    - **5.3 MADERA**
6. **ANEXO DE CÁLCULOS DE CADA EDIFICIO**
    - **6.1. ACERO**
    - **6.2. HORMIGÓN**
    - **6.3. MADERA**
7. **ANEXO DE PLANOS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS**

## 1. DESCRIPCIÓM Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El espacio industrial de la antigua acería de Villaverde se restaura desde el vestigio de sus naves, antaño bulliciosas. Su regeneración y ampliación restauran un ámbito muy desgastado por la agresiva explotación de este territorio.

El proyecto se sitúa en las afueras del municipio de Madrid, en un enclave estratégico delimitado por la A-42, la M-402 y las líneas de Cercanías C-4 y C-5. La parcela es el antiguo recinto industrial de las acerías, actualmente desmantelado y en estado de abandono. En este territorio subsisten varias edificaciones industriales de valor patrimonial —edificios administrativos, estructuras metálicas, almacenes y los pórticos de la nave principal— que constituyen la memoria material del lugar.

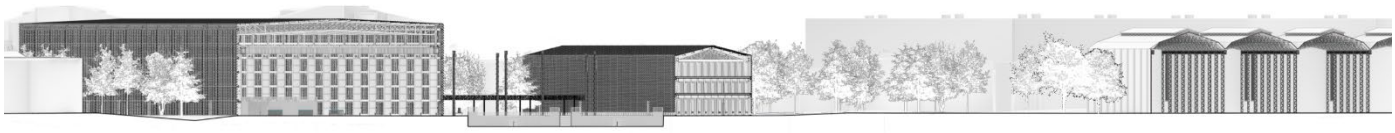


Fig. 1: Sección general del entorno

El Centro Deportivo – Remate de la A-42 se plantea como un gran complejo que condensa múltiples usos deportivos en un único macroespacio. El conjunto combina:

- Pistas cubiertas y al aire libre para deportes en equipo (fútbol, baloncesto).
- Instalaciones de raqueta, como tenis y pádel.
- Un edificio de piscinas y área de actividades acuáticas.
- Un espacio residencial que incluye alojamientos temporales para estudiantes y deportistas.

El proyecto integra estos programas bajo un criterio común: reconstruir el espacio desde la memoria industrial, reutilizando las estructuras existentes y generando nuevas arquitecturas que dialogan con ellas mediante sistemas estructurales afines (acero, hormigón y madera). De este planteamiento surgen tres edificios principales alineados con las preexistencias.

El primero de ellos alberga pistas cubiertas. Reutiliza y amplía los pórticos restaurados de la acería, compuestos de pilares mixtos de hormigón y acero (en los primeros 13 metros de altura del pórtico, desde el arranque con cimentación, el pilar es una elemento de hormigón de sección 1,7 x 0,65 m. Los 5,85 metros restantes lo conforman un perfil HEB 500 empotrado 1 metro bajo el pilar de hormigón inicial, con longitud total de 6,85 metros). Sobre la parte de acero, nace una cercha de 2 metros de canto que soporta la cubierta. Inicialmente, la parcela solo contaba con 3 pórticos, separados 13,5 m. Sin embargo, la actual ampliación del proyecto se distribuye a lo largo de 256,5 m, restaurando el volumen con el que inicialmente se planteó este edificio. En su ampliación, se ha tenido que sustituir las correas IPN 220 que sujetaban la anterior cubierta, actualmente demolida, por IPN 500, que soportan la nueva envolvente propuesta.

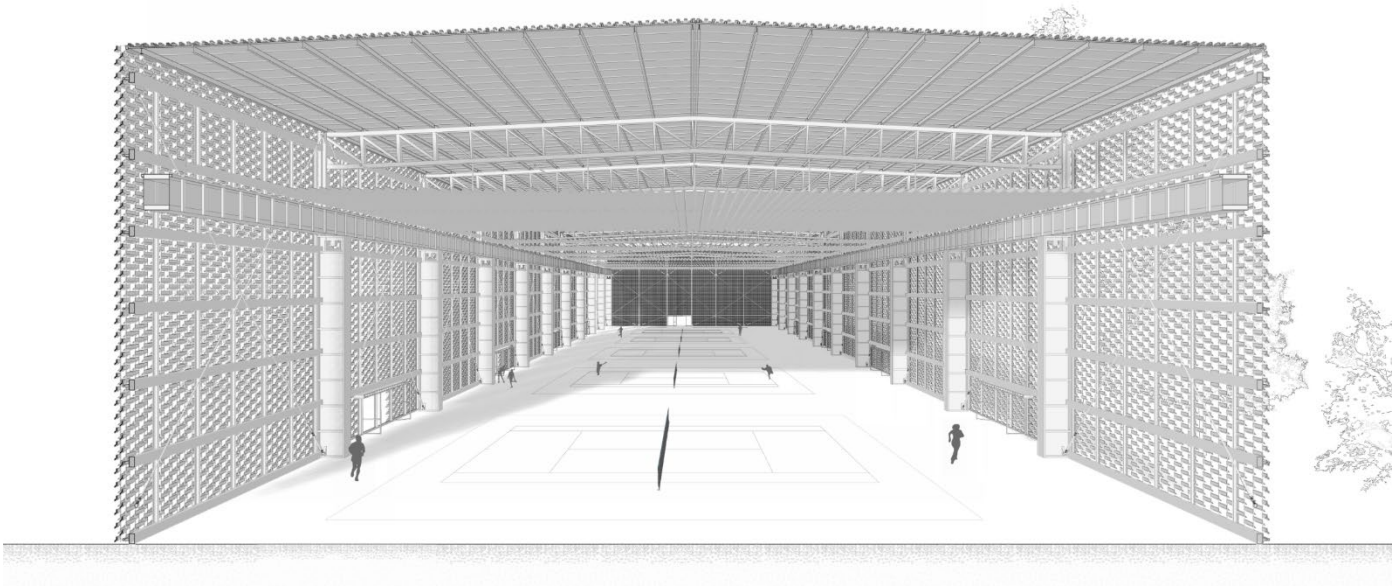


Fig. 2: Interior de las pistas cubiertas

El segundo edificio extiende la huella y el ritmo marcados por el primero, cuyos pórticos salvan 42,3 m de luz, en un espacio de piscinas en el que los espacios diáfanos son imprescindibles. La estructura, compuesta de pórticos de hormigón con pilares y vigas prefabricados, prolonga linealmente los pórticos de la primera nave para albergar usos relacionados con el agua.

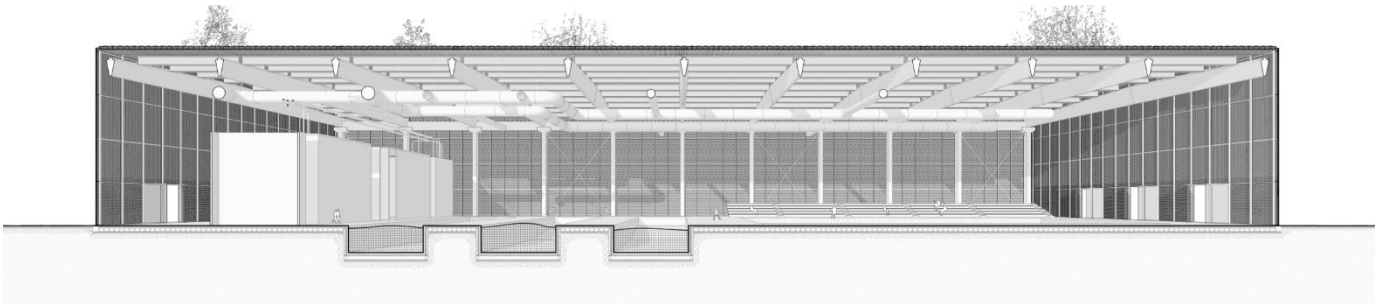


Fig. 3: Interior del pabellón de hormigón

El último pabellón propone una pieza de carácter más cálido y comunitario, con pórticos de madera laminada. Actúa como articulador del conjunto y acoge las instalaciones deportivas interiores y el espacio residencial.

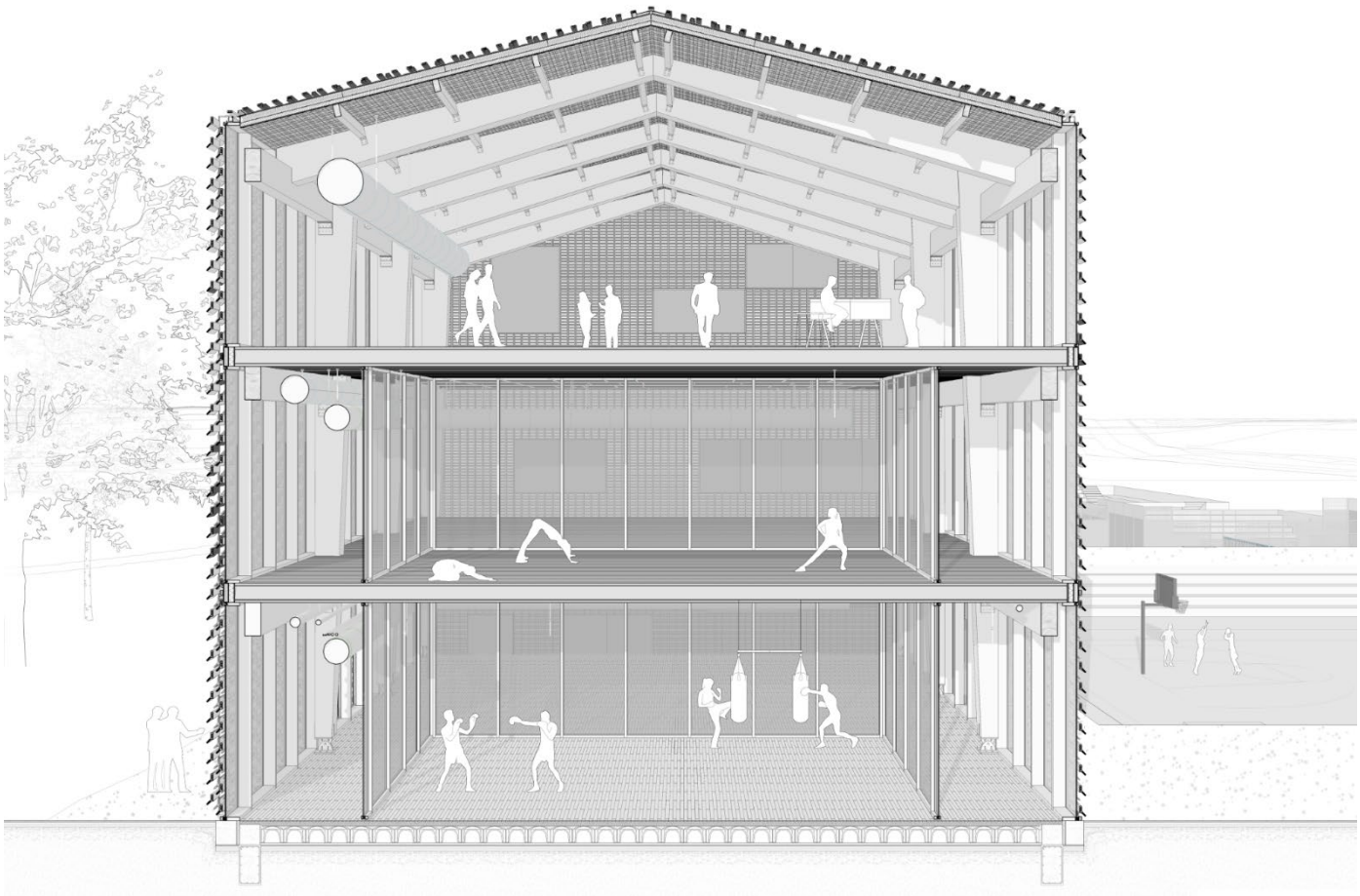


Fig. 4: Interior del pabellón comunitario

Los volúmenes resultantes se resuelven con una envolvente de celosía cerámica que unifica el conjunto y ayuda a acondicionar térmicamente los interiores, reduciendo la radiación solar a sur. El pabellón de acero cuenta con una fachada abierta que permite el flujo de aire y la ventilación del espacio interior. El resto del complejo, sin embargo, cuenta con exigencias higrotérmicas que precisan un cerramiento adecuado. Es por esta razón que los pabellones de hormigón y madera cuentan con un muro cortina interior que contribuye al bienestar higrotérmico del complejo.

Esta celosía se monta sobre carriles de aluminio y subestructura metálica anclada al sistema de pilares principal. En el caso del pabellón de actividades acuáticas, el muro cortina envuelve los pilares principales en el interior, por lo que es necesario montar una subestructura anclada a los pilares que sujete la envolvente por fuera,

con perfiles metálicos anclados con placas al orden principal, trabajando de manera solidaria.

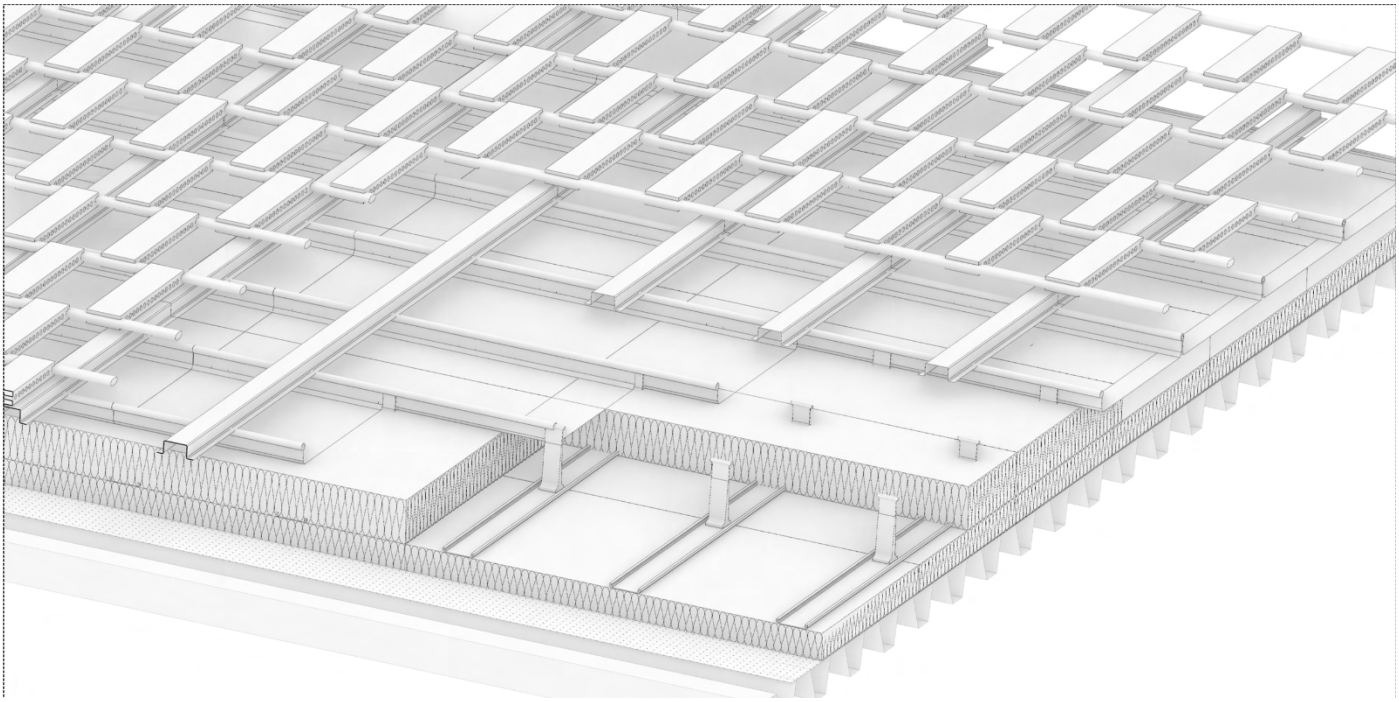


Fig. 5: Sistema de envolvente: detalle de cubierta

El pabellón de acero replica la organización estructural que inicialmente se planteó para la nave principal de la acería. Por tanto, de cara al análisis, comprobaremos que la estabilidad global cumple con la carga que la nueva envolvente supone.

En el caso del edificio de hormigón, en adición al análisis de la estabilidad global revisaremos los enlaces de la estructura. La cimentación se enlazará con la estructura portante a través de vainas corrugadas rellenas con grout.

La envolvente cerámica, tal y como se menciona anteriormente, debe ir por fuera de la estructura principal del edificio. Por tanto, se plantea un orden de pilares RHS 400x200x14,5 mm anclados a pilar de hormigón, y separados por una capa de aislante térmico que garantice la continuidad de aislamiento con el muro cortina. El suborden horizontal de RHS 400x150x12 m, anclados al orden vertical de perfiles metálicos huecos, serán los que reciban los esfuerzos de la envolvente y los transmitan al resto de la estructura.

El pabellón de madera tendrá como estructura portante principal los pórticos de pilar y vigas de canto variable, predimensionados según las proporciones marcadas por el catálogo del fabricante Egoin:

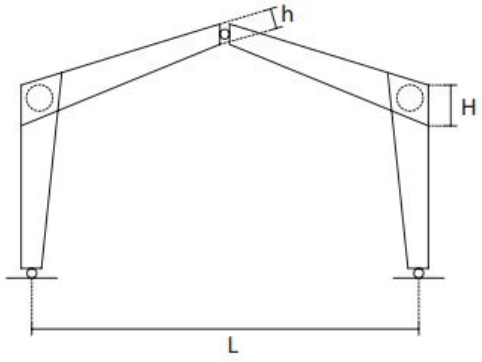



Fig. 6: Guía para el predimensionado de pilares y vigas en pórticos articulados

donde h = l/40 y H=L/17, obteniendo como dimensiones para el predimensionado de pilares y vigas principales de 40x40 en arranque y 40x92 en la cabeza del pilar y la viga. En perpendicular, las vigas de arriostramiento sujetan el forjado y colaboran en el anclaje a viento del cerramiento de muro cortina. Por último, de pilar a pilar, escondido en el canto del forjado, pero transmitiendo a los pilares, un perfil RHS 400x100x12 mm recibe la carga de la envolvente y la transmite a los pilares de madera.

## 2. NORMATIVAS CONSULTADAS

- Se ha revisado el Documento Básico **SE-AE (Acciones en la edificación)**. En él se ha podido revisar las siguientes acciones variables: sobrecargas de uso (Tabla 3.1, pág. 9), nieve (Anejo E / Tabla 3.8 / E.2, pág. 15), viento (Anejo D, pág. 27: qb, ce, cpe, cpi) y acciones térmicas (40 m entre juntas).
- Para los **coeficientes parciales** (γ) Estado Límite de Servicio (ELS) se han utilizado las tablas habituales del DB-SE y la documentación que recoge la Tabla 4.1 para los coeficientes parciales de seguridad (γ) y el valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria en el apartado 1 del párrafo 4.2.2 (pág. 15 CTE DB SE: $Ed = \Sigma\gamma_{G,j}\cdot G_{k,j} + \gamma_P\cdot P + \gamma_Q\cdot Q + \Sigma\gamma_Q\cdot\psi_0\cdot Q_{ki}$).
- El cálculo de las cimentaciones se ha fundamentado en las fórmulas para pilotes encamisados encontradas en el CTE DB SE-C.

## 3. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO. ELECCIÓN DE ACCIONES CLIMÁTICAS

Coordenadas **40°20'23.7"N 3°43'20.4"W** (Villaverde, Madrid).

- Altitud aproximada: ≈ 610 m s.n.m. — por tanto, para nieve en la Tabla 3.8 (pág. 15), la entrada de Madrid da $s_k \approx 0{,}6$ kN/m$^2$ (valor característico sobre terreno horizontal). Para cubiertas planas/ligeras se calcula $qn = \mu\cdot s_k$ con μ según geometría.
- **Viento**: se utiliza el procedimiento del Anejo D (pág. 27): $q_b = 0{,}5\cdot\rho\cdot v_b^2$ (valor básico $q_b$ tomado del mapa del Anejo D, 3.2.2, 0,5 KN/m$^2$ de forma generalizada en España) y luego $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$ (con $c_e$ por D.2 y $c_p$ por D.3/D.4).
- **Sobrecarga de uso**: siguiendo la Tabla 3.1 (pág. 9), y asumiendo una categoría de uso C4 (gimnasio o actividades físicas) de acuerdo con el programa del proyecto, se asume una carga uniforme de 5 kN/m$^2$. En el caso de carga concentrada, 7 kN.
- **Información geotécnica en** https://servpub.madrid.es/VSURB_WBVISOR/obtenerGeopunto.iam?parametro=8182

## 4. CONSIDERACIONES PREVIAS

- El desarrollo del cálculo y dimensionado de los modelos estructurales se realiza a través del uso del programa RFEM, herramienta que va a mostrar

los errores de estabilidad en el modelo y los errores de dimensionado de la estructura.

El programa genera un error a la hora de calcular una estructura sin estabilidad. Por tanto, se mostrará únicamente el resultado final del cálculo de la estructura, ya que no se muestran los resultados previos.

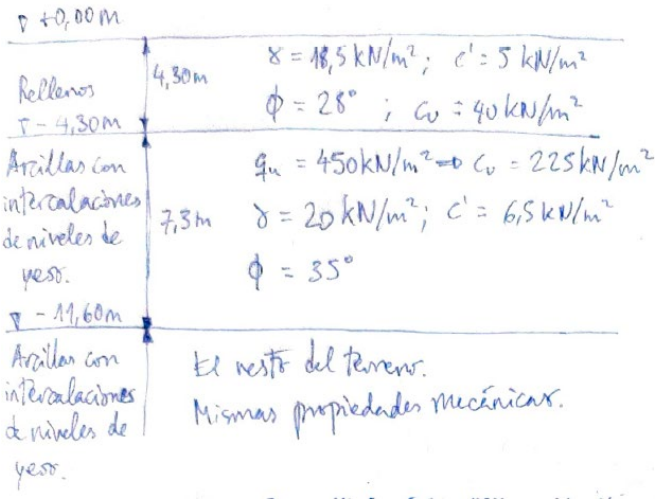
El correcto dimensionado de los elementos que componen la estructura de los edificios (pilares, vigas, subestructuras secundarias) vendrá de la mano de una limitación de las deformaciones de cada uno de los elementos. El cálculo global del programa proporciona los resultados de las flechas y desplazamientos de cada uno de los elementos analizados.

  - En el cálculo de las flechas, se seguirá las recomendaciones del apartado 4.3.3 (L/300).
  - En el cálculo de los desplazamientos horizontales, se seguirá el apartado 4.3.3.2 (L/500 para desplazamientos totales)
  - El edificio debe estar preparado ante vibraciones. Según el apartado 4.3.4, se admite que una planta de piso susceptible de sufrir vibraciones por efecto rítmico de las personas es suficientemente rígida, si la frecuencia propia es mayor de 8 Hz en gimnasios y polideportivos.

- De cara al cálculo, se consideran como acciones con potencial simultaneidad las cargas derivadas del peso propio, la sobrecarga de uso, la nieve y el viento. Se aplica un coeficiente de $\gamma$=1,35 para las acciones permanentes (G) y $\gamma$=1,5 para las acciones variables (Q).

- Estudio geotécnico.

  La parcela está situada en un entorno donde no se aporta demasiada información. Se ha podido encontrar un estudio (sondeo 8182) que incluye datos de un ensayo a compresión simple del terreno, que se utilizará para calcular la resistencia por punta del pilote, ya que la información de este estrato se encuentra a 11,6 m de profundidad. No existe información de las capas superiores. Se entiende que es un terreno hiper compacto formado por arcillas y margas, por lo que se utiliza q =450 kN/m$^2$ como valor de la resistencia del terreno. A continuación se muestra un esquema del terreno estudiado:




- El cálculo final ha precisado de una corrección en el diseño para poder integrar los forjados del edificio de madera sin tener cantos excesivos. Para ello ha sido necesario introducir dos líneas de pilares intermedios de madera, de 25x25 cm, que llegan hasta la segunda planta. Ubicados a 2,5 metros de distancia de los pilares principales, y a 11 metros entre sí, se dispone sobre ellos una estructura auxiliar de vigas de apoyo del forjado. De esta manera, se ha podido dar una solución a un espacio de uso deportivo con grandes luces. La solución inicial pasaba por un canto de forjado, inicialmente dimensionado con los catálogos del fabricante Kielsteg, de 80 cm. Sin embargo, dimensionando con el catálogo del fabricante LIGNATUR, se ha llegado a un canto de forjado final de 48 cm.

  El cálculo de las cimentaciones de este edificio se ha realizado sobre la base de una reacción en el apoyo distribuida menos homogéneamente que en el resultado final, con un valor de cálculo de 489,25 kN. En los resultados finales de reacciones en los apoyos de la nueva estructura propuesta, el valor máximo de las reacciones en uno de sus apoyos es de 372,71 kN. Por tanto, los cálculos de dimensionado de los pilotes en el edificio de madera, realizados sobre la dimensión mínima de un pilote (450 mm) son aplicables para este caso.

## 5) ACCIONES CONSIDERADAS DE CARA AL CÁLCULO

### 1) Edificio 1 — Pabellón sobre pórticos metálicos reutilizados (luz 42,3 m)

**Usos y elementos relevantes:** pistas deportivas interiores, toldos textiles retráctiles colgados de los pórticos, envolvente: celosía de ladrillo esmaltado anclada a carriles de aluminio, anclajes metálicos resueltos por soldadura a pórticos existentes.

**Acciones para considerar**

1. **Acciones permanentes (G):**
    - Peso propio:
        i. Pórticos metálicos (existentes y nuevos). Peso propio: 78 $kN/m^3$.
        ii. Correas. IPN 500. Peso propio: 140,8 kg/m = 1,41 kN/m.
        iii. Carriles de aluminio. Peso propio: 0,134 kg/m. 19 m de altura. Por tanto, 2,56 kN/unidad. 34 carriles entre pórticos = 87,04 KN/13,5 m = 6,45 kN/m
        iv. Celosía cerámica anclada a los carriles de aluminio. $1500kg/m^3$ =$15kN/m^3$. 38 por carril en fachada, 225 en cubierta. Volumen fachada: 0.0026796 $m^3$. Volumen cubierta: 0.0012635 $m^3$. Por tanto, 34 carriles * 38/carril en fachada * 0.0026796 $m^3$ /13,5 m = 0,256 kN/m
        v. Sistema de cubierta Kalzip Duoplus:
            1. Bandeja metálica 65/400 – espesor 1,0 mm: 3,9 $kg/m^2$ = 0,038 $kN/m^2$
            2. Lámina de vapor: $0,16kg/m^2$ = $0,0016kN/m^2$
            3. Fijaciones de las bandejas: 0,8 $kg/m^2$ = 0,008 $kN/m^2$.
            4. Aislante resistente XPS – 8 cm: 2,8 $kg/m^2$ = 0,028kN/m2
            5. Lana de roca – aislante blando, 12 cm: 4,2 kg/m2 = 0,042 $kN/m^2$.
            6. Chapa grecada: 4,90 $kg/m^2$ = 0,049 $kN/m^2$.

            Total: 0,1275 $kN/m^2$.

vi. Carriles de aluminio. Peso propio: 0,134 kg/m. 19 m de altura. Por tanto, 2,56 kg/unidad = 0,0256 kN/unidad. 34 carriles entre pórticos.

Por tanto:

- Fachada norte: 0,8704 kN/13,5 m = 0,0645 kN/m
- Fachada sur: 2 · 0,8704 kN/13,5 m = 0,129 kN/m
- Cubierta: 0,0645/42 = 0,0015 kN/$m^2$

vii. Celosía cerámica anclada a los carriles de aluminio. 1500kg/$m^3$ =15kN/$m^3$. 38 por carril en fachada, 225 en cubierta. Volumen fachada: 0.0026796 $m^3$. Volumen cubierta: 0.0012635 $m^3$.

Por tanto:

- Fachada norte: 34 carriles * 36/carril en fachada * 15kN/$m^3$ * 0.0026796 $m^3$ /13,5 m = 3,64 kN/m en fachada.
- Fachada sur: 2x fachada norte = 7,28 kN/m
- Cubierta: 225 ladrillos * 0.0012635 $m^3$ * 15 kN/$m^3$ / (13,5*21 $m^2$) = 0,15 kN/$m^2$ por alero.

Suma carriles + celosía:

- Fachada norte: 0,0645 + 3,64 = 3,7 kN/m
  - Vigas RHS: 3,7 kN/m · 3/18,8 = 0,59 kN/m
  - Viga RHS coronación: 3,7 kN/m · 0,85/18,8 = 0,167 kN/m
- Fachada sur: 0,129 + 7,28 = 7,41 kN/m
  - Vigas RHS: 2x fachada norte = 1,18 kN/m
  - Viga RHS coronación: 3,7 kN/m · 0,85/18,8 = 0,33 kN/m
- Cubierta: 0,0015 + 0,15 = 0,1515 kN/$m^2$

viii. Toldos textiles (masa de tejido (590 g/$m^2$ según catálogo). 0,005 kN/$m^2$

2. **Acciones variables (Q):**

   - **Sobrecarga de uso**: categoría C4 (gimnasio / actividades físicas) → $q_k$ = 5 kN/$m^2$ (valor característico). No existen forjados que vayan a la

estructura vertical, por lo que únicamente el forjado sanitario sobre terreno se lleva esta carga.

- **Viento**: 3.3.5 – Coeficiente eólico de naves y construcciones diáfanas. ¿? Considerar estructura como marquesina o pared libre. Coeficiente eólico de presión ($c_p$) con huecos, para altura de pórtico de 19,1 m, $\alpha_{cubierta}$ = 8,307º según Tabla 3.6.

  ce≈1,733 para 10 m y ce≈2,30 para 21,6 m; para **h = 19,10 m** interpolo linealmente y obtengo **c_e ≈ 2,18.**

  Tabla 3.6: c_p (neto) = 0,1968

  Por tanto:

  - qb=0,50 kN/m2
  - ce=2,18 (interpolado para 19,10 m)
  - cp=0,1968 (valor de la tabla 3.6 para 45% huecos)

  - qe=0,50·2,18·0,1968≈0,214 kN/$m^2$

    Para zonas sin 45% huecos (99% de la fachada sin huecos): -0,495. Por tanto: qe=0,5·2,18· (-0,495)= -0,539 kN/$m^2$

- **Nieve**: $q_n = \mu \cdot s_k$; con $s_k$ = 0,6 kN/$m^2$ (Madrid) y μ según la geometría de cubierta (3.5.3, apartado 2). Para cubiertas con α < 30º, μ =1. Por tanto, $q_n$ = 0,6 kN/$m^2$.
- **Acciones térmicas**: se plantean juntas de dilatación cada 39,85 m. El CTE plantea en el apartado 3.4 la no consideración de acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud. Por tanto, no se incluyen en el cálculo.

**2) Edificio 2 — Edificio de hormigón (nueva obra) — luz 42,3 m con vigas de canto variable**

**Características**: nueva estructura, vigas canto variable para salvar 42,3 m, cierre con la misma envolvente cerámica (anclada a la estructura de hormigón en este caso).

**Acciones para considerar**

1. **Permanentes (G):**
    - Peso propio:
        i. Pilares de 1x1 m. Hormigón C35/45. Peso propio C35/45: 35kN/$m^3$
        ii. Vigas de canto variable (1,5–2,5 m canto). Hormigón C30/37. Peso propio C30/37: 30kN/$m^3$
        iii. Correas (vigas delta de 40x107,5 cm). Hormigón C30/37. Peso propio C30/37: 30kN/$m^3$
        iv. Perfiles verticales RHS 400x200x14,2 anclados a pilar principal: 160 kg/m = 1,6 kN/m
        v. Perfiles horizontales RHS 400x200x12 de sujeción del muro cortina: 142 kg/m = 1,42 kN/m
        vi. Muro cortina cerramiento interior. En catálogo Schüco FWS 60, (ejemplo de 3,05 × 3,05 m con triple acristalamiento) se desglosan las masas: aluminio 111,6 kg, vidrio 300,1 kg, otros 16,7 kg; peso total 428,4 kg. Eso equivale a 46 kg/$m^2$ = 0,46 kN/$m^2$. En metros lineales de fachada: 0,46 kN/m2 * 13m = 5,98 kN/m.

        Se ancla a los perfiles RHS horizontales. Los RHS (a 4 m de distancia en el eje 'Z' entre sí) aguantan acristalamiento con una superficie de 2,16 m x 4 m. El último de ellos se lleva paños de 2,16 x 1,85 m. Por tanto, para ver cuánto se llevan, calculamos la carga equivalente desde las superficies del acristalamiento propuesto.

        - A 3,05 x 3,05 m = 9,3 $m^2$
        - RHS 400x200x12: A 2,16 x 4 = 8,64 $m^2$. Por tanto, 5,98 kN/m · 8,64/9,3 = 5,55 kN/m
        - RHS 400x200x12 superior: A 2,16 x 1,85 = 4 $m^2$. Por tanto, 5,98 kN/m · 4/9,3 = 2,57 kN/m

vii. Carriles de aluminio. Peso propio: 0,134 kg/m. 19 m de altura. Por tanto, 2,56 kg/unidad = 0,0256 kN/unidad. 34 carriles entre pórticos.

Por tanto:

- Fachada norte: 0,8704 kN/13,5 m = 0,0645 kN/m
- Fachada sur: 2 · 0,8704 kN/13,5 m = 0,129 kN/m
- Cubierta: 0,0645/42 = 0,0015 kN/$m^2$

viii. Celosía cerámica anclada a los carriles de aluminio. 1500kg/$m^3$ =15kN/$m^3$. 38 por carril en fachada, 225 en cubierta. Volumen fachada: 0.0026796 $m^3$. Volumen cubierta: 0.0012635 $m^3$.

Por tanto:

- Fachada norte: 34 carriles * 36/carril en fachada * 15kN/$m^3$ * 0.0026796 $m^3$ /13,5 m = 3,64 kN/m en fachada.
- Fachada sur: 2x fachada norte = 7,28 kN/m
- Cubierta: 225 ladrillos * 0.0012635 $m^3$ * 15 kN/$m^3$ / (13,5*21 $m^2$) = 0,15 kN/$m^2$ por alero.

Suma carriles + celosía:

- Fachada norte: 0,0645 + 3,64 = 3,7 kN/m
  - Viga arriostramiento coronación: 3,7 kN/m · 1,85/17,85 = 0,38 kN/m
  - Vigas RHS: 3,7 kN/m · 4/17,85 = 0,83 kN/m
- Fachada sur: 0,129 + 7,28 = 7,41 kN/m
  - Viga arriostramiento coronación: 2x fachada norte = 0,76 kN/m
  - Vigas RHS: 2x fachada norte = 0,83 kN/m
- Cubierta: 0,0015 + 0,15 = 0,1515 kN/$m^2$

ix. Sistema de cubierta Kalzip Duoplus:

1. Bandeja metálica 65/400 – espesor 1,0 mm: 3,9 kg/$m^2$ = 0,038 kN/$m^2$
2. Lámina de vapor: 0,16kg/$m^2$ = 0,0016kN/$m^2$
3. Fijaciones de las bandejas: 0,8 kg/$m^2$ = 0,008 kN/$m^2$.
4. Aislante resistente XPS – 8 cm: 2,8 kg/$m^2$ = 0,028kN/m2

5. Lana de roca – aislante blando, 12 cm: 4,2 kg/m2 = 0,042 kN/$m^2$.

6. Chapa grecada: 4,90 kg/$m^2$ = 0,049 kN/$m^2$.

Total: 0,1275 kN/$m^2$.

2. **Variables (Q):**

- **Sobrecarga de uso**: categoría C4 (gimnasio / actividades físicas) → $q_k$ = 5 kN/$m^2$. No existen forjados que vayan a la estructura vertical, por lo que únicamente el forjado sanitario sobre terreno se lleva esta carga.
- **Viento**: $q_e = 0{,}5 \cdot c_e \cdot c_p$
  - i. $c_e$ (Tabla 3.4) – Grado IV – $h_{\text{pórtico con cubierta}}$ = 21,6 m $\Longrightarrow$ $c_e$ = 2,3
  - ii. $c_p$ (Tabla 3.6) – No hay huecos – Esbeltez ≤ 1 $\Longrightarrow$ $c_p$ =0,7
  - iii. $c_s$ (Tabla 3.6) – Se utiliza el mismo valor que $c_p$, en negativo.
  - iv. qe = 0,5*2,3*0.7 = 0,805 kN/$m^2$
- **Nieve**: $q_n = \mu \cdot s_k$; con $s_k$ = 0,6 kN/$m^2$ (Madrid) y μ según la geometría de cubierta (3.5.3, apartado 2). Para cubiertas con α < 30º, μ =1. Por tanto, $q_n$ = 0,6 kN/$m^2$.
- **Acciones térmicas**: la estructura no es continua (juntas cada 38,05 m). El CTE plantea en el apartado 3.4 la no consideración de acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud. Por tanto, no se incluyen en el cálculo.
- **Humedad / agua**: se plantea un hormigón de clase de exposición XS2, con capacidad para aguantar la humedad del ambiente.

**3) Edificio 3 — Madera (pórticos madera, forjado de madera aligerada), luz 16 m**

**Características:** pórticos de madera; forjados LIGNATUR LFE (madera aligerada) dimensionado según catálogo. Los forjados apoyan sobre las vigas de arriostramiento de los pórticos. Estas vigas absorben el peso de los forjados y del anclaje de la envolvente. Uso: deportivo/residencial (aunque la parte residencial sería A1, el edificio es mayoritariamente C4. Se toma la opción más desfavorable, 5 kN/$m^2$).

La distancia entre apoyos del pórtico (16 m) y la carga de uso que va a tener el edificio lleva al dimensionado de forjados con dimensiones excesivas. Por este motivo se plantea una línea intermedia de pilares auxiliares que contribuyan a la reducción de distancia entre apoyos, a 2,5 m de la línea principal. Con esto, la distancia entre los puntos de apoyo del forjado se reduce a 11m. Esta nueva luz nos ayudará a dimensionar correctamente los forjados.

**Acciones para considerar**

1. **Permanentes (G):**
    - Peso propio:
        i. Pórticos de madera de pino. Peso propio: 490 kg/$m^3$ = 4,9 kN/$m^3$
        ii. Vigas de madera. Peso propio: 490 kg/$m^3$ = 4,9 kN/$m^3$
        iii. Forjados LIGNATUR LFE: dimensionado según catálogo de la página oficial.

        El fabricante incluye cálculos en sus catálogos del cumplimiento de todos sus forjados de los criterios de vibraciones necesarios para gimnasios y polideportivos ($f_1$ ($g_k$ + 0,3·$q_k$) ≥ 8 Hz) y criterios de flecha que exceden los requerimientos del CTE (L/350 del fabricante, L/300 CTE).

        La carga de cálculo que soporta este forjado es de 5 kN/$m^2$ (categoría C4, Tabla 3.1 CTE DB-SE). Por tanto, según los valores proporcionados por el fabricante en las gráficas de

longitud y canto frente a carga, el canto del forjado deberá ser de 0,48 m.

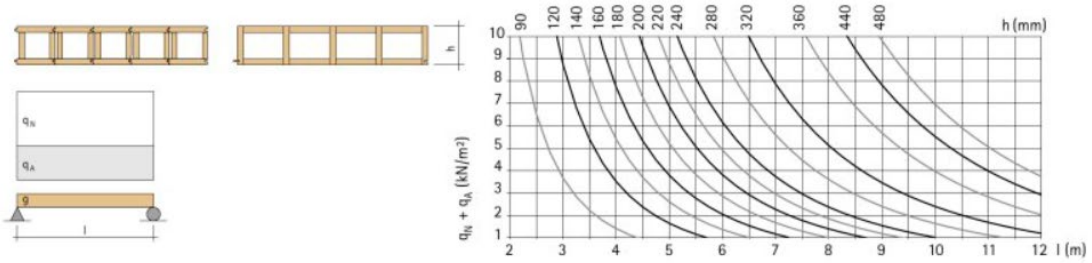



Fig. 7: Tablas de dimensionado del forjado proporcionadas por LIGNATUR

Para calcular el peso propio del forjado, se hará una aproximación desde los pesos aportados por el fabricante. El fabricante aporta para el modelo LIGNATUR LFE 160, h = 160 mm, 39 kg/m$^2$. Interpolando, podemos obtener un valor efectivo del elemento aligerado ((39 kg/m$^2$ /0,16m) · 0,48m =117 kg/m$^2$). Por tanto, el valor de la carga del forjado sería de 1,17 kN/m$^2$.

iv. Muro cortina cerramiento interior. En catálogo Schüco FWS 60, (ejemplo de 3,05 × 3,05 m con triple acristalamiento) se desglosan las masas: aluminio 111,6 kg, vidrio 300,1 kg, otros 16,7 kg; peso total 428,4 kg. Eso equivale a 46 kg/m$^2$ = 0,46 kN/m$^2$. En metros lineales de fachada: 0,46 kN/m$^2$ * 6m = 2,76 kN/m. Se ancla a las vigas de arriostramiento. Por tanto:

1. A 3,05 x 3,05 m = 9,3 m$^2$. Se utilizan paños con otra superficie. Por tanto, es necesario calcular la carga equivalente para esos paños.
2. Para planta baja (viga 1ª planta): A 4,05 m x 1,25 m = 5,06 m$^2$. 2,76 kN/m · 5,06/9,3 = 1,5 kN/m
3. Para planta primera (viga 2ª planta): A 3,84 x 1,25 m = 4,8 m$^2$. 2,76 kN/m · 4,8/9,3 = 1,42 kN/m
4. Para la viga de cubierta (la carga de la planta segunda): A 3,43 x 1,25 m = 4,29 m$^2$. 2,76 kN/m · 4,29/9,3 = 1,27 kN/m

v. Sistema de cubierta Kalzip Duoplus:

1. Bandeja metálica 65/400 – espesor 1,0 mm: 3,9 kg/$m^2$ = 0,038 kN/$m^2$
2. Lámina de vapor: 0,16kg/$m^2$ = 0,0016kN/$m^2$
3. Fijaciones de las bandejas: 0,8 kg/$m^2$ = 0,008 kN/$m^2$.
4. Aislante resistente XPS – 8 cm: 2,8 kg/$m^2$ = 0,028kN/$m^2$
5. Lana de roca – aislante blando, 12 cm: 4,2 kg/$m^2$ = 0,042 kN/$m^2$
6. Chapa grecada: 4,90 kg/$m^2$ = 0,049 kN/$m^2$.

   Total: 0,1275 kN/$m^2$

vi. Carriles de aluminio. Peso propio: 0,134 kg/m. 12,3 m de altura en fachada, 8,7 por cada alero de la cubierta. Por tanto, 1,64kg/unidad = 0,0164 kN/unidad en fachada, 1,166 kg/unidad en cubierta = 0,01166 kN/unidad. 16 carriles entre pórticos. Por tanto:

- 0,0164 kN/unidad * 16 unidades/6 m de fachada = 0,0437 kN/m en fachada norte
- 0,0437*2 = 0,0874 kN/m en fachada sur
- 0,01166 kN/unidad *16 unidades/(6 m*16m) = 0,002 kN/$m^2$.

vii. Celosía cerámica anclada a los carriles de aluminio. 1500kg/$m^3$ =15kN/$m^3$. 450 en fachada norte, 900 en fachada sur, 840 en cubierta. Volumen fachada: 0,00221067 $m^3$. Volumen cubierta: 0,0010423875 $m^3$. Por tanto,

- 900 en fachada sur * 0,00221067 $m^3$/unidad * 15 kN/$m^3$ /6 m = 4,97 kN/m en fachada sur.
- 450 en fachada norte * 0,00221067 $m^3$/unidad * 15 kN/$m^3$/6 m = 2,487 kN/m en fachada norte.
- 840 en cubierta * 0,0010423875 $m^3$/ud * 15kN/$m^3$ /(6 m * 16 m) = 0,137 kN/$m^2$.

En total:

- 0,0437 + 2,487 = 2,53 kN/m en fachada norte
  - Viga cubierta: (3,43/13,2)*2,53 = 0,66 kN/m
  - Viga planta 2: (3,84/13,2)*2,53 = 0,734 kN/m
  - Viga planta 1: (4,05/13,2)*2,53 = 0,776 kN/m

- 0,0874 + 4,97 = 5,057 kN/m en fachada sur
    - Viga cubierta: 0,66 *2 =1,32 kN/m
    - Viga planta 2: 1,47 kN/m
    - Viga planta 1: 1,55 kN/m
- 0,002 + 0,137 = 0,139 kN/$m^2$ en cubierta

2. **Variables (Q):**

    - **Sobrecarga de uso**: categoría C4 (gimnasio / actividades físicas) → $q_k$ = 5 kN/$m^2$ (valor característico).
    - **Nieve**: $q_n = \mu \cdot s_k$; con $s_k$ = 0,6 kN/$m^2$ (Madrid) y μ según la geometría de cubierta (3.5.3, apartado 2). Para cubiertas con $\alpha < 30^o$, μ =1. Por tanto, $q_n$ = 0,6 kN/$m^2$.
    - **Viento**: $q_e = 0{,}5 \cdot c_e \cdot c_p$ **(**apartado 3.3.4)
        i. $c_e$ (Tabla 3.4) – Grado IV – $h_{pórtico}$ = 13 m $\Longrightarrow$ $c_e$ = 1,95
        ii. $c_p$ (Tabla 3.5) – Esbeltez: 13,3/16 = 0,8312 $\Longrightarrow$ $c_p$ = 0,8
        iii. $c_s$ (Tabla 3.5) – Esbeltez: 13,3/16 = 0,8312 $\Longrightarrow$ $c_s$ = -0,4
        iv. $q_p = 0{,}5 \cdot 1{,}95 \cdot 0{,}8 = 0{,}78$ kN/$m^2$
        v. $q_s = 0{,}5 \cdot 1{,}95 \cdot (-0{,}4) = -0{,}34$ kN/$m^2$
    - **Acciones térmicas**: la estructura no es continua (juntas cada 36 m). El CTE plantea en el apartado 3.4 la no consideración de acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud. Por tanto, no se incluyen en el cálculo.

## 6) ANEXO DE CÁLCULOS DE CADA EDIFICIO

Se procede a realizar los cálculos para cada edificio. Se ha establecido en RFEM un modelo de cálculo para cada uno de ellos en donde las acciones anteriormente descritas sufren simultaneidad, con γ=1,35 para las acciones permanentes (G) y γ=1,5 para las acciones variables (Q). Las tablas con características de los materiales estarán incluidas como anexo en los planos.

### 1) Edificio 1 — Pabellón sobre pórticos metálicos reutilizados (luz 42,3 m)

Se ha realizado una comprobación de la estabilidad global del edificio. Se han utilizado las siguientes características de materiales:

| **CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 1 - ACERO** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre del material** | **Tipo de material** | **Módulo de elasticidad E(N/mm^2)** | **Módulo de cortante G(N/mm^2)** | **Coef. de Poisson ν** | **Peso específico γ (kN/m^3)** | **Densidad de la masa ρ (kg/m^3)** | **Coef. de dilatación térmicaα (×10⁻⁶ /°C)** |
| C25/30 | R_M1 650/1700 (Base de hormigón del pilar) | 31000.0 | 12916.7 | 0.20 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| B500S(C) | Acero de armadura | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| S275JR | HEB 500 (Tramo superior del pilar) | 210000.0 | 80769.2 | 0.30 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| | SHH 700x700x40 (Sección normalizada viga puente) | | | | | | |
| | IPN 500 (Vigas cubierta) | | | | | | |
| | CUADRADOS 250/H (Cordón superior e inferior de la cercha) | | | | | | |
| | CUADRADOS 200/H (Diagonales de la cercha) | | | | | | |

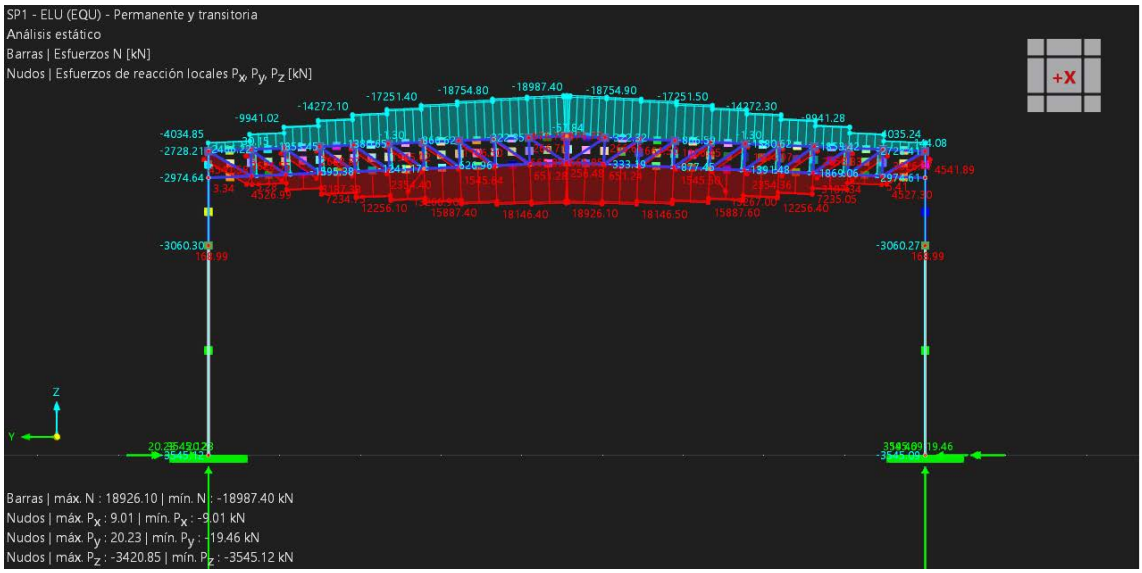



Fig. 8: Esfuerzos globales – diagrama de axiles de la estructura de acero

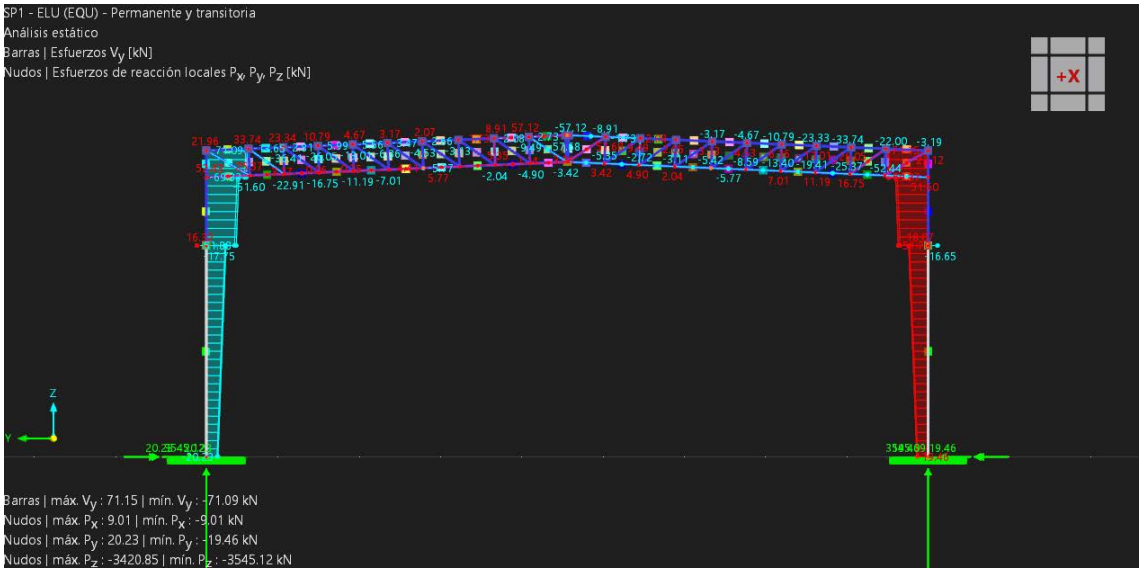



Fig. 9: Esfuerzos globales – diagrama de cortantes de la estructura de acero

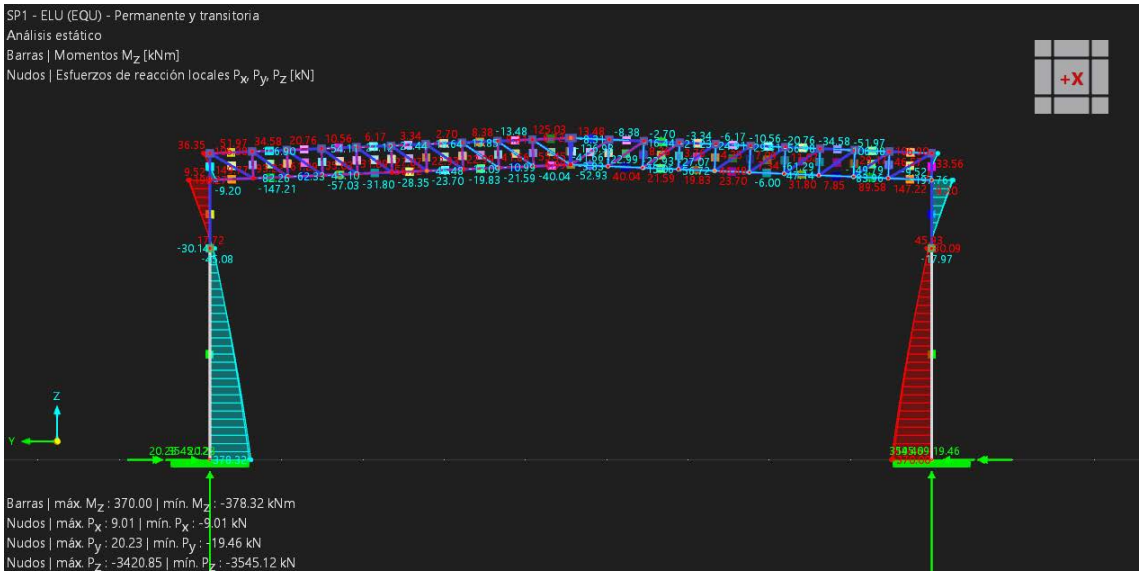



Fig. 10: Esfuerzos globales – diagrama de momentos flectores de la estructura de

El programa verifica la estabilidad global del edificio. Los materiales presentan resistencias a axil, cortante y flexión superiores a los esfuerzos obtenidos, manteniéndose las tensiones por debajo del límite elástico del acero y dentro de las tensiones admisibles del hormigón. Dado que las combinaciones de servicio (ELS) producen esfuerzos inferiores a los diagramas mostrados, y considerando que el modelo es lineal elástico con módulos de elasticidad E y G indicados en la tabla, se garantiza que todas las barras trabajan en régimen elástico.

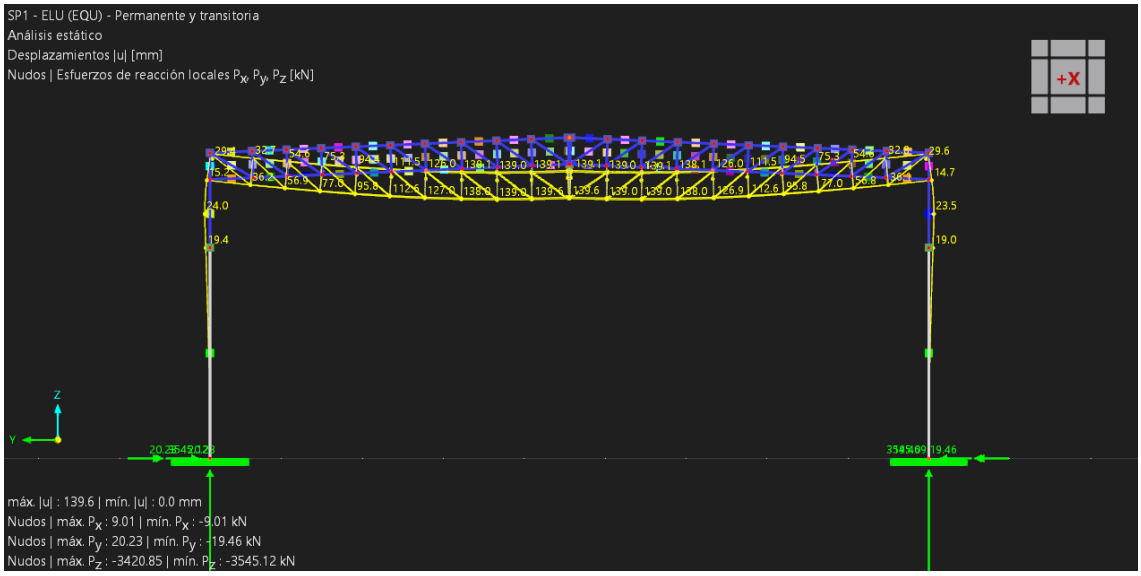



Fig. 11: Esfuerzos globales – desplazamientos verticales (flechas) y horizontales de la estructura

Se revisan los resultados de las flechas y desplazamientos de cada uno de los elementos analizados.

- El dato de flecha máxima se da en el centro del pórtico. Partiendo de la limitación L/300, con una luz de pórtico de 42,3 m, la flecha máxima es de 141 mm. En este caso, el valor máximo de flecha es de 139.6 mm, algo justo, pero dentro de los límites aceptables.
- El máximo desplazamientos horizontal se da en el centro de la parte metálica del pilar. Para L/500, con 19,1 m de altura, el desplazamiento horizontal máximo es de 38,2 mm. En este caso, los 24 mm que se desplaza el pórtico son correctos.

El siguiente paso sería dimensionar la cimentación. A continuación se adjunta el dimensionado y colocación de los pilotes para este edificio.

# Cimentación edificio de acero

El perfil geotécnico utilizado anteriormente aplica a los cálculos de cimentación de los 3 edificios a calcular. Este edificio cuenta con reacciones en los apoyos de 3.545,12 kN.
Se parte del dimensionado de un grupo de pilotes de D = 600 mm.

① $Q_{TOPE} = \frac{\sigma}{f_{cd}} \cdot S' = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 5000 \frac{kN}{m^2} = \frac{\pi \cdot 0,6^2}{4} \cdot 5000 = 1.413,71 kN$

② N° de pilotes → $n = \frac{3.545,12 kN}{1.413,71 kN} = 2,5 \simeq 3$ pilotes.

③ Longitud de pilotes → $s \geq 3D$ → $\eta_{grupo} = 1$.

$3 \cdot D = 3 \cdot 600 = 1,8 m$ ; $Q_{adm} = \frac{3.545,12 kN}{3} = 1.181,7 kN$

④ Hundimiento.

$$Q_{adm} = R_{cd} = \frac{Q_{hundimiento}}{\gamma_R} = \frac{\sum Z_{fuste,k} \cdot S'_{fuste} + q_{punta} \cdot S'_{punta}}{\gamma_R}$$

- Fuste 1: Rellenos. $Z_{fk_1} = 0 kN$ → Se le quita la camisa. Por tanto, hay que tener en cuenta el rozamiento negativo.

$Z_{fk_1} = -\beta \cdot \sigma'_{v_0} = 0,8 \cdot \frac{4,3 m}{2} \cdot \gamma' \Rightarrow \left[ R_{fk_1} = -0,8 \cdot \frac{4,3 m}{2} \cdot 19,5 \frac{kN}{m^2} \cdot S'_{fuste} = -257,9 kN \right]$

↳ Tensión efectiva considerada en el punto medio del fuste.

↳ rellenos granulares, efecto parasito → fórmula 5.4 rozamiento negativo → Arena arcillosa → arenas densas → $\beta = 0,8$

- Fuste 2: arcillas con intercalaciones de yeso → Tensión a corto y largo plazo.

- Corto plazo: $R_{fk_2} = Z_{fk_2} \cdot S_{fk_2} = \frac{100 \cdot c_u}{100 - c_u} = -339,3 \cdot L kN$

- Largo plazo: $Z_{fk_2} \cdot S_{fk_2} = \sigma'_v \cdot k_f \cdot f \cdot tg\phi \cdot S'_{f_2} = 78,75 L + 9,89 L^2$

- Punta: $R_{pk} = \sigma_{punta} \cdot S'_{punta} = \begin{cases} \text{Corto plazo: } q_p = N_p \cdot c_u \ (F.32) \\ \text{Largo plazo: } q_p = f_p \cdot \sigma'_{v_p} \cdot N_t \leq 20 MPa \ (F.30). \end{cases}$

↳ $f_p = 2,5$.

- Corto plazo: $R_{pk} = N_p \cdot c_u = 9 \cdot \frac{2340,99 \frac{kN}{m^2}}{2} = 10.534,45 kN$

- Largo plazo: $R_{pk} = \left(18,5 \frac{kN}{m^2} \cdot 4,3 + 20 \frac{kN}{m^2} \cdot L\right) \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{1 + \operatorname{sen} 35°}{1 - \operatorname{sen} 35°} \cdot e^{tg\, 35°}\right) \cdot \pi \cdot \frac{0,6^2}{4}$

$R_{pk} = 417,96 + 105,08 L$

Por tanto, obtendremos la longitud del pilote desde la carga de hundimiento.

$Q_{adm} = \frac{Q_h}{\gamma_R} \Rightarrow Q_h = Q_{adm} \cdot \gamma_R = 3.554,1 kN = 1.181,7 kN \cdot 3$

$Q_{hundimiento} = 3.554{,}1\ kN = -257{,}9 + 78{,}75\,L + 9{,}89L^2 + 417{,}96 + 105{,}8L$

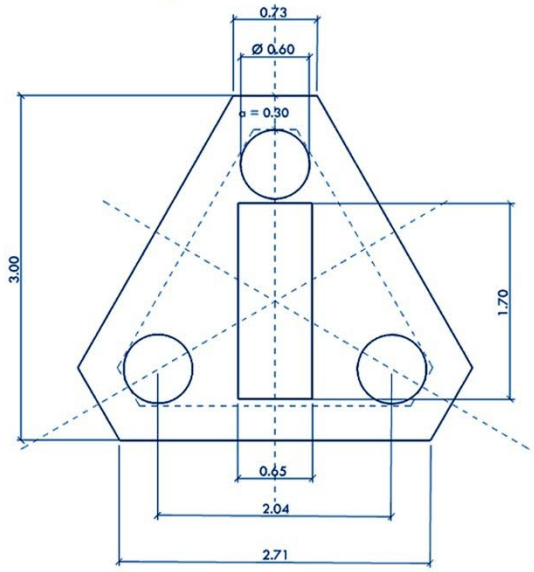
$\Rightarrow [L = 11{,}41m]$

Se plantea el modelo de bielas - tirantes con ángulo $\theta = 52°$.

El saliente del encepado desde el borde del pilote al canto mide $a = 30cm$.

$$\left.\begin{array}{l} s = 3\phi = 1{,}8m \\ a = 0{,}3m \\ \theta_{bielas} = \arctg \dfrac{h}{s/2} \simeq 52° \end{array}\right\} \Rightarrow h = \frac{s}{2} \cdot tg\,52° = 1{,}15m.$$

En planta mide de ancho $s + 2a + 2 \cdot \frac{\phi}{2} = 1{,}8 + 0{,}6 + 0{,}6 = 3m \Rightarrow$ Encepado de



## 2) Edificio 2 — Edificio de hormigón (nueva obra) — luz 42,3 m con vigas de canto variable

Se ha realizado una comprobación de la estabilidad global del edificio. También se analizarán los nudos. A partir de los resultados de los diagramas de estabilidad global se propondrán métodos de enlace para nudos rígidos en cimentación y en la unión de pilar con viga principal de pórtico.

Se han utilizado las siguientes características de materiales:

| **CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 2 - HORMIGÓN** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre del material** | **Tipo de material** | **Módulo de elasticidad E(N/mm^2)** | **Módulo de cortante G(N/mm^2)** | **Coef. de Poisson** ν | **Peso específico γ (kN/m^3)** | **Densidad de la masa ρ (kg/m^3)** | **Coef. de dilatación térmicaα ($\times 10^{-6}$ /°C)** |
| C35/45 | Hormigón - Pilares | 34000.0 | 14166.7 | 0.200 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| C30/37 | Hormigón - Vigas | 33000.0 | 13750.0 | 0.200 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| B500S(C) | Acero de armadura | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| S355JR | Acero - Perfiles RHS | 210000.0 | 80769.2 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |

La verificación de la estabilidad global del edificio sigue los mismos criterios que en el caso anterior. Los materiales presentan resistencias a axil, cortante y flexión superiores a los esfuerzos obtenidos, manteniéndose las tensiones por debajo del límite elástico del acero y dentro de las tensiones admisibles del hormigón. Dado que las combinaciones de servicio (ELS) producen esfuerzos inferiores a los diagramas mostrados, y considerando que el modelo es lineal elástico con módulos de elasticidad E y G indicados en la tabla, se garantiza que todas las barras trabajan en régimen elástico.

Los valores de cortante y momento obtenidos en los nudos serán imprescindibles para su dimensionado. Partimos de un cortante de cálculo de 1319,13 Kn, y un momento de cálculo de 4436,87 kN·m.

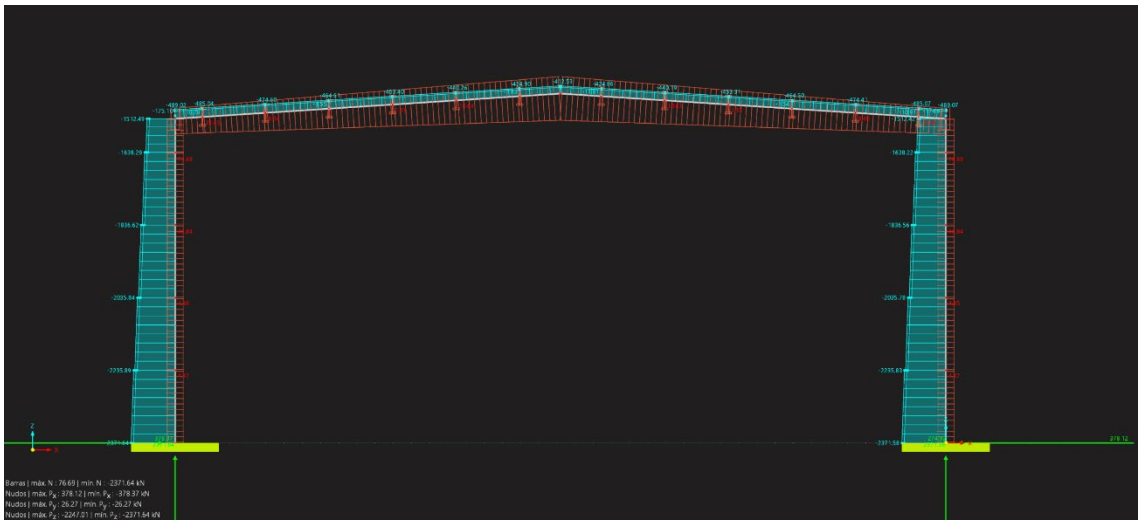


Fig. 12: Esfuerzos globales – diagrama de axiles de la estructura de hormigón

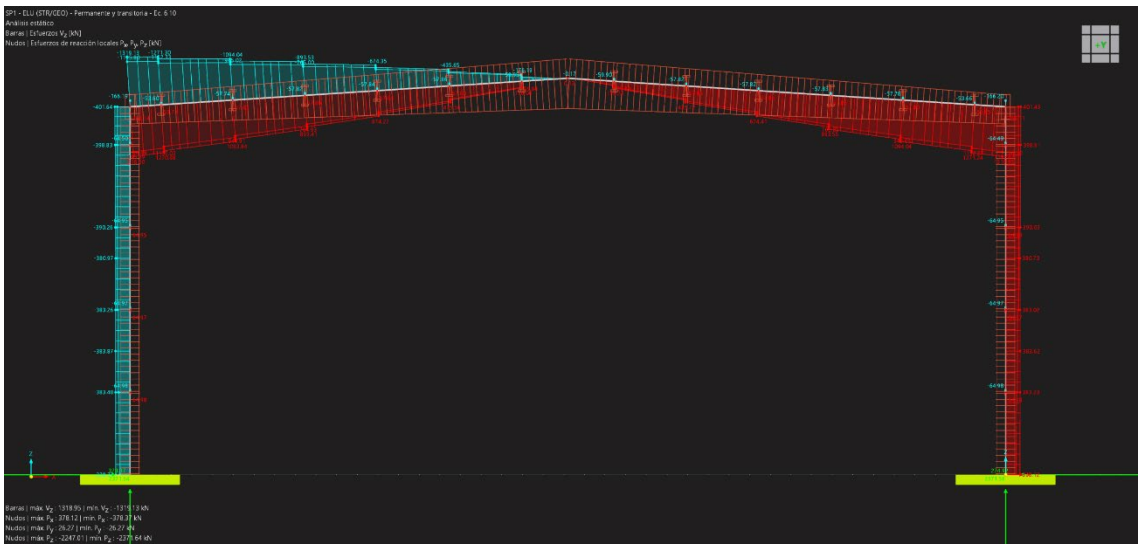


Fig. 13: Esfuerzos globales – diagrama de cortantes de la estructura de hormigón

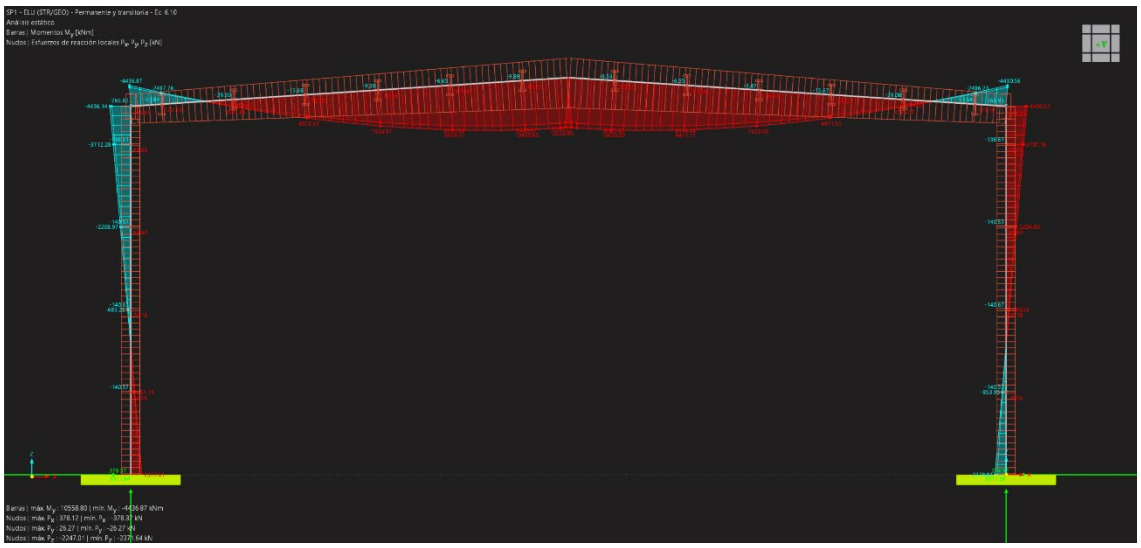


Fig. 14: Esfuerzos globales – diagrama de momentos flectores de la estructura de hormigón

Se revisan los resultados de las flechas y desplazamientos de cada uno de los elementos analizados.

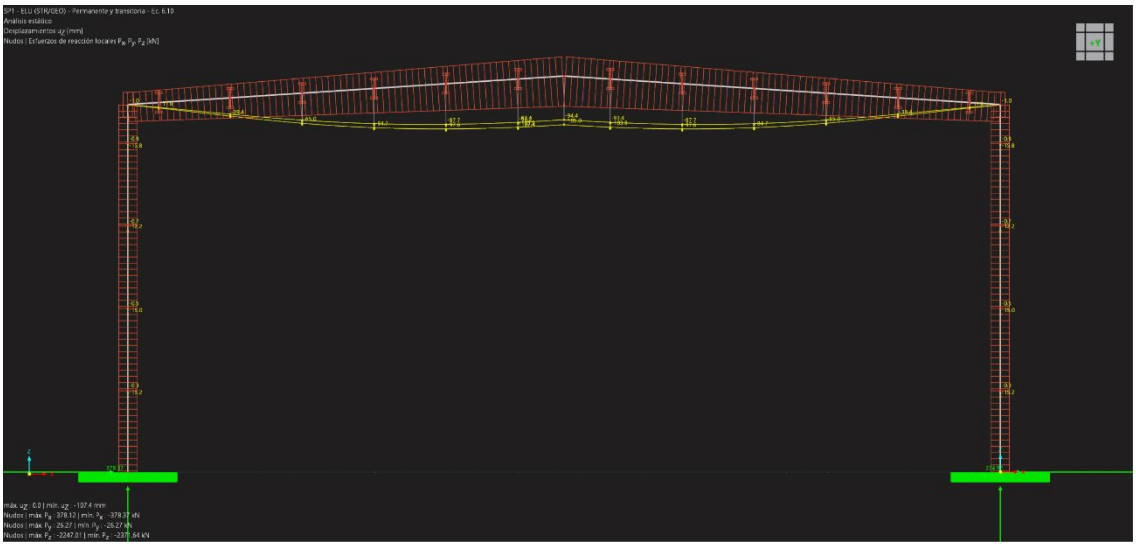


Fig. 15: Esfuerzos globales – desplazamientos verticales (flechas) de la estructura

- El dato de flecha máxima se da en un punto cercano al centro del pórtico. Partiendo de la limitación L/300, con una luz de pórtico de 42,3 m, la flecha máxima es de 141 mm. En este caso, el valor máximo de flecha es de 107,4 mm, un resultado razonable.

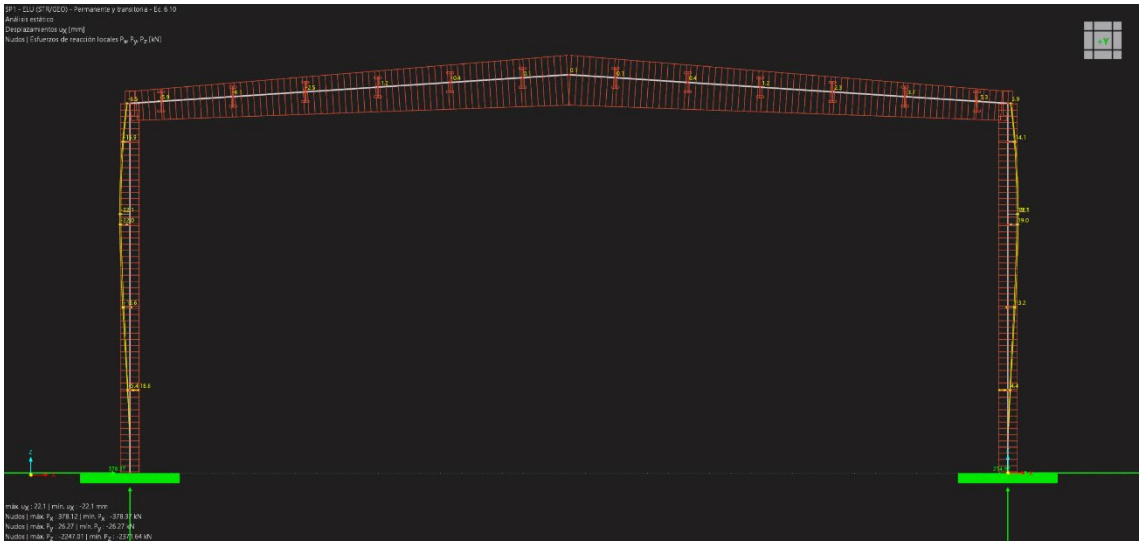


Fig. 16: Esfuerzos globales – desplazamientos horizontales de la estructura

- El máximo desplazamiento horizontal se da en el tramo superior del pilar de fachada sur, aquel que soporta la parte de la

envolvente con mayor peso. Para L/500, con 19,1 m de altura, el desplazamiento horizontal máximo es de 38,2 mm. En este caso, los 22,1 mm que se desplaza el pórtico son correctos.

También se revisa la estructura secundaria que soporta la envolvente. El punto de mayor fragilidad es la unión entre la estructura vertical auxiliar, con un perfil RHS 400x200x14,2, con las vigas horizontales que soportan la envolvente, los perfiles RHS 400x150x12,5. Hacemos la comprobación a ELU y ELS desde la información obtenida en el programa:

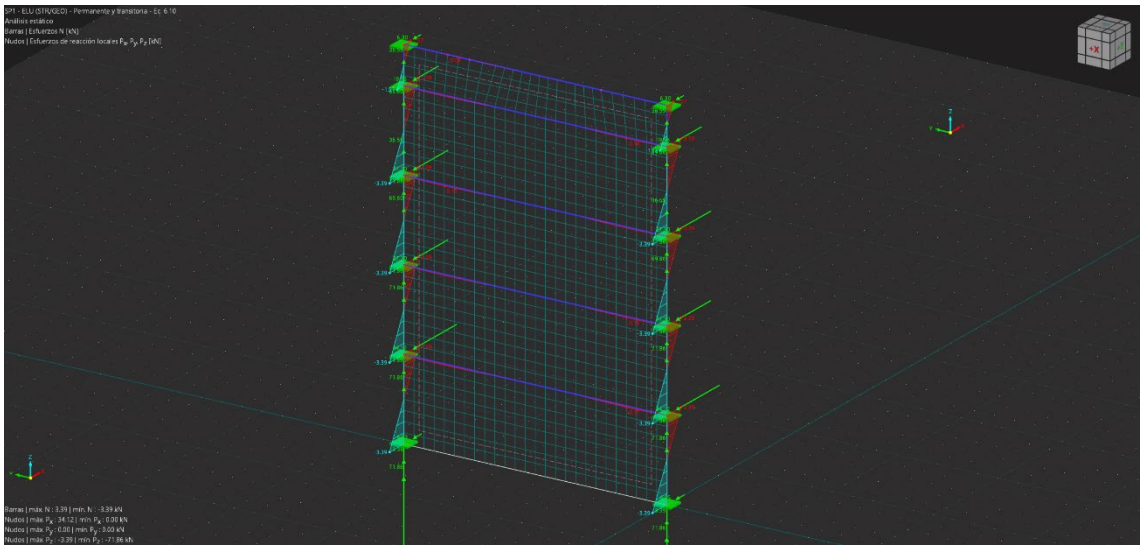


Fig. 16: Esfuerzos del RHS 400x150x12,5 horizontal. Diagrama de axiles global de la estructura de sujeción de la envolvente

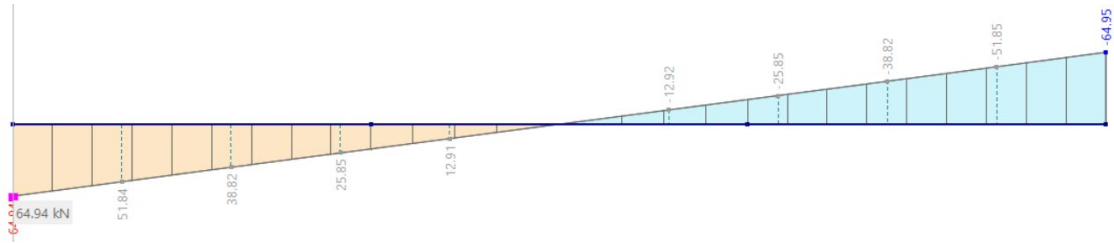



Fig. 17: Esfuerzos del RHS 400x150x12,5 horizontal. Diagrama de cortantes

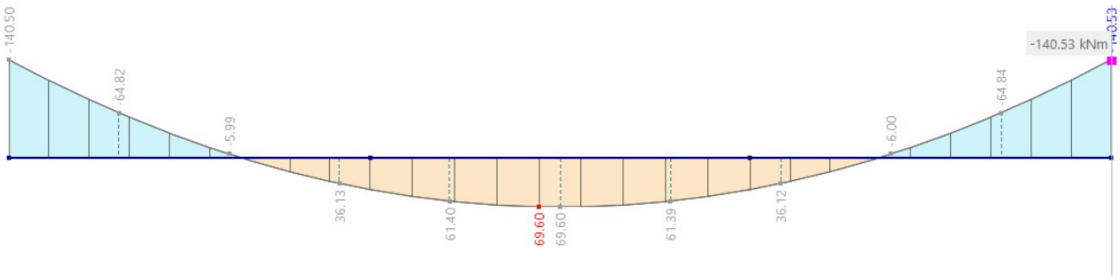



Fig. 18: Esfuerzos del RHS 400x150x12,5 horizontal. Diagrama de momentos flectores

Como se puede apreciar desde el modelo global, los axiles que se transmiten a las vigas son irrisorios. Por tanto, se revisan los resultados de cortante y momento.

$M_{Ed,max}$=140,53kN·m. Extraemos los datos de propiedades de material de las tablas que se aportan como anexo a los planos, $M_{pl,y}$ = 557,69 kN·m

$M_{Ed,max}$ / $M_{pl,y}$ = 140,53/557,69140,53 ≈ 0,25 =25% de la capacidad plástica a flexion.

$V_{Ed,max}$=64,94kN. $V_{pl,z}$=1985,544 kN. Por tanto, $V_{Ed,max}$ / $V_{pl,z}$ = 64,94/1985,544≈ 0,033 = 3,3% de su capacidad a cortante.

El axil que la viga recibe es de 0,8 kN. El esfuerzo axil plástico límite es de 4599,507 kN. Por tanto, cumple sobradamente con los requerimientos del ELU.

Se revisan también los axiles transmitidos. Para el cálculo de las vigas RHS horizontales, se han tenido en cuenta uniones rígidas con los pilares para el cálculo de los esfuerzos de estas vigas. Sin embargo, si queremos evaluar la transmisión de axiles al pilar RHS, debemos tenerlo en cuenta como un elemento continuo biapoyado. De esta manera, obtenemos como resultado los esfuerzos axiles transmitidos por el peso de la envolvente. El axil máximo es de 160 kN, mucho menor al axil plástico límite para esta sección, de valor $N_{Pl}$ = 5685,6 kN. Por tanto, el pilar RHS cumple.

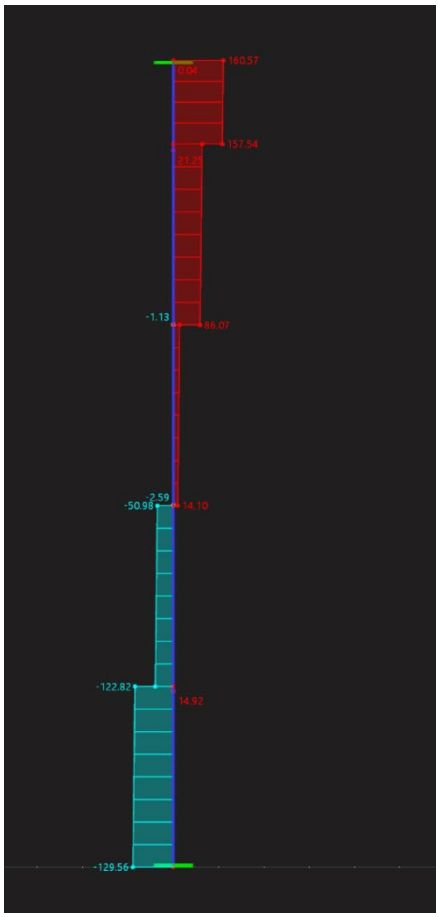



Fig. 19: Esfuerzos del RHS 400x150x14,2 vertical. Diagrama de axiles

El siguiente paso será reviar el ELS de la viga: tensiones y deformaciones en régimen elástico.

- Para las tensiones normales por flexión, tomamos el momento máximo y el módulo resistente elástico $W_y$.
  $\sigma_{Ed}$= $M_{Ed,max}$/ $W_y$ = (140,53·$10^6$N·mm)/(1,218·$10^6$$mm^3$)≈ 115 N/$mm^2$

Para acero S355, $f_y$=355MPa, $\sigma_{Ed}/f_{yd}$ = 115/355 ≈ 0,32 =32% de su capacidad total

- Tensiones tangenciales por cortante:
  $\tau_{Ed} \approx V_{Ed,max}/A_{pl,z}$ =264,94·$10^3$N/9,688mm ≈6,7N/$mm^2$. En acero S355, según EN 1993-1-1, $\tau_{permitida} = 0,4 \cdot f_{yk}$ = 142N/mm2 >> $\tau_{Ed}$ =6,7N/$mm^2$

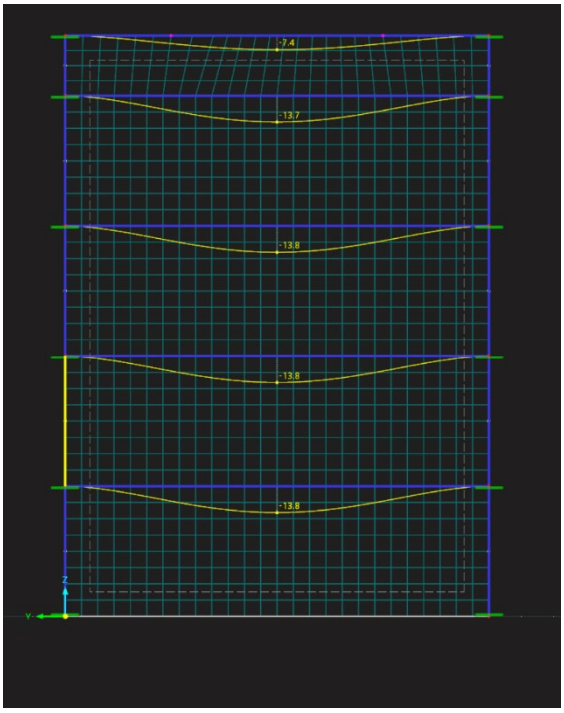



Fig. 20: Esfuerzos del RHS 400x150x12,5 horizontal. Deformaciones (flechas) del elemento

La última comprobación trabajada es la flecha del elemento ante las cargas de la envolvente. La viga mide 13 metros, por lo que el límite de flecha es de L/300 = 43,3 mm. En este caso, la flexión de la viga le genera un flecha de 13,8 mm en su estado de carga máximo (fachada sur), por lo que cumple las exigencias de flecha. Con ello, cumple todos los requerimientos ante ELS.

El siguiente paso sería calcular la cimentación. A continuación se adjunta el procedimiento de cálculo para este edificio.

# Cimentación edificio de hormigón

Se hace el cálculo de cimentación para el edificio de hormigón, cuya reacción en cada apoyo es de 2.592,26 kN.
Para el cálculo, debido a la falta de información disponible en otros sondeos cercanos, se utiliza la información disponible en el sondeo S.182.
Se asume un terreno hiper compacto → 450 kN/m² como $q_u$. En punta del pilote, se asume como $q_u = 23,4099\ kg/cm^2 = 2340,99\ kN/m^2$.
Se parte del predimensionado de un grupo de pilotes perforados entubados con diámetro D = 600 mm.

| | | |
|---|---|---|
| ▽ +0,00 m | | |
| Rellenos ▽ - 4,30 m | 4,30 m | $\gamma = 18,5\ kN/m^3$; $c' = 5\ kN/m^2$<br>$\phi = 28°$ ; $c_u = 40\ kN/m^2$ |
| Arcillas con intercalaciones de niveles de yeso. ▽ - 11,60 m | 7,3 m | $q_u = 450\ kN/m^2 \rightarrow c_u = 225\ kN/m^2$<br>$\gamma = 20\ kN/m^3$; $c' = 6,5\ kN/m^2$<br>$\phi = 35°$ |
| Arcillas con intercalaciones de niveles de yeso. | | El resto del terreno.<br>Mismas propiedades mecánicas. |

① $Q_{TOPE} = \frac{\sigma}{\gamma_{fcd}} \cdot S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 5.000 \frac{kN}{m^2} = \frac{\pi \cdot 0,6^2}{4} \cdot 5000 = 1.413,71\ kN.$

Tabla 5.1 → σ (MPa) para pilote perforado entubado recuperable → suelo firme → $5\ MPa = 5000 \frac{kN}{m^2}$

② N° de pilotes → $n = \frac{2.592,26\ kN}{1.413,71\ kN} = 1,83 \simeq 2$ pilotes.

③ Longitud del pilote.
Es razonable poner aquella en la que $\frac{N}{n°pilotes} / \eta_{grupo} = Q_{adm}$. Es mejor que no hagan efecto grupo.
Para ello hay que separar algo más de 3 · diámetro → $\eta_{grupo}$, $S \geq 3D = 1$.

$3 \cdot D = 3 \cdot 600 = 1,8\ m$; $Q_{adm} = \frac{2592,26\ kN}{2} = 1.296,13\ kN.$

④ Hundimiento.

$$Q_{adm} = R_{cd} = \frac{Q_{hundimiento}}{\gamma_R} = \frac{\sum Z_{fuste,k} \cdot S_{fuste} + q_{punta} \cdot S_{punta}}{\gamma_R}$$

- Fuste 1: Rellenos. $Z_{fk_1} = 0\ kN$ → Se le quita la camisa. Por tanto, hay que tener en cuenta el rozamiento negativo.

$Z_{fk_1} = -\beta \cdot \sigma'_{vo} = 0,8 \cdot \frac{4,3m}{2} \cdot \gamma' \Rightarrow$ [$R_{fk_1} = -0,8 \cdot \frac{4,3m}{2} \cdot 18,5 kN/m^2 \cdot S_{fuste} = -31,82 \cdot \pi \cdot 4,3 \cdot 0,6 = -257,9\ kN$]

↳ Tensión efectiva considerada en el punto medio del fuste.
↳ rellenos granulares, efecto parasito → fórmula 5.4 rozamiento negativo → Arena arcillosa → arenas densas → $\beta = 0,8$.

- Fuste 2: arcillas con intercalaciones de niveles de yeso. → Tensión a corto y largo plazo.

- Corto plazo: $R_{fk_2} = Z_{fk_2} \cdot S_{fk_2} = \frac{100 \cdot c_u}{100 - c_u} \cdot \pi \cdot D \cdot L_{pilote\ estanto} = \frac{100 \cdot 225 \frac{kN}{m^2}}{100 - 225 \frac{kN}{m^2}} \cdot \pi \cdot 0,6 \cdot L = -339,3 \cdot L\ kN$

- Largo plazo: $R_{fk_2} = Z_{fk_2} \cdot S_{fk_2} = \sigma_v' \cdot k_f \cdot f \cdot tg\phi \cdot S_{f_2}$

F.31 → $k_f = 0,75$ pilotes perforados; $f = 1$ in situ

$$R_{fk_2} = \left(18,5 \frac{kN}{m^2} \cdot 4,3m + 20 \frac{kN}{m^2} \cdot \frac{L}{2}\right) \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot tg35° \cdot \pi \cdot 0,6 \cdot L = 78,75L + 9,89L^2$$

• Punta: $R_{pk} = \sigma_{punta} \cdot S_{punta} =$ { Corto plazo: $q_p = N_p \cdot c_u$ (F.32) → Se adopta un valor igual a 9.
Largo plazo: $q_p = f_p \cdot \sigma'_{vp} \cdot N_q \leq 20\,MPa$ (F.30)
Lo $f_p = 2,5$, pilotes hormigonados in situ.

- Corto plazo: $R_{pk} = N_p \cdot c_u = 9 \cdot \frac{2340,99}{2} \frac{kN}{m^2} = 10.534,45\,kN$

- Largo plazo: $R_{pk} = \left(18,5 \frac{kN}{m^2} \cdot 4,3 + 20 \frac{kN}{m^2} \cdot L\right) \cdot 2,5 \cdot \underbrace{\left(\frac{1+\operatorname{sen} 35^\circ}{1-\operatorname{sen} 35^\circ} \cdot e^{\operatorname{tg} 35^\circ}\right)}_{7,433} \cdot \underbrace{\frac{\pi \cdot 0,6^2}{4}}_{0,283}$

$R_{pk} = 417,96 + 105,08\,L$

Por tanto, obtenemos la longitud del pilote desde la carga de hundimiento.

$Q_{adm} = \frac{Q_h}{\gamma_R} \Rightarrow Q_h = Q_{adm} \cdot \gamma_R = 1.296,13 \cdot 3 = 3.888,39\,kN.$
($\gamma_R$: Tabla 2.1, hundimiento general (no es rotura horizontal ni arrancamiento).)

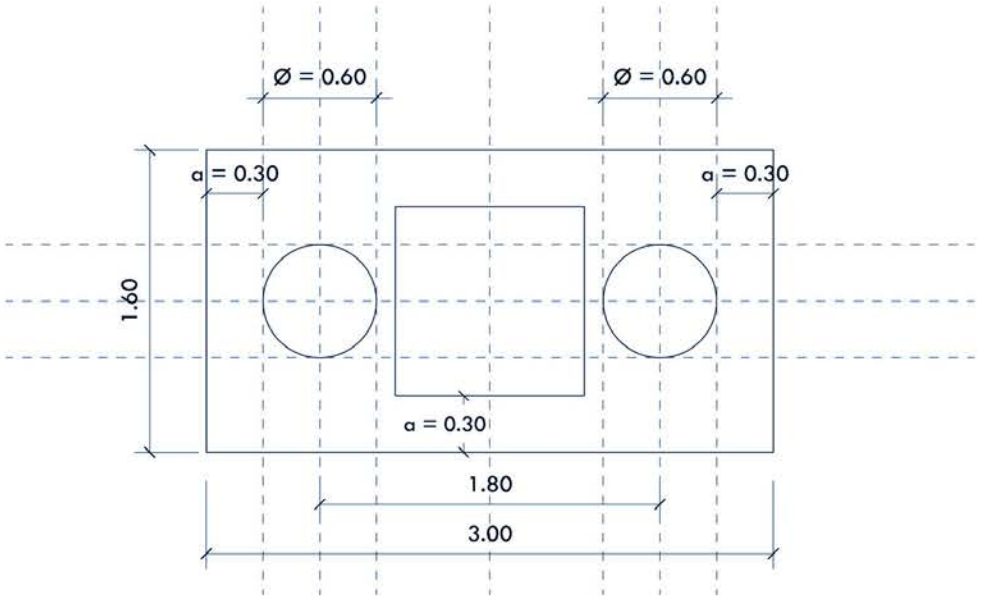
$Q_h = 3.888,39\,kN = -257,9 + 78,75L + 9,89L^2 + 417,96 + 105,08 \cdot L \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{L = 12,23\,m}$

La longitud del pilote, L, se mide desde la superficie. Como los pilotes se orientan por debajo de cota 0, se coloca un encepado en la parte superior. Como están separados más de 3 diámetros, no hay efecto grupo → $\eta = 1$.
Se plantea el modelo de bielas-tirantes con ángulo $\theta = 52^\circ$ (Entre 50° y 55°).
El saliente del encepado desde el borde del pilote al canto mide $a = 30\,cm$.

$$\left.\begin{array}{l} s = 3\phi = 1,8\,m. \\ a = 0,3\,m \\ \theta_{bielas} = \operatorname{arctg} \frac{h}{s/2} \cong 52^\circ \end{array}\right\} \Rightarrow h = \frac{s}{2} \cdot \operatorname{tg} 52^\circ = 1,15\,m.$$

En planta mide de ancho $s + 2a + 2 \cdot \frac{\phi}{2} = 1,8 + 0,6 + 0,6 = 3\,m.$ ⇒ Encepado de 1,6 x 3 x 1,15 m.



Por último, se procede al cálculo de los nudos. En este edificio, habrá varios escenarios a calcular: la unión de pilar con cimentación, la unión de las vigas de canto variable con pilar, así como las correas con estas últimas vigas, las uniones de la subestructura vertical al pilar principal, y las uniones de las vigas metálicas huecas horizontales a la subestructura vertical metálica.

**UNIÓN DE PILAR A CIMENTACIÓN**

El enlace del pilar prefabricado con la cimentación se va a producir mediante vainas metálicas corrugadas rellenas con grout sin retracción por las que pasan los armados del pilar prefabricado, de diametro 32 mm. Según las recomendaciones del fabricante (catálogo de Noxifer), la vaina debe tener una sección con las siguientes características: Ø vaina ≈ Ø barra + 50/60 mm (para tolerancia y paso del grout). Por tanto, se escogerá BEINA90 como elemento del catálogo disponible (Ø = 32mm + 50 = 82 mm de diámetro interior. La más próxima a esta condición, cumpliendo los condicionantes del fabricante, es la BEINA90, de $Ø_{ext}$ = 99 mm y $Ø_{int}$ = 90 mm). El pilar se apoyará sobre una placa de anclaje metálica de 25 mm.

Debido a estas nuevas consideraciones, la cimentación dimensionada anteriormente variará. Aunque el tamaño de los pilotes siga siendo válido, el dimensionado del encepado variará en su dimensión para poder albergar el

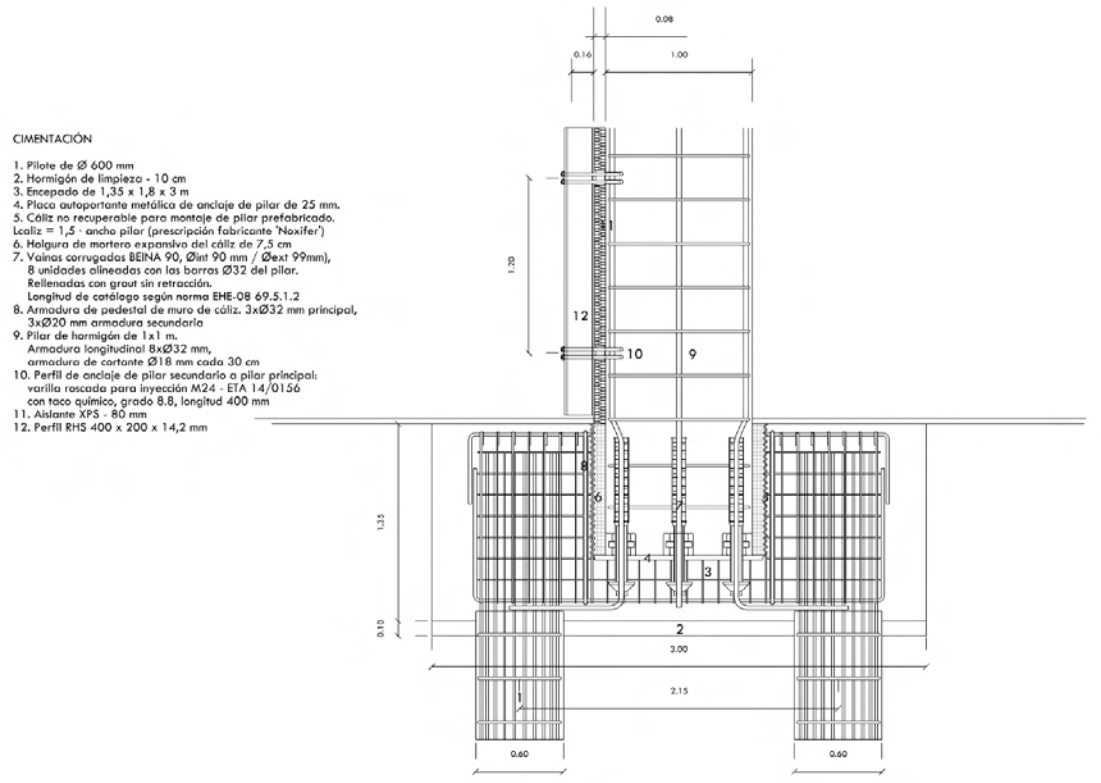



Fig. 21: Detalle constructivo – enlace de pilar a cimentación

espacio del cáliz en donde se empotre el pilar, por lo que el canto del encepado final será ligeramente mayor de lo previsto.

De los esfuerzos calculados anteriormente, se transmite un axil de 2592 kN a cimentación, cortante de 378,37 kN y momento flector de 2377,61 kN. Para estabilizar los momentos transmitidos, se va a plantear, como elemento de estabilidad adicional, la colocación de un cáliz encofrado no recuperable para empotramiento de estructuras de hormigón prefabricado, permitiendo una unión monolítica con la cimentación. El cáliz tendrá como dimensiones el ancho del pilar + una holgura de 7,5 cm (según fabricante) para poder insertar un vibrador + un muro de hormigón armado alrededor del cáliz, hormigonado de manera solidaria con el encepado. Por tanto, tendrá un ancho x largo de 1,55 m, que se utilizará como brazo resistente en flexión. Tendrá una profundidad de embebido igual al ancho del pilar: $L_{pilar} = L_{emb}$= 1 m. Debajo del pilar, se deja entre el fondo del hueco y armadura inferior del encepado 30 cm.

En los modelos de cáliz empotrado se suma al momento de cálculo $M_d$ el efecto del cortante por la longitud de empotramiento (como una ménsula):

$M_{bd}$ = 2377,61 kN·m + 378,37 kN· 1m de empotramiento = 2755,98 kN·m

Para el modelo de flexión del muro del cáliz (monolítico con encepado), consideramos el pedestal como un “muro” de base maciza, con ancho efectivo 1,55 m y un brazo interno ‘z’ que toma el eje comprimido cerca de una cara del miro y la armadura traccionada pegada a la cara opuesta.

Con un recubrimiento en cimentación de c ≈ 70 mm (dentro del rango 40–80 mm) y un diámetro de barras principales del muro: Ø32 (como mínimo en esquinas), el canto útil (distancia desde la fibra comprimida hasta el centro de barras traccionadas) sería de d = 1550 – 70 – 32/2 =1464 mm

Por tanto, el brazo de palanca sería z = 0,9 · c = 1,318 m

Con el brazo de palanca, obtenemos el momento plástico para dimensionar la armadura necesaria total a tracción:

$M_{bd}$=T·z. Por tanto, T (tracción proporcionada por el acero) = $M_{bd}/z = f_{yd} \cdot A_s$

$f_{ykB\text{-}500}$= 500 MPa. Por tanto, $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$ = 500/1,15 =435 MPa,

$A_s$ = 2755,98kN·m·1000mm/m / (435 N/mm$^2$·1318 mm) = 4800 mm$^2$ de armado de tracción en muro de cáliz para resistir el momento del nudo.

El pilar porta 8 barras de Ø32 que bajan por las vainas rellenas con grout sin retracción y se anclan en el encepado. El área aportada por estos armados es de:

$A_{s,\ 8Ø32\ mm}$= 8·804 = 6432 $mm^2$. Sin embargo, para flexión en una dirección, solo trabajan las barras de la cara traccionada. Por tanto, si el pilar lleva 2Ø32 por cada lado (una en cada esquina + otra en mitad de cada lado) en una dirección de flexión se tiene que la cara traccionada del pilar aporta 4Ø32 efectivos (2 en la cara + 2 de las esquinas). Por tanto,

$A_{s,pilar,\ cara}$=4·804=3216 $mm^2$.

El cáliz tiene que aportar el resto de la armadura necesaria. Por tanto, se necesita

A = 4800-3216 = 1584 $mm^2$ de armado proveniente del muro del cáliz en cara traccionada. Se plantea como solución repartir os 1580 $mm^2$en las 2 caras del muro, con Ø32. Para ello se necesitan 1584/804 = 2 Ø32 por cada lado del muro.

Eso se traduce en 1 Ø32 en cada esquina del muro del cáliz. Por tanto, los 4 armados del pilar en cara traccionada y el armado del muro en cada esquina cumple.

**UNIÓN DE VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO Y VIGAS PRINCIPALES DE PÓRTICO A PILAR**

El pilar termina en una ménsula doble, con dirección perpendicular a los pórticos, en donde apoyan las vigas de arriostramiento y las vigas principales de los pórticos. Esta ménsula tiene 0,6 m de canto efectivo y el ancho del pilar, 1 m, aunque le canto efectivo aumenta a medida que se aproxima a la cara del pilar, en donde el canto efectivo llega a ser de 1,1m.

Con estos datos se empieza a dimensionar las uniones. Se trata de uniones rígidas que transmiten los momentos desde las vigas hasta el pilar. Por tanto, la ejecución en obra se plantea con un nudo húmedo monolítico equivalente a un hormigonado in situ, con un mortero de agarre en la cara superior de la ménsula del pilar de 15 mm y barras verticales de arranque del pilar que suben dentro del futuro bloque de nudo.  Sobre la junta se apoyan las vigas, con 1 m de asiento para cada una en la cabeza del pilar, cerrando los estribos que envuelven las barras verticales del pilar y las de continuidad de cada viga. Por último, se hormigona in situ todo el bloque de nudo con un hormigón de resistencia C35/45, de forma que la compresión va por el hormigón de la cabeza del pilar, la tracción por las barras de continuidad de las vigas, y el conjunto se comporta como si se hubiese hormigonado un pórtico in situ.

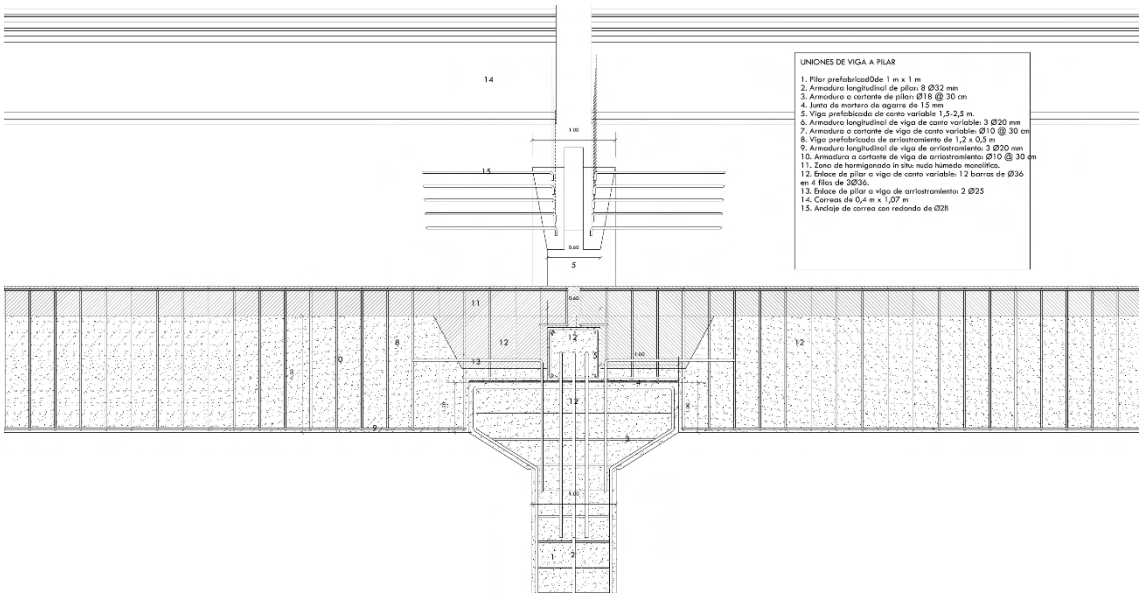



Fig. 22: Detalle de encuentro de nudo rígido de vigas a pilar prefabricados

Desde los datos de la estabilidad global, partimos de la base de un momento en el nudo de 4436,14 kN·m.

Se considera una palanca interna entre resultante comprimida (en cabeza del pilar) y tracción del acero, tomando z = 0,9·d = 0, 9 m, con d = 1m de canto útil total del bloque de nudo.

De estos datos, obtenemos la tracción requerida:

$T = M_{Ed}/z = 4436,14/0,9 = 4930$ kN

Con acero B500, $f_{yd} = f_{yk}/1,15 = 435$ N/mm$^2$

Por tanto, el área de acero necesaria será:

$A_s = T/ f_{yd} = (4930 \text{ kN} \cdot 1000 \text{ N/kN}) / 435 \text{N/mm}^2 = 11350 \text{ mm}^2$

Se eligen barras en el cordón traccionado de la viga, continuas dentro del nudo:

Para barras de Ø36: $A_{Ø36} = 1018$ mm$^2$. $11350/1018 = 11,15 \approx 12$ barras de Ø36.

Por tanto, la viga principal de los pórticos tendrá 4 filas de 3Ø36. Según Código Estructural, con L =60· Ø = 2,16 m. Se decide esta distribución para cumplir con el Código Estructural, que exige que la separación libre entre barras sea al menos de: $s_{min} \geq \max(Ø, 20 \text{ mm}, 1,2 \cdot Ø_{árido})$. Por tanto, con Ø36 y árido máximo de 20 mm:

- Ø = 36 mm
- $1,2 \cdot Ø_{árido} = 1,2 \cdot 20 = 24$ mm

$s_{min} = 36$ mm (manda el diámetro de la barra).

La separación horizontal para barras de la misma capa será:

Para un ancho de viga de 60 cm, con un recubrimiento nominal de 60 mm, y cercos de Ø10, la distancia interior libre entre caras de cercos sería:

$b_{int}=600-2(c_{nom}+Ø_{cercos}) = 600-2(40+10) = 600-100 = 500$ mm

Con 3 barras por fila**, t**omamos el eje de la barra de borde a $\approx c_{nom}+Ø_{cercos}$ /2 +

$Ø_{bar}$/2, Por tanto, 40 + 5 + 18 = 63 mm desde la cara interior del hormigón.

$2e+2s=b_{int}$, $2\cdot63+2s=500$, $2s=374$. Por tanto, s = 187 mm

La separación libre entre barras quedaría así: 187 − 36 = 151 mm

Como es mayor de 36 mm (diámetro barra), cumple.

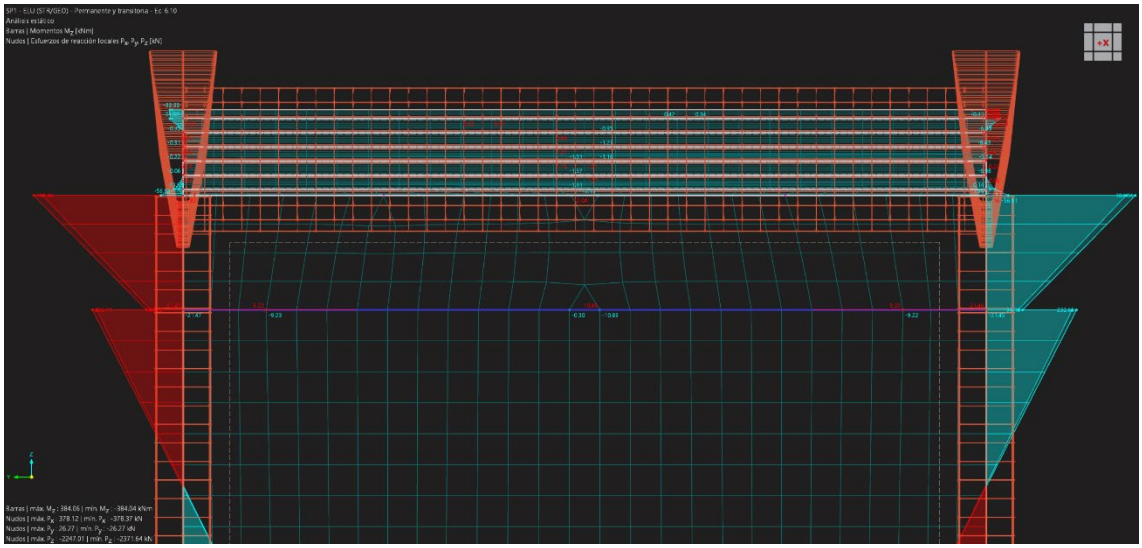


Fig. 23: Diagrama de momentos sobre el eje Z. Momentos derivados a vigas de arriostramiento

En la dirección perpendicular, las vigas de arriostramiento reciben un momento de 384,06 kN·m. Se realiza el mismo procedimiento, considerando una palanca interna de d = 1m, Por tanto, z = 0,9·d = 0,9 m

Obtenemos la tracción:

$T = M_{Ed}/z = 384,06$ kN·m/0,9 m = 426,75 kN

Con acero B500, $f_{yd} = f_{yk}/1,15 = 435$ N/mm$^2$

Por tanto, el área de acero necesaria será:

$A_s = T/ f_{yd} = (426,75$ kN$\cdot$ 1000 N/kN) / 435N/mm$^2$ = 981,03 mm$^2$

Área por barra Ø25 = 490,87 mm$^2$. Por tanto, 981,03/490,87 = 1,99 ≈ 2 Ø25

Su longitud sería de L =60· Ø = 1,5 m

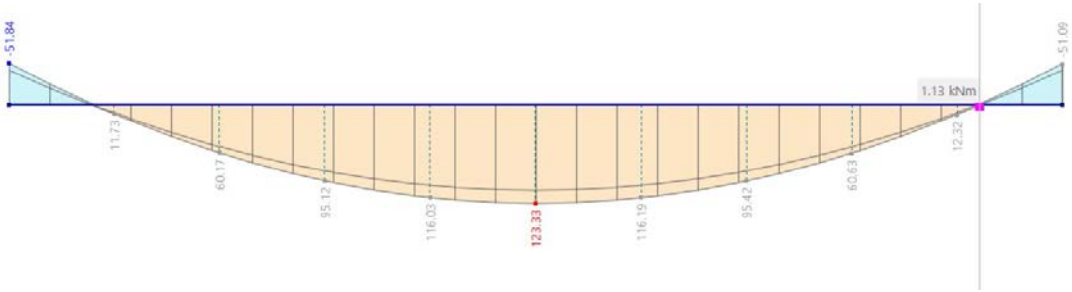



Fig. 23: Diagrama de momentos sobre el eje Z. Momentos derivados a vigas de arriostramiento

El momento que absorben las correas es de 51,84 kN·m. Por tanto, se considera una palanca interna entre resultante comprimida (en base de viga de canto variable) y tracción del acero, tomando z = 0,9·d = 0,207 m, con d = 0,23m de canto útil más desfavorable (la superficie de apoyo varía con la viga).

$T = M_{Ed}/z = 51{,}84 kN·m/0{,}207\ m = 250\ kN$

Con acero B500, $f_{yd} = f_{yk}/1{,}15 = 435\ N/mm^2$

Por tanto, el área de acero necesaria será:

$A_s = T/f_{yd} = (250\ kN \cdot 1000\ N/kN) / 435 N/mm^2 = 574\ mm^2$

Por tanto, se enlaza la viga con un redondo de Ø28 ($A = 616\ mm^2 > 574\ mm^2$).

Su longitud de anclaje sería de L =60· Ø = 1,68 m

### 3) Edificio 3 — Madera (pórticos madera, forjado de madera aligerada), luz 16 m

Se ha realizado una comprobación de la estabilidad global del edificio, al igual que en los casos anteriores, mediante las combinaciones de acciones planteadas en el programa RFEM. También se analizarán los nudos. A partir de los resultados de los diagramas de estabilidad global se propondrán métodos de enlace mediante articulaciones en arranque de pilar, para evitar la transmisión de momentos a cimentación, y uniones planteadas a partir de placas metálicas atornilladas a pilar, de las que se deberá dimensionar la resistencia a cortante de los tornillos que las fijan.

La verificación de la estabilidad global del edificio sigue los mismos criterios que en los casos anteriores. Los materiales presentan resistencias a axil, cortante y flexión superiores a los esfuerzos obtenidos, manteniéndose las tensiones por debajo del límite elástico del acero y dentro de las tensiones admisibles del hormigón. Dado que las combinaciones de servicio (ELS) producen esfuerzos inferiores a los diagramas mostrados, y considerando que el modelo es lineal elástico con módulos de elasticidad E y G indicados en la tabla, se garantiza que todas las barras trabajan en régimen elástico. Se tienen en cuenta como acciones simultáneas todas las permanentes y la nieve y viento de las variables.

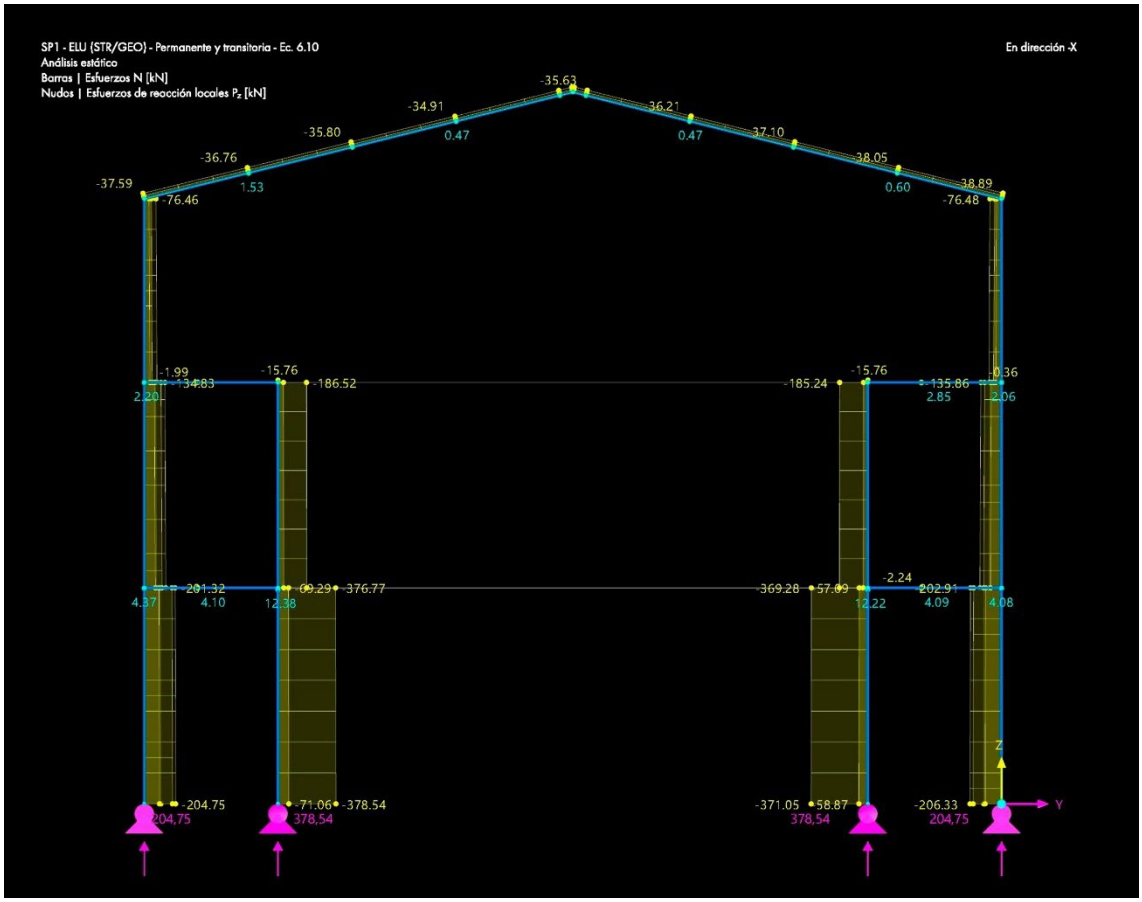



Fig. 24: Esfuerzos globales – diagrama de axiles de la estructura de madera

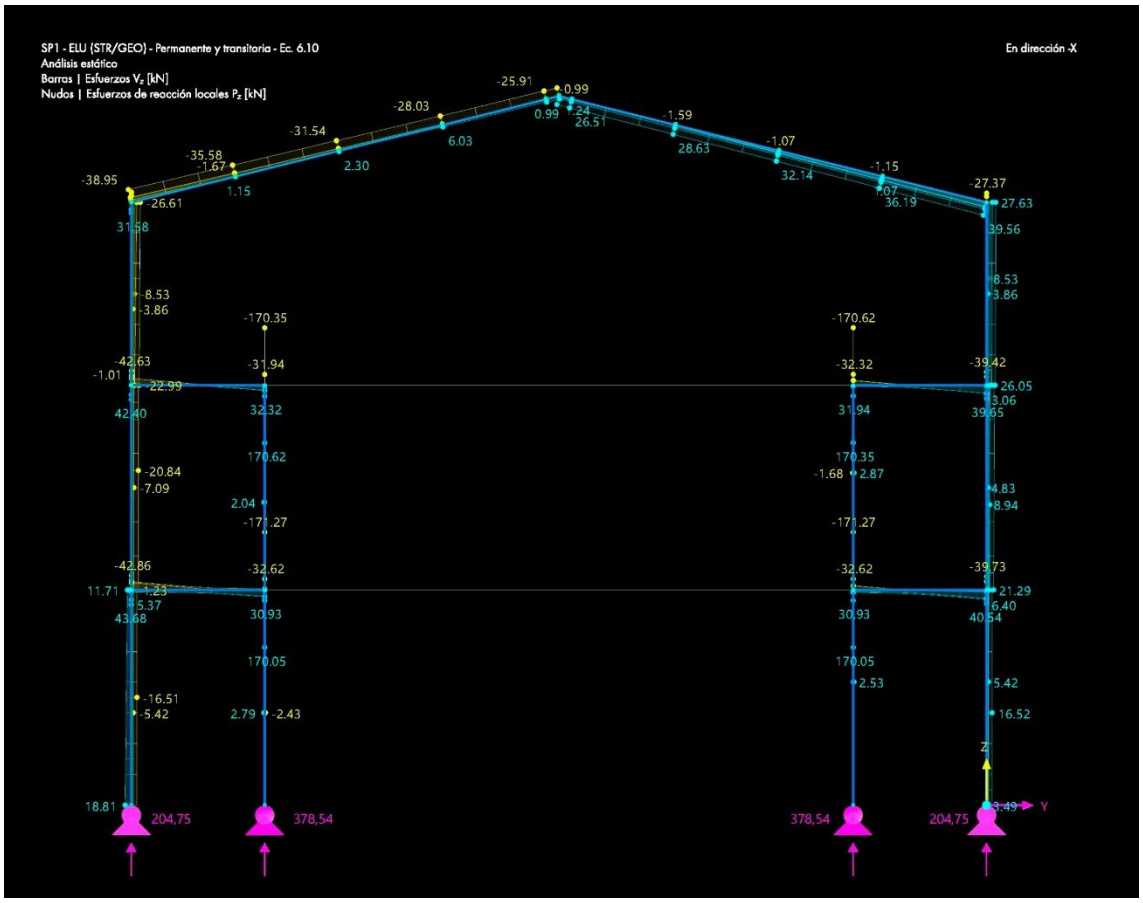



Fig. 25: Esfuerzos globales – diagrama de cortantes de la estructura de madera

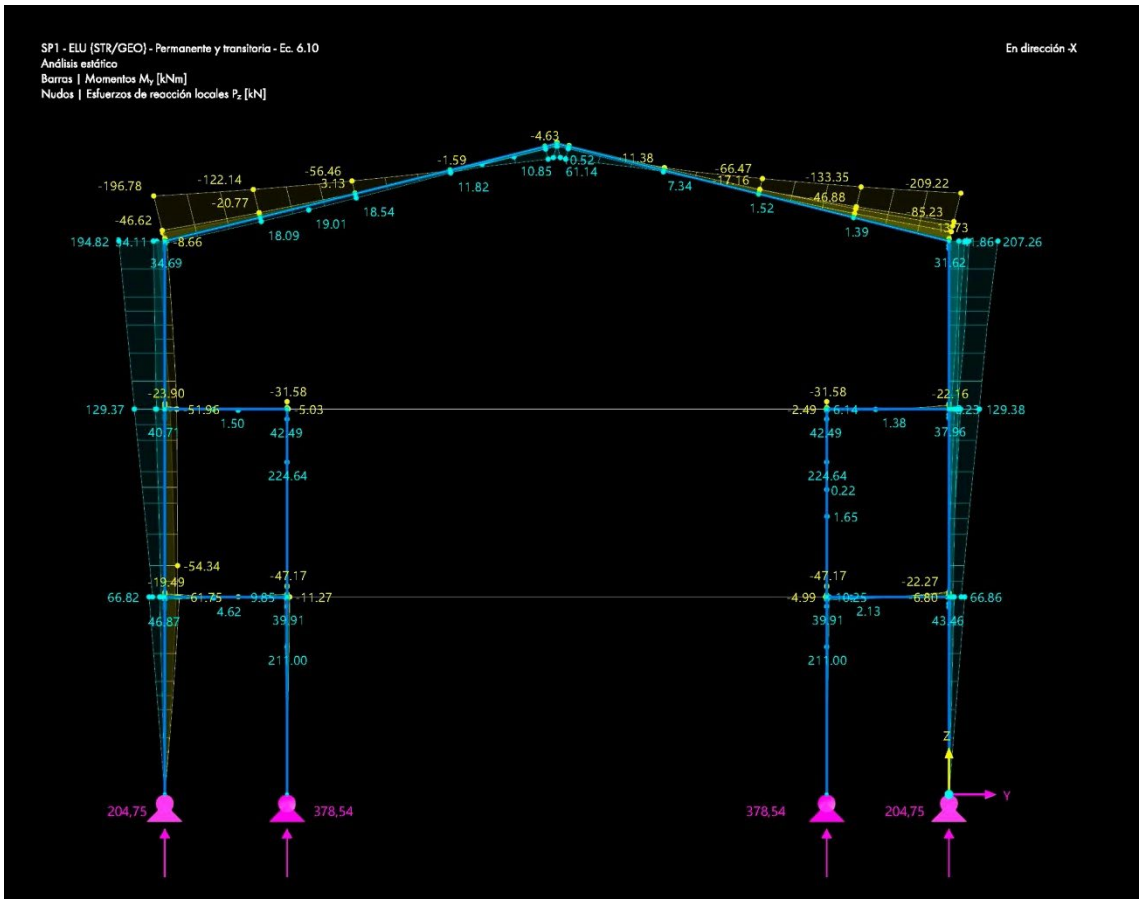



Fig. 26: Esfuerzos globales – diagrama de momentos de la estructura de madera

Por último, se procede a revisar los efectos de las acciones en Estado Límite de Servicio.

- Tal y como se explicaba en el desglose de las acciones de este edificio, la elección del forjado h seguido las guías del catálogo de LIGNATUR. La capacidad de carga del forjado (5,5 kN/m) cumple con los estándares de rigidez del fabricante. Además, el forjado viene predimensionado para cumplir con la frecuencia de vibración de 8Hz. Por tanto, cumple los requerimientos del CTE DB-SE frente a vibraciones.
- La estructura también cumple en términos de flecha. De acuerdo con los límites definidos previamente, el límite máximo de flecha global del elemento pórtico (L=16 m) es de 53,33 mm.

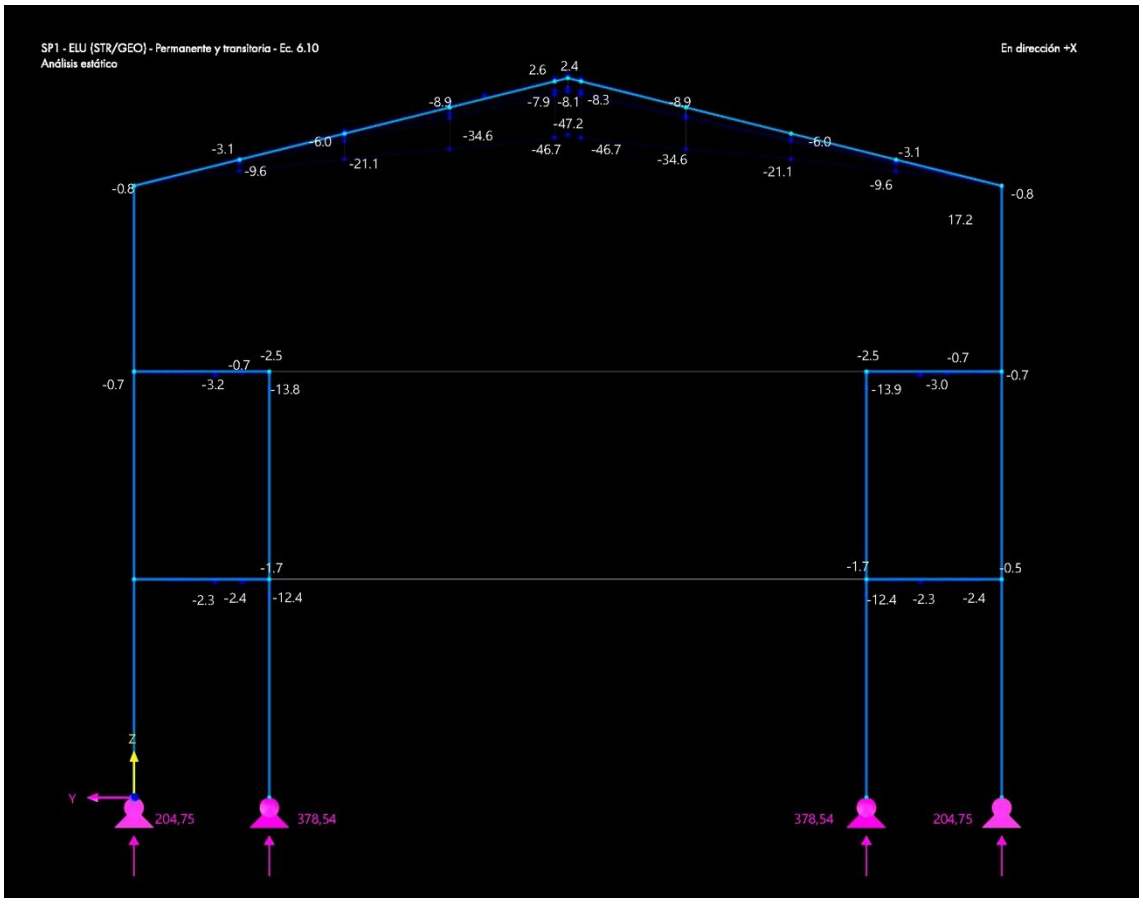
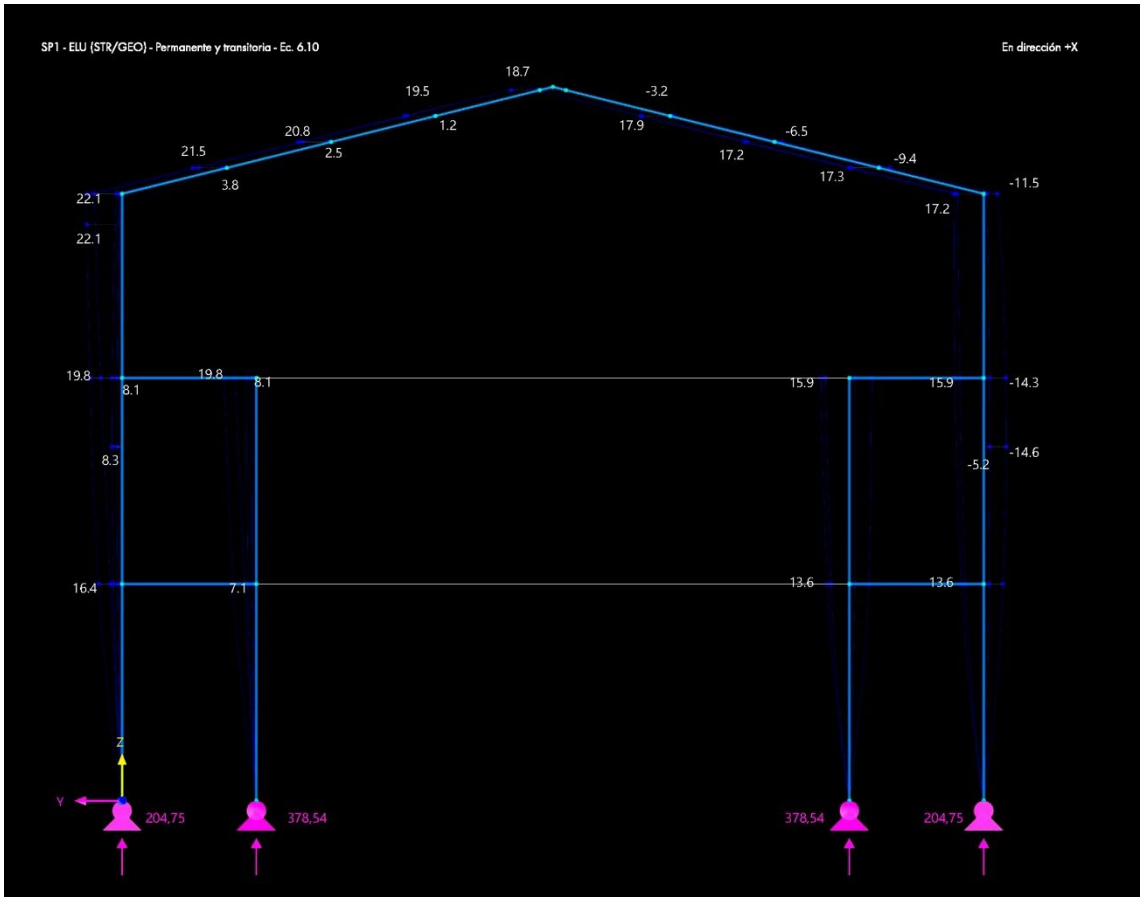



Fig. 25: Esfuerzos globales – – desplazamientos verticales de la estructura

- El punto más desfavorable de la estructura es aquel en donde la envolvente lateral se apoya sobre el pórtico final, produciéndole un incremento de la flecha. Sin embargo, el valor total de esta flecha (47,2 mm) está en un rango aceptable y de cumplimiento de los requerimientos impuestos por el CTE.

- Los movimientos horizontales también están dentro de los límites seguros. De acuerdo con la premisa anteriormente establecida (L/500), el límite de movimiento para la estructura se




establece en 14,3 m /500 = 28,6 mm. En este caso, el desplazamiento máximo es menor (22,1 mm). Por tanto, la estructura cumple con los requisitos estructurales de ELU y ELS.

Habiendo calculado la estabilidad del edificio, se procede a calcular su cimentación. A continuación se muestra el procedimiento seguido, en línea con los cálculos desarrollados para los anteriores edificios.

## Cimentación edificio de madera.

Se utilizan los mismos datos geotécnicos de los edificios anteriores. Este edificio cuenta con reacciones en los apoyos de 489,25 kN. Se parte del dimensionado de pilotes perforados entubados de D = 450mm.

① $Q_{TOPE} = \frac{\sigma}{f_{cd}} \cdot S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 5000\,kN = 795,22\,kN.$ Table 5.1

② Nº de pilotes → $n = \frac{489,25\,kN}{795,22\,kN} = 0,61 \simeq 1$ pilote.

③ Longitud de pilote.

En este caso no existe la posibilidad de que exista efecto grupo, ya que solo se utiliza 1 pilote para cada apoyo. Se dimensiona, por tanto, teniendo en cuenta a = 30cm para cada lado del pilote en el encepado. [$Q_{adm} = 489,25\,kN$]

④ Hundimiento

$$Q_{adm} = R_{cd} = \frac{Q_{hundimiento}}{\gamma_R} = \frac{\sum \tau_{fuste,k} \cdot S_{fuste} + q_{punta} \cdot S_{punta}}{\gamma_R}$$

- Fuste 1: rellenos. $\tau_{fk_1} = 0\,kN$ → Se le quita la camisa. Por tanto, hay que tener en cuenta el rozamiento negativo.

[$\tau_{fk_1} = -\beta \cdot \sigma_{v0}' = -257,9\,kN.$]

- Fuste 2: arcillas con intercalaciones de yeso. → Tensión a corto y largo plazo.

- Corto plazo: $R_{fk_2} = \tau_{fk_2} \cdot S_{fk_2} = \frac{100 \cdot c_u}{100} = -339,3 \cdot L\,kN.$

- Largo plazo: $R_{fk_2} = \tau_{fk_2} \cdot S_{fk_2} = \sigma_v' \cdot k_f \cdot F \cdot tg\,\phi \cdot S_{fk_2} = 78,75L + 9,89L^2$

- Punta: $R_{pk} = \sigma_{punta} \cdot S_{punta} =$
  - Corto plazo: $q_p = N_p \cdot c_u$ (F.32)
  - Largo plazo: $q_p = f_p \cdot \sigma_{v_p}' \cdot N_q \leq 20MPa$. (F.30).

- Corto plazo: $R_{pk} = N_p \cdot c_u = 10.539,45\,kN$
- Largo plazo: $R_{pk} = \left(18,5\,\frac{kN}{m^2} \cdot 4,3 + 20\,\frac{kN}{m^2} \cdot L\right) \cdot 2,5 \cdot \left(\frac{1+sen35°}{1-sen35°} \cdot e^{tg35°}\right) \cdot \pi \cdot \frac{0,45^2}{4} =$

$$= 293,39 + 59,09L\,kN$$

Por tanto, obtenemos la longitud del pilote desde la carga de hundimiento.

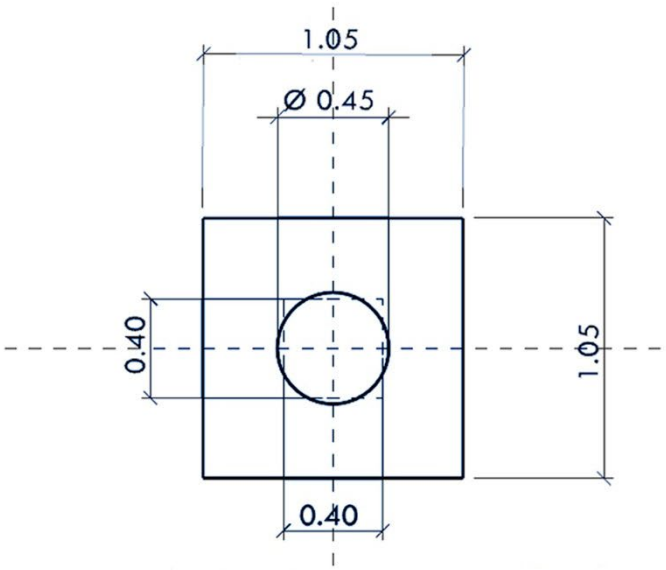
$$Q_{adm} = \frac{Q_h}{\gamma_R} \Rightarrow Q_h = Q_{adm} \cdot \gamma_R = 489,25\,kN \cdot 3 = 1.467,75\,kN$$

$$Q_{hundimiento} = 1.467,75\,kN = -257,9 + 78,75L + 9,89L^2 + 293,39 + 59,09L \Rightarrow [L = 6,93\,m]$$

La longitud del pilote se mide desde la superficie. Como los pilotes se asientan por debajo de cota 0, se coloca un encepado en la parte superior. Se plantea la transmisión directa de carga de pilar a cimentación.

- Encepado → a = 0,3m a cada lado del pilote, $h = 1{,}35 \cdot \phi_{pilote} \simeq 60\,cm$.
  - ↳ Encepado de 1,05 x 1,05 x 0,6 m.

EHE-08 recomienda que $h > 1 \cdot \phi_{pilote}$. Se toma $1{,}35 \cdot \phi_{pilote}$ como seguridad.




Dimensionado pieza de unión entre pilar de madera y cimentación

Se incorpora una pieza estructural de hormigón bajo el pilar de madera para evitar el contacto directo de la madera con el terreno. Para ello, se plantea un enano de hormigón en forma de muro continuo. Estructuralmente, únicamente trabaja el enano situado debajo del pilar. Sin embargo, se plantea un muro continuo para cerrar el forjado sanitario y contener el movimiento de las tierras circundantes.
El enano de hormigón debe transmitir las cargas del pilar de madera al encepado, incorporando entre medias una pieza metálica de anclaje para fijar el pilar de madera. Debe ser lo suficientemente robusto para resistir las cargas verticales del pilar y las horizontales del terreno.

Las dimensiones del enano deben cumplir los siguientes criterios:

- Base del enano $\geq$ $\phi$ pilar madera (garantía de estabilidad).
- Altura del enano $\simeq$ 30 a 50 cm → 45 cm.
- Sección mínima del enano: 40 x 40 cm (para permitir un anclaje seguro).

Para dimensionar correctamente, el área de contacto debe distribuir la carga vertical sin superar la capacidad del hormigón:

$\sigma_{transmitida\,(kN/m^2)} = N_{pilar} / S_{base\,del\,enano} \leq f_{cd}$ → HA-25, $f_{cd} = 11{,}5\,MPa = 11.500\,kN/m^2$.

$N_{pilar} = 489{,}25\,kN \Rightarrow \sigma_{transmitida} = 489{,}25\,kN / (0{,}45 \cdot 0{,}4)\,m^2 = 2.718{,}05\,kN/m^2 << 11.500\,kN/m^2 \Rightarrow$ Es válido

$\sigma_{transmitida\ (kN/m^2)} = N_{pilar} / S_{base\ del\ muro} \leq f_{cd} \rightarrow$ HA-25, $f_{cd} = 11{,}5 MPa = 11.500\ kN/m^2$.

$N_{pilar} = 489{,}25\ kN \Rightarrow \sigma_{transmitida} = 489{,}25 kN / (0{,}45 \cdot 0{,}4)\ m^2 = 2.718{,}05\ kN/m^2 << 11.500\ kN/m^2 \Rightarrow$ Es válido

El muro de enano también soporta esfuerzos horizontales. El terreno circundante a esta cota son rellenos, por lo que se utilizan los $\gamma = 18{,}5\ kN/m^3$ utilizados en el cálculo de la cimentación.
El muro va apoyado encima de las vigas riostras de atado, por lo que no se tiene en cuenta el rozamiento del terreno en la base del muro.

Calculamos el empuje activo del terreno mediante Rankine (6.2.3 del CTE DB-SEC).
Para paramento vertical y $\delta = 0 \rightarrow K_a = tg^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\Phi}{2}\right)$; $P_a$ (fórmula 6.4) $= K_a \cdot \gamma' \cdot \frac{H^2}{2}$

$\Rightarrow$ $K_a = tg^2(45 - \frac{28}{2}) = tg^2(31°) = 0{,}361$
$P_a = 0{,}361 \cdot 18{,}5 \frac{kN}{m^3} \cdot \frac{(0{,}45\ m)^2}{2} = 0{,}676 \frac{kN}{m}$ $\rightarrow$ Punto de aplicación: $\frac{H}{3}$ del pie.
$\rightarrow [P_a\ (6m) = 0{,}676 \cdot 6 = 4{,}06\ kN]$

↳ Momento de vuelco: $M_{o,k} = P_a \cdot \frac{H}{3} = 0{,}676 \frac{kN}{m} \cdot 0{,}15 m = 0{,}101\ kN/m \cdot m \rightarrow [M_{o,k}(6m) = 0{,}606\ kN \cdot m]$

Momento estabilizador: $V = H \cdot t - 6\ m = 0{,}45 \cdot 0{,}4 - 6 = 1{,}08\ m^3$.

$W_k = \gamma_{hormigón} \cdot V = 25 \frac{kN}{m^3} \cdot 1{,}08\ m^3 = 27\ kN$

Brazo respecto al canto de vuelco (c.d.g en $t/2$) $\rightarrow z - t/2 - 0{,}2\ m$

↳ Momento estabilizador (característico): $M_{e,k} = W_k \cdot z = 27 \cdot 0{,}2 = 5{,}4\ kN \cdot m$

↳ Comprobación a vuelco: (Tabla 2.1) $\rightarrow$ Acciones desestabilizadoras ($\gamma_E$) $= 1{,}8$; Estabilizadoras ($\gamma_E = 0{,}9$)

- $M_{o,d} = 1{,}8 \cdot M_{o,k} = 1{,}8 \cdot 0{,}606 = 1{,}09 kN \cdot m$
- $M_{e,d} = 0{,}9 \cdot M_{e,k} = 0{,}9 \cdot 5{,}4 = 4{,}86 kN \cdot m$

Como $M_{e,d} >> M_{o,d} \Rightarrow$ Cumple.

## 7. **ANEXO DE PLANOS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS**

En las siguientes páginas se proporcionan los planos relativos a la estructura, cimentación y cuadros de acciones y características de los materiales. Se desarrollarán en paneles DIN A1 debido al gran tamaño de los edificios del proyecto.

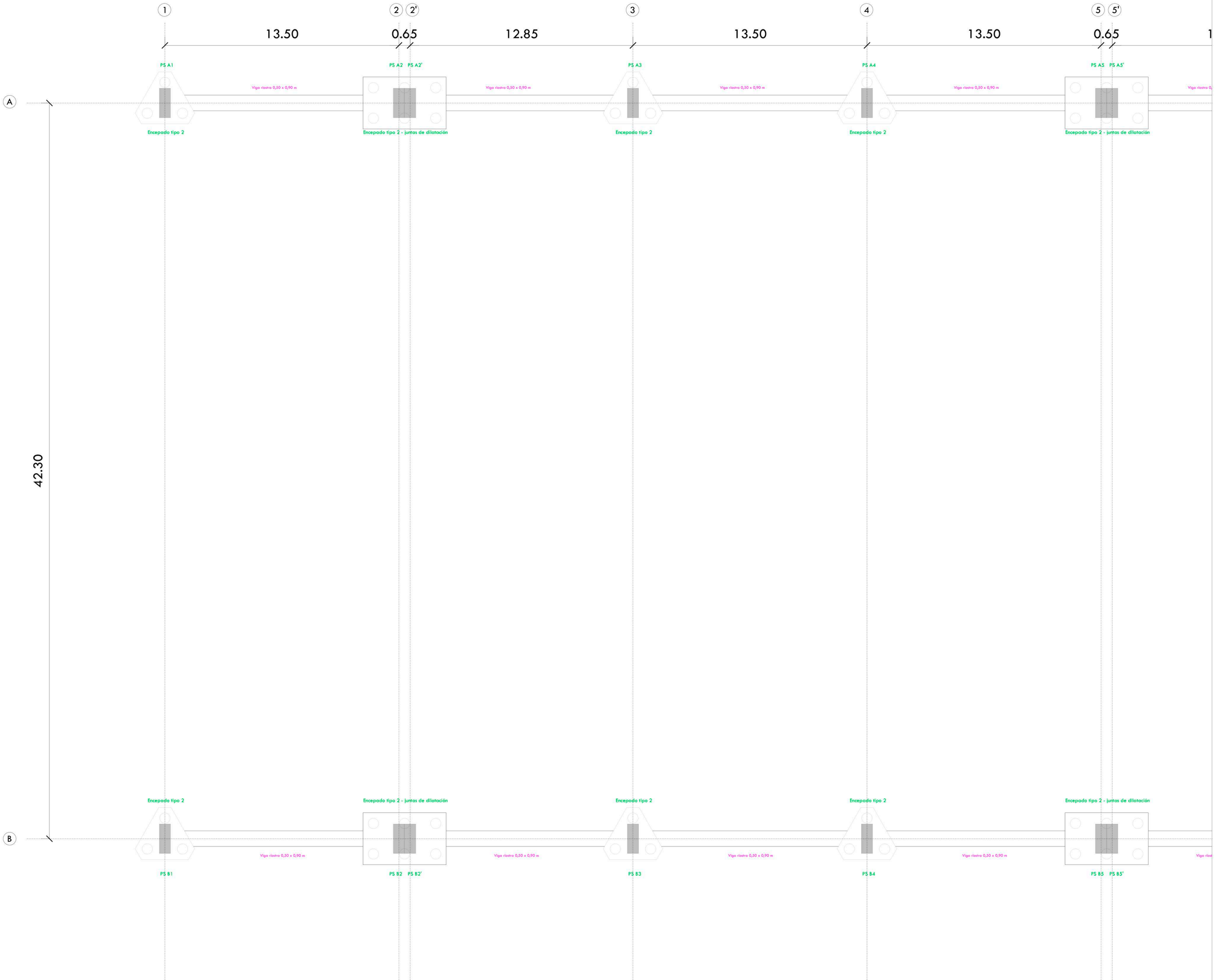



**TABLA DE ACCIONES - ACERO**

El contenido de esta tabla está desarrollado con profusión de detalles en el apartado 5. de la memoria

| | PILARES MIXTOS | CERCHA | CORREAS | VIGA PUENTE | RIGI. HORIZONTALES |
|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,32 kN/m^2 + 0,6 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio + 0,9 kN/m^2 + 0,2 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio (+ 4,3 kN/m en cerchas que soportan las fachadas laterales) | Peso propio | Peso propio | Peso propio + 0,797 kN/m |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES ($\gamma_G$) | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES ($\gamma_Q$) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 1 - ACERO**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica α (x10^-6 /°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C25/30 | R_M1 650/1731 | 31000.0 | 12916.7 | 0.20 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| S500S(C) | Acero de arma | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| S275JR | HEB 500 (Tra | 210000.0 | 80769.2 | 0.30 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| | IPH 700x700x40 (Sección normalizada viga puente) | | | | | | |
| | IPN 500 (Vigas cubierta) | | | | | | |
| | SHS 250/H (Cordón superior e inferior de la cercha) | | | | | | |
| | SHS 200/H (Diagonales de la cercha) | | | | | | |
| S355JR | Acero - Perfile | 210000.0 | 80769.2 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |

**Perfil de hormigón de pilar - R_M1 650/1700, H=13 m**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| **Área de la sección** | Área de la sección | A | 11,050.00 | $cm^2$ |
| **Flexión** | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 26,612,083.33 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 3,890,520.83 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 313,083.33 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 119,708.33 | $cm^3$ |
| **Cortante** | Área de cortante en dirección y | Ay | 9208.33 | $cm^2$ |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 9208.33 | $cm^2$ |
| **Torsión** | Módulo de torsión | It | 11,820,128.59 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 186,848.88 | $cm^3$ |
| **Plasticidad** | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 469,625.00 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 179,562.50 | $cm^3$ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | -- |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | -- |
| **Otros** | Peso | G | 2,500.0 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 4.000 | $m^2/m$ |

# E01

## PLANO CIMENTACIÓN - ACERO

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Porte de acero de pilar - HEB 300, H =5.85 m**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 300 | mm | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 1290.00 | $cm^3$ |
| | Anchura | b | 300 | mm | | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 1.124 | – |
| | Espesor del alma | $t_w$ | 14.50 | mm | | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,y}$ | 1.532 | – |
| | Espesor del ala | tf | 28.0 | mm | | Esfuerzo axil plástico límite | $N_{pl}$ | 6,393.316 | kN |
| | Altura interior entre alas | hi | 444.00 | mm | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección y | $V_{pl,y}$ | 2,570.363 | kN |
| | Área de la sección | A | 239.00 | $cm^2$ | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección z | $V_{pl,z}$ | 1,086.631 | kN |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 107,200.00 | $cm^4$ | | Momento flector plástico límite respecto al eje y | $M_{pl,y}$ | 1276.07 | kNm |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 12,620.00 | $cm^4$ | | Momento flector plástico límite respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 342.30 | kNm |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 4,290.00 | $cm^3$ | Otros | Resistencia última al esfuerzo axil | Un | 9,785.657 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 842.00 | $cm^3$ | | Peso | G | 2,500.00 | kg/m |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 140.72 | $cm^2$ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 2120.00 | $m^2/m$ |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 65.72 | $cm^2$ | | Volumen | V | 23,900.00 | $cm^3/m$ |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 340.00 | $cm^4$ | | Área del alma | Am/V | 64.38 | 1/m |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 193.86 | $cm^3$ | | Separación de agujeros del ala | Am | 120.00 | $m^2/m$ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 4820.00 | $cm^3$ | | Separación de agujeros del alma | Am | 43.00 | $m^2/m$ |

**Vigas de cubierta - IPN 300, L=13,5 m**

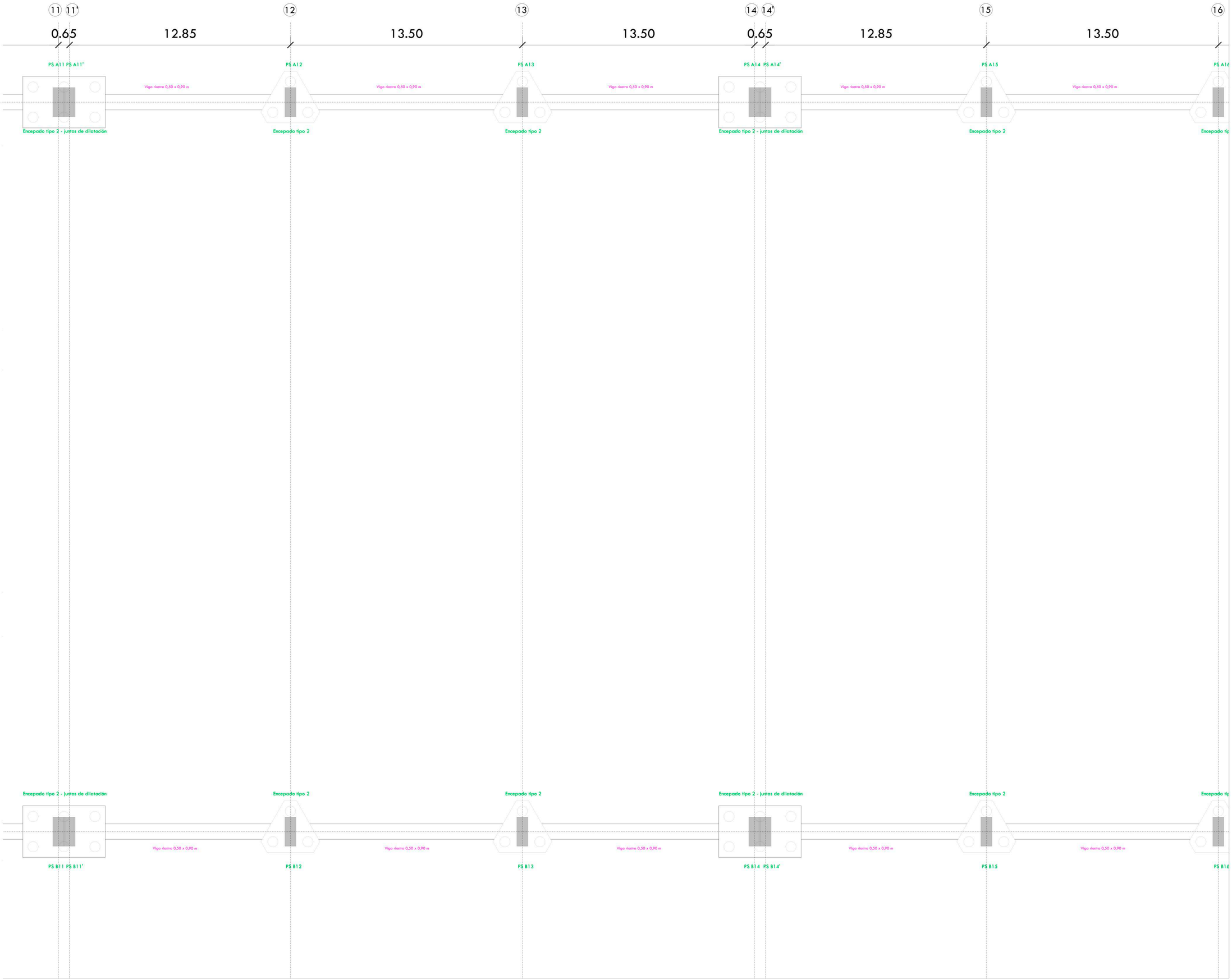
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 300.00 | mm | Alabeo | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | iω | 44.3 | mm |
| | Anchura | b | 185.00 | mm | | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | $W_{\omega}$ | 6,399.63 | $cm^4$ |
| | Espesor del alma | $t_w$ | 18.00 | mm | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 3,240.00 | $cm^3$ |
| | Espesor del ala | tf | 27.00 | mm | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 456.00 | $cm^3$ |
| | Altura interior entre alas | hi | 446.00 | mm | | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 1.178 | – |
| | Área de la sección | A | 179.40 | $cm^2$ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,y}$ | 1.701 | – |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 68,740.00 | $cm^4$ | | Esfuerzo axil plástico límite | $N_{pl}$ | 4,752.099 | kN |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 2,480.00 | $cm^4$ | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección y | $V_{pl,y}$ | 1,528.448 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 2750.00 | $cm^3$ | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección z | $V_{pl,z}$ | 1,302.623 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 268.00 | $cm^3$ | | Momento flector plástico límite respecto al eje y | $M_{pl,y}$ | 857.14 | kNm |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 83.32 | $cm^2$ | | Momento flector plástico límite respecto al eje z | $M_{pl,z}$ | 120.88 | kNm |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 83.14 | $cm^2$ | Otros | Resistencia última al esfuerzo axil | Nu | 7,352.304 | kN |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 402.00 | $cm^4$ | | Peso | G | 140.80 | kg/m |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 148.89 | $cm^3$ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1,630.00 | $m^2/m$ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 218.76 | $cm^3$ | | Volumen | V | 17,940.00 | $cm^3/m$ |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | 1,400,000.00 | $cm^6$ | | Área del alma | Am/V | 80.28 | $cm^2$ |

# E02

## PLANO CIMENTACIÓN - ACERO

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Vigas puente - dimensionado para cálculo como SHS 700x700x40. L=13,5 m**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 700.00 | mm | Alabeo | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | Wω | 2,807.40 | cm⁴ |
| | Espesor | tw | 40.00 | mm | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 35,540.00 | cm³ |
| | Altura interior entre alas | hi | 620.00 | mm | | Módulo resistente plástico de almas respecto al eje y | Wpl,y,almas | 7,688.00 | cm³ |
| | Altura de la porción recta d del alma | d | 540.00 | mm | | Módulo resistente plástico de alas respecto al eje z | Wpl,z,alas | 7,688.00 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 1039.00 | cm² | | Factor de forma plástico respecto al eje y | ßpl,y | 1197.00 | – |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 746,900.00 | cm⁴ | | Área de cortante plástico en dirección y | Apl,y | 328.00 | cm² |
| | Momento de inercia polar | Ip | 1,493,800.00 | cm⁴ | | Esfuerzo axil plástico limite | Npl | 27,526.371 | kN |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 6384.44 | cm³ | | Esfuerzo cortante plástico limite en dirección y | Vpl,y | 8,078.285 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 21,340.00 | cm³ | | Momento flector plástico limite respecto al eje y | Mpl,y | 6,767.50 | kNm |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 20.11 | cm² | Otros | Resistencia última al esfuerzo axil | Nu | 42,587.97 | kN |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 1,182,000.00 | cm⁴ | | Peso | G | 815.6 | kg/m |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 31,160.00 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 2700.00 | m²/m |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 94.74 | cm² | | Volumen | V | 103,900.00 | cm³/m |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | 1,156,751.00 | cm⁴ | | Factor de sección | Am/V | 25,987.00 | 1/m |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | Iω | 8.8 | mm | | Área de la caldo | Asoll | 4342.27 | cm² |

| Cordón superior e inferior de la cercha - SHS 250 | | | | | Montantes y diagonales de la cercha - SHS 200 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
| Área de la sección | Área de la sección | A | 625 | cm² | Área de la sección | Área de la sección | A | 400 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 32,552.08 | cm⁴ | Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 13,333.33 | cm⁴ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 313,083.33 | cm³ | | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,333.33 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 520.83 | cm² | Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 333.33 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 55,013.00 | cm⁴ | Torsión | Módulo de torsión | It | 22,333.33 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 3,248.10 | cm³ | | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,663.03 | cm³ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 22.87 | cm² | Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 14.64 | cm² |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | 32,921.54 | cm⁴ | | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | 8,630.18 | cm⁴ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | Iω | 7.1 | mm | | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | Iω | 3.7 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | Wω | 1,439.54 | cm³ | | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | Wω | 589.64 | cm³ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 3,906.25 | cm³ | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 2,000.00 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | ßpl,y | 1.5 | – | | Factor de forma plástico respecto al eje y | ßpl,y | 1.5 | – |
| Otros | Peso | G | 490.06 | kg/m | Otros | Peso | G | 314.00 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.000 | m²/m | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 0.800 | m²/m |
| | Volumen | V | 62,500.00 | cm³/m | | Volumen | V | 40,000.00 | cm³/m |
| | Factor de sección | Am/V | 16.000 | 1/m | | Factor de sección | Am/V | 20.000 | 1/m |

# E03

## PLANO CIMENTACIÓN - ACERO

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Viga de sujeción de envolvente - sobre horizontal (RHS 400x200x14,2 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 130.00 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 24,369.00 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 5,043.00 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar | Ip | 29,412.00 | cm⁴ |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 592.74 | cm³ |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 192.74 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,218.00 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 672.00 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 20.11 | cm² |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 90.69 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 13,831.00 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,190.00 | cm³ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 63.13 | cm² |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | $1.77 \times 10^6$ | cm⁵ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | Iω | 24.5 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | Wω | 2,807.40 | cm⁴ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 1,371.00 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 772.00 | cm³ |

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Plasticidad | Módulo resistente plástico de almas respecto al eje y | Wpl,y,almas | 878.91 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico de alas respecto al eje z | Wpl,z,alas | 97.66 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.290 | — |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,z | 1.149 | — |
| | Área de cortante plástica en dirección y | Apl,y | 34.37 | cm² |
| | Área de cortante plástica en dirección z | Apl,z | 96.88 | cm² |
| | Esfuerzo axil plástico límite | Npl | 4,599.507 | kN |
| | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección y | Vpl,y | 704.548 | kN |
| | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección z | Vpl,z | 1,985.544 | kN |
| | Momento flector plástico límite respecto al eje y | Mpl,y | 357.69 | kNm |
| | Momento flector plástico límite respecto al eje z | Mpl,z | 373.96 | kNm |
| Otros | Resistencia última al esfuerzo axil | Nu | 6,089.488 | kN |
| | Peso | G | 102.1 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.070 | m²/m |
| | Volumen | V | 13,000.00 | cm³/m |
| | Factor de sección | Am/V | 82.308 | 1/m |
| | Área de la vaina | Aceil | 331.47 | cm² |

# E04

PLANO CIMENTACIÓN - ACERO

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**TABLA DE ACCIONES - ACERO**

El contenido de esta tabla está desarrollado con profusión de detalles en el apartado 5. de la memoria

| | PILARES MIXTOS | CERCHA | CORREAS | VIGA PUENTE | RHS HORIZONTALES |
|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,32 kN/m^2 + 0,6 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio + 0,9 kN/m^2 + 0,2 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio (+ 4,3 kN/m en cerchas que soportan las fachadas laterales) | Peso propio | Peso propio | Peso propio + 0,797 kN/m |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES ($\gamma_G$) | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES ($\gamma_Q$) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 1 - ACERO**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica α (x10^-6 /°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C25/30 | R_M1 650/1731 | 31000.0 | 12916.7 | 0.20 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| S500S(C) | Acero de arm | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| S275JR | HEB 500 (Tra | 210000.0 | 80769.2 | 0.30 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| | IPH 700x700x40 (Sección normalizada viga puente) | | | | | | |
| | IPN 500 (Vigas cubierta) | | | | | | |
| | SHS 250/H (Cordón superior e inferior de la cercha) | | | | | | |
| | SHS 200/H (Diagonales de la cercha) | | | | | | |
| S355JR | Acero - Perfile | 210000.0 | 80769.2 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |

**Perfil de hormigón de pilar - R_M1 650/1700, H=13 m**

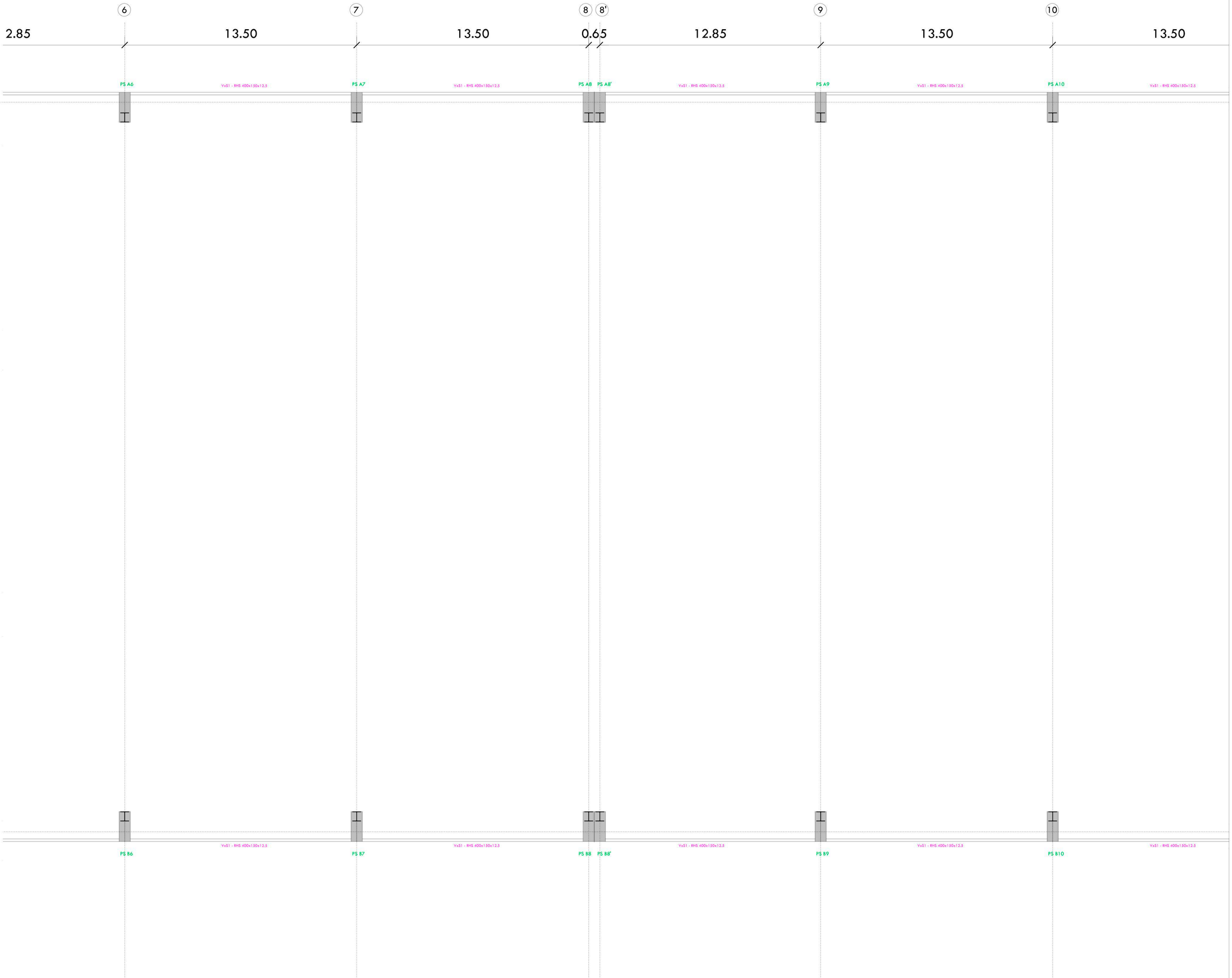
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| **Área de la sección** | Área de la sección | A | 11,050.00 | $cm^2$ |
| **Flexión** | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 26,612,083.33 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 3,890,520.83 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 313,083.33 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 119,708.33 | $cm^3$ |
| **Cortante** | Área de cortante en dirección y | Ay | 9208.33 | $cm^2$ |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 9208.33 | $cm^2$ |
| **Torsión** | Módulo de torsión | It | 11,820,128.59 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 186,848.88 | $cm^3$ |
| **Plasticidad** | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 469,625.00 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 179,562.50 | $cm^3$ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | -- |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | -- |
| **Otros** | Peso | G | 2,500.0 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 4.000 | $m^2/m$ |

# E05

## ACERO - PILARES - PLANTA BAJA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Perfil de acero de pilar - HEB 300, H =5.85 m**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 300 | mm | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 1290.00 | $cm^3$ |
| | Anchura | b | 300 | mm | | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 1.124 | – |
| | Espesor del alma | $t_w$ | 14.50 | mm | | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,y}$ | 1.532 | – |
| | Espesor del ala | tf | 28.0 | mm | | Esfuerzo axil plástico límite | $N_{pl}$ | 6,393.316 | kN |
| | Altura interior entre alas | hi | 444.00 | mm | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección y | $V_{pl,y}$ | 2,570.363 | kN |
| | Área de la sección | A | 239.00 | $cm^2$ | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección z | $V_{pl,z}$ | 1,086.631 | kN |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 107,200.00 | $cm^4$ | | Momento flector plástico límite respecto al eje y | $M_{pl,y}$ | 1276.07 | kNm |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 12,620.00 | $cm^4$ | | Momento flector plástico límite respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 342.30 | kNm |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 4,290.00 | $cm^3$ | Otros | Resistencia última al esfuerzo axil | $N_u$ | 9,785.657 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 842.00 | $cm^3$ | | Peso | G | 2,500.00 | kg/m |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | $A_y$ | 140.72 | $cm^2$ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 2120.00 | $m^2/m$ |
| | Área de cortante en dirección z | $A_z$ | 65.72 | $cm^2$ | | Volumen | V | 23,900.00 | $cm^3/m$ |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 340.00 | $cm^4$ | | Área del alma | Am/V | 64.38 | 1/m |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 193.86 | $cm^3$ | | Separación de agujeros del ala | Am | 120.00 | $m^2/m$ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 4820.00 | $cm^3$ | | Separación de agujeros del alma | Am | 43.00 | $m^2/m$ |

**Viga de cubierta - IPN 300, L=13.5 m**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 300.00 | mm | Alabeo | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | iω | 44.3 | mm |
| | Anchura | b | 185.00 | mm | | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | $W_{ω}$ | 6,399.63 | $cm^4$ |
| | Espesor del alma | $t_w$ | 18.00 | mm | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 3,240.00 | $cm^3$ |
| | Espesor del ala | tf | 27.00 | mm | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 456.00 | $cm^3$ |
| | Altura interior entre alas | hi | 446.00 | mm | | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 1.178 | – |
| | Área de la sección | A | 179.40 | $cm^2$ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,y}$ | 1.701 | – |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 68,740.00 | $cm^4$ | | Esfuerzo axil plástico límite | $N_{pl}$ | 4,732.099 | kN |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 2,480.00 | $cm^4$ | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección y | $V_{pl,y}$ | 1,528.448 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 2750.00 | $cm^3$ | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección z | $V_{pl,z}$ | 1,302.623 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 268.00 | $cm^3$ | | Momento flector plástico límite respecto al eje y | $M_{pl,y}$ | 857.14 | kNm |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 83.32 | $cm^2$ | | Momento flector plástico límite respecto al eje z | $M_{pl,z}$ | 120.88 | kNm |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 83.14 | $cm^2$ | Otros | Resistencia última al esfuerzo axil | $N_u$ | 7,352.304 | kN |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 402.00 | $cm^4$ | | Peso | G | 140.80 | kg/m |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 148.89 | $cm^3$ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1,630.00 | $m^2/m$ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 218.76 | $cm^2$ | | Volumen | V | 17,940.00 | $cm^3/m$ |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | 1,400,000.00 | $cm^6$ | | Área del alma | Am/V | 80.28 | $cm^2$ |

# E06

## ACERO - PILARES - PLANTA BAJA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

**Vigas puente - dimensionado para cálculo como SHS 700x700x40. L=13.3 m**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 700.00 | mm | Alabeo | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | Wω | 2,807.40 | cm⁴ |
| | Espesor | tw | 40.00 | mm | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 35,540.00 | cm³ |
| | Altura interior entre alas | hi | 620.00 | mm | | Módulo resistente plástico de almas respecto al eje y | Wpl,y,almas | 7,688.00 | cm³ |
| | Altura de la porción recta d del alma | d | 540.00 | mm | | Módulo resistente plástico de alas respecto al eje z | Wpl,z,alas | 7,688.00 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 1039.00 | cm² | | Factor de forma plástico respecto al eje y | ηpl,y | 1197.00 | — |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 746,900.00 | cm⁴ | | Área de cortante plástica en dirección y | Apl,y | 328.00 | cm² |
| | Momento de inercia polar | Ip | 1,493,800.00 | cm⁴ | | Esfuerzo axil plástico límite | Npl | 27,526.371 | kN |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 6384.44 | cm³ | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección y | Vpl,y | 8,078.285 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 21,340.00 | cm³ | | Momento flector plástico límite respecto al eje y | Mpl,y | 6,767.50 | kNm |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 20.11 | cm² | Otros | Resistencia última al esfuerzo axil | Nu | 42,587.97 | kN |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 1,182,000.00 | cm⁴ | | Peso | G | 815.6 | kg/m |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 31,160.00 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 2700.00 | m²/m |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 94.74 | cm² | | Volumen | V | 103,900.00 | cm³/m |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | 1,156,751.00 | cm⁵ | | Factor de sección | Am/V | 25,987.00 | 1/m |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | Iω | 8.8 | mm | | Área de la caída | Aaxil | 4342.27 | cm² |

**Cordón superior e inferior de la cercha - SHS 250**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 625 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 32,552.08 | cm⁴ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 313,083.33 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 520.83 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 55,013.00 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 3,248.10 | cm³ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 22.87 | cm² |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | 32,921.54 | cm⁵ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | Iω | 7.1 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | Wω | 1,439.54 | cm⁴ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 3,906.25 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | ηpl,y | 1.5 | — |
| Otros | Peso | G | 490.06 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.000 | m²/m |
| | Volumen | V | 62,500.00 | cm³/m |
| | Factor de sección | Am/V | 16.000 | 1/m |

**Montantes y diagonales de la cercha - SHS 200**

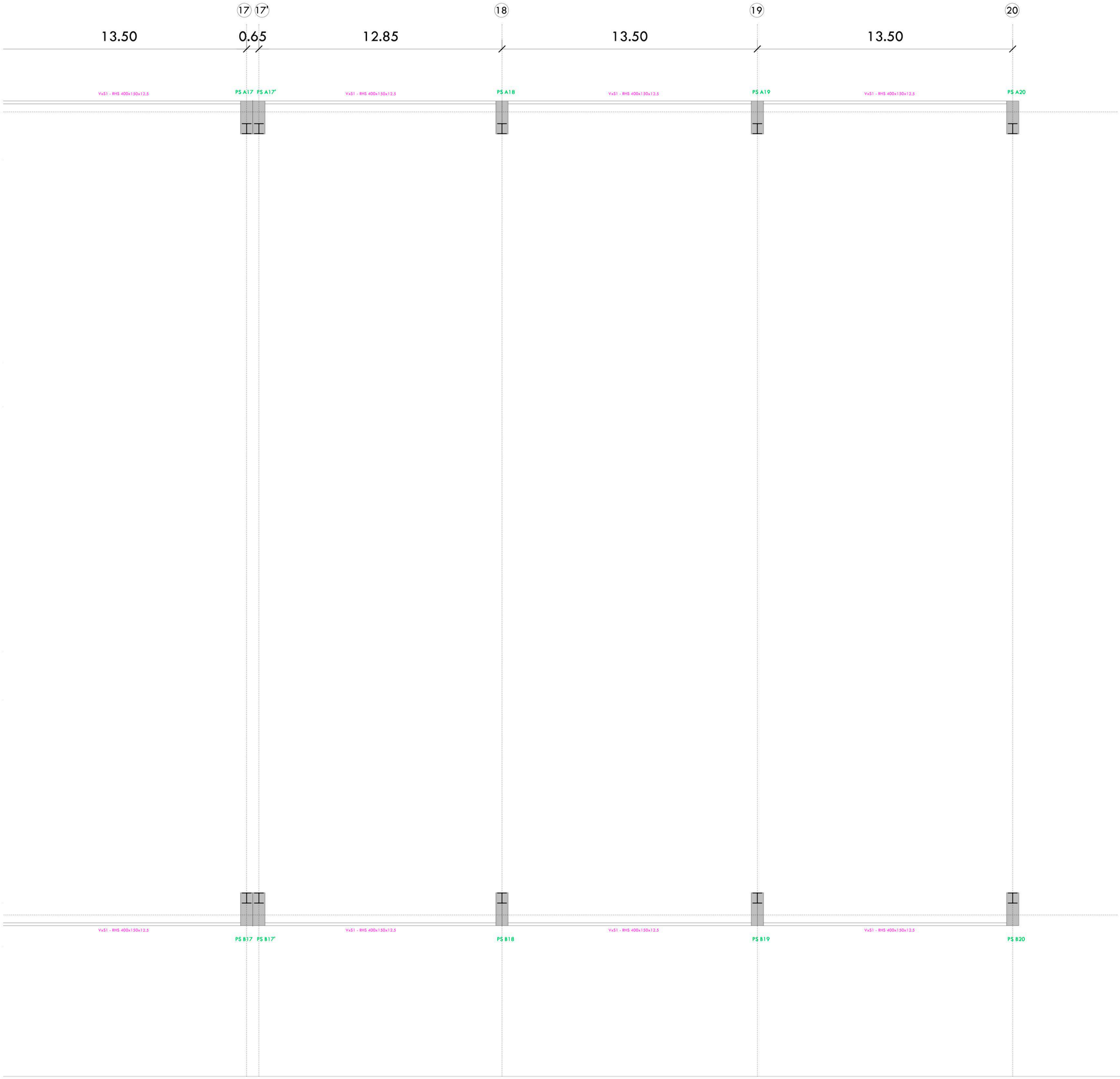
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 400 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 13,333.33 | cm⁴ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,333.33 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 333.33 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 22,333.33 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,663.03 | cm³ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 14.64 | cm² |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | 8,630.18 | cm⁵ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | Iω | 5.7 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | Wω | 589.64 | cm⁴ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 2,000.00 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | ηpl,y | 1.5 | — |
| Otros | Peso | G | 314.00 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 0.800 | m²/m |
| | Volumen | V | 40,000.00 | cm³/m |
| | Factor de sección | Am/V | 20.000 | 1/m |

# E07

## ACERO - PILARES - PLANTA BAJA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Viga de sujeción de envolvente - orden horizontal (RHS 400x200x14.5 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| **Área de la sección** | Área de la sección | A | 130.00 | cm² |
| **Flexión** | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 24,369.00 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 5,043.00 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar | Ip | 29,412.00 | cm⁴ |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 592.74 | cm³ |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 192.74 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,218.00 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 672.00 | cm³ |
| **Cortante** | Área de cortante en dirección y | Ay | 20.11 | cm² |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 90.69 | cm² |
| **Torsión** | Módulo de torsión | It | 13,831.00 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,190.00 | cm³ |
| **Alabeo** | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 63.13 | cm² |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | $1.77 \times 10^{6}$ | cm⁶ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | iω | 24.5 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | Wω | 2,807.40 | cm⁴ |
| **Plasticidad** | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 1,371.00 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 772.00 | cm³ |

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| **Plasticidad** | Módulo resistente plástico de almas respecto al eje y | Wpl,y,almas | 878.91 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico de alas respecto al eje z | Wpl,z,alas | 97.66 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.290 | — |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,z | 1.149 | — |
| | Área de cortante plástica en dirección y | Apl,y | 34.37 | cm² |
| | Área de cortante plástica en dirección z | Apl,z | 96.88 | cm² |
| | Esfuerzo axil plástico límite | Npl | 4,599.307 | kN |
| | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección y | Vpl,y | 704.548 | kN |
| | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección z | Vpl,z | 1,985.544 | kN |
| | Momento flector plástico límite respecto al eje y | Mpl,y | 357.69 | kNm |
| | Momento flector plástico límite respecto al eje z | Mpl,z | 373.96 | kNm |
| **Otros** | Resistencia última al esfuerzo axil | Nu | 6,089.488 | kN |
| | Peso | G | 102.1 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.070 | m²/m |
| | Volumen | V | 13,000.00 | cm³/m |
| | Factor de sección | Am/V | 82.308 | 1/m |
| | Área de la vaina | Aaill | 331.47 | cm² |

# E08

ACERO - PILARES - PLANTA BAJA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

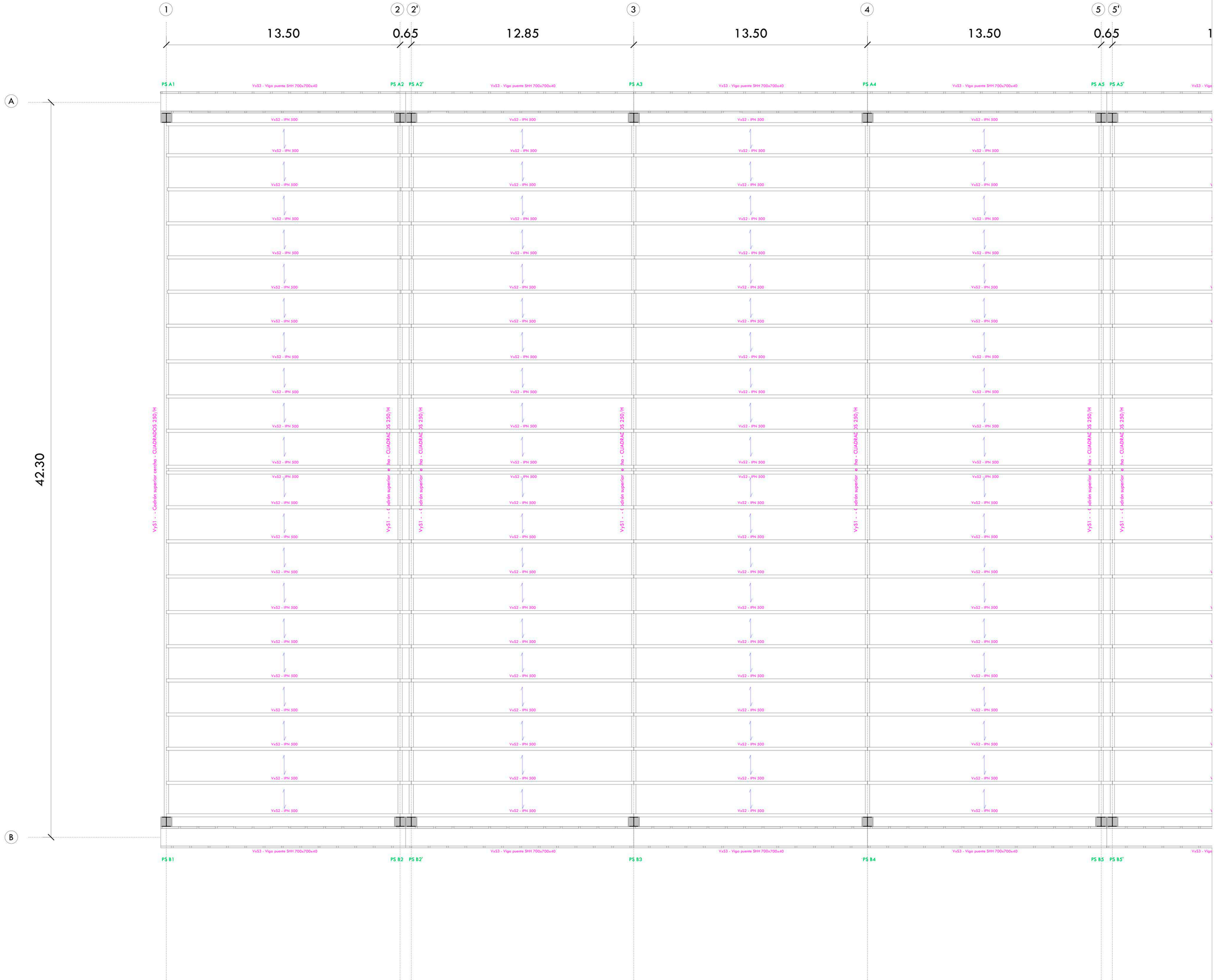



**TABLA DE ACCIONES - ACERO**

El contenido de esta tabla está desarrollado con profusión de detalles en el apartado 5. de la memoria

| | PILARES MIXTOS | CERCHA | CORREAS | VIGA PUENTE | RIGI. HORIZONTALES |
|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,32 kN/m^2 + 0,6 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio + 0,9 kN/m^2 + 0,2 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio (+ 4,3 kN/m en cercha que soportan las fachadas laterales) | Peso propio | Peso propio | Peso propio + 0,797 kN/m |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES ($\gamma_G$) | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES ($\gamma_Q$) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 1 - ACERO**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica (x10^-6 /°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C25/30 | R_M1 650/1731 | 1000.0 | 12916.7 | 0.20 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| S500S(C) | Acero de arma | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| S275JR | HEB 500 (Tra | 210000.0 | 80769.2 | 0.30 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| | IPH 500 (Vigas cubierta) | | | | | | |
| | SHS 250/H (Cordón superior e inferior de la cercha) | | | | | | |
| | SHS 200/H (Diagonales de la cercha) | | | | | | |
| S355JR | Acero - Perfile | 210000.0 | 80769.2 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |

**Pante de hormigón de pilar - R_M1 650/1700, H=13 m**

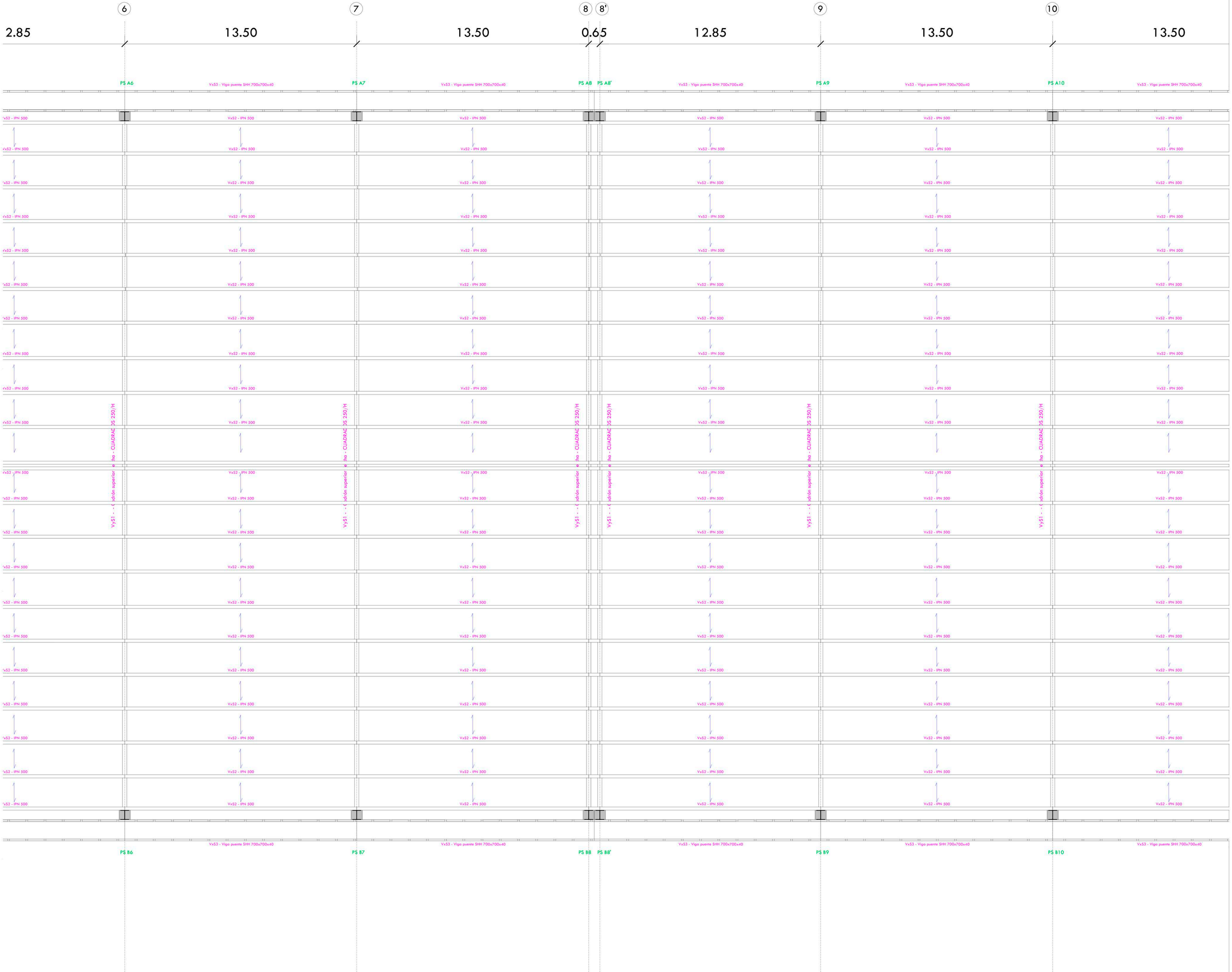
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 11,050.00 | $cm^2$ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 26,612,083.33 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 3,890,520.83 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 313,083.33 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 119,708.33 | $cm^3$ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 9208.33 | $cm^2$ |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 9208.33 | $cm^2$ |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 11,820,128.59 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 186,848.88 | $cm^3$ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 469,625.00 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 179,562.50 | $cm^3$ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | -- |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | -- |
| Otros | Peso | G | 2,500.0 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 4.000 | $m^2/m$ |

# E09

ACERO - CUBIERTA - \'IGAS / PILARES

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Pasta de acero de pilar - HEB 300, H =5.85 m**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 300 | mm | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 1290.00 | $cm^3$ |
| | Anchura | b | 300 | mm | | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 1.124 | – |
| | Espesor del alma | $t_w$ | 14.50 | mm | | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,y}$ | 1.532 | – |
| | Espesor del ala | tf | 28.0 | mm | | Esfuerzo axil plástico límite | $N_{pl}$ | 6,393.316 | kN |
| | Altura interior entre alas | hi | 444.00 | mm | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección y | $V_{pl,y}$ | 2,570.363 | kN |
| | Área de la sección | A | 239.00 | $cm^2$ | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección z | $V_{pl,z}$ | 1,086.631 | kN |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 107,200.00 | $cm^4$ | | Momento flector plástico límite respecto al eje y | $M_{pl,y}$ | 1276.07 | kNm |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 12,620.00 | $cm^4$ | | Momento flector plástico límite respecto al eje z | $M_{pl,z}$ | 542.30 | kNm |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 4,290.00 | $cm^3$ | Otros | Resistencia última al esfuerzo axil | Nr | 9,785.657 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 842.00 | $cm^3$ | | Peso | G | 2,500.00 | kg/m |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 140.72 | $cm^2$ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 2120.00 | $m^2/m$ |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 65.72 | $cm^2$ | | Volumen | V | 23,900.00 | $cm^3/m$ |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 540.00 | $cm^4$ | | Área del alma | Am,V | 64.38 | 1/m |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 193.86 | $cm^3$ | | Separación de agujeros del ala | Am | 120.00 | $m^2/m$ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 4820.00 | $cm^3$ | | Separación de agujeros del alma | Am | 43.00 | $m^2/m$ |

**Vigas de cubierta - IPN 300, L=13,5 m**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 500.00 | mm | Alabeo | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | iω | 44.3 | mm |
| | Anchura | b | 185.00 | mm | | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | $W_{\omega}$ | 6,399.63 | $cm^4$ |
| | Espesor del alma | $t_w$ | 18.00 | mm | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 3,240.00 | $cm^3$ |
| | Espesor del ala | tf | 27.00 | mm | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 456.00 | $cm^3$ |
| | Altura interior entre alas | hi | 446.00 | mm | | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 1.178 | – |
| | Área de la sección | A | 179.40 | $cm^2$ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,y}$ | 1.701 | – |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 68,740.00 | $cm^4$ | | Esfuerzo axil plástico límite | $N_{pl}$ | 4,752.099 | kN |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 2,480.00 | $cm^4$ | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección y | $V_{pl,y}$ | 1,528.448 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 2750.00 | $cm^3$ | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección z | $V_{pl,z}$ | 1,302.623 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 268.00 | $cm^3$ | | Momento flector plástico límite respecto al eje y | $M_{pl,y}$ | 857.14 | kNm |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 83.32 | $cm^2$ | | Momento flector plástico límite respecto al eje z | $M_{pl,z}$ | 120.88 | kNm |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 83.14 | $cm^2$ | Otros | Resistencia última al esfuerzo axil | Nu | 7,352.304 | kN |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 402.00 | $cm^4$ | | Peso | G | 140.80 | kg/m |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 148.89 | $cm^3$ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1,630.00 | $m^2/m$ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 218.76 | $cm^2$ | | Volumen | V | 17,940.00 | $cm^3/m$ |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | 1,400,000.00 | $cm^6$ | | Área del alma | Am,V | 80.28 | $cm^2$ |

# E10

## ACERO - CUBIERTA - V'IGAS / PILARES

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Vigas puente - dimensionada para cálculo como SHS 700x700x40, L=13,5 m**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 700.00 | mm | Alabeo | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | Wω | 2,807.40 | cm⁴ |
| | Espesor | tw | 40.00 | mm | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 35,540.00 | cm³ |
| | Altura interior entre alas | hi | 620.00 | mm | | Módulo resistente plástico de alabeo respecto al eje y | Wpl,y,alabeo | 7,688.00 | cm³ |
| | Altura de la porción recta del alma | d | 540.00 | mm | | Módulo resistente plástico de alas respecto al eje z | Wpl,z,alas | 7,688.00 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 1039.00 | cm² | | Factor de forma plástico respecto al eje y | ηpl,y | 1197.00 | – |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 746,900.00 | cm⁴ | | Área de cortante plástica en dirección y | Apl,y | 328.00 | cm² |
| | Momento de inercia polar | Ip | 1,493,800.00 | cm⁴ | | Esfuerzo axil plástico limite | Npl | 27,526.371 | kN |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 6384.44 | cm³ | | Esfuerzo cortante plástico limite en dirección y | Vpl,y | 8,078.285 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 21,340.00 | cm³ | | Momento flector plástico limite respecto al eje y | Mpl,y | 6,767.50 | kNm |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 20.11 | cm² | Otros | Resistencia última al esfuerzo axil | Nu | 42,587.97 | kN |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 1,182,000.00 | cm⁴ | | Peso | G | 815.6 | kg/m |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 31,160.00 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 2700.00 | m²/m |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 94.74 | cm² | | Volumen | V | 103,900.00 | cm³/m |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | 1,156,751.00 | cm⁶ | | Factor de sección | Am/V | 25,987.00 | 1/m |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | Iω | 8.8 | mm | | Área de la caída | Aself | 4342.27 | cm² |

**Cordón superior e inferior de la cercha - SHS 250**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 625 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 32,552.08 | cm⁴ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 313,083.33 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 520.83 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 55,013.00 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 3,248.10 | cm³ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 22.87 | cm² |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | 32,921.54 | cm⁶ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | Iω | 7.1 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | Wω | 1,439.54 | cm⁴ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 3,906.25 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | ηpl,y | 1.5 | – |
| Otros | Peso | G | 490.06 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.000 | m²/m |
| | Volumen | V | 62,500.00 | cm³/m |
| | Factor de sección | Am/V | 16.000 | 1/m |

**Montantes y diagonales de la cercha - SHS 200**

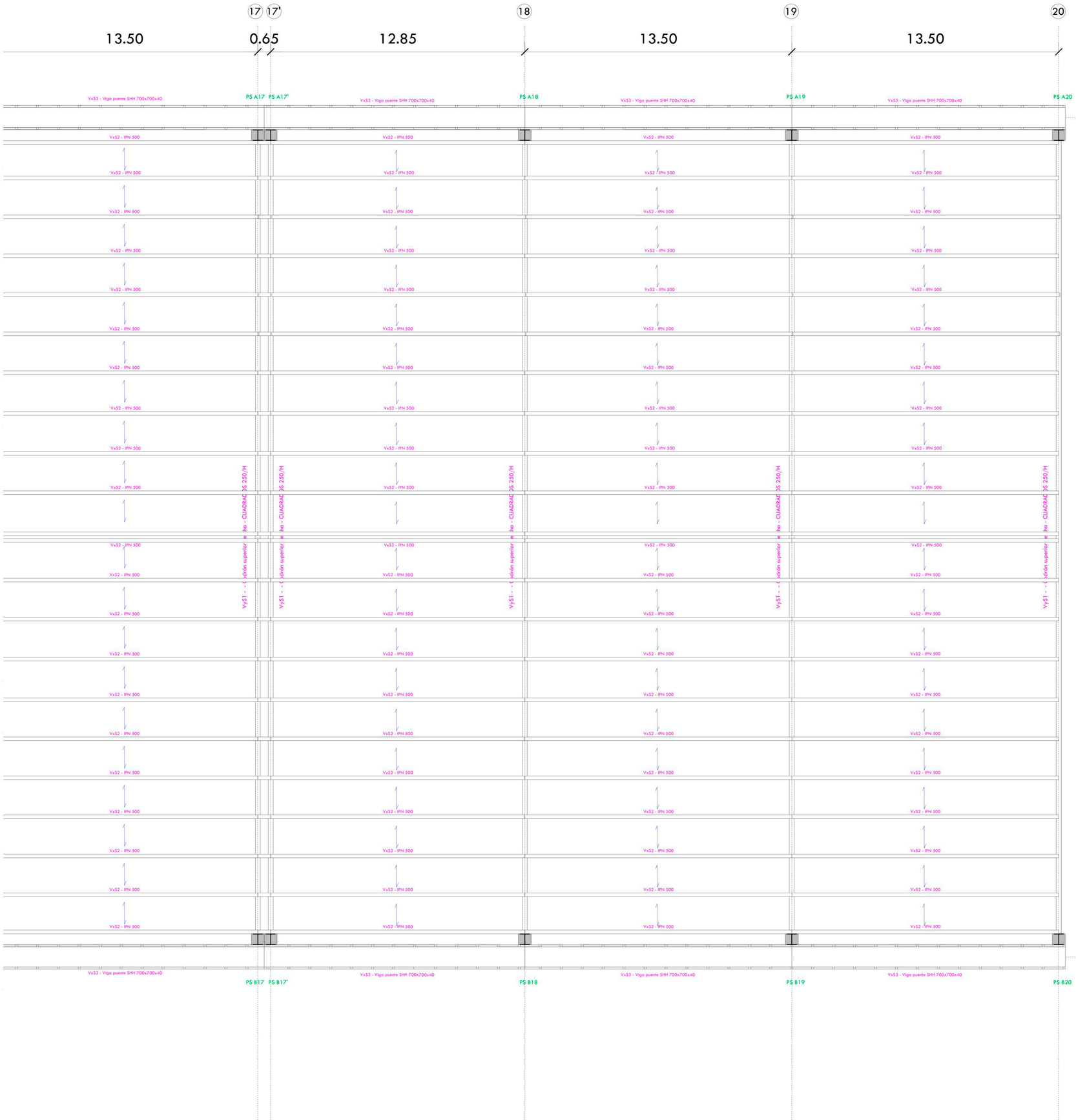
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 400 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 13,333.33 | cm⁴ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,333.33 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 333.33 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 22,533.33 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,663.03 | cm³ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 14.64 | cm² |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | 8,630.18 | cm⁶ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | Iω | 5.7 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | Wω | 589.64 | cm⁴ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 2,000.00 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | ηpl,y | 1.5 | – |
| Otros | Peso | G | 314.00 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 0.800 | m²/m |
| | Volumen | V | 40,000.00 | cm³/m |
| | Factor de sección | Am/V | 20.000 | 1/m |

# E11

## ACERO - CUBIERTA - VIGAS / PILARES

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




| Viga de sujeción de envolvente - orden horizontal (RHS 400x200x14,5 mm) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Categoría** | **Propiedad** | **Símbolo** | **Valor** | **Unidad** | **Categoría** | **Propiedad** | **Símbolo** | **Valor** | **Unidad** |
| **Área de la sección** | Área de la sección | A | 130.00 | cm² | **Plasticidad** | Módulo resistente plástico de almas respecto al eje y | $W_{pl,y,almas}$ | 878.91 | cm³ |
| **Flexión** | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 24,369.00 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico de alas respecto al eje z | $W_{pl,z,alas}$ | 97.66 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 5,043.00 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 1.290 | — |
| | Momento de inercia polar | Ip | 29,412.00 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,z}$ | 1.149 | — |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 592.74 | cm³ | | Área de cortante plástica en dirección y | $A_{pl,y}$ | 34.37 | cm² |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 192.74 | cm³ | | Área de cortante plástica en dirección z | $A_{pl,z}$ | 96.88 | cm² |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,218.00 | cm³ | | Esfuerzo axil plástico límite | $N_{pl}$ | 4,599.507 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 672.00 | cm³ | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección y | $V_{pl,Ly}$ | 704.548 | kN |
| **Cortante** | Área de cortante en dirección y | Ay | 20.11 | cm² | | Esfuerzo cortante plástico límite en dirección z | $V_{pl,Lz}$ | 1,985.544 | kN |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 90.69 | cm² | | Momento flector plástico límite respecto al eje y | $M_{pl,Ly}$ | 557.69 | kNm |
| **Torsión** | Módulo de torsión | It | 13,831.00 | cm⁴ | | Momento flector plástico límite respecto al eje z | $M_{pl,Lz}$ | 273.96 | kNm |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,190.00 | cm³ | | Resistencia última al esfuerzo axil | $N_U$ | 6,089.488 | kN |
| **Alabeo** | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortante | max ω | 63.13 | cm² | **Otros** | Peso | G | 102.1 | kg/m |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | Iω | $1.77 \times 10^6$ | cm⁶ | | Área de la superficie por unidad de longitud | $A_m$ | 1.070 | m²/m |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | iω | 24.5 | mm | | Volumen | V | 13,000.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | Wω | 2,807.40 | cm⁴ | | Factor de sección | $A_{m,V}$ | 82.308 | 1/m |
| **Plasticidad** | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 1,371.00 | cm³ | | Área de la vela | $A_{sail}$ | 331.47 | cm² |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 772.00 | cm³ | | | | | |

# E12

ACERO - CUBIERTA - VIGAS / PILARES

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

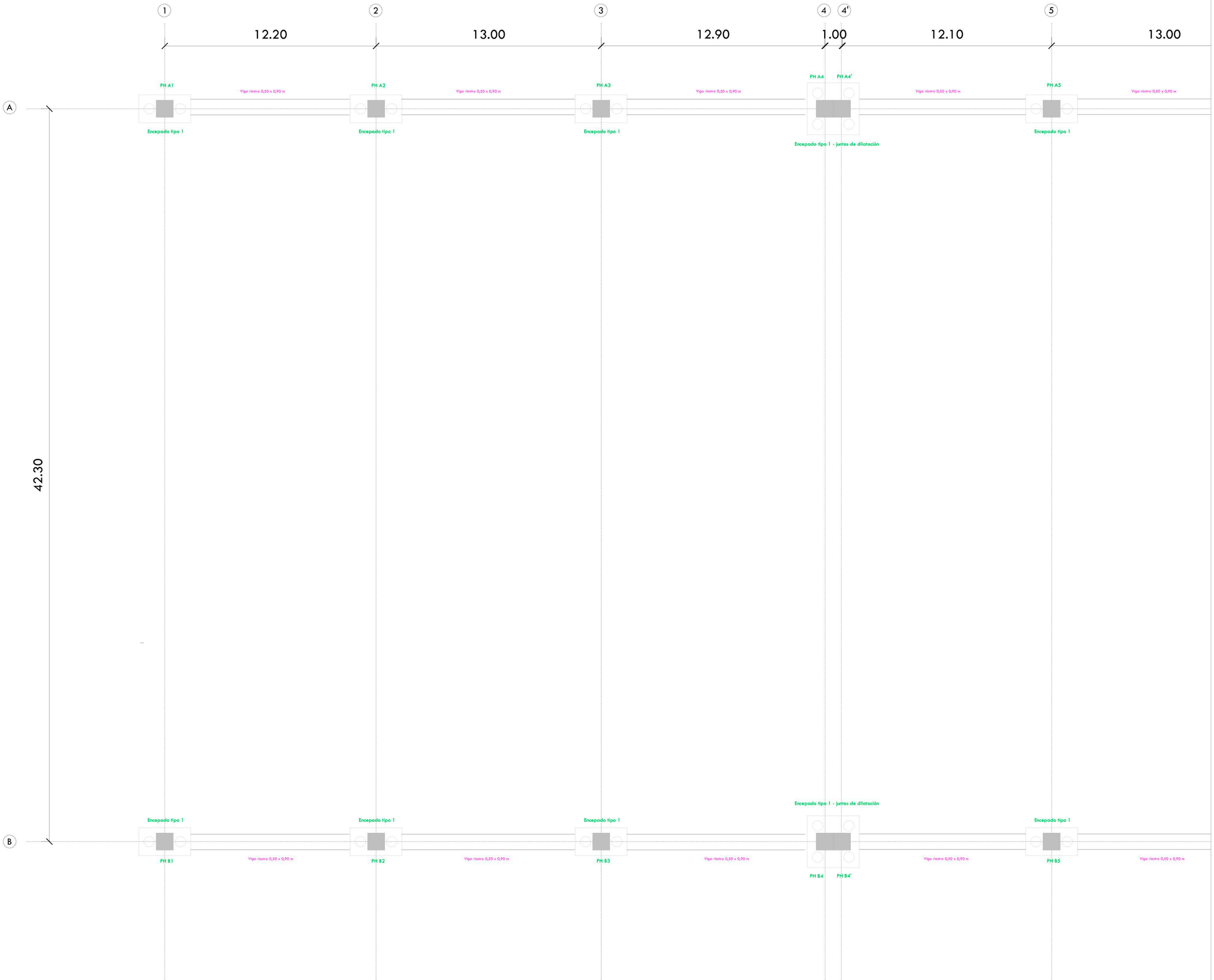



**TABLA DE ACCIONES - HORMIGÓN**

El contenido de esta tabla está descrito en el apartado 5 de la memoria

| | PILARES | VIGAS PÓRTICOS | CORREAS | RHS VERTICALES | RHS HORIZONTALES | VIGAS ARRIOSTRAMIENTO DE HORMIGÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,7 kN/m^2 | Peso propio + 0,28 kN/m^2 + 0,5 kN/m^2 | Peso propio + 0,28 kN/m^2 + 0,6 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio | Peso propio |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio | Peso propio | Peso propio | Peso propio + 0,83 kN/m + 5,5 kN/m | Peso propio |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES (yg) | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES (yq) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

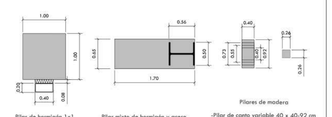
**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 2 - HORMIGÓN**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica (×10^-6 /°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C35/45 | Hormigón - Pilares | 34000.0 | 14166.7 | 0.200 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| C30/37 | Hormigón - Viga | 33000.0 | 13750.0 | 0.200 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| B500SD | Acero de armadura | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| S355JR | Acero - Perfiles RHS | 210000.0 | 80769.2 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |

| TR_MI 1500-2500/900/360 - L=42.3 m | | | | ID_MI 1075/400/150/100 - L = 13 m | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Designación** | **Elemento** | **Símbolo** | **Descripción** | **Designación** | **Elemento** | **Símbolo** | **Descripción** |
| HA-30/B/20/XC2 | Tipo de hormigón | HA | Hormigón armado | HA-30/B/20/ | Tipo de hormigón | HA | Hormigón armado |
| | Resistencia característica | 30 | fck = 30 Mpa | | Resistencia característica | 30 | fck = 30 Mpa |
| | Consistencia | B | Consistencia blanda | | Consistencia | B | Consistencia blanda |
| | Tamaño máximo del árido | 20 | Árido máximo de 20 mm | | Tamaño máximo del árido | 20 | Árido máximo de 20 mm |
| | Clase de exposición ambiental | XC3 | Ambiente interior con humedad moderada o alta (piscina exterior de agua dulce) | | Clase de exposición ambiental | XC3 | Ambiente interior con humedad moderada o alta (piscina exterior de agua dulce) |
| | Recubrimiento de hormigón | | cnom = 28 mm | | Recubrimiento de hormigón | | cnom = 25 mm |
| | Armadura de cortante | | Ø10.0 @0.300 | | Armadura de cortante | | 44 Ø11.0 @0.300 |
| | Armadura longitudinal | | 6 Ø20.0 | | Armadura longitudinal | | 8 Ø20.0 |

| Pilar SQ_MI 1000 - H = 17.85 m | | | | RHS 400X150X12.5 - L=13 m; RHS 400X200X14.2 - L=19.1 m | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Designación** | **Elemento** | **Símbolo** | **Descripción** | Tipo de Acero | S355JR | S355JR |
| HA-35/B/20/XS2 | Tipo de hormigón | HA | Hormigón armado | Resistencia Característica (fyk) | 355 N/m2 | 355 N/m2 |
| | Resistencia característica | 35 | fck = 35 Mpa | Canto (h) | 400 mm | 400 mm |
| | Consistencia | B | Consistencia blanda | Anchura (b) | 150 mm | 200 mm |
| | Tamaño máximo del árido | 20 | Árido máximo de 20 mm | Espesor (t) | 12,5 mm | 14,2 mm |
| | Clase de exposición ambiental | XC3 | Ambiente interior con humedad moderada o alta (piscina exterior de agua dulce) | Altura interior entre ala (hi) | 375 mm | 371,6 mm |
| | Recubrimiento de hormigón | | cnom = 28 mm | Anchura interior entre almas (bi) | 125 mm | 171,6 mm |
| | Armadura de cortante | | 14 Ø18.0 @0.300 | Radio de esquina exterior (re) | 18,8 mm | 21,3 mm |
| | Armadura longitudinal | | 8 Ø32.0 | Radio de esquina interior (ri) | 12,5 mm | 14,2 mm |
| | Resistencia de cálculo | | fcd = 30,5 Mpa | Altura de la porción recta del alma (d) | 350 mm | 343,2 mm |

Pilares | Vigas principales | Forjados




Pilar de hormigón 1x1 con perfil colaborativo RHS. Unión por placas y tornillería

Pilar mixto de hormigón y acero

Pilares de madera

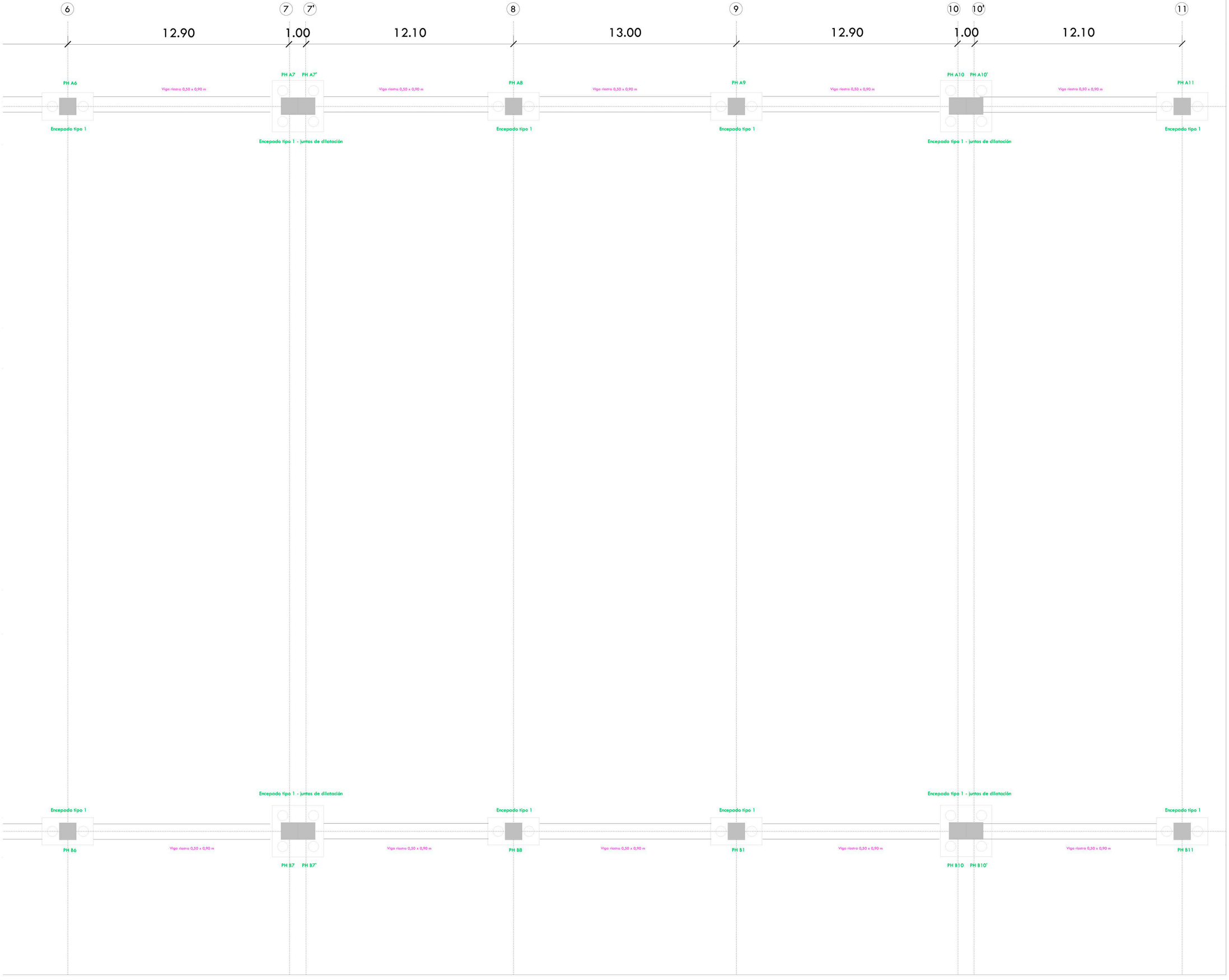
-Pilar de canto variable 40 x 40-92 cm
-Pilar auxiliar - apoyo de forjado - 26x26 cm

# E13

## PLANO CIMENTACIÓN - HORMIGÓN

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Orden principal - Viga de canto variable**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 10663.00 | $cm^2$ |
| Flexión | Posición de la fibra superior por el canto de gravedad en dirección eje y | $z_{cz}$ | -706.0 | mm |
| | Momento de inercia respecto al eje y | $I_y$ | 226891012.21 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia respecto al eje x | $I_z$ | 3679703.67 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia polar | $I_p$ | 265610487 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia polar con respecto al centro de cortante | $I_{p,SC}$ | 286758326 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y (sup.) | $W_{y,el,s}$ | -320648735 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y (inf.) | $W_{y,el,i}$ | 320036404 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z (sup. = inf.) | $W_y$ | 320648735 | $cm^3$ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | $A_y$ | 7124.67 | $cm^2$ |
| | Área de cortante en dirección z | $A_z$ | 8269.93 | $cm^2$ |
| Torsión | Módulo de torsión | $I_t$ | 9,428,008.31 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente para torsión | $W_t$ | 165,339.14 | $cm^3$ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 712,419.92 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 4,528,135.62 | $cm^3$ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 3.226 | — |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,z}$ | 5.530 | — |
| | Distancia desde el centro de gravedad hasta el borde superior | $z_{pl}$ | 706.0 | mm |
| Otros | Peso | G | 2,313.5 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | $A_m$ | 4.699 | $m^2/m$ |

**Correas - Viga débil**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 1,375.00 | $cm^2$ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | $I_y$ | 29,772,878.45 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | $I_z$ | 164,458.33 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia polar | $I_p$ | 31,407,206.10 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | $W_y$ | 55,291.23 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | $W_z$ | 8,222.92 | $cm^3$ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | $A_y$ | 1,114.95 | $cm^2$ |
| | Área de cortante en dirección z | $A_z$ | 980.01 | $cm^2$ |
| Torsión | Módulo de torsión | $I_t$ | 106,264.79 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente para torsión | $W_t$ | 4,288.39 | $cm^3$ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo respecto al centro de cortante | max $\omega$ | 1,901.87 | $cm^2$ |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | $I_\omega$ | $3.55 \times 10^8$ | $cm^6$ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | $i_\omega$ | 163.2 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | $W_\omega$ | 324,260.36 | $cm^4$ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 70,315.63 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 12,937.59 | $cm^3$ |
| | Factor de forma | $\alpha_{pl,y}$ | 1.270 | — |
| | Factor de forma | $\alpha_{pl,z}$ | 1.470 | — |
| Otros | Peso | G | 401.7 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | $A_m$ | 1.030 | $m^2/m$ |

**Viga de sujeción de arriostres - orden horizontal**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 130.00 | $cm^2$ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | $I_y$ | 24,369.00 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | $I_z$ | 5,040.00 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia polar | $I_p$ | 29,412.00 | $cm^4$ |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | $S_{y\,máx.}$ | 392.74 | $cm^3$ |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | $S_{z\,máx.}$ | 192.74 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | $W_y$ | 1,218.00 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | $W_z$ | 672.00 | $cm^3$ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | $A_y$ | 20.11 | $cm^2$ |
| | Área de cortante en dirección z | $A_z$ | 90.69 | $cm^2$ |
| Torsión | Módulo de torsión | $I_t$ | 13,831.00 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente para torsión | $W_t$ | 1,190.00 | $cm^3$ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo respecto al centro de cortante | max $\omega$ | 63.55 | $cm^2$ |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | $I_\omega$ | $1.77 \times 10^6$ | $cm^6$ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | $i_\omega$ | 24.5 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | $W_\omega$ | 2,807.40 | $cm^4$ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 1,271.00 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 772.00 | $cm^3$ |

**Correas - Viga débil**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 1,375.00 | $cm^2$ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | $I_y$ | 29,772,878.45 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | $I_z$ | 164,458.33 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia polar | $I_p$ | 31,407,206.10 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | $W_y$ | 55,291.23 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | $W_z$ | 8,222.92 | $cm^3$ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | $A_y$ | 1,114.95 | $cm^2$ |
| | Área de cortante en dirección z | $A_z$ | 980.01 | $cm^2$ |
| Torsión | Módulo de torsión | $I_t$ | 106,264.79 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente para torsión | $W_t$ | 4,288.39 | $cm^3$ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo respecto al centro de cortante | max $\omega$ | 1,901.87 | $cm^2$ |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | $I_\omega$ | $3.55 \times 10^8$ | $cm^6$ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | $i_\omega$ | 163.2 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | $W_\omega$ | 324,260.36 | $cm^4$ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 70,315.63 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 12,937.59 | $cm^3$ |
| | Factor de forma | $\alpha_{pl,y}$ | 1.270 | — |
| | Factor de forma | $\alpha_{pl,z}$ | 1.470 | — |
| Otros | Peso | G | 401.7 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | $A_m$ | 1.030 | $m^2/m$ |

**Viga de sujeción de arriostres - orden vertical**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 160.00 | $cm^2$ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | $I_y$ | 32,261.00 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | $I_z$ | 10,754.00 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia polar | $I_p$ | 43,165.00 | $cm^4$ |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | $S_{y\,máx.}$ | 307.85 | $cm^3$ |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | $S_{z\,máx.}$ | 210.37 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | $W_y$ | 1,619.00 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | $W_z$ | 1,078.00 | $cm^3$ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | $A_y$ | 15.57 | $cm^2$ |
| | Área de cortante en dirección z | $A_z$ | 101.60 | $cm^2$ |
| Torsión | Módulo de torsión | $I_t$ | 26,727.00 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente para torsión | $W_t$ | 1,834.00 | $cm^3$ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo respecto al centro de cortante | max $\omega$ | 62.92 | $cm^2$ |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | $I_\omega$ | $2.15 \times 10^6$ | $cm^6$ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | $i_\omega$ | 22.3 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | $W_\omega$ | 3,413.76 | $cm^4$ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 2,202.00 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 1,242.00 | $cm^3$ |

**Viga de sujeción de arriostres - orden vertical**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 160.00 | $cm^2$ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | $I_y$ | 32,261.00 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | $I_z$ | 10,754.00 | $cm^4$ |
| | Momento de inercia polar | $I_p$ | 43,165.00 | $cm^4$ |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | $S_{y\,máx.}$ | 307.85 | $cm^3$ |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | $S_{z\,máx.}$ | 210.37 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | $W_y$ | 1,619.00 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | $W_z$ | 1,078.00 | $cm^3$ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | $A_y$ | 15.57 | $cm^2$ |
| | Área de cortante en dirección z | $A_z$ | 101.60 | $cm^2$ |
| Torsión | Módulo de torsión | $I_t$ | 26,727.00 | $cm^4$ |
| | Módulo resistente para torsión | $W_t$ | 1,834.00 | $cm^3$ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo respecto al centro de cortante | max $\omega$ | 62.92 | $cm^2$ |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortante | $I_\omega$ | $2.15 \times 10^6$ | $cm^6$ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | $i_\omega$ | 22.3 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | $W_\omega$ | 3,413.76 | $cm^4$ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 2,202.00 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 1,242.00 | $cm^3$ |

# E14

## PLANO CIMENTACIÓN - HORMIGÓN

ESCALA 1/200


TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**TABLA DE ACCIONES - HORMIGÓN**

El contenido de esta tabla está descrito en el apartado 5 de la memoria

| | PILARES | VIGAS PÓRTICOS | CORREAS | RHS VERTICALES | RHS HORIZONTALES | VIGAS ARRIOSTRAMIENTO DE HORMIGÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,7 kN/m^2 | Peso propio + 0,28 kN/m^2 + 0,5 kN/m^2 | Peso propio + 0,28 kN/m^2 + 0,6 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio | Peso propio |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio | Peso propio | Peso propio | Peso propio + 0,83 kN/m + 5,5 kN/m | Peso propio |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES (ya | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES (ya | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

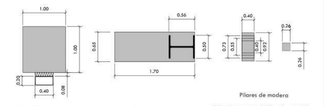
**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 2 - HORMIGÓN**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica (×10^-6 /°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C35/45 | Hormigón - Pilares | 34000.0 | 14166.7 | 0.200 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| C30/37 | Hormigón - Viga | 33000.0 | 13750.0 | 0.200 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| B500SD | Acero de armadura | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| S355JR | Acero - Perfiles RHS | 210000.0 | 80769.2 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |

| TR_MI 1500-2500/900/260 - L=42.3 m | | | | ID_MI 1075/400/150/100 - L = 13 m | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Designación** | **Elemento** | **Símbolo** | **Descripción** | **Designación** | **Elemento** | **Símbolo** | **Descripción** |
| HA-30/B/20/Yt2 | Tipo de hormigón | HA | Hormigón armado | HA-30/B/20/ | Tipo de hormigón | HA | Hormigón armado |
| | Resistencia característica | 30 | fck = 30 Mpa | | Resistencia característica | 30 | fck = 30 Mpa |
| | Consistencia | B | Consistencia blanda | | Consistencia | B | Consistencia blanda |
| | Tamaño máximo del árido | 20 | Árido máximo de 20 mm | | Tamaño máximo del árido | 20 | Árido máximo de 20 mm |
| | Clase de exposición ambiental | XC3 | Ambiente interior con humedad moderada o alta (piscina interior de agua dulce) | | Clase de exposición ambiental | XC3 | Ambiente interior con humedad moderada o alta (piscina interior de agua dulce) |
| | Recubrimiento de hormigón | | cnom = 28 mm | | Recubrimiento de hormigón | | cnom = 25 mm |
| | Armadura de cortante | | Ø10.0 @0.300 | | Armadura de cortante | | 44 Ø11.0 @0.300 |
| | Armadura longitudinal | | 6 Ø20.0 | | Armadura longitudinal | | 8 Ø20.0 |

| Pilar SQ_MI 1000 - H = 17.85 m | | | | RHS 400X150X12.5 - L=13 m; RHS 400X200X14.2 - L=19.1 m | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Designación** | **Elemento** | **Símbolo** | **Descripción** | Tipo de Acero | S355JR | S355JR |
| HA-35/B/20/Yt2 | Tipo de hormigón | HA | Hormigón armado | Resistencia Característica (fyk) | 355 N/m2 | 355 N/m2 |
| | Resistencia característica | 35 | fck = 35 Mpa | Canto (h) | 400 mm | 400 mm |
| | Consistencia | B | Consistencia blanda | Anchura (b) | 150 mm | 200 mm |
| | Tamaño máximo del árido | 20 | Árido máximo de 20 mm | Espesor (t) | 12,5 mm | 14,2 mm |
| | Clase de exposición ambiental | XC3 | Ambiente interior con humedad moderada o alta (piscina interior de | Altura interior entre ala (hi) | 375 mm | 371,6 mm |
| | Recubrimiento de hormigón | | cnom = 28 mm | Anchura interior entre almas (bi) | 125 mm | 171,6 mm |
| | Armadura de cortante | | 14 Ø18.0 @0.300 | Radio de acuerdo exterior (re) | 18,8 mm | 21,3 mm |
| | Armadura longitudinal | | 8 Ø32.0 | Radio de acuerdo interior (ri) | 12,5 mm | 14,2 mm |
| | Resistencia de cálculo | | fcd = 30,5 Mpa | Altura de la porción recta del alma (d | 350 mm | 343,2 mm |

Pilares | Vigas principales | Forjados




Pilar de hormigón 1x1 con perfil colaborativo RHS. Unión por placas y tornillería

Pilar mixto de hormigón y acero

Pilares de madera

-Pilar de canto variable 40 x 40-92 cm
-Pilar auxiliar - apoyo de forjado - 26x26 cm

# E15

## HORMIGÓN- PILARES - PLANTA BAJA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Orden principal - Viga de canto variable**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 16663.00 | cm² |
| Flexión | Posición de la fibra superior por el canto de gravedad en dirección en y | $z_{cz}$ | -706.0 | mm |
| | Momento de inercia respecto al eje y | $I_y$ | 226891012.11 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje x | $I_z$ | 3679703.67 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar | $I_p$ | 265610487 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar con respecto al centro de cortante | $I_{p,SC}$ | 266758326 | cm⁴ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y (sup.) | $W_{y,el,s}$ | 2206487.35 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y (inf.) | $W_{y,el,i}$ | 320306.404 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | $W_y$ | 2206487.35 | cm³ |
| | | $W_z$ | 81771.19 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | $A_y$ | 7124.67 | cm² |
| | Área de cortante en dirección z | $A_z$ | 8269.93 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | $I_t$ | 1,420,008.31 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | $W_t$ | 165,339.54 | cm³ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 712,419.92 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 4,528,135.62 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 3.226 | — |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,z}$ | 5.530 | — |
| | Canto útil desde el centro de gravedad | $d_{pl}$ | 706.0 | mm |
| Otros | Peso | G | 2,313.6 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | $A_m$ | 4.699 | m²/m |

**Correas - Viga delta**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 1,375.00 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | $I_y$ | 29,772,878.45 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | $I_z$ | 164,458.33 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar | $I_p$ | 31,407,206.10 | cm⁴ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | $W_{el,y}$ | 55,291.23 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | $W_{el,z}$ | 8,222.92 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | $A_y$ | 1,114.95 | cm² |
| | Área de cortante en dirección z | $A_z$ | 980.01 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | $I_t$ | 106,264.79 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | $W_t$ | 4,288.39 | cm³ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo máximo respecto al centro de cortante | $\omega_{max}$ | 1,901.87 | cm² |
| | Módulo de alabeo respecto al centro de cortante | $I_\omega$ | $3.55 \times 10^8$ | cm⁶ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | $i_\omega$ | 103.2 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | $W_\omega$ | 324,260.36 | cm⁴ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 70,315.63 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 12,927.59 | cm³ |
| | Factor de forma | $\alpha_{pl,y}$ | 1.270 | — |
| | Factor de forma | $\alpha_{pl,z}$ | 1.572 | — |
| Otros | Peso | G | 401.7 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | $A_m$ | 1.050 | m²/m |

**Viga de rigidización de atirantamiento - orden horizontal**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 130.00 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | $I_y$ | 24,369.00 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | $I_z$ | 5,040.00 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar | $I_p$ | 29,412.00 | cm⁴ |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | $S_{y\,máx.}$ | 392.74 | cm³ |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | $S_{z\,máx.}$ | 192.74 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | $W_y$ | 1,218.00 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | $W_z$ | 672.00 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | $A_y$ | 20.11 | cm² |
| | Área de cortante en dirección z | $A_z$ | 90.69 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | $I_t$ | 13,831.00 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | $W_t$ | 1,190.00 | cm³ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo máximo respecto al centro de cortante | $\omega_{máx.w}$ | 63.55 | cm² |
| | Módulo de alabeo respecto al centro de cortante | $I_\omega$ | $1.77 \times 10^8$ | cm⁶ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | $i_\omega$ | 24.5 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | $W_\omega$ | 2,907.40 | cm⁴ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 1,271.00 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 772.00 | cm³ |

**Correas - Viga delta**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Flexión | Módulo resistente plástico de alma respecto al eje y | $W_{pl,y,alma}$ | 878.91 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico de ala respecto al eje z | $W_{pl,z,ala}$ | 97.66 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 1.290 | — |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,z}$ | 1.140 | — |
| | Área de cortante plástico en dirección y | $A_{pl,y}$ | 14.27 | cm² |
| | Área de cortante plástico en dirección z | $A_{pl,z}$ | 96.86 | cm² |
| | Esfuerzo axil plástico Nodo | $N_{pl}$ | 4,299.307 | kN |
| | Esfuerzo cortante plástico Nodo Nx en dirección y | $T_{y,z}$ | 704.548 | kN |
| | Esfuerzo cortante plástico Nodo Nx en dirección z | $T_{z,z}$ | 1,955.544 | kN |
| | Momento flector plástico Nodo Nx respecto al eje y | $M_{pl,y}$ | 557.69 | kNm |
| | Momento flector plástico Nodo Nx respecto al eje z | $M_{pl,z}$ | 275.96 | kNm |
| Otros | Resistencia última al arrancamiento | $N_u$ | 6,009.488 | kN |
| | Peso | G | 102.1 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | $A_m$ | 1.070 | m²/m |
| | Volumen | V | 13,000.00 | m³/m |
| | Factor de sección | $A_m/V$ | 82.308 | 1/m |
| | Área de la sobre | Aadl | 331.47 | m² |

**Viga de rigidización de atirantamiento - orden vertical**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 160.00 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | $I_y$ | 32,281.00 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | $I_z$ | 10,754.00 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar | $I_p$ | 43,165.00 | cm⁴ |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | $S_{y\,máx.}$ | 307.85 | cm³ |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | $S_{z\,máx.}$ | 310.37 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | $W_y$ | 1,619.00 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | $W_z$ | 1,078.00 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | $A_y$ | 15.57 | cm² |
| | Área de cortante en dirección z | $A_z$ | 101.60 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | $I_t$ | 26,727.00 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | $W_t$ | 1,834.00 | cm³ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo máximo respecto al centro de cortante | $\omega_{máx.w}$ | 52.72 | cm² |
| | Módulo de alabeo respecto al centro de cortante | $I_\omega$ | $2.15 \times 10^8$ | cm⁶ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortante | $i_\omega$ | 22.3 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortante | $W_\omega$ | 3,413.76 | cm⁴ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | $W_{pl,y}$ | 2,202.00 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | $W_{pl,z}$ | 1,242.00 | cm³ |

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Plasticidad | Módulo resistente plástico de alma respecto al eje y | $W_{pl,y,alma}$ | 700.41 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico de ala respecto al eje z | $W_{pl,z,ala}$ | 209.07 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 1.253 | — |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,z}$ | 1.132 | — |
| | Área de cortante plástico en dirección y | $A_{pl,y}$ | 52.77 | cm² |
| | Área de cortante plástico en dirección z | $A_{pl,z}$ | 109.57 | cm² |
| | Esfuerzo axil plástico Nodo | $N_{pl}$ | 3,865.611 | kN |
| | Esfuerzo cortante plástico Nodo Nx en dirección y | $T_{y,z}$ | 1,061.513 | kN |
| | Esfuerzo cortante plástico Nodo Nx en dirección z | $T_{z,z}$ | 2,245.652 | kN |
| | Momento flector plástico Nodo Nx respecto al eje y | $M_{pl,y}$ | 721.15 | kNm |
| | Momento flector plástico Nodo Nx respecto al eje z | $M_{pl,z}$ | 440.75 | kNm |
| Otros | Resistencia última al arrancamiento | $N_u$ | 7,227.429 | kN |
| | Peso | G | 125.6 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | $A_m$ | 1.160 | m²/m |
| | Volumen | V | 16,000.00 | m³/m |
| | Factor de sección | $A_m/V$ | 72.500 | 1/m |
| | Área de la sobre | Aadl | 715.09 | m² |

# E16

## HORMIGÓN- PILARES - PLANTA BAJA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

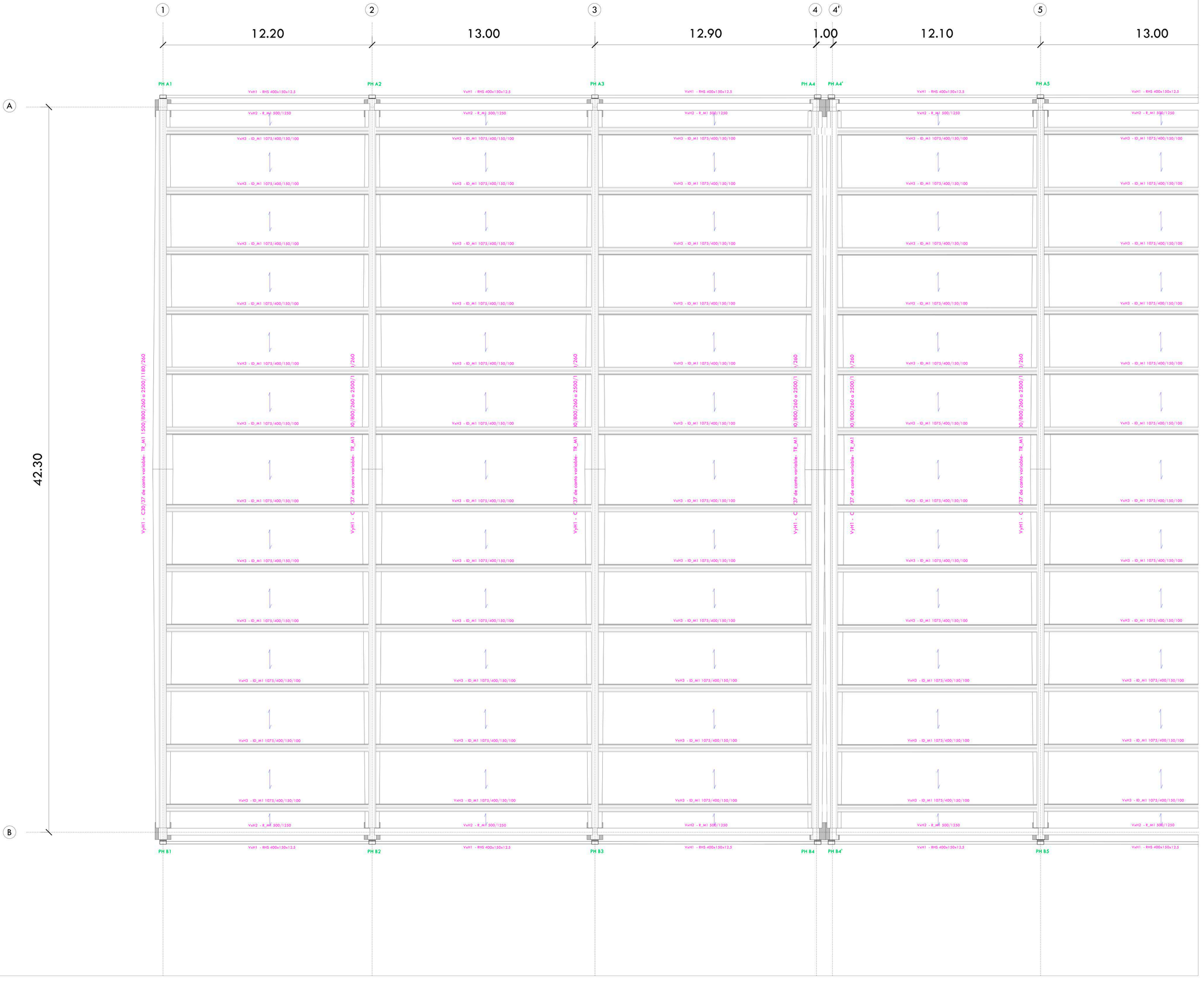



**TABLA DE ACCIONES - HORMIGÓN**

El contenido de esta tabla está descrito en los apartados de tablas en el apartado 5 de la memoria

| | PILARES | VIGAS PÓRTICOS | CORREAS | RHS VERTICALES | RHS HORIZONTALES | VIGAS ARRIOSTRAMIENTO DE HORMIGÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,7 kN/m^2 | Peso propio + 0,28 kN/m^2 + 0,5 kN/m^2 | Peso propio + 0,28 kN/m^2 + 0,6 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio | Peso propio |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio | Peso propio | Peso propio | Peso propio + 0,83 kN/m + 5,5 kN/m | Peso propio |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES (yg) | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES (yq) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

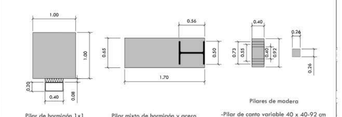
**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 2 - HORMIGÓN**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica (×10^-6 /°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C35/45 | Hormigón - Pilares | 34000.0 | 14166.7 | 0.200 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| C30/37 | Hormigón - Viga | 33000.0 | 13750.0 | 0.200 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| S500SQ1 | Acero de armadura | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| S355JR | Acero - Perfiles RHS | 210000.0 | 80769.2 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |

| TR_M1 1500-2500/900/260 - L=42.5 m | | | | ID_M1 1075/400/150/100 - L = 13 m | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Designación | Elemento | Símbolo | Descripción | Designación | Elemento | Símbolo | Descripción |
| HA-30/B/20/IIa | Tipo de hormigón | HA | Hormigón armado | HA-30/B/20/ | Tipo de hormigón | HA | Hormigón armado |
| | Resistencia característica | 30 | fck = 30 Mpa | | Resistencia característica | 30 | fck = 30 Mpa |
| | Consistencia | B | Consistencia blanda | | Consistencia | B | Consistencia blanda |
| | Tamaño máximo del árido | 20 | Árido máximo de 20 mm | | Tamaño máximo del árido | 20 | Árido máximo de 20 mm |
| | Clase de exposición ambiental | XC3 | Ambiente interior con humedad moderada o alta (piscina interior de agua dulce) | | Clase de exposición ambiental | XC3 | Ambiente interior con humedad moderada o alta (piscina interior de agua dulce) |
| | Recubrimiento de hormigón | | cnom = 25 mm | | Recubrimiento de hormigón | | cnom = 25 mm |
| | Armadura de cortante | | Ø10.0 @0.300 | | Armadura de cortante | | 44 Ø11.0 @0.300 |
| | Armadura longitudinal | | 6 Ø20.0 | | Armadura longitudinal | | 8 Ø20.0 |

| Pilar SQ_M1 1000 - H = 17.85 m | | | | RHS 400X150X12.5 - Lr=13 m; RHS 400X200X14.2 - Lr=19.1 m | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Designación | Elemento | Símbolo | Descripción | Tipo de Acero | S355JR | S355JR |
| HA-35/B/20/IIa2 | Tipo de hormigón | HA | Hormigón armado | Resistencia Característica (f,fyk) | 355 N/m2 | 355 N/m2 |
| | Resistencia característica | 35 | fck = 35 Mpa | Canto (h) | 400 mm | 400 mm |
| | Consistencia | B | Consistencia blanda | Anchura (b) | 150 mm | 200 mm |
| | Tamaño máximo del árido | 20 | Árido máximo de 20 mm | Espesor (t) | 12,5 mm | 14,2 mm |
| | Clase de exposición ambiental | XC3 | Ambiente interior con humedad moderada o alta (piscina interior de | Altura interior entre alas (hi) | 375 mm | 371,6 mm |
| | Recubrimiento de hormigón | | cnom = 28 mm | Anchura interior entre almas (bi) | 125 mm | 171,6 mm |
| | Armadura de cortante | | 14 Ø18.0 @0.300 | Radio de acuerdo interior (ri) | 18,8 mm | 21,3 mm |
| | Armadura longitudinal | | 8 Ø32.0 | Radio de acuerdo exterior (re) | 12,5 mm | 14,2 mm |
| | Resistencia de cálculo | | fcd = 30,5 Mpa | Altura de la parte recta del alma (d) | 350 mm | 343,2 mm |

Pilares
Vigas principales
Forjados




Pilar de hormigón 1x1 con perfil rolabarotiva RHS - Unión por placas y tornillería

Pilar mixto de hormigón y acero

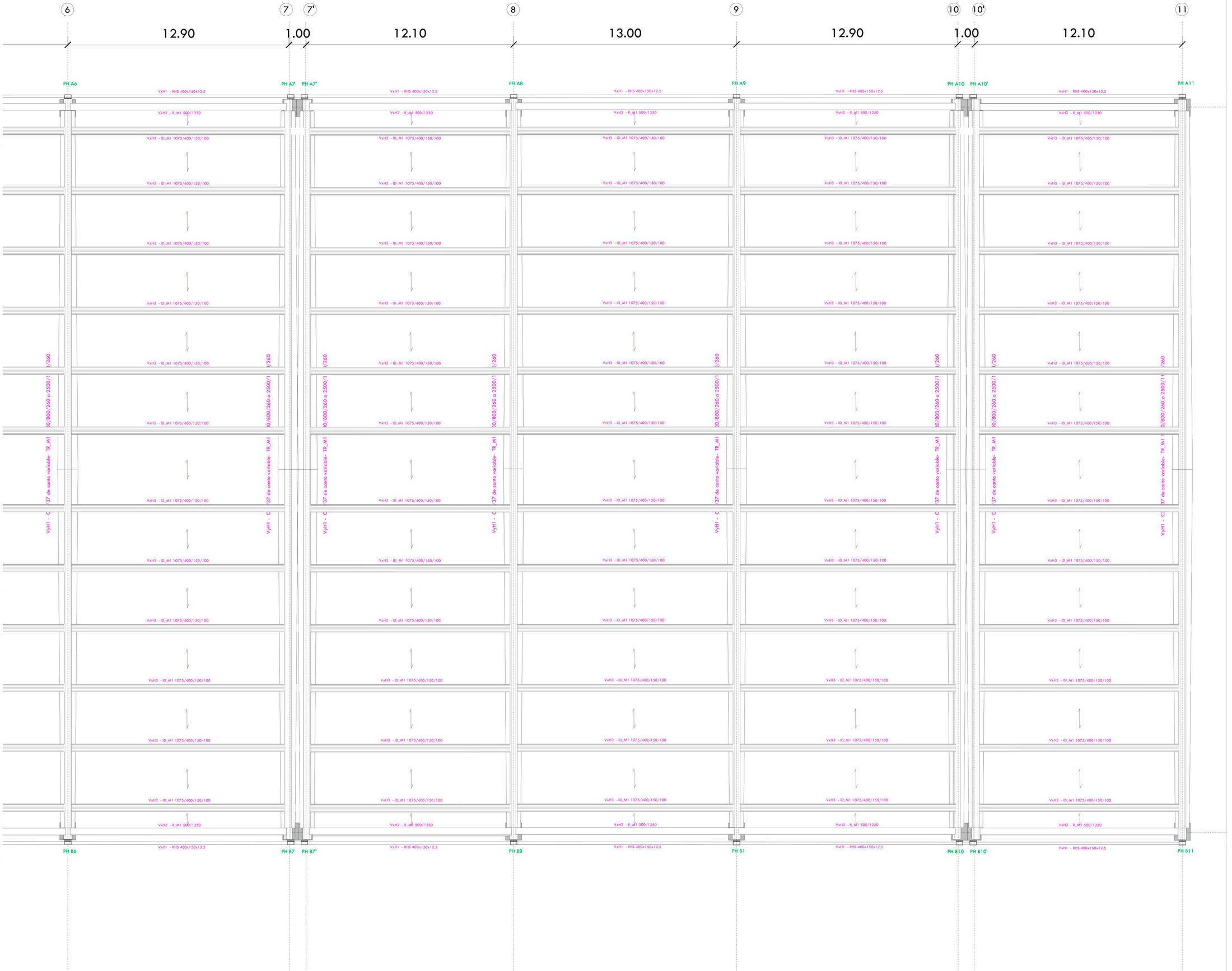
Pilares de madera
-Pilar de canto variable 40 x 40-92 cm
-Pilar auxiliar - apoyo de forjados - 26x26 cm

# E17

## HORMIGÓN- CUBIERTA - VIGAS / PILARE

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Orden principal - Viga de canto variable**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 90663.00 | cm² |
| Flexión | Posición de la fibra elástica para el cálculo de la ductilidad en dirección y | Iyz | -706.0 | mm |
| | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 226891301.21 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 56679703.67 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar | Ip | 283610048.7 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar con respecto al centro de cortantes | Ip,SC | 286758132.61 | cm⁴ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z (mín.) | Wzp,mín. | 2206467.35 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z (máx.) | Wzp,máx. | 3200640.4 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 2206467.35 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 81771.19 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 7124.67 | cm² |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 8269.93 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 1,428,008.31 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 165,339.14 | cm³ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 712,419.92 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 4,520,135.62 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,z | 3.226 | — |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 5.530 | — |
| | Canto de dovelas | epl | 706.0 | mm |
| Otros | Peso | G | 2,313.6 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 4.699 | m²/m |

**Correas - Viga delta**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 1,975.00 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 29,772,878.45 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje x | Ix | 164,458.33 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar | Ip | 31,407,206.95 | cm⁴ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 55,291.23 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje x | Wx | 8,322.92 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 1,314.95 | cm² |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 980.01 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 106,264.79 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 4,288.39 | cm³ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortantes | max w | 1,901.87 | cm² |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortantes | Iw | 3.55×10⁹ | cm⁶ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortantes | iw | 103.2 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortantes | Ww | 554,366.36 | cm⁴ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 70,315.63 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 13,937.59 | cm³ |
| | Factor de forma z | αpl,z | 1.275 | — |
| | Factor de forma y | αpl,y | 1.470 | — |
| Otros | Peso | G | 401.7 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.050 | m²/m |

**Viga de sujeción de envolvente - orden horizontal**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 130.00 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 24,369.00 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 5,040.00 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar | Ip | 29,412.00 | cm⁴ |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 392.74 | cm³ |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 192.74 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,218.00 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 672.00 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 20.11 | cm² |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 90.69 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 13,831.00 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,390.00 | cm³ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortantes | max w | 63.13 | cm² |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortantes | Iw | 1.77×10⁸ | cm⁶ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortantes | iw | 24.5 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortantes | Ww | 2,207.40 | cm⁴ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 1,371.00 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 772.00 | cm³ |

**Correas - Viga delta**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Plasticidad | Módulo resistente plástico de cálculo respecto al eje y | Vfpl,y,cálculo | 378.91 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico de cálculo respecto al eje z | Vfpl,z,cálculo | 97.66 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.290 | — |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,z | 1.140 | — |
| | Área de cortante plástica en dirección y | Apl,y | 34.37 | cm² |
| | Área de cortante plástica en dirección z | Apl,z | 96.86 | cm² |
| | Esfuerzo axial plástico Npl | Npl | 4,399.307 | kN |
| | Esfuerzo cortante plástico Vpl,y en dirección y | Vpl,y | 704.248 | kN |
| | Esfuerzo cortante plástico Vpl,z en dirección z | Vpl,z | 1,955.544 | kN |
| | Momento flector plástico Mpl,y respecto al eje y | Mpl,y | 537.69 | kNm |
| | Momento flector plástico Mpl,z respecto al eje z | Mpl,z | 275.96 | kNm |
| | Resistencia última al arrancamiento | Nu | 6,009.468 | kN |
| Otros | Peso | G | 102.1 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.070 | m²/m |
| | Volumen | V | 13,000.00 | m³/m |
| | Factor de sección | Am/V | 82.308 | 1/m |
| | Área de la sobra | Asoll | 331.47 | m² |

**Viga de sujeción de envolvente - orden vertical**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Área de la sección | A | 160.00 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 32,281.00 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 10,754.00 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar | Ip | 43,165.00 | cm⁴ |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 507.83 | cm³ |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 310.37 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,619.00 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 1,076.00 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 35.57 | cm² |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 101.60 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 26,727.00 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,854.00 | cm³ |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortantes | max w | 62.92 | cm² |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortantes | Iw | 2.15×10⁸ | cm⁶ |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortantes | iw | 22.3 | mm |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortantes | Ww | 1,413.76 | cm⁴ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 2,202.00 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 1,240.00 | cm³ |

**Viga de sujeción de envolvente - orden vertical**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Plasticidad | Módulo resistente plástico de cálculo respecto al eje y | Vfpl,y,cálculo | 700.41 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico de cálculo respecto al eje z | Vfpl,z,cálculo | 209.07 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.235 | — |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,z | 1.152 | — |
| | Área de cortante plástica en dirección y | Apl,y | 52.77 | cm² |
| | Área de cortante plástica en dirección z | Apl,z | 169.57 | cm² |
| | Esfuerzo axial plástico Npl | Npl | 5,665.611 | kN |
| | Esfuerzo cortante plástico Vpl,y en dirección y | Vpl,y | 1,861.510 | kN |
| | Esfuerzo cortante plástico Vpl,z en dirección z | Vpl,z | 2,240.692 | kN |
| | Momento flector plástico Mpl,y respecto al eje y | Mpl,y | 721.15 | kNm |
| | Momento flector plástico Mpl,z respecto al eje z | Mpl,z | 440.70 | kNm |
| | Resistencia última al arrancamiento | Nu | 7,227.429 | kN |
| Otros | Peso | G | 125.6 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.160 | m²/m |
| | Volumen | V | 16,000.00 | m³/m |
| | Factor de sección | Am/V | 72.500 | 1/m |
| | Área de la sobra | Asoll | 713.09 | m² |

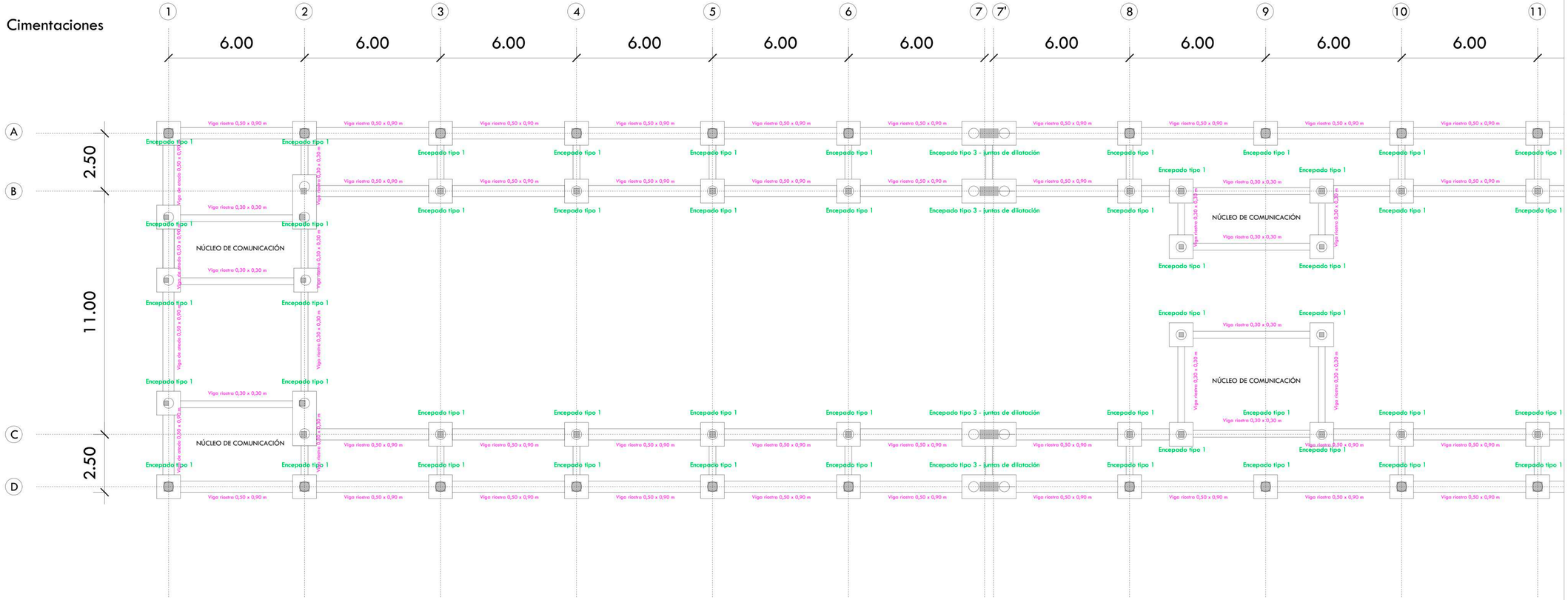
# E18

HORMIGÓN- CUBIERTA - VIGAS / PILARE

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

## Cimentaciones




## Techo PB

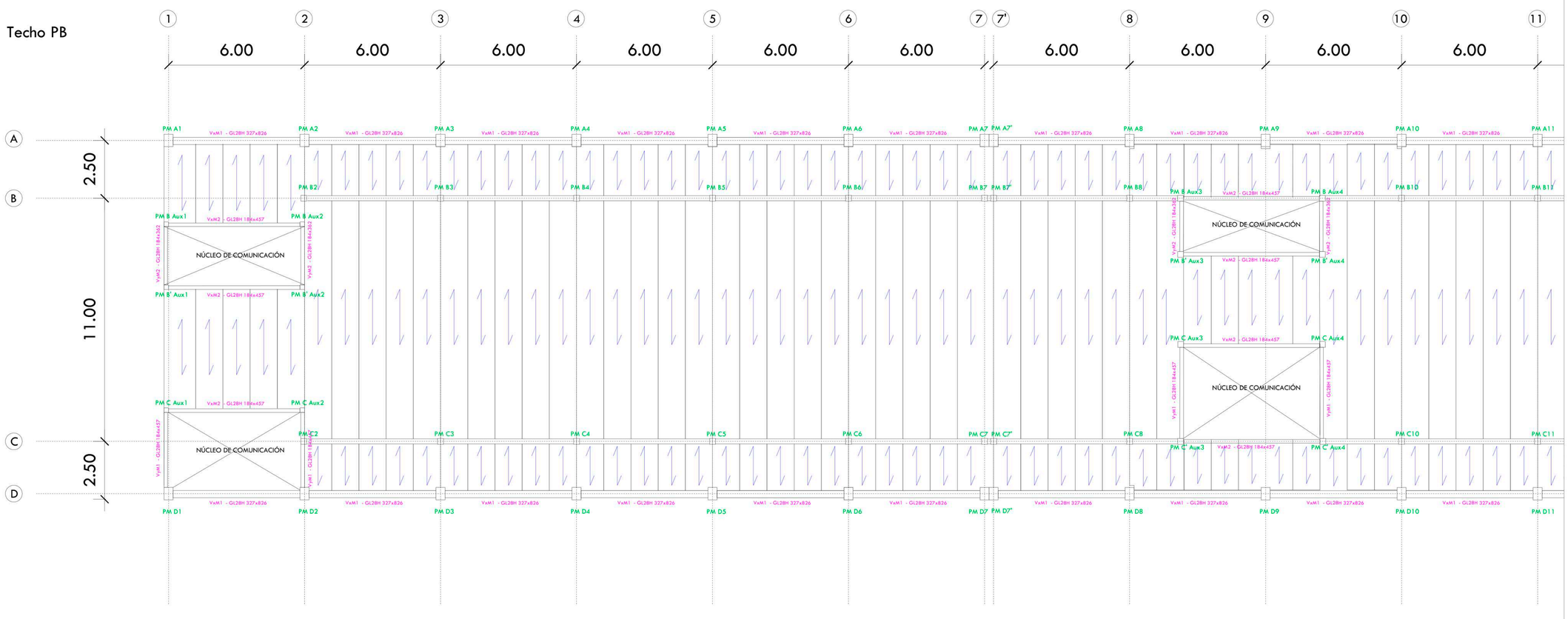



**TABLA DE ACCIONES - MADERA**

El contenido de esta tabla está desarrollado con profusión de detalles en el apartado 5. de la memoria

| | PILARES PRINCIPALES DE CANTO VARIABLE | PILARES AUXILIARES | VIGAS DE CORONACIÓN + VIGAS DE CUBIERTA | VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO | VIGAS DE APOYO INTERMEDIO DE FORJADO |
|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,78 kN/m^2 + 0,6 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio + 0,6 kN/m^2 + 0,13 kN/m^2 | Peso propio + peso de forjado (2,5m/2) + sobrecarga de uso (3 kN/m^2) | Peso propio + peso de forjado ((11m/2)*(2,5 m/2)) + sobrecarga de uso (3 kN/m^2) |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio | Peso propio + peso envolvente lateral en viga de coronación de los extremos del edificio | Peso propio + 2,15 kN/m + peso envolvente (variable por planta, el doble o sur) + peso muro cortina (variable por planta, mismo magnitud para todos los orientaciones) | Peso propio |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES ($\gamma_G$) | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES ($\gamma_Q$) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

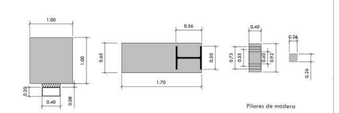
**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 3 - MADERA**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica (x10^-6 /ºC) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GL28h | Madera (vigas, pilares) | 12600.0 | 650.0 | - | 4.60 | 460.00 | 0.000005 |
| S270 (barras, redondos y perfiles de acero) | Uniones de acero | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 0.000012 |

**Pilar de canto variable / Viga de coronación de canto variable (A =327x400-921 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 400.00-921.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión mínimo | $I_t$, mín | 508,347.35 | cm^3 |
| | Anchura | b | 327.00 | mm | | Módulo de torsión máximo | $I_t$, máx | 833,657.47 | cm^3 |
| | Área de la sección | A | 179.40 | cm^2 | | Módulo resistente para torsión mínimo | $W_t$, mín | 16,750.53 | cm^3 |
| Flexión | Momento de inercia mínimo respecto al eje y | $I_y$, mín | 717,696.11 | cm^4 | | Módulo resistente para torsión máximo | $W_t$, máx | 26,013.29 | cm^3 |
| | Momento de inercia máximo respecto al eje y | $I_y$, máx | 2,128,851.64 | cm^4 | Plasticidad | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje y | $W_{pl,y}$, mín | 33,589.52 | cm^3 |
| | Momento de inercia mínimo respecto al eje z | $I_z$, mín | 186,775.56 | cm^4 | | Módulo resistente plástico máximo respecto al eje y | $W_{pl,y}$, máx | 69,343.70 | cm^3 |
| | Momento de inercia máximo respecto al eje z | $I_z$, máx | 268,362.38 | cm^4 | | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje z | $W_{pl,z}$, mín | 17,135.37 | cm^3 |
| | Módulo resistente elástico mínimo respecto al eje y | $W_y$, mín | 22,393.01 | cm^3 | | Módulo resistente plástico máximo respecto al eje z | $W_{pl,z}$, máx | 24,620.40 | cm^3 |
| | Módulo resistente elástico mínimo respecto al eje y | $W_y$, mín | 46,229.13 | cm^3 | | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 1.500 | - |
| | Módulo resistente elástico mínimo respecto al eje z | $W_z$, mín | 11,423.58 | cm^3 | | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,y}$ | 1.500 | - |
| | Módulo resistente elástico máximo respecto al eje z | $W_z$, máx | 16,413.60 | cm^3 | Otros | Peso | G | 96.4 | kg/m |
| Cortante | Área de cortante mínima en dirección y | $A_{y,}$ mín | 1,746.72 | cm^2 | | Área de la superficie por unidad de longitud | $A_m$ | 1.936 | m^2/m |
| | Área de cortante en dirección y | $A_{y,}$ máx | 2,509.73 | | | Volumen | V | 348,961.776 | cm^3/m |
| | Área de cortante mínima en dirección z | $A_{z,}$ mín | 1,746.72 | cm^2 | | Factor de sección | $A_m$/V | 9.236 | 1/m |
| | Área de cortante máxima en dirección z | $A_{z,}$ mín | 2,509.73 | cm^2 | | | | | |

Pilares | Vigas principales | Forjados




Pilar de hormigón 1x1 con perfil bisiloxativo RHS - Unión por placas y tornillería

Pilar mixto de hormigón y acero

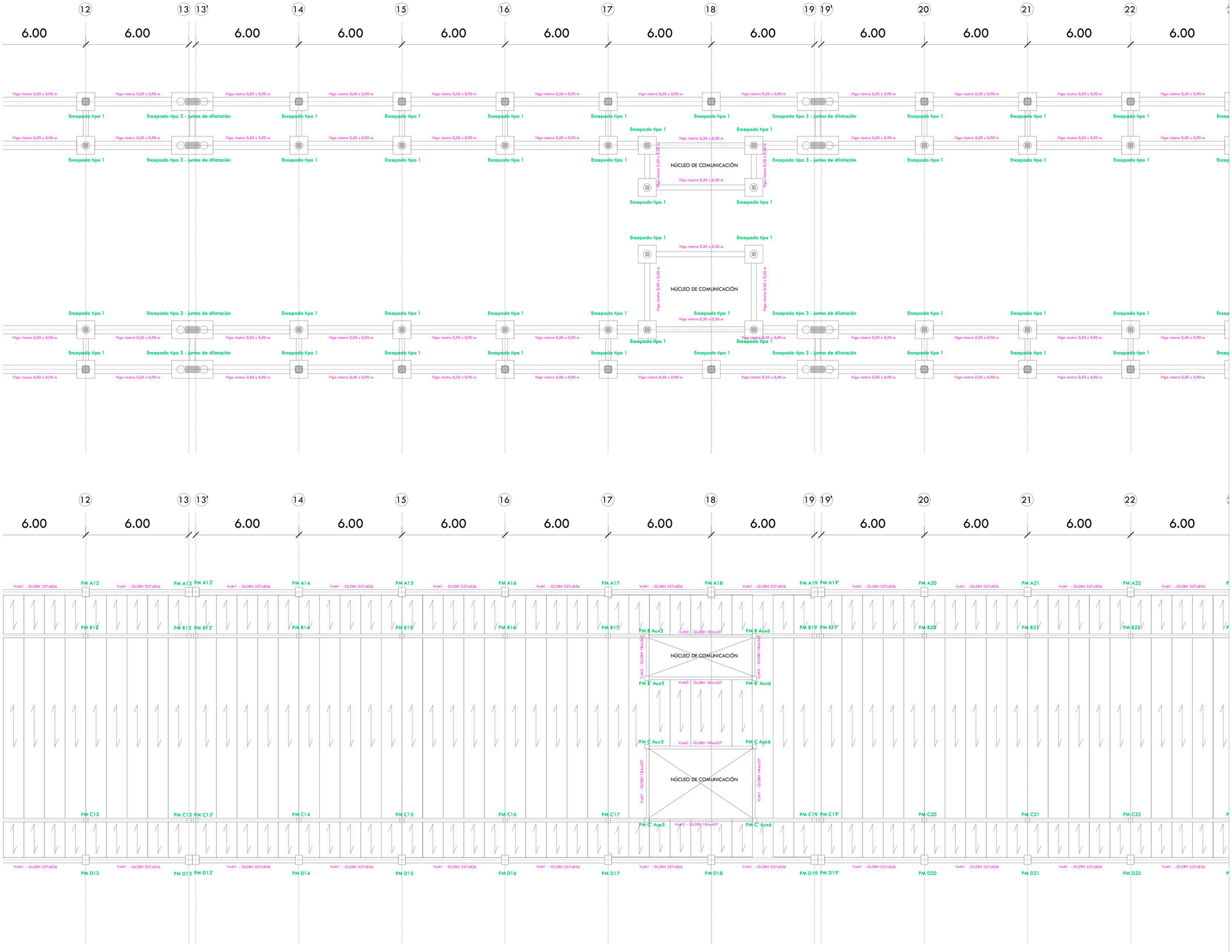
Pilares de madera
-Pilar de canto variable 40 x 40-92 cm
-Pilar auxiliar - apoyo de forjado - 26x26 cm

# E19

MADERA - CIMENTACIÓN/PLANTA BAJA

ESCALA 1/200


TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Pilar auxiliar (A = 266x266 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 266.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 69,943.94 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 266.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 3,888.72 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 794.90 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 4,687.59 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 41,563.25 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 4,687.60 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 41,563.26 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | -- |
| | Momento de inercia polar | Ip | 82,814.59 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | -- |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 2,343.79 | cm³ | Otros | Peso | G | 32.4 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 2,343.80 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.062 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 3,125.06 | cm³ | | Volumen | V | 70,490.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 3,125.06 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 15.066 | 1/m |

**Vigas de arriostramiento de pórticos (A=337x826 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 826.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 723,106.00 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 327.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 22,809.42 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 2,701.02 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 55,776.06 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 1,535,700.93 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 22,080.84 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 240,681.14 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | -- |
| | Momento de inercia polar | Ip | 1,776,382.07 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | -- |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 27,888.03 | cm³ | Otros | Peso | G | 124.2 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 11,040.42 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 2.306 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 37,184.04 | cm³ | | Volumen | V | 270,102.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 14,720.56 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 8.538 | 1/m |

**Vigas de apoyo de cubierta (A=184x318 mm)**

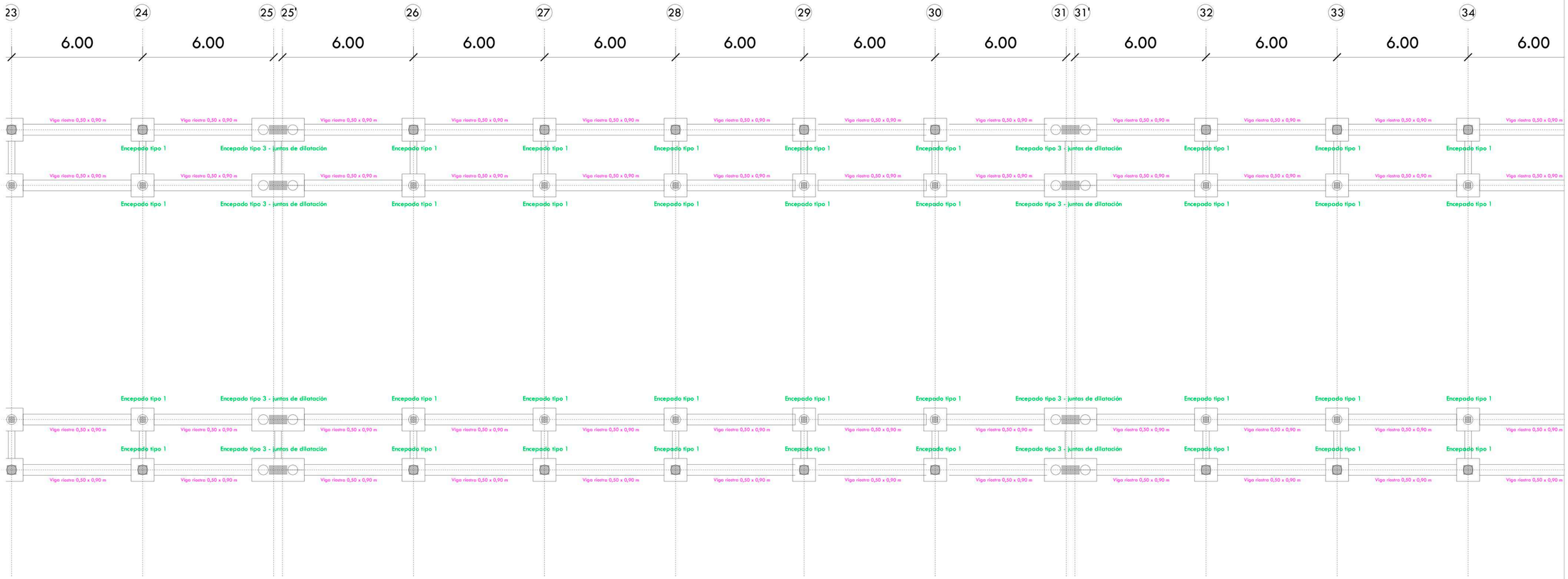
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 318.0 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 42,186.78 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 184.0 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 2,559.20 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 585.12 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 4,651.70 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 49,308.06 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 2,691.55 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 16,508.19 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | -- |
| | Momento de inercia polar | Ip | 65,816.25 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | -- |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 2,325.85 | cm³ | Otros | Peso | G | 36.9 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 1,345.78 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.004 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 3,101.14 | cm³ | | Volumen | V | 58,512.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 1,794.37 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 17.159 | 1/m |

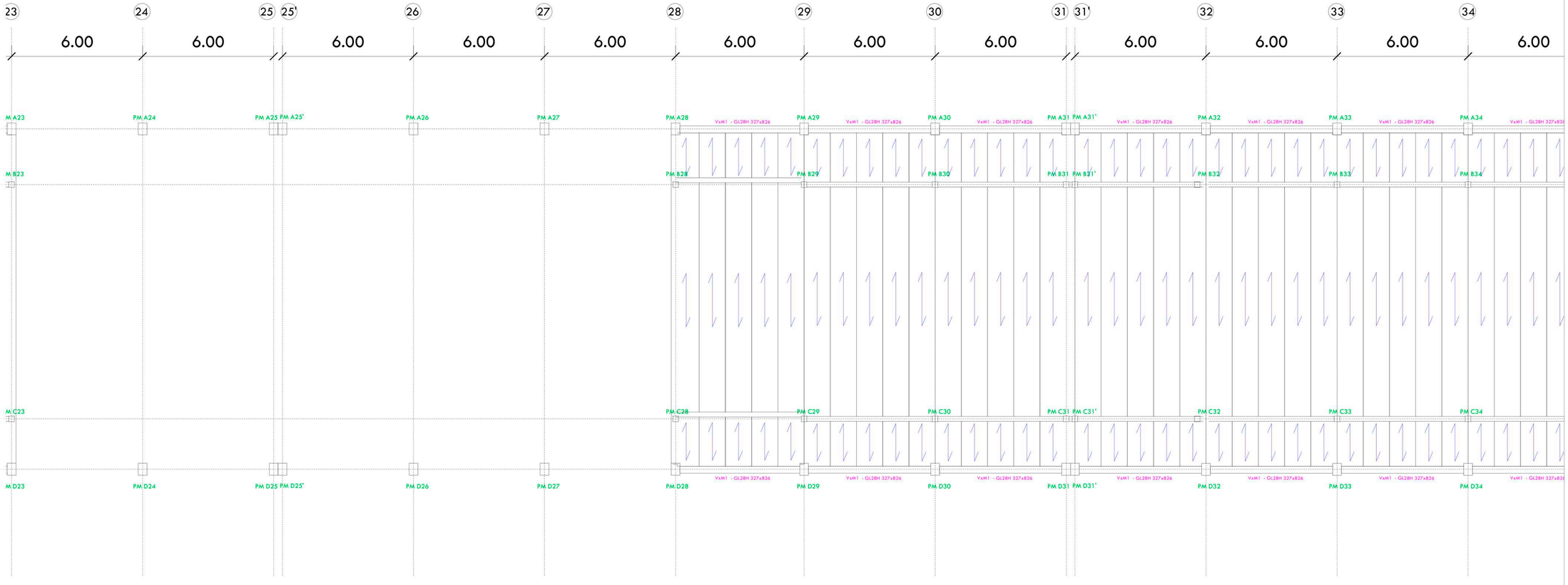
# E20

MADERA - CIMENTACIÓN/PLANTA BAJA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Vigas de pilar de pórtico a pilar auxiliar (A=130x279 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 279.00 | mm | Tensión | Módulo de torsión | It | 14,457.85 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 130.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,175.53 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 362.70 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 2,529.83 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 23,527.44 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 1,178.78 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 5,108.03 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 28,635.47 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,z | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 1,264.92 | cm³ | Otros | Peso | G | 16.7 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 589.39 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 0.818 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,686.56 | cm³ | | Volumen | V | 36,270.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 785.85 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 22.553 | 1/m |

**Vigas de arriostramiento de pilares auxiliares (A=228x737 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 737.00 | mm | Tensión | Módulo de torsión | It | 234,467.04 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 228.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 10,396.52 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 1,680.36 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 30,960.63 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 760,399.55 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 9,578.05 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 72,793.30 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 1,776,382.07 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,z | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 15,480.32 | cm³ | Otros | Peso | G | 77.3 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 4,789.03 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.930 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 20,640.42 | cm³ | | Volumen | V | 168,036.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 6,385.37 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 11.486 | 1/m |

# E21

MADERA - CIMENTACIÓN/PLANTA BAJA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

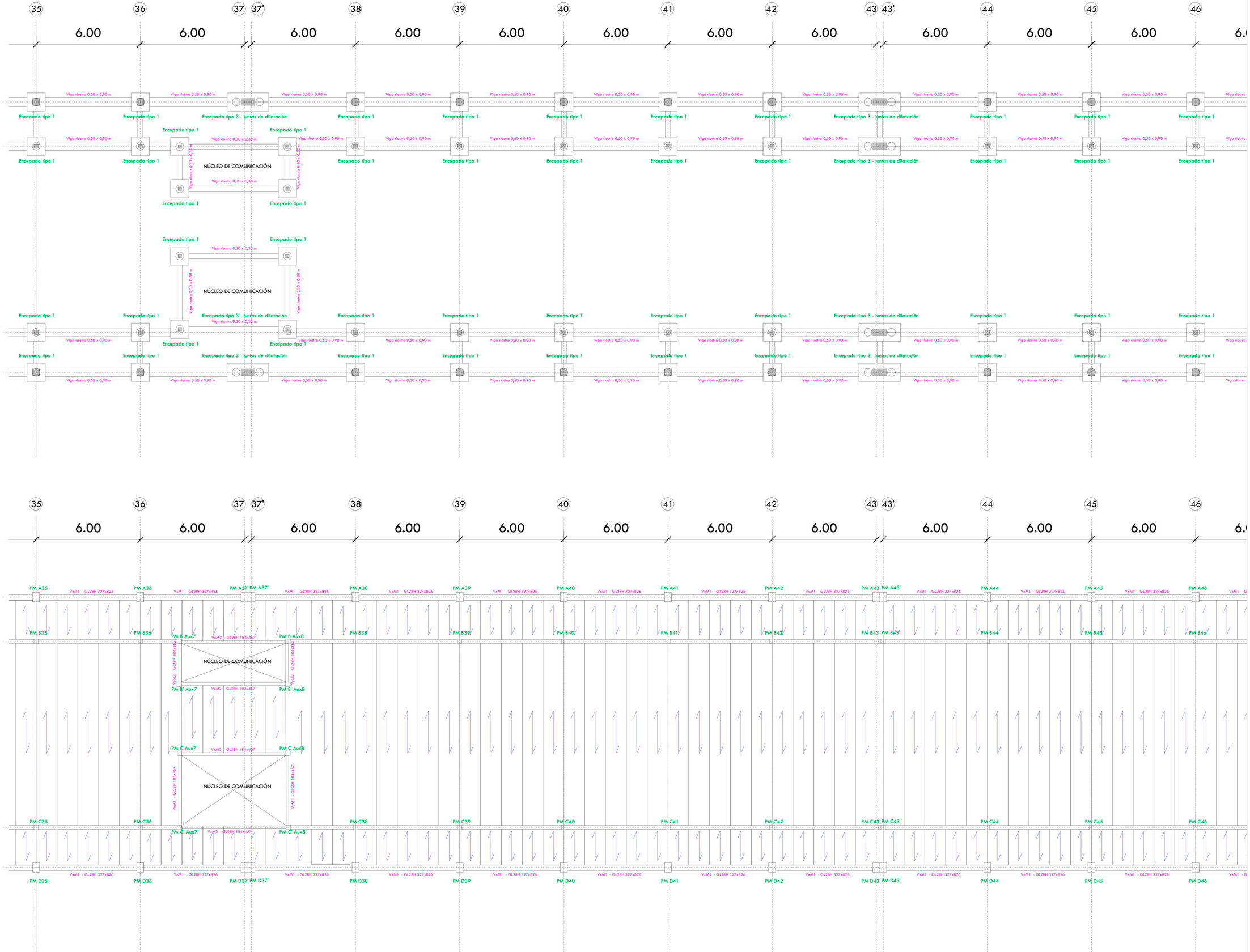



**TABLA DE ACCIONES - MADERA**

El contenido de esta tabla está desarrollado con profusión de detalles en el apartado 5. de la memoria

| | PILARES PRINCIPALES DE CANTO VARIABLE | PILARES AUXILIARES | VIGAS DE CORONACIÓN + VIGAS DE CUBIERTA | VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO | VIGAS DE APOYO INTERMEDIO DE FORJADO |
|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,78 kN/m^2 + 0,6 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio + 0,6 kN/m^2 + 0,13 kN/m^2 | Peso propio + peso de forjado (2,5m/2) + sobrecarga de uso (3 kN/m^2) | Peso propio + peso de forjado [(11m/2)+(2,5 m/2)] + sobrecarga de uso (3 kN/m^2) |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio | Peso propio + peso envolvente lateral en viga de coronación de los extremos del edificio | Peso propio + 2,15 kN/m + peso envolvente (variable por planta, el doble o sur) + peso muro cortina (variable por planta, misma magnitud para todas las orientaciones) | Peso propio |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES ($\gamma_G$) | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES ($\gamma_Q$) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

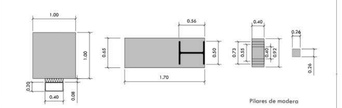
**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 3 - MADERA**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica α (×10^-5 /°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GL28h | Madera (vigas, pilares) | 12600.0 | 650.0 | - | 4.60 | 460.00 | 0.000005 |
| S270 (barras, redondos y perfiles de acero) | Uniones de acero | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 0.000012 |

**Pilar de canto variable / Viga de coronación de canto variable (A =327×400-921 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 400.00-921.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión mínimo | $W_t$, mín | 508,347.35 | cm^3 |
| | Anchura | b | 327.00 | mm | | Módulo de torsión máximo | $W_t$, máx | 833,657.47 | cm^3 |
| | Área de la sección | A | 179.40 | cm^2 | | Módulo resistente para torsión mínimo | $W_T$, mín | 16,750.53 | cm^3 |
| Flexión | Momento de inercia mínimo respecto al eje y | $I_y$, mín | 717,696.11 | cm^4 | | Módulo resistente para torsión máximo | $W_T$, máx | 26,013.29 | cm^3 |
| | Momento de inercia máximo respecto al eje y | $I_y$, máx | 2,128,851.64 | cm^4 | Plasticidad | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje y | $W_{pl,y}$, mín | 33,589.52 | cm^3 |
| | Momento de inercia mínimo respecto al eje z | $I_z$, mín | 186,775.56 | cm^4 | | Módulo resistente plástico máximo respecto al eje y | $W_{pl,y}$, máx | 69,343.70 | cm^3 |
| | Momento de inercia máximo respecto al eje z | $I_z$, máx | 268,362.38 | cm^4 | | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje z | $W_{pl,z}$, mín | 17,135.37 | cm^3 |
| | Módulo resistente elástico mínimo respecto al eje y | $W_y$, mín | 22,393.01 | cm^3 | | Módulo resistente plástico máximo respecto al eje z | $W_{pl,z}$, máx | 24,620.40 | cm^3 |
| | Módulo resistente elástico máximo respecto al eje y | $W_y$, mín | 46,229.13 | cm^3 | | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 1.500 | – |
| | Módulo resistente elástico mínimo respecto al eje z | $W_z$, mín | 11,423.58 | cm^3 | | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,y}$ | 1.500 | – |
| | Módulo resistente elástico máximo respecto al eje z | $W_z$, máx | 16,413.60 | cm^3 | Otros | Peso | G | 96.4 | kg/m |
| Cortante | Área de cortante mínima en dirección y | $A_{y,mín}$ | 1,746.72 | cm^2 | | Área de la superficie por unidad de longitud | $A_m$ | 1.936 | m^2/m |
| | Área de cortante en dirección y | $A_{y,máx}$ | 2,509.73 | | | Volumen | V | 348,961.776 | cm^3/m |
| | Área de cortante mínima en dirección z | $A_{z,mín}$ | 1,746.72 | cm^2 | | Factor de sección | $A_m/V$ | 9.236 | 1/m |
| | Área de cortante máxima en dirección z | $A_{z,mín}$ | 2,509.73 | cm^2 | | | | | |

Pilares  Vigas principales  Forjados




Pilar de hormigón 1x1 con perfil sobliquativo RHS - Unión por placas y tornillería

Pilar mixto de hormigón y acero

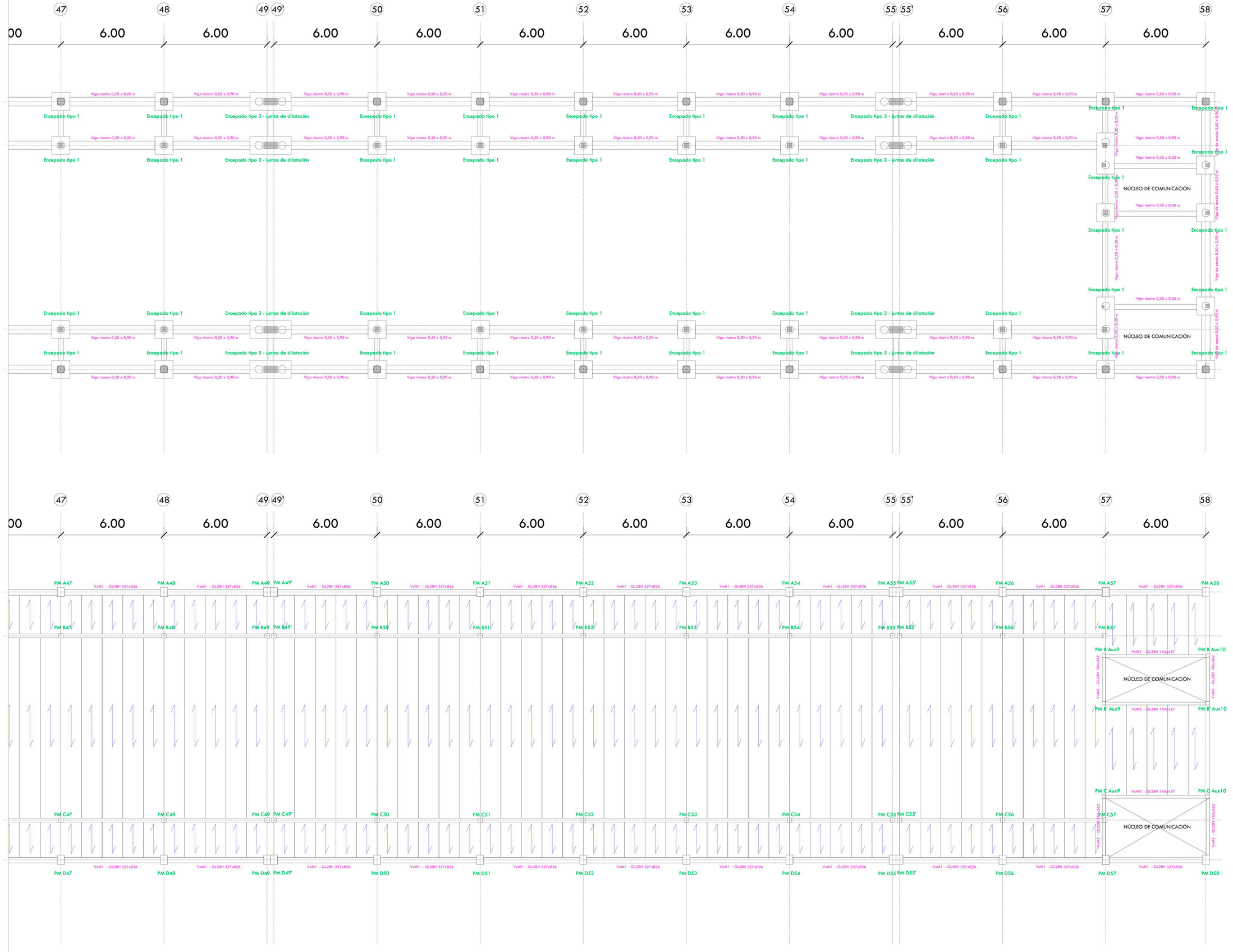
Pilares de madera
-Pilar de canto variable 40 x 40-92 cm
-Pilar auxiliar - apoyo de forjado - 26x26 cm

# E22

MADERA - CIMENTACIÓN/PLANTA BAJA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Pilar auxiliar (A = 266x266 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 266.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 69,943.94 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 266.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 3,888.72 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 794.90 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 4,687.59 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 41,563.25 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 4,687.60 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 41,563.26 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 82,814.59 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 2,343.79 | cm³ | Otros | Peso | G | 32.4 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 2,343.80 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.062 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 3,125.06 | cm³ | | Volumen | V | 70,490.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 3,125.06 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 15.066 | 1/m |

**Vigas de entrevigamiento de pórticos (A=327x826 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 826.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 723,106.00 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 327.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 22,809.42 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 2,701.02 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 55,776.06 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 1,535,700.93 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 22,080.84 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 240,681.14 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 1,776,382.07 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 27,888.03 | cm³ | Otros | Peso | G | 124,2 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 11,040.42 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 2.306 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 37,184.04 | cm³ | | Volumen | V | 270,102.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 14,720.56 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 8.538 | 1/m |

**Vigas de apoyo de cubierta (A=184x318 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 318.0 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 42,186.78 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 184.0 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 2,559.20 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 585.12 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 4,651.70 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 49,308.06 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 2,691.55 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 16,508.19 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 65,816.25 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 2,325.85 | cm³ | Otros | Peso | G | 36.9 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 1,345.78 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.004 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 3,101.14 | cm³ | | Volumen | V | 58,512.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 1,794.37 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 17.159 | 1/m |

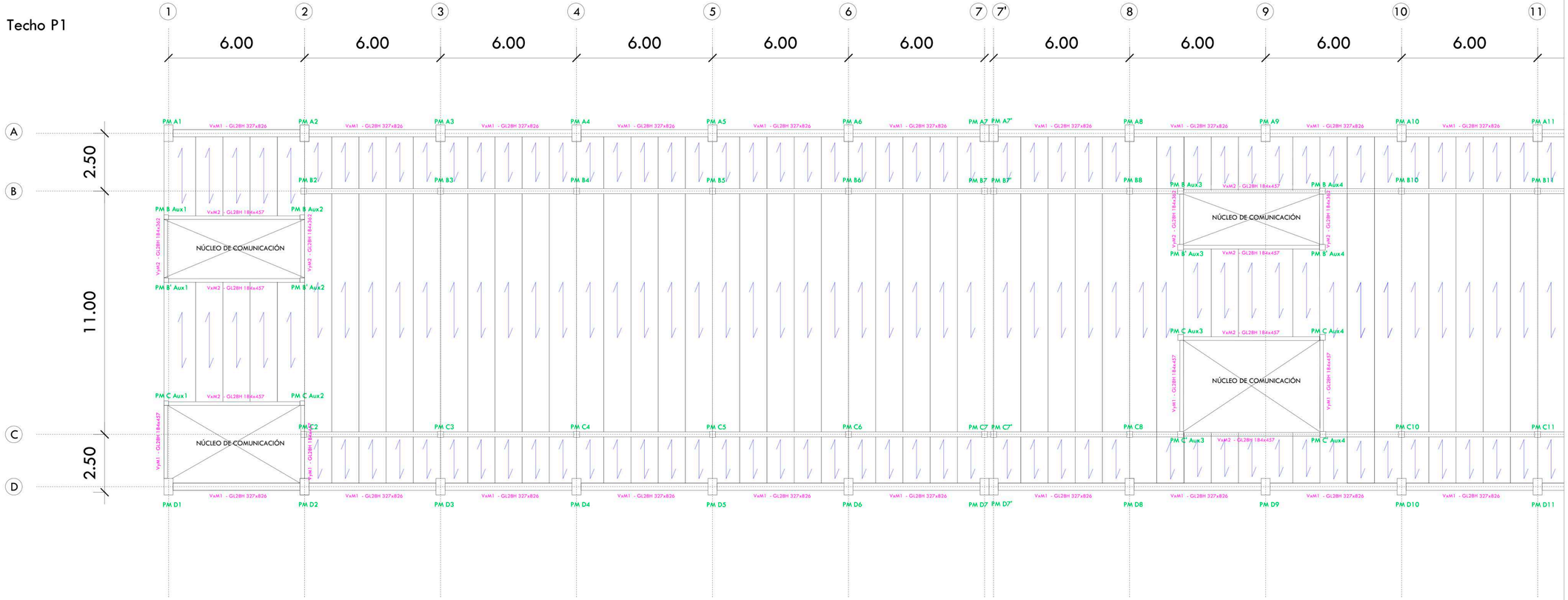
# E23

MADERA - CIMENTACIÓN/PLANTA BAJA

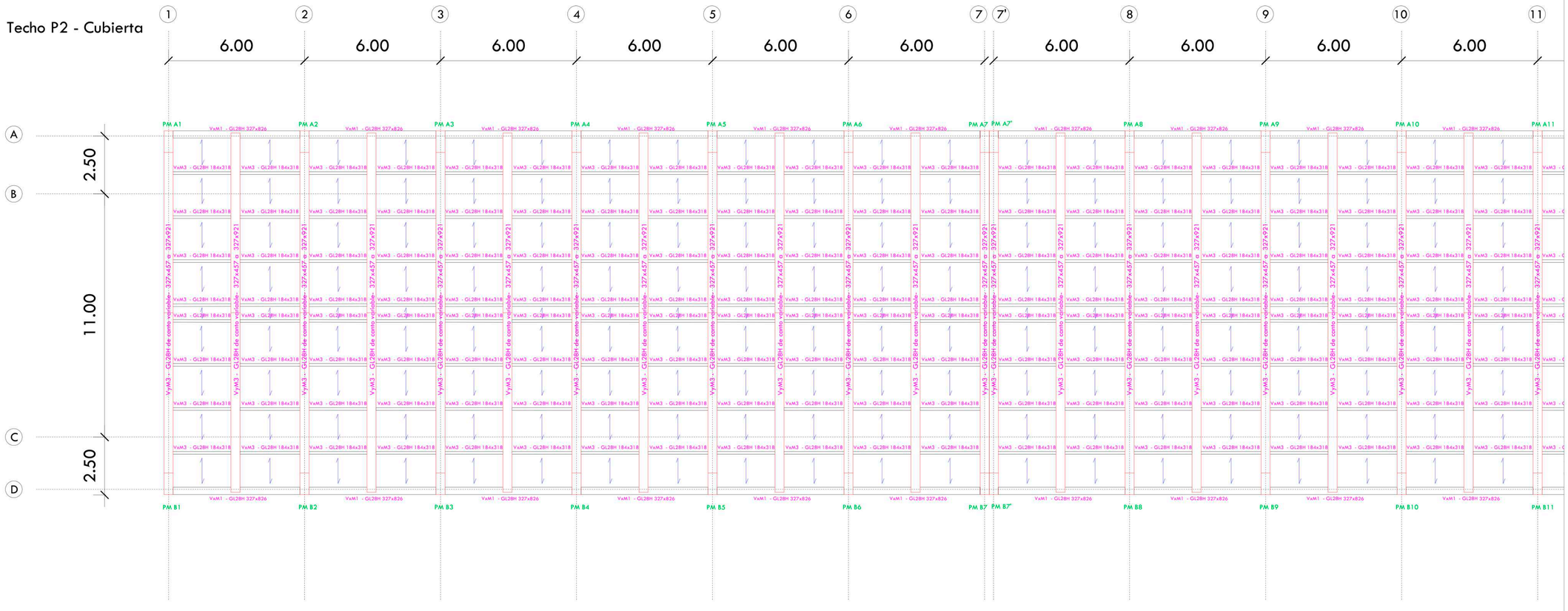
ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

## Techo P1




## Techo P2 - Cubierta




**Vigas de pilar de pórtico a pilar auxiliar (A=130x279 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 279.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 14,457.85 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 130.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,175.53 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 362.70 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | WplY | 2,529.83 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 23,527.44 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | WplZ | 1,178.78 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 5,108.03 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αplY | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 28,635.47 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αplZ | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 1,264.92 | cm³ | Otros | Peso | G | 16.7 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 589.39 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 0.818 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,686.56 | cm³ | | Volumen | V | 36,270.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 785.85 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 22.553 | 1/m |

**Vigas de arriostramiento de pilares auxiliares (A=228x737 mm)**

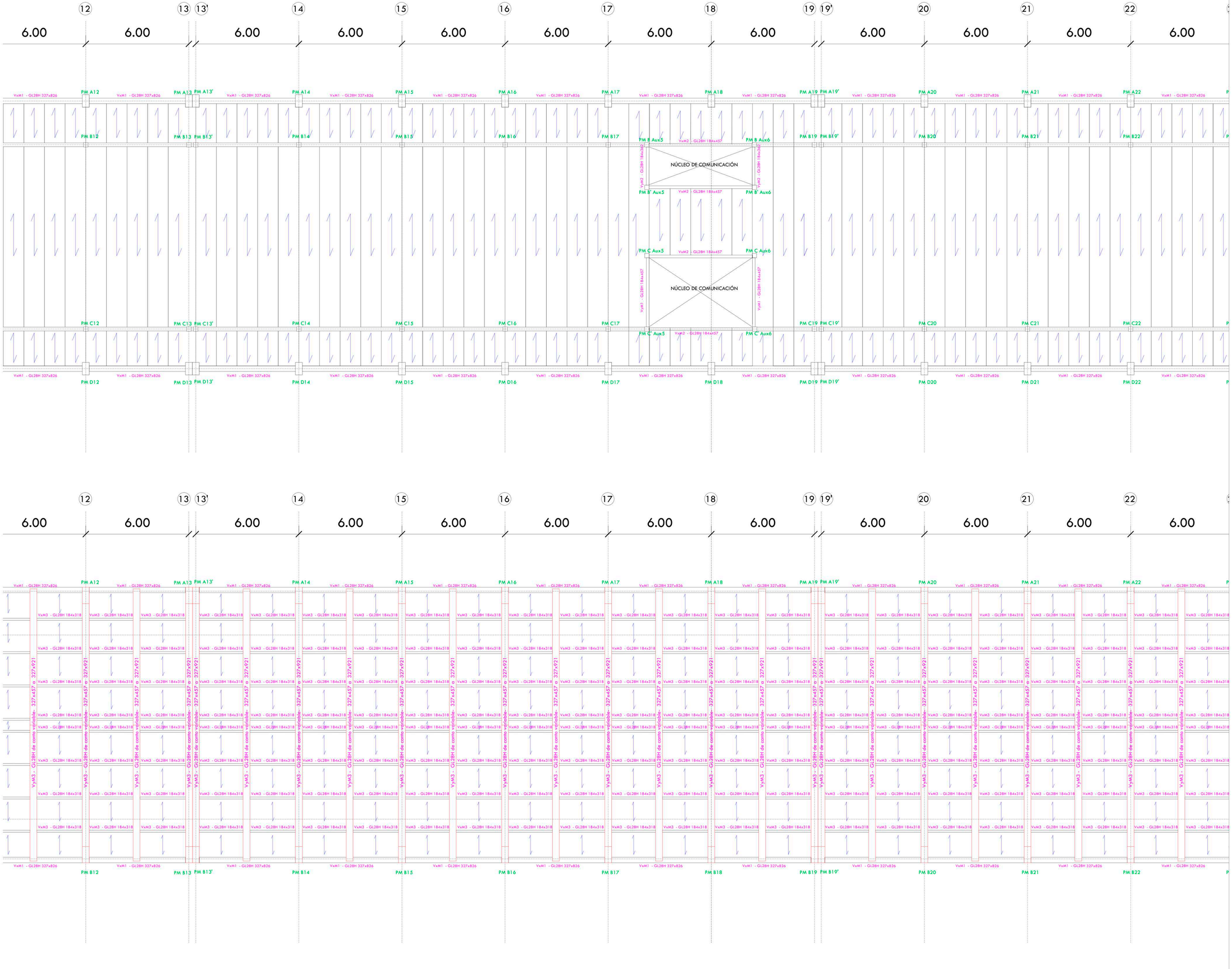
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 737.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 234,467.04 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 228.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 10,396.52 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 1,680.36 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | WplY | 30,960.63 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 760,599.55 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | WplZ | 9,578.05 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 72,793.30 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αplY | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 1,776,382.0 7 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αplZ | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 15,480.32 | cm³ | Otros | Peso | G | 77.3 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 4,789.03 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.930 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 20,640.42 | cm³ | | Volumen | V | 168,036.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 6,385.37 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 11.486 | 1/m |

# E24

MADERA - PLANTA 1 Y CUBIERTA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




| TABLA DE ACCIONES - MADERA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| El contenido de esta tabla está desarrollado con profusión de detalles en el apartado 5. de la memoria | | | | | |
| | PILARES PRINCIPALES DE CANTO VARIABLE | PILARES AUXILIARES | VIGAS DE CORONACIÓN + VIGAS DE CUBIERTA | VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO | VIGAS DE APOYO INTERMEDIO DE FORJADO |
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,78 kN/m^2 + 0,6 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio + 0,6 kN/m^2 + 0,13 kN/m^2 | Peso propio + peso de forjado (2,5m/2) + sobrecarga de uso (3 kN/m^2) | Peso propio + peso de forjado ((11m/2)+(2,5 m/2)) + sobrecarga de uso (3 kN/m^2) |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio | Peso propio + peso envolvente lateral en vigas de coronación de los extremos del edificio | Peso propio + 2,15 kN/m + peso envolvente (variable por planta, el doble o sur) + peso muro cortina (variable por planta, misma magnitud para todas las orientaciones) | Peso propio |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES ($\gamma_G$) | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES ($\gamma_Q$) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

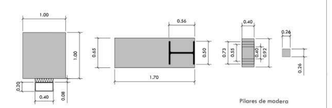
**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 3 - MADERA**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica (*10^-7 /°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GL28h | Madera (vigas, pilares) | 12600.0 | 650.0 | - | 4.60 | 460.00 | 0.000005 |
| S270 (barras, redondos y perfiles de acero) | Uniones de acero | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 0.000012 |

**Pilar de canto variable / Viga de coronación de canto variable (A =327x400-921 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 400.00-921.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión mínimo | $I_t$, mín | 508,347.35 | cm^3 |
| | Anchura | b | 327.00 | mm | | Módulo de torsión máximo | $I_t$, máx | 833,657.47 | cm^3 |
| | Área de la sección | A | 179.40 | cm^2 | | Módulo resistente para torsión mínimo | $W_t$, mín | 16,750.53 | cm^3 |
| Flexión | Momento de inercia mínimo respecto al eje y | $I_y$, mín | 717,696.11 | cm^4 | | Módulo resistente para torsión máximo | $W_t$, máx | 26,013.29 | cm^3 |
| | Momento de inercia máximo respecto al eje y | $I_y$, máx | 2,128,851.64 | cm^4 | Plasticidad | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje y | $W_{pl,y}$, mín | 33,589.52 | cm^3 |
| | Momento de inercia mínimo respecto al eje z | $I_z$, mín | 186,775.56 | cm^4 | | Módulo resistente plástico máximo respecto al eje y | $W_{pl,y}$, máx | 69,343.70 | cm^3 |
| | Momento de inercia máximo respecto al eje z | $I_z$, máx | 268,362.38 | cm^4 | | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje z | $W_{pl,z}$, mín | 17,135.37 | cm^3 |
| | Módulo resistente elástico mínimo respecto al eje y | $W_y$, mín | 22,393.01 | cm^3 | | Módulo resistente plástico máximo respecto al eje z | $W_{pl,z}$, máx | 34,620.40 | cm^3 |
| | Módulo resistente elástico máximo respecto al eje y | $W_y$, mín | 46,229.13 | cm^3 | | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha_{pl,y}$ | 1.500 | - |
| | Módulo resistente elástico mínimo respecto al eje z | $W_z$, mín | 11,423.58 | cm^3 | | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha_{pl,y}$ | 1.500 | - |
| | Módulo resistente elástico máximo respecto al eje z | $W_z$, máx | 16,413.60 | cm^3 | | | | | |
| Cortante | Área de cortante mínima en dirección y | $A_{y,}$ mín | 1,746.72 | cm^2 | Otros | Peso | G | 96.4 | kg/m |
| | Área de cortante en dirección y | $A_{y,}$ máx | 2,509.73 | | | Área de la superficie por unidad de longitud | $A_m$ | 1.936 | $m^2/m$ |
| | Área de cortante mínima en dirección z | $A_{z,}$ mín | 1,746.72 | cm^2 | | Volumen | V | 348,961.776 | $cm^3/m$ |
| | Área de cortante máxima en dirección z | $A_{z,}$ mín | 2,509.73 | cm^2 | | Factor de sección | $A_m/V$ | 9.236 | 1/m |

Pilares  Vigas principales  Forjados




Pilar de hormigón 1x1 con perfil bibliotectivo RHS - Unión por placas y tornillería

Pilar mixto de hormigón y acero

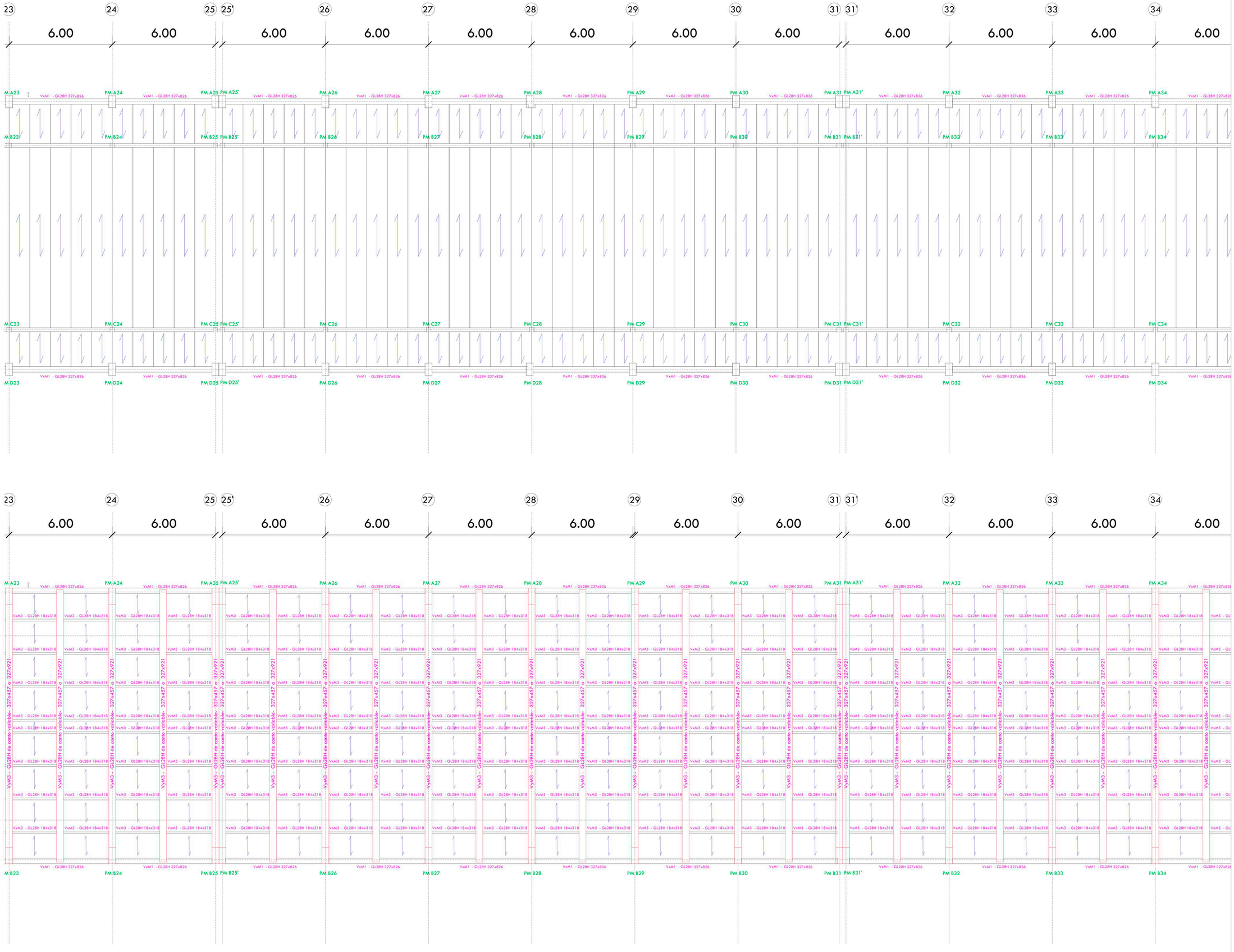
Pilares de madera
-Pilar de canto variable 40 x 40-92 cm
-Pilar auxiliar - apoyo de forjado - 26x26 cm

# E25

## MADERA - PLANTA 1 Y CUBIERTA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Pilar auxiliar (A = 266x266 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 266.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 69,943.94 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 266.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 3,888.72 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 794.90 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 4,687.59 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 41,563.25 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 4,687.60 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 41,563.26 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 82,814.59 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 2,343.79 | cm³ | Otros | Peso | G | 32.4 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 2,343.80 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.062 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 3,125.06 | cm³ | | Volumen | V | 70,490.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 3,125.06 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 15.066 | 1/m |

**Vigas de entrestramiento de pórticos (A=327x826 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 826.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 723,106.00 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 327.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 22,809.42 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 2,701.02 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 55,776.06 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 1,535,700.93 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 22,080.84 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 240,681.14 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 1,776,382.07 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 27,888.03 | cm³ | Otros | Peso | G | 124.2 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 11,040.42 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 2.306 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 37,184.04 | cm³ | | Volumen | V | 270,102.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 14,720.56 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 8.538 | 1/m |

**Vigas de apoyo de cubierta (A=184x318 mm)**

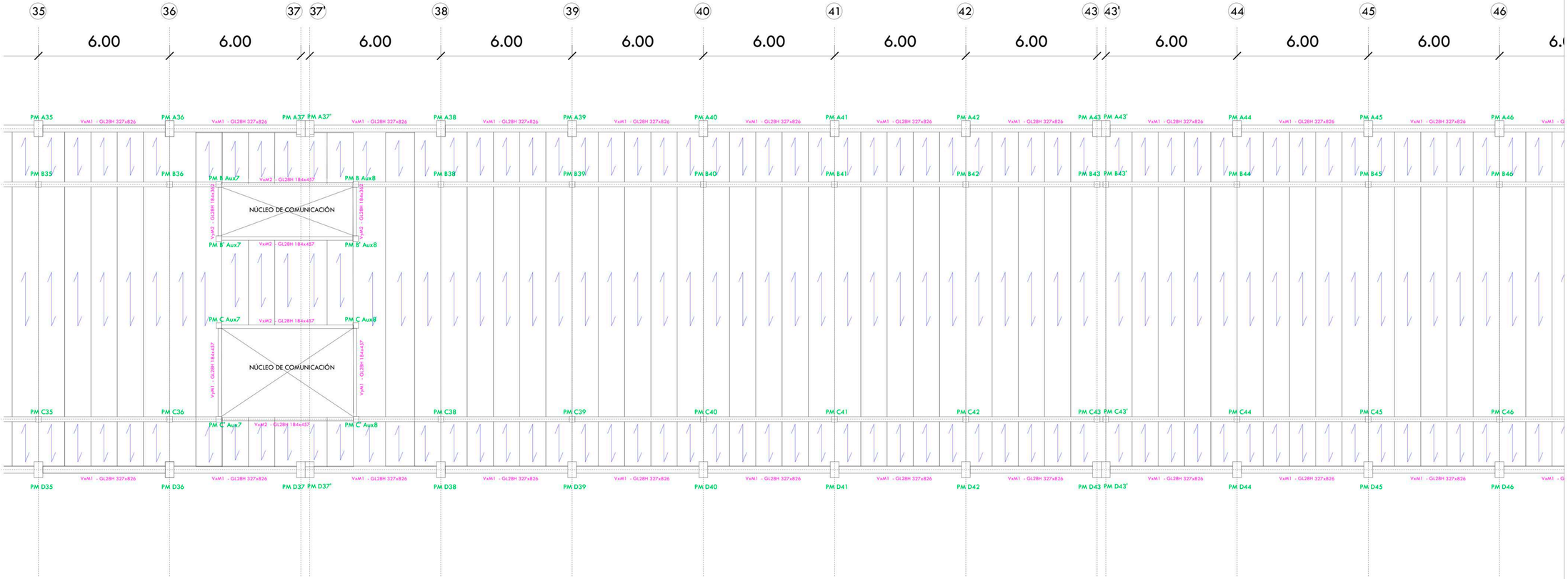
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 318.0 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 42,186.78 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 184.0 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 2,559.20 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 585.12 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 4,651.70 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 49,308.06 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 2,691.55 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 16,508.19 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 65,816.25 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 2,325.85 | cm³ | Otros | Peso | G | 36.9 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 1,345.78 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.004 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 3,101.14 | cm³ | | Volumen | V | 58,512.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 1,794.37 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 17.159 | 1/m |

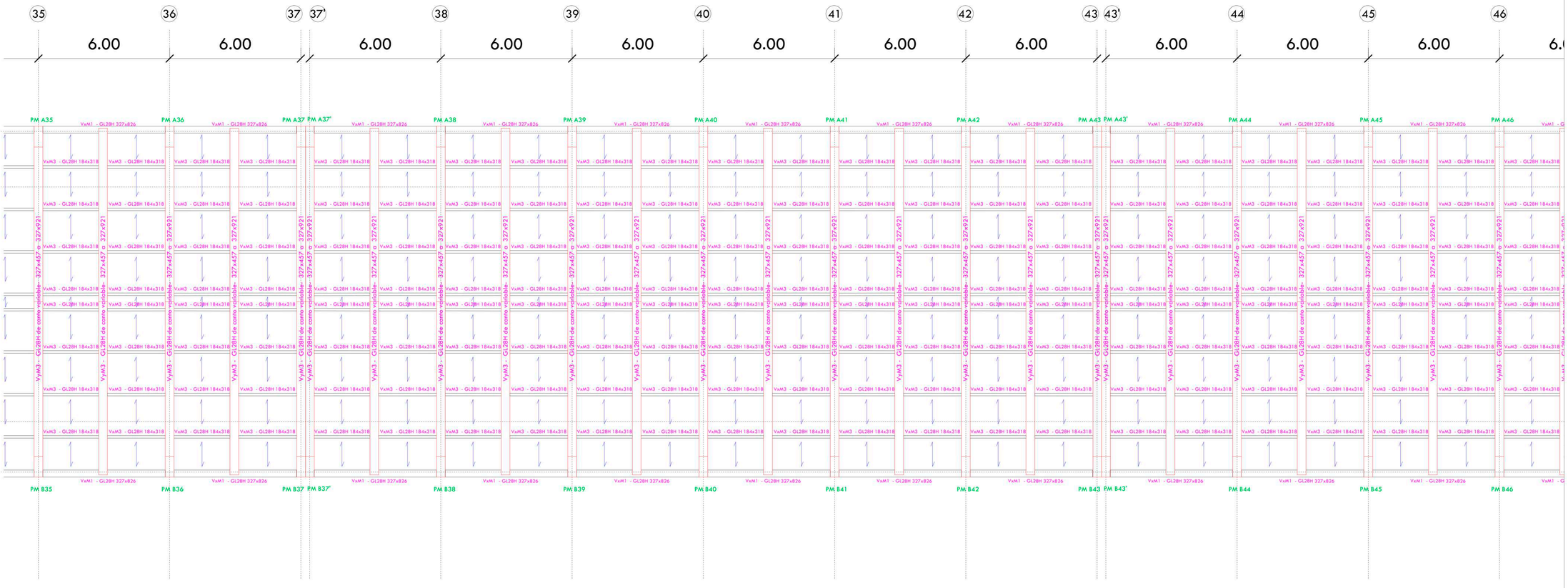
# E26

## MADERA - PLANTA 1 Y CUBIERTA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón




**Vigas de pilar de pórtico a pilar auxiliar (A=1130x379 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 379.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 14,457.85 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 130.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,175.53 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 362.70 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 2,529.83 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 23,527.44 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 1,178.78 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 5,108.03 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 28,635.47 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,z | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 1,264.92 | cm³ | Otros | Peso | G | 16.7 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 589.39 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 0.818 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,686.56 | cm³ | | Volumen | V | 36,270.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 785.85 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 22.553 | 1/m |

**Vigas de arriostramiento de pilares auxiliares (A=228x737 mm)**

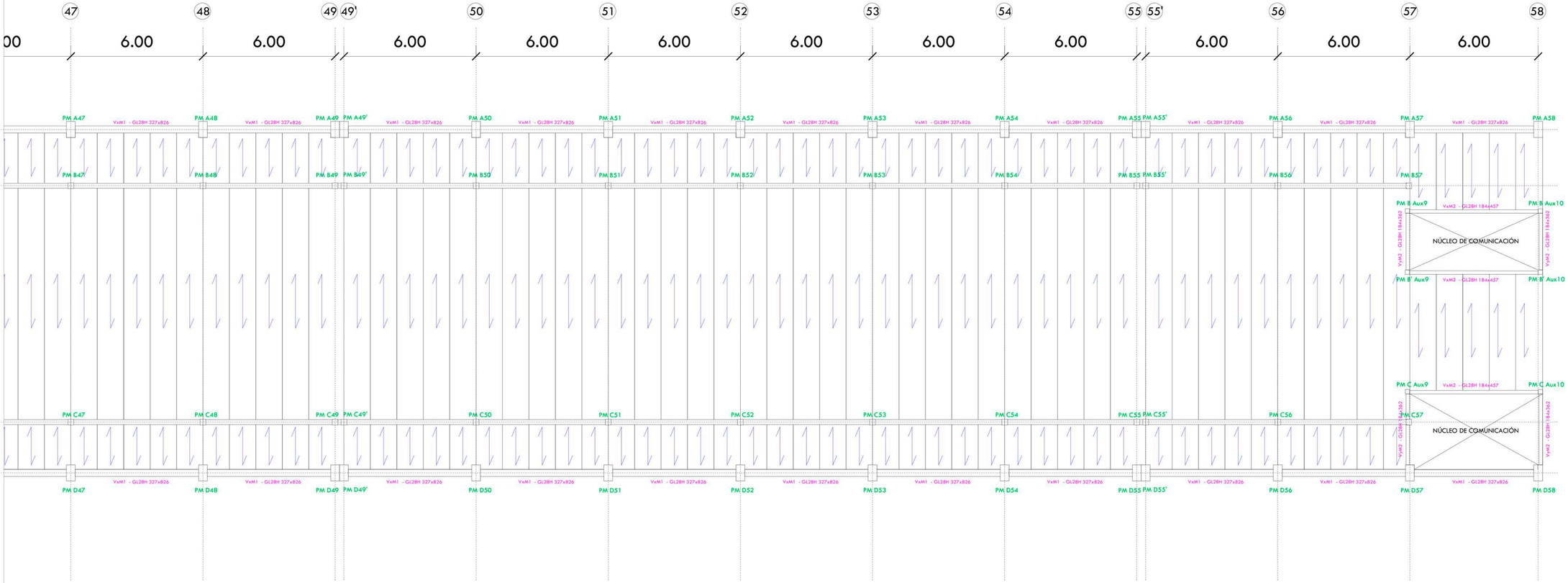
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 737.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 234,467.04 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 228.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 10,396.52 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 1,680.36 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 30,960.63 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 760,599.55 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 9,578.05 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 72,793.30 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 1,776,382.07 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,z | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 15,480.32 | cm³ | Otros | Peso | G | 77.3 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 4,789.03 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.930 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 20,640.42 | cm³ | | Volumen | V | 168,036.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 6,385.37 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 11.486 | 1/m |

# E27

## MADERA - PLANTA 1 Y CUBIERTA

ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón



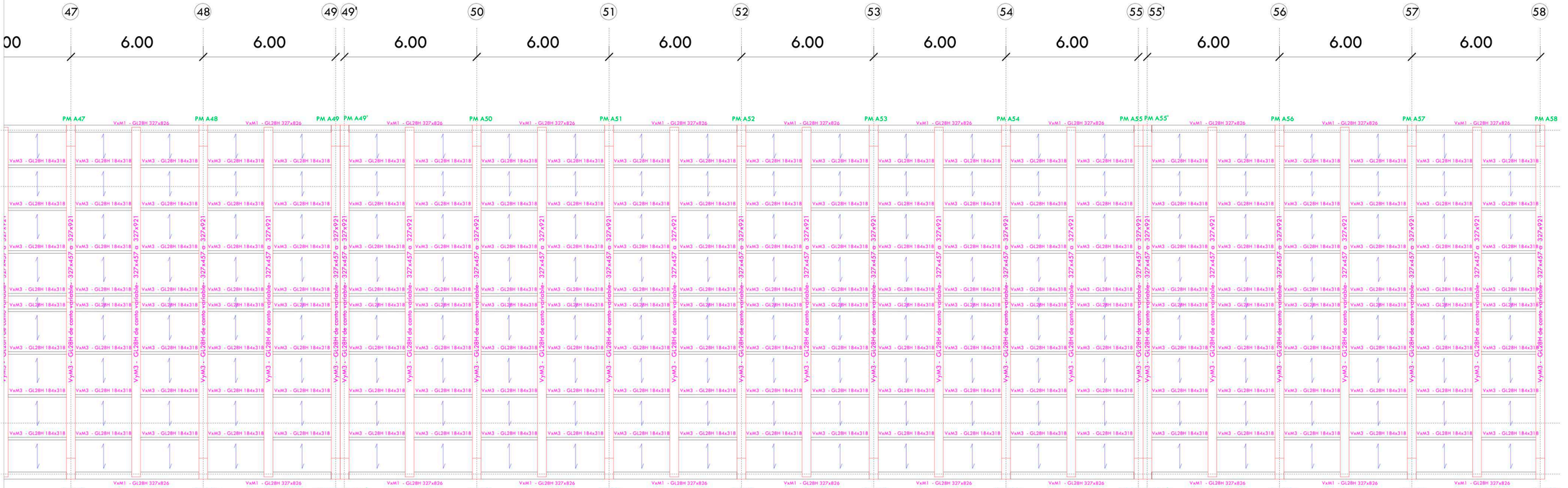




**TABLA DE ACCIONES - MADERA**

El contenido de esta tabla está desarrollado con profusión de detalles en el apartado 5. de la memoria

| | PILARES PRINCIPALES DE CANTO VARIABLE | PILARES AUXILIARES | VIGAS DE CORONACIÓN + VIGAS DE CUBIERTA | VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO | VIGAS DE APOYO INTERMEDIO DE FORJADO |
|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,78 kN/m^2 + 0,6 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio + 0,6 kN/m^2 + 0,13 kN/m^2 | Peso propio + peso de forjado (2,5m/2) + sobrecarga de uso (3 kN/m^2) | Peso propio + peso de forjado ((11m/2)+(2,5 m/2)) + sobrecarga de uso (5 kN/m^2) |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio | Peso propio + peso envolvente lateral en vigas de coronación de los extremos del edificio | Peso propio + 2,15 kN/m + peso envolvente (variable por planta, el doble o sur) + peso muro cortina (variable por planta, mismo magnitud para todos los orientaciones) | Peso propio |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES ($\gamma_G$) | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES ($\gamma_Q$) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

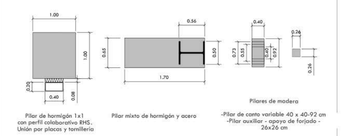
**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 3 - MADERA**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica (*10^-5 °C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GL28h | Madera (vigas, pilares) | 12600.0 | 650.0 | - | 4.60 | 460.00 | 0.000005 |
| S270 (barras, redondos y perfiles de acero) | Uniones de acero | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 0.000012 |

**Pilar de canto variable / Viga de coronación de canto variable (A =327x400-921 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 400.00-921.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión mínimo | $It_{,mín}$ | 508,347.35 | $cm^3$ |
| | Ancho | b | 327.00 | mm | | Módulo de torsión máximo | $It_{,máx}$ | 833,657.47 | $cm^3$ |
| | Área de la sección | A | 179.40 | $cm^2$ | | Módulo resistente para torsión mínimo | $Wt_{,mín}$ | 16,750.53 | $cm^3$ |
| Flexión | Momento de inercia mínimo respecto al eje y | $Iy_{,mín}$ | 717,696.11 | $cm^4$ | | Módulo resistente para torsión máximo | $Wt_{,máx}$ | 26,013.29 | $cm^3$ |
| | Momento de inercia máximo respecto al eje y | $Iy_{,máx}$ | 2,128,851.64 | $cm^4$ | Plasticidad | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje y | $Wpl,y_{,mín}$ | 33,589.52 | $cm^3$ |
| | Momento de inercia mínimo respecto al eje z | $Iz_{,mín}$ | 186,775.56 | $cm^4$ | | Módulo resistente plástico máximo respecto al eje y | $Wpl,y_{,máx}$ | 69,343.70 | $cm^3$ |
| | Momento de inercia máximo respecto al eje z | $Iz_{,máx}$ | 268,362.38 | $cm^4$ | | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje z | $Wpl,z_{,mín}$ | 17,135.37 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje y | $Wy_{,mín}$ | 22,393.01 | $cm^3$ | | Módulo resistente plástico máximo respecto al eje z | $Wpl,z_{,máx}$ | 24,620.40 | $cm^3$ |
| | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje y | $Wy_{,mín}$ | 46,229.13 | $cm^3$ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | $\alpha pl,y$ | 1.500 | – |
| | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje z | $Wz_{,mín}$ | 11,423.58 | $cm^3$ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | $\alpha pl,y$ | 1.500 | – |
| | Módulo resistente plástico máximo respecto al eje z | $Wz_{,máx}$ | 16,413.60 | $cm^3$ | | | | | |
| Cortante | Área de cortante mínima en dirección y | $Ay_{,mín}$ | 1,746.72 | $cm^2$ | Otros | Peso | G | 96.4 | kg/m |
| | Área de cortante en dirección y | $Ay_{,máx}$ | 2,509.73 | | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.936 | $m^2/m$ |
| | Área de cortante mínima en dirección z | $Az_{,mín}$ | 1,746.72 | $cm^2$ | | Volumen | V | 348,961.776 | $cm^3/m$ |
| | Área de cortante máxima en dirección z | $Az_{,mín}$ | 2,509.73 | $cm^2$ | | Factor de sección | Am/V | 9.236 | 1/m |

Pilares  Vigas principales  Forjados




Pilar de hormigón 1+1 con perfil bibliotecativo RHS - Unión por placas y tornillería

Pilar mixto de hormigón y acero

Pilares de madera -Pilar de canto variable 40 x 40-92 cm -Pilar auxiliar - apoyo de forjado - 36x26 cm

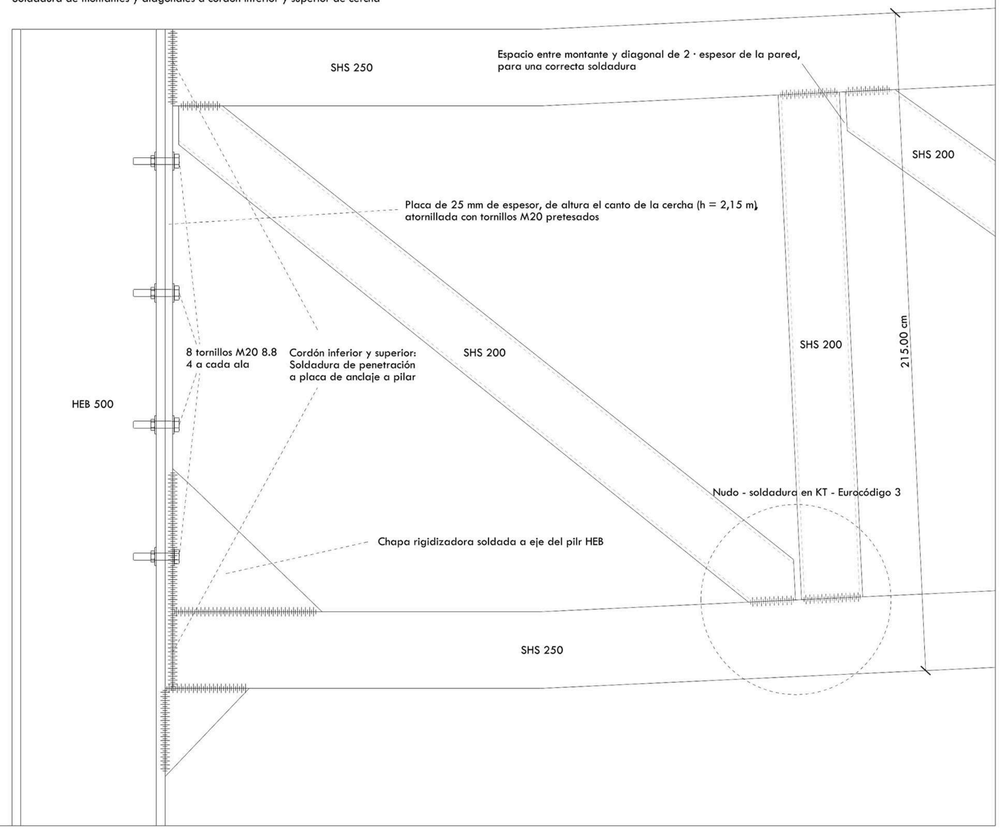
# E28

## MADERA - PLANTA 1 Y CUBIERTA

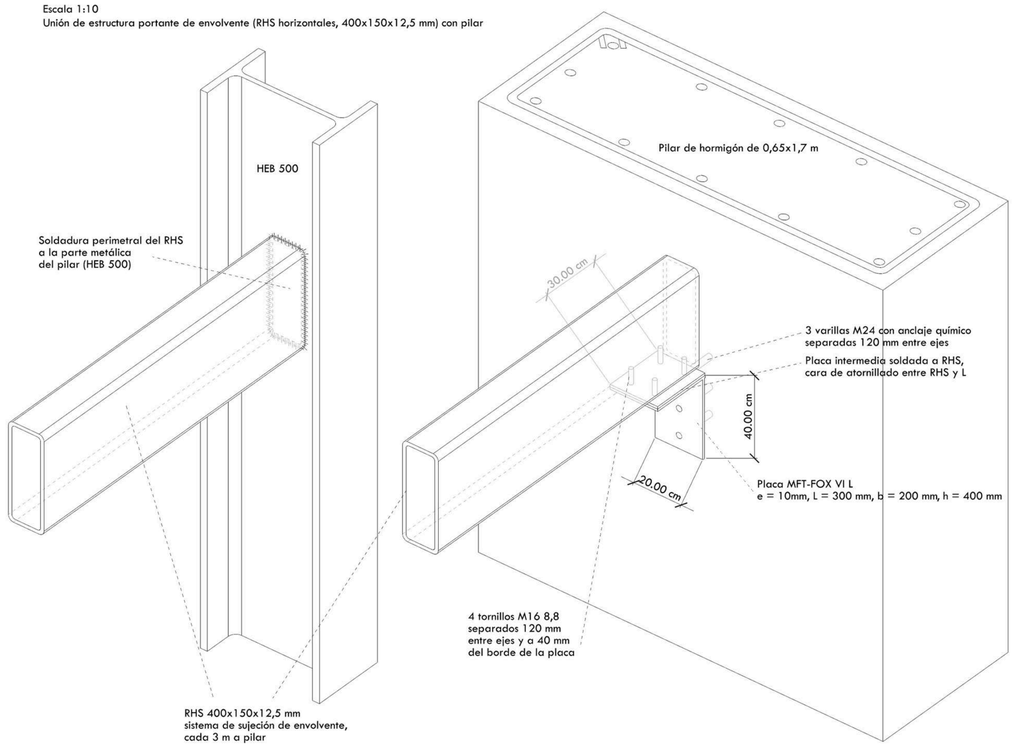
ESCALA 1/200

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

Escala 1:10
Soldadura de montantes y diagonales a cordón inferior y superior de cercha




Escala 1:10
Unión de estructura portante de envolvente (RHS horizontales, 400x150x12,5 mm) con pilar




Escala 1:10
Unión de viga cajón con pilar. Unión de pilar de acero con pilar base de hormigón

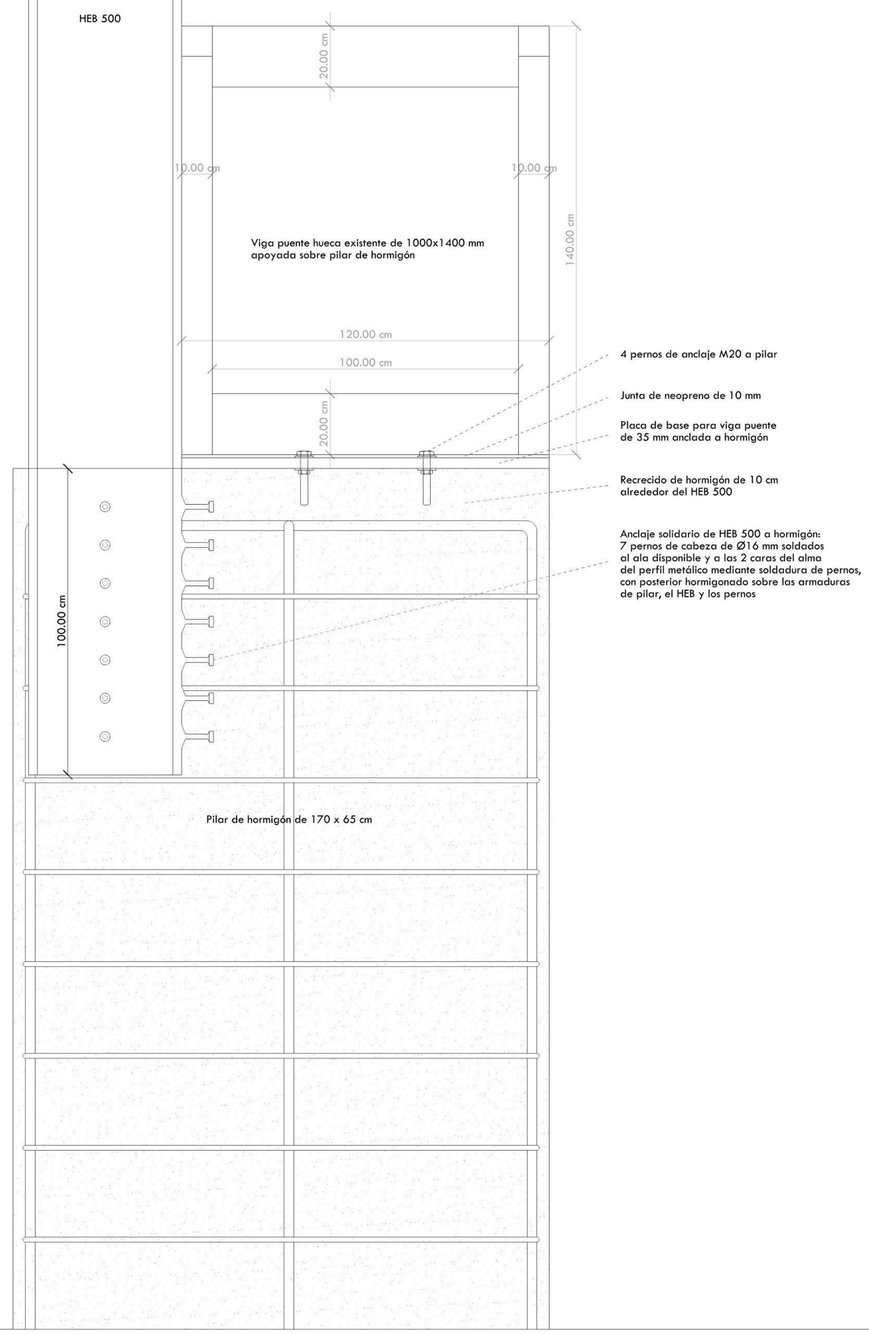



**TABLA DE ACCIONES - ACERO**

El contenido de esta tabla está desarrollado con profusión de detalles en el apartado 5. de la memoria

| | PILARES MIXTOS | CERCHA | CORREAS | VIGA PUENTE | RHS HORIZONTALES |
|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,52 kN/m^2 + 0,6 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio + 0,9 kN/m^2 + 0,2 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio (+ 4,2 kN/m en cordón que soportan las fachadas laterales) | Peso propio | Peso propio | Peso propio + 0,797 kN/m |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES ($\gamma_{Gi}$) | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES ($\gamma_{Qi}$) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 1 - ACERO**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica (×10^-6 /°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C25/30 | R_M1 650/1 | 31000.0 | 12916.7 | 0.20 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| B500S(C) | Acero de armadura | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| S275JR | HEB 500 (Tramo 1) | 210000.0 | 80769.2 | 0.30 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| | SHH 700x700x40 (Sección normalizada viga puente) | | | | | | |
| | IPH 500 (Viga celosía) | | | | | | |
| | SHS 250/H (Cordón superior e inferior de la cercha) | | | | | | |
| | SHS 200/H (Diagonales de la cercha) | | | | | | |
| S355JR | Acero - Perfiles | 210000.0 | 80769.2 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |

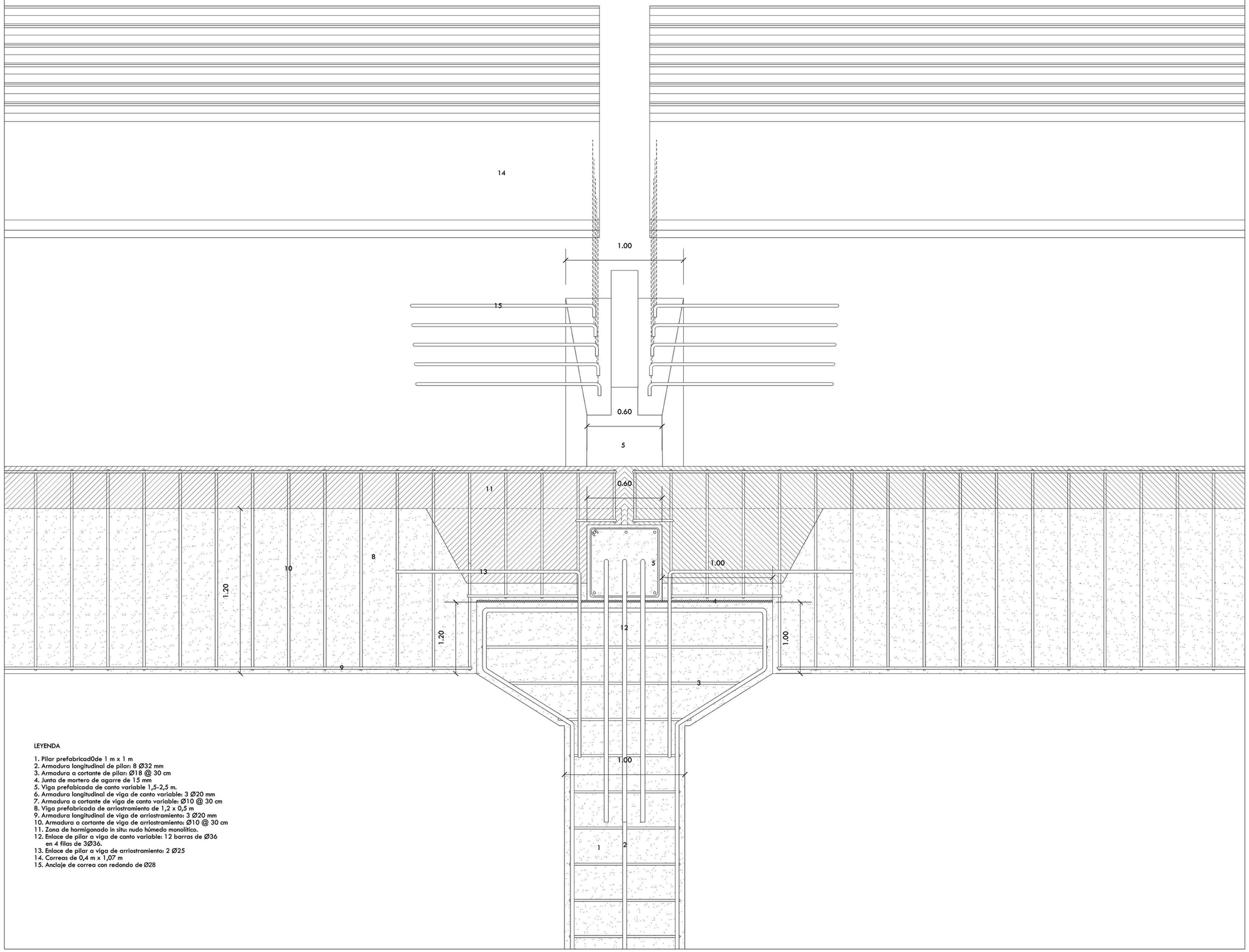
| Parte de hormigón de pilar - R_M1 650/1700, H=13 m | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Categoría** | **Propiedad** | **Símbolo** | **Valor** | **Unidad** |
| **Área de la sección** | Área de la sección | A | 11,050.00 | cm² |
| **Flexión** | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 26,612,083.33 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 3,890,520.83 | cm⁴ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 313,083.33 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 119,708.33 | cm³ |
| **Cortante** | Área de cortante en dirección y | Ay | 9208.33 | cm² |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 9208.33 | cm² |
| **Torsión** | Módulo de torsión | It | 11,820,128.59 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 186,848.88 | cm³ |
| **Plasticidad** | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 469,625.00 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 179,562.50 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | -- |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | -- |
| **Otros** | Peso | G | 2,500.0 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 4.000 | m²/m |

# E29

## DETALLES CONSTRUCTIVOS ACERO

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

Escala 1:15
Uniones de viga de arriostramiento y viga principal a pilar. Edificio de hormigón




LEYENDA

1. Pilar prefabricad0de 1 m x 1 m
2. Armadura longitudinal de pilar: 8 Ø32 mm
3. Armadura a cortante de pilar: Ø18 @ 30 cm
4. Junta de mortero de agarre de 15 mm
5. Viga prefabicada de canto variable 1,5-2,5 m.
6. Armadura longitudinal de viga de canto variable: 3 Ø20 mm
7. Armadura a cortante de viga de canto variable: Ø10 @ 30 cm
8. Viga prefabricada de arriostramiento de 1,2 x 0,5 m
9. Armadura longitudinal de viga de arriostramiento: 3 Ø20 mm
10. Armadura a cortante de viga de arriostramiento: Ø10 @ 30 cm
11. Zona de hormigonado in situ: nudo húmedo monolítico.
12. Enlace de pilar a viga de canto variable: 12 barras de Ø36 en 4 filas de 3Ø36.
13. Enlace de pilar a viga de arriostramiento: 2 Ø25
14. Correas de 0,4 m x 1,07 m
15. Anclaje de correa con redondo de Ø28

**TABLA DE ACCIONES - HORMIGÓN**

El contenido de esta tabla está desarrollado con profundo detalle en el apartado 5. de la memoria

| | PILARES | VIGAS PÓRTICOS | CORREAS | RHS VERTICALES | RHS HORIZONTALES | VIGAS ARRIOSTRAMIENTO DE HORMIGÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,7 kN/m^2 | Peso propio + 0,28 kN/m^2 + 0,5 kN/m^2 | Peso propio + 0,28 kN/m^2 + 10 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio | Peso propio |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio | Peso propio | Peso propio | Peso propio + 0,83 kN/m + 5,5 kN/m | Peso propio |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES (γG) | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES (γQ) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

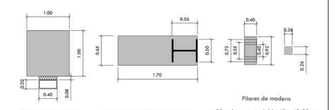
**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 2 - HORMIGÓN**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica (×10^-6 /°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C35/45 | Hormigón - Pilares | 34000.0 | 14166.7 | 0.200 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| C30/37 | Hormigón - Vigas | 33000.0 | 13750.0 | 0.200 | 25.00 | 2500.00 | 10 |
| B500SD | Acero de armadura | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |
| S355JR | Acero - Perfiles RHS | 210000.0 | 80769.2 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 12 |

| TR_M1 1500-2500/900/350 - L=42,5 m | | | | ID_M1 1075/400/150/100 - L = 13 m | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Designación | Elemento | Símbolo | Descripción | Designación | Elemento | Símbolo | Descripción |
| HA-30/B/20/IIIa | Tipo de hormigón | HA | Hormigón armado | HA-30/B/20/ | Tipo de hormigón | HA | Hormigón armado |
| | Resistencia característica | 30 | fck = 30 Mpa | | Resistencia característica | 30 | fck = 30 Mpa |
| | Consistencia | B | Consistencia blanda | | Consistencia | B | Consistencia blanda |
| | Tamaño máximo del árido | 20 | Árido máximo de 20 mm | | Tamaño máximo del árido | 20 | Árido máximo de 20 mm |
| | Clase de exposición ambiental | XC3 | Ambiente interior con humedad moderada o alta (piezas interior de agua dulce) | | Clase de exposición ambiental | XC3 | Ambiente interior con humedad moderada o alta (piezas interior de agua dulce) |
| | Recubrimiento de hormigón | | recubrimiento nom = 25 mm | | Recubrimiento de hormigón | | recubrimiento nom = 25 mm |
| | Armadura de cortante | | Ø10 c/ @0.300 | | Armadura de cortante | | 44 Ø10 c/ @0.300 |
| | Armadura longitudinal | | 6 Ø20.0 | | Armadura longitudinal | | 3 Ø20.0 |

| Pilar SQ_M1 1000 - H = 17.85 m | | | | RHS 400X150X12.5 - L=13 m; RHS 400X200X14.2 - L=19.1 m | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Designación | Elemento | Símbolo | Descripción | Tipo de Acero | S355JR | S355JR |
| HA-35/B/20/IIIa | Tipo de hormigón | HA | Hormigón armado | Resistencia Característica (fyk) | 355 N/m2 | 355 N/m2 |
| | Resistencia característica | 35 | fck = 35 Mpa | Canto (h) | 400 mm | 400 mm |
| | Consistencia | B | Consistencia blanda | Anchura (b) | 150 mm | 200 mm |
| | Tamaño máximo del árido | 20 | Árido máximo de 20 mm | Espesor (t) | 12,5 mm | 14,2 mm |
| | Clase de exposición ambiental | XC3 | Ambiente interior con humedad moderada o alta (piezas interior de | Altura interior entre alas (hi) | 372 mm | 371,6 mm |
| | Recubrimiento de hormigón | | nom = 28 mm | Anchura interior entre almas (bi) | 125 mm | 171,6 mm |
| | Armadura de cortante | | 14 Ø18.0 @0.300 | Radio de esquina interior (ri) | 18,8 mm | 21,3 mm |
| | Armadura longitudinal | | 8 Ø32.0 | Radio de esquina exterior (re) | 12,5 mm | 14,2 mm |
| | Resistencia de cálculo | | fcd = 30,5 Mpa | Altura de la parte recta del alma (di) | 350 mm | 343,2 mm |

Pilares | Vigas principales | Forjados




Pilar de hormigón 1x1 con perfil colaborativo RHS. Unión por placas y tornillería

Pilar mixto de hormigón y acero

Pilares de madera
-Pilar de canto variable 40 x 40-92 cm
-Pilar auxiliar - apoyo de forjado - 26x26 cm

# E30

## DETALLES CONSTRUCTIVOS HORMIGÓN

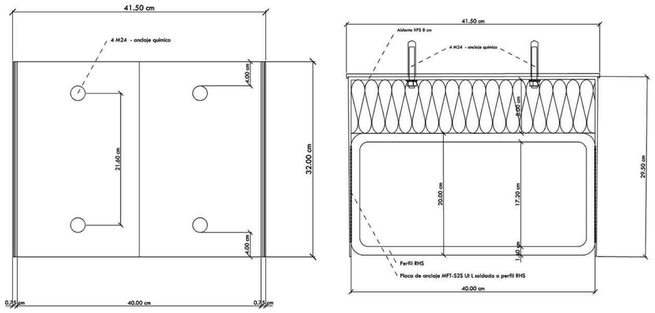
TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

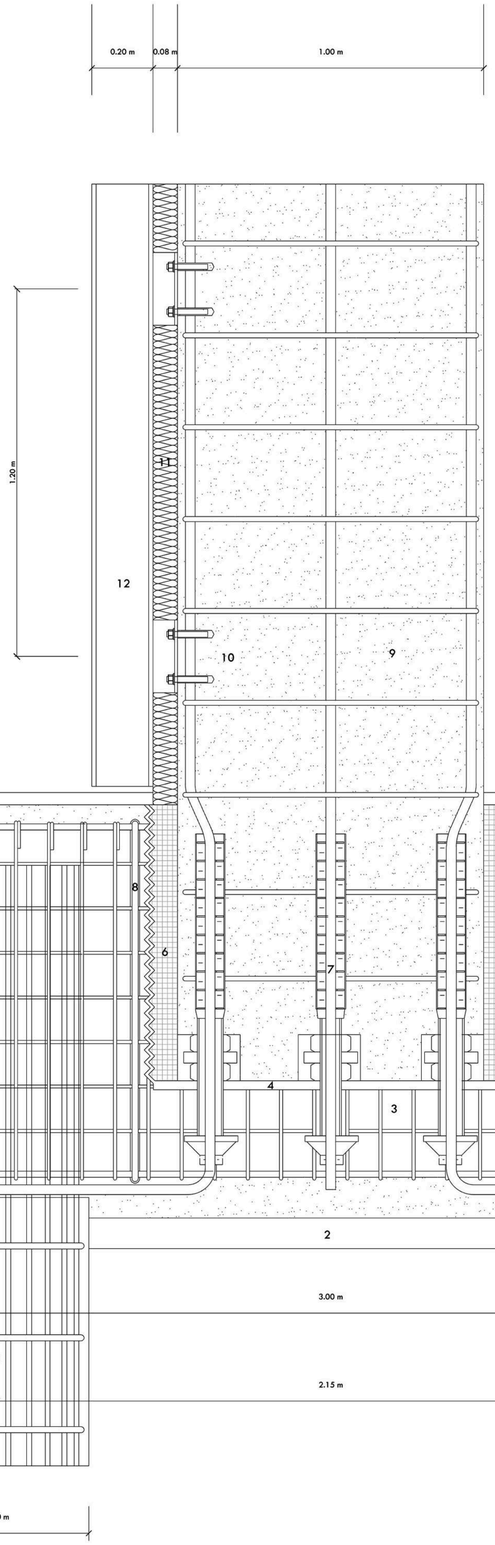
Escala 1:10
Unión de pilar a cimentación, resolución para edificio de acero y edificio de hormigón Detalle sobre pilar de edificio de hormigón

LEYENDA

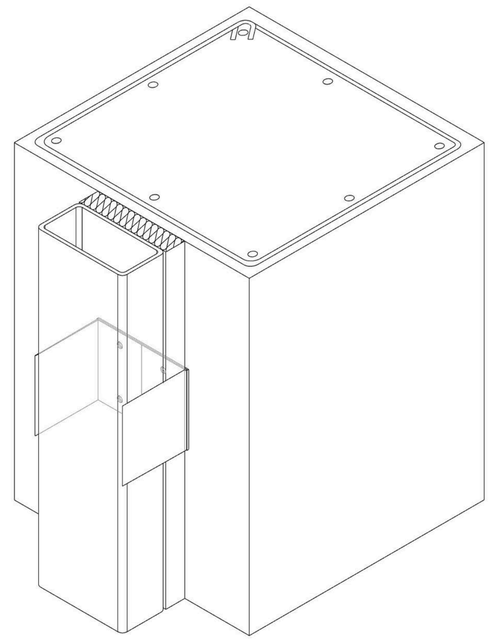
1. Pilote de Ø 600 mm
2. Hormigón de limpieza - 10 cm
3. Encepado de 1,35 x 1,8 x 3 m
4. Placa autoportante metálica de anclaje de pilar de 25 mm.
5. Cáliz no recuperable para montaje de pilar prefabricado.
Lcaliz = 1,5 · ancho pilar (prescripción fabricante 'Noxifer')
6. Holgura de mortero expansivo del cáliz de 7,5 cm
7. Vainas corrugadas BEINA 90, Øint 90 mm / Øext 99mm),
8 unidades alineadas con las barras Ø32 del pilar.
Rellenadas con grout sin retracción.
Longitud de catálogo según norma EHE-08 69.5.1.2
8. Armadura de pedestal de muro de cáliz. 4xØ32 mm principal,
Ø12 @20cm armadura secundaria
9. Pilar de hormigón de 1x1 m.
Armadura longitudinal 8xØ32 mm,
armadura de cortante Ø18 mm cada 30 cm
10. Perfil de anclaje de pilar secundario a pilar principal:
varilla roscada para inyección M24 - ETA 14/0156
con taco químico, grado 8.8, longitud 400 mm
11. Aislante XPS - 80 mm
12. Perfil RHS 400 x 200 x 14,2 mm

Escala 1:5
Alzado y planta de la placa de anclaje metálica




Escala 1:10
Axonometría del conjunto pilar de hormigón-subestructura metálica



| Orden principal - Viga de canto variable | | | | | Correas - Viga delta | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
| Área de la sección | Área de la sección | A | 30063.00 | cm² | Área de la sección | Área de la sección | A | 1,275.00 | cm² |
| Flexión | Posición de la fibra que pasa por el centro de gravedad en dirección z | Iz | ,700.0 | mm | Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 29,772,270.83 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 226891013.2 | cm⁴ | | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 166,450.33 | cm⁴ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 167970367 | cm⁴ | | Momento de inercia polar | Ip | 31,457,206.98 | cm⁴ |
| | Momento de inercia polar | Ip | 2036160683 | cm⁴ | | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 52,295.23 | cm³ |
| | Momento de inercia polar con respecto al centro de cortante | Ip,SC | 2867583266 | cm⁴ | | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 8,322.92 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y (sup.) | Wy,ela. | 220484725 | cm³ | Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 1,154.95 | cm² |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje | Wy,ela. | 520084.04 | cm³ | | Área de cortante en dirección z | Az | 980.01 | cm² |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y (inf.) | Wy | 220484725 | cm³ | Torsión | Módulo de torsión resistente | It | 166,264.79 | cm⁴ |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje | Wz | 81771.19 | cm³ | | | Wt | 4,208.20 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 7124.07 | cm² | Alabeo | Ordenada del alabeo en respecto al centro de cortantes | mm sr | 1,201.87 | cm² |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 8269.90 | cm² | | Módulo de alabeo en respecto al centro de cortantes | Iw | $3.25 \times 10^8$ | cm⁶ |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 1,409,060.3 | cm⁴ | | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortantes | rw | 103.2 | mm |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 165,109.54 | cm³ | | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortantes | Ww | 314,369.36 | cm⁶ |
| Plastividad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 712,419.92 | cm³ | Plastividad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 79,215.63 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 4,539,155.4 | cm³ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 13,937.50 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | mpl,y | 3.226 | — | | Factor de forma plástico respecto al eje y | mpl,y | 1.270 | — |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | mpl,z | 3.258 | — | | Factor de forma plástico respecto al eje z | mpl,z | 1.670 | — |
| Otros | Distancia desde el centro de cortantes | dpl | 700.0 | mm | Otros | Peso | G | 402.7 | kg/m |
| | Peso | G | 2,315.8 | kg/m | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.030 | m²/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 4.059 | m²/m | | | | | |

| Viga de rejación de arriostramiento - orden horizontal | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
| Área de la sección | Área de la sección | A | 130.00 | cm² | Plastividad | Módulo resistente plástico de alma respecto al eje z | Wpl,z,alma | 878.91 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 24,369.00 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico de ala respecto al eje z | Wpl,z,ala | 97.66 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 3,041.00 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | mpl,y | 1.290 | — |
| | Momento de inercia polar | Ip | 27,412.00 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | mpl,z | 1.149 | — |
| | Momento cúbico mínimo respecto al eje y | Iy mín. | 592.74 | cm³ | | Área de cortante plástica en dirección y | Ay,pl | 34.27 | cm² |
| | Momento cúbico mínimo respecto al eje z | Iz mín. | 192.74 | cm³ | | Área de cortante plástica en dirección z | Az,pl | 96.88 | cm² |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,218.00 | cm³ | | Esfuerzo axil plástico Sección | Npl | 4,599.507 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 172.00 | cm³ | | Esfuerzo cortante plástico Sección en dirección y | Vpl,y | 704.540 | kN |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 20.11 | cm² | | Esfuerzo cortante plástico Sección en dirección z | Vpl,z | 1,953.544 | kN |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 90.69 | cm² | | Momento flector plástico Sección respecto al eje y | Mpl,y | 337.69 | kNm |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 13,851.00 | cm⁴ | | Momento flector plástico Sección respecto al eje z | Mpl,z | 275.96 | kNm |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,390.00 | cm³ | | Resistencia última al arrancamiento | Nu | 6,889.400 | kN |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortantes | w,sr | 65.15 | cm² | Otros | Peso | G | 102.1 | kg/m |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortantes | Iw | $1.77 \times 10^6$ | cm⁶ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.070 | m²/m |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortantes | iw | 24.5 | mm | | Volumen | V | 13,000.00 | m³/m |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortantes | Ww | 2,907.40 | cm⁶ | | Factor de sección | Am/V | 82.500 | 1/m |
| Plastividad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 1,271.00 | cm³ | | Área de la sobre | Aref | 511.47 | m² |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 772.00 | cm³ | | | | | |

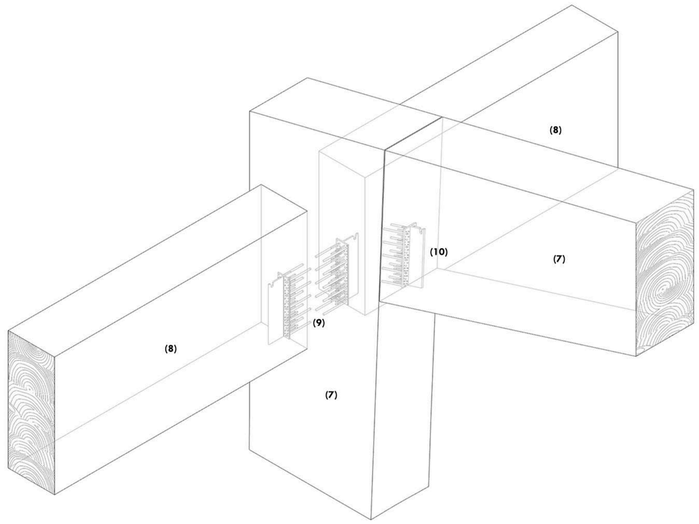
| Viga de rejación de arriostramiento - orden vertical | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
| Área de la sección | Área de la sección | A | 160.00 | cm² | Plastividad | Módulo resistente plástico de alma respecto al eje y | Wpl,y,alma | 980.41 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 52,061.00 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico de ala respecto al eje z | Wpl,z,ala | 209.69 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 10,794.00 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | mpl,y | 1.235 | — |
| | Momento de inercia polar | Ip | 40,165.00 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | mpl,z | 1.152 | — |
| | Momento cúbico mínimo respecto al eje y | Iy mín. | 507.83 | cm³ | | Área de cortante plástica en dirección y | Ay,pl | 52.77 | cm² |
| | Momento cúbico mínimo respecto al eje z | Iz mín. | 310.37 | cm³ | | Área de cortante plástica en dirección z | Az,pl | 109.27 | cm² |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 1,619.00 | cm³ | | Esfuerzo axil plástico Sección | Npl | 2,645.611 | kN |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 1,078.00 | cm³ | | Esfuerzo cortante plástico Sección en dirección y | Vpl,y | 1,881.353 | kN |
| Cortante | Área de cortante en dirección y | Ay | 53.37 | cm² | | Esfuerzo cortante plástico Sección en dirección z | Vpl,z | 2,240.662 | kN |
| | Área de cortante en dirección z | Az | 101.65 | cm² | | Momento flector plástico Sección respecto al eje y | Mpl,y | 721.15 | kNm |
| Torsión | Módulo de torsión | It | 20,337.00 | cm⁴ | | Momento flector plástico Sección respecto al eje z | Mpl,z | 440.75 | kNm |
| | Módulo resistente para torsión | Wt | 1,854.00 | cm³ | | Resistencia última al arrancamiento | Nu | 7,527.429 | kN |
| Alabeo | Ordenada del alabeo con respecto al centro de cortantes | w,sr | 52.92 | cm² | Otros | Peso | G | 125.6 | kg/m |
| | Módulo de alabeo con respecto al centro de cortantes | Iw | $2.15 \times 10^6$ | cm⁶ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.160 | m²/m |
| | Radio de giro de alabeo respecto al centro de cortantes | iw | 22.3 | mm | | Volumen | V | 16,000.00 | m³/m |
| | Módulo resistente de alabeo respecto al centro de cortantes | Ww | 3,413.70 | cm⁶ | | Factor de sección | Am/V | 72.500 | 1/m |
| Plastividad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 2,002.00 | cm³ | | Área de la sobre | Aref | 713.09 | m² |
| | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 1,242.00 | cm³ | | | | | |

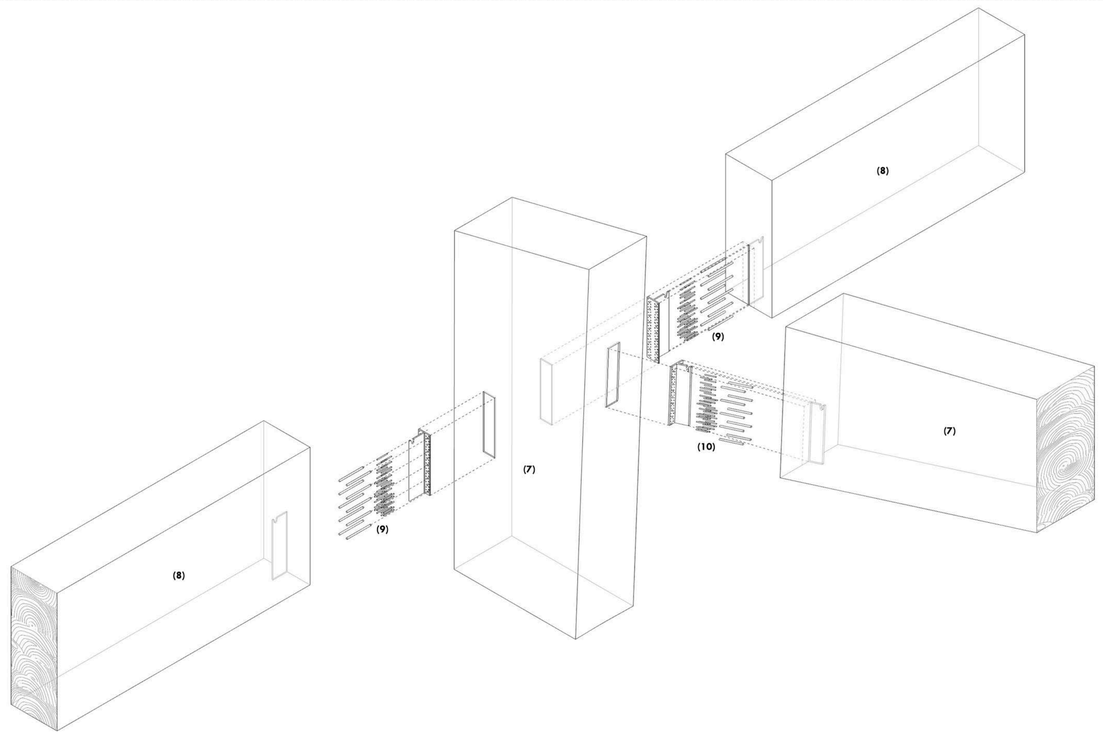
# E31

DETALLES CONSTRUCTIVOS
HORMIGÓN

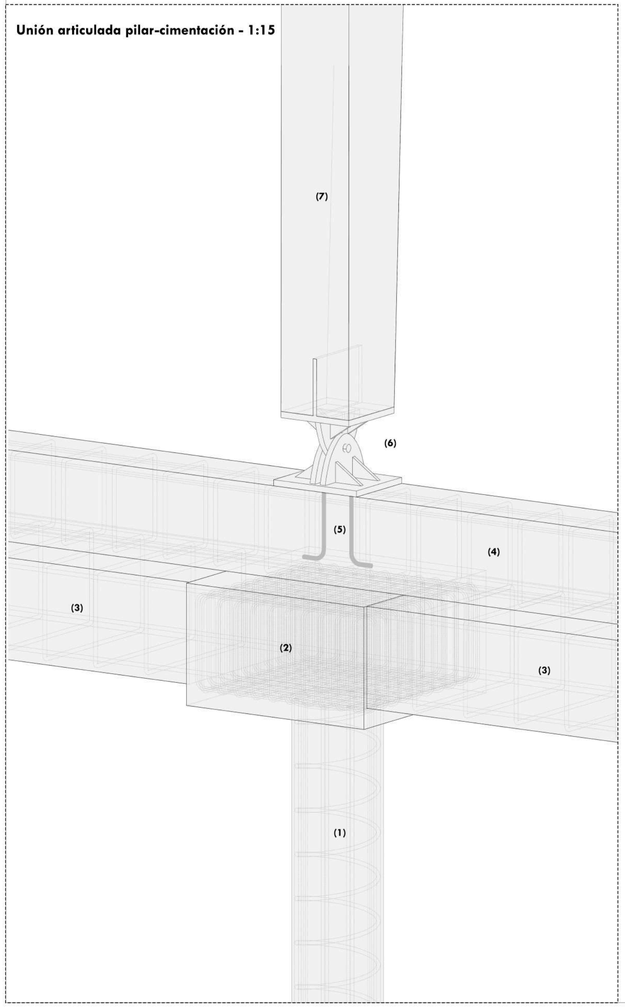
TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

## Nudo unión pilar-vigas en cumbrera - Escala 1:15

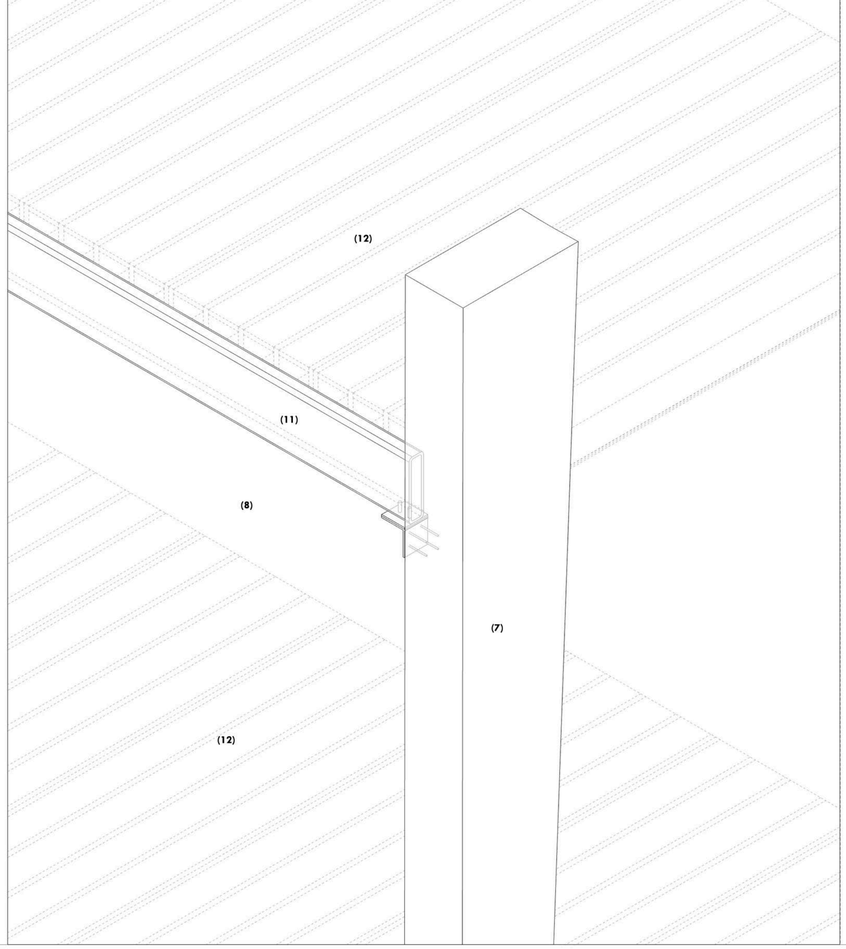



## Unión articulada pilar-cimentación - 1:15




## Axonometría perfil sujeción envolvente - Escala 1:10




## LEYENDA

(1) Pilote de Ø450 mm
(2) Encepado de 1,05 x 1,05 x 0,6 m
(3) Vigas riostras de 0,5 x 0,9 m
(4) Enano corrido de hormigón - apoyo de estructura portante sobre suelo, de 0,45 x 0,4 m.
(5) Anclaje de placa de pilar a muro corrido de hormigón
(6) Articulación de enlance de pilar a suelo
(7) Pórtico articulado - estructura portante de madera laminada encolada GL28H de canto variable - pilar y viga de coronación - 400 x 400-920 mm.
(8) Viga de arriostramiento de madera laminada encolada GL28H de 327x826 mm.
(9) Placa de unión ALUMIDI360 sin agujeros con avellanado superior, de unión de viga de arriostramiento de 327x826 mm a pilar (31,6 kN de cortante): 38 tirafondos LBS Ø5 × 60 y 10 pasadores SBD Ø7,5 × 155
(10) Placa de unión ALUMiDI360, de unión de pilar de canto variable a viga de coronación (38,95 kN de cortante): 38 tirafondos LBS Ø5 × 60 y 10 pasadores SBD Ø7,5 × 155
(11) Perfil RHS 400x100x12,5 mm
(12) Forjado LIGNATUR 48 cm
(13) Placa de anclaje Hilfi MFT-FOX VI S

## Planta y alzados del anclaje del perfil de sujeción de la envolvente - Escala 1:5

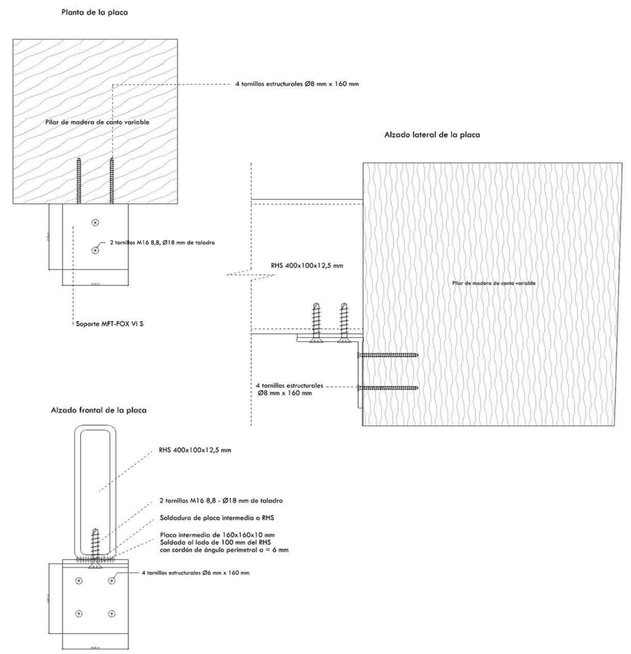



**TABLA DE ACCIONES - MADERA**

El contenido de esta tabla está desarrollado con profusión de detalles en el apartado 5. de la memoria

| | PILARES PRINCIPALES DE CANTO VARIABLE | PILARES AUXILIARES | VIGAS DE CORONACIÓN + VIGAS DE CUBIERTA | VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO | VIGAS DE APOYO INTERMEDIO DE FORJADO |
|---|---|---|---|---|---|
| TOTAL CARGAS SUPERFICIALES | Peso propio + 0,78 kN/m^2 + 0,6 kN/m^2 | Peso propio | Peso propio + 0,6 kN/m^2 + 0,15 kN/m^2 | Peso propio + peso de forjado (2,5m/2) + sobrecarga de uso (5 kN/m^2) | Peso propio + peso de forjado (11 m/2)+(2,5 m/2)) + sobrecarga de uso (5 kN/m^2) |
| TOTAL CARGAS LINEALES | Peso propio | Peso propio | Peso propio + peso envolvente lateral en vigas de coronación de los extremos del edificio | Peso propio + 2,1 kN/m + peso envolvente (variable por planos, se doble si sol + peso muro cortina (variable por planta, mismo magnitud para todas las orientaciones). | Peso propio |
| COEFICIENTE DE ACCIONES PERMANENTES (γG) | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| COEFICIENTE DE ACCIONES VARIABLES (γQ) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

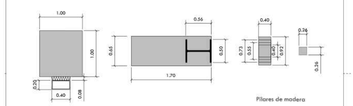
**CUADRO DE MATERIALES UTILIZADOS - EDIFICIO 3 - MADERA**

| Nombre del material | Tipo de material | Módulo de elasticidad E(N/mm^2) | Módulo de cortante G(N/mm^2) | Coef. de Poisson ν | Peso específico γ (kN/m^3) | Densidad de la masa ρ (kg/m^3) | Coef. de dilatación térmica α (×10^-6 /°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GL28h | Madera (vigas, pilares) | 12600.0 | 650.0 | - | 4.60 | 460.00 | 0.000005 |
| S270 (barras, redondos y perfiles de acero) | Uniones de acero | 200000.0 | 76923.1 | 0.300 | 78.50 | 7850.00 | 0.000012 |

**Pilar de canto variable / Viga de coronación de canto variable (A =327x400-921 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 400.00-921.00 | mm |
| | Ancho | b | 327.00 | mm |
| | Área de la sección | A | 179.40 | cm² |
| Flexión | Momento de inercia mínimo respecto al eje y | Iy, mín | 717,696.11 | cm⁴ |
| | Momento de inercia máximo respecto al eje y | Iy, máx | 2,128,851.6 4 | cm⁴ |
| | Momento de inercia mínimo respecto al eje z | Iz, mín | 186,775.56 | cm⁴ |
| | Momento de inercia máximo respecto al eje z | Iz, máx | 268,362.38 | cm⁴ |
| | Módulo resistente elástico mínimo respecto al eje y | Wy, mín | 22,393.01 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico mínimo respecto al eje y | Wy, mín | 46,229.13 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico mínimo respecto al eje z | Wz, mín | 11,423.58 | cm³ |
| | Módulo resistente elástico máximo respecto al eje z | Wz, máx | 16,413.60 | cm³ |
| Cortante | Área de cortante mínima en dirección y | Ay, mín | 1,746.72 | cm² |
| | Área de cortante en dirección y | Ay, máx | 2,509.73 | |
| | Área de cortante mínima en dirección z | Az, mín | 1,746.72 | cm² |
| | Área de cortante máxima en dirección z | Az, máx | 2,509.73 | cm² |
| Torsión | Módulo de torsión mínimo | It, mín | 508,347.35 | cm⁴ |
| | Módulo de torsión máximo | It, máx | 833,657.47 | cm⁴ |
| | Módulo resistente para torsión mínimo | Wt, mín | 16,750.53 | cm³ |
| | Módulo resistente para torsión máximo | Wt, máx | 26,013.29 | cm³ |
| Plasticidad | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje y | Wpl,y, mín | 32,589.52 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico máximo respecto al eje y | Wpl,y, máx | 69,343.70 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico mínimo respecto al eje z | Wpl,z, mín | 17,135.37 | cm³ |
| | Módulo resistente plástico máximo respecto al eje z | Wpl,z, máx | 24,620.40 | cm³ |
| | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | – |
| Otros | Peso | G | 96.4 | kg/m |
| | Área de la superficie por unidad de longitud | Aм | 1.936 | m²/m |
| | Volumen | V | 348,961.776 | cm³/m |
| | Factor de sección | Aм/V | 9.236 | 1/m |

Pilares | Vigas principales | Forjados




Pilar de hormigón 1x1 con perfil colaborativo RHS. Unión por placas y tornillería

Pilar mixto de hormigón y acero

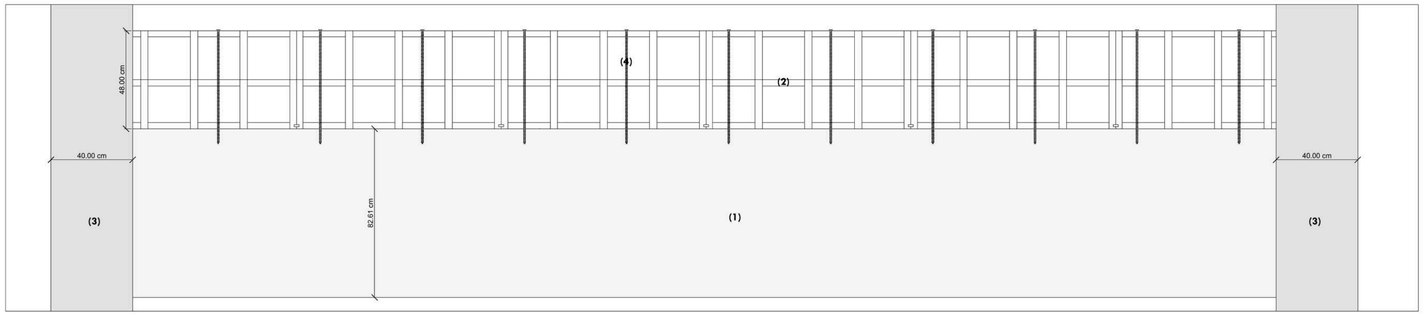
Pilares de madera
-Pilar de canto variable 40 x 40-92 cm
-Pilar auxiliar - apoyo de forjado - 26x26 cm

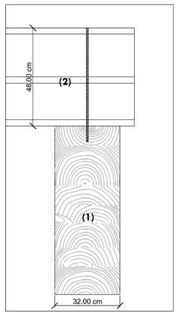
# E32

## DETALLES CONSTRUCTIVOS MADERA

TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

## Alzados de anclaje de forjado a vigas. Tornillos VGS Ø9 mm cada 50 mm

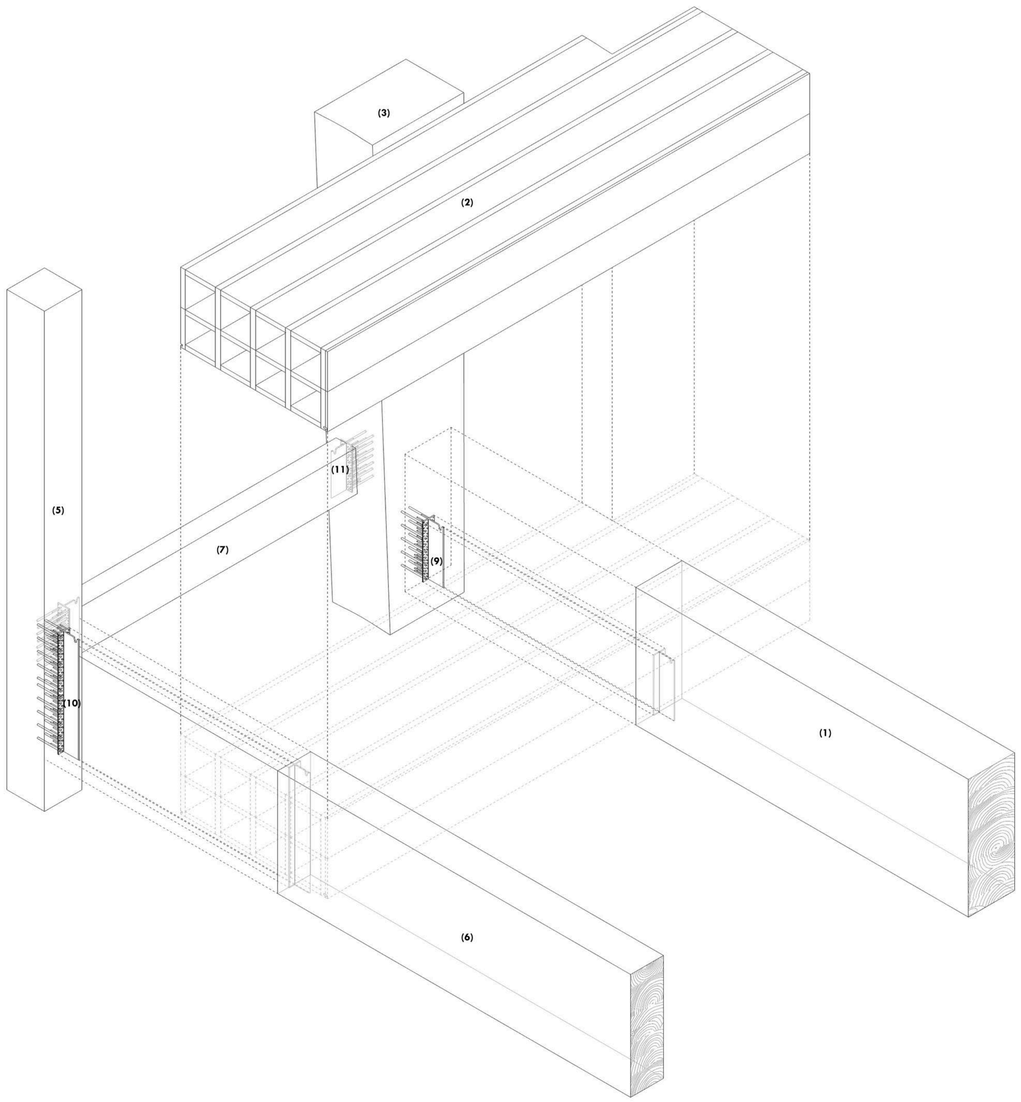


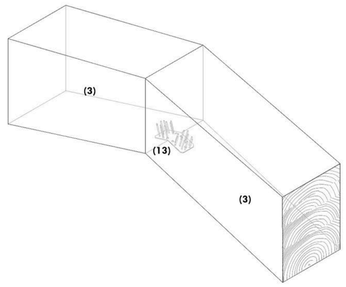

## LEYENDA

(1) Viga de arriostramiento de madera laminada encolada GL28H de 327x826 mm.
(2) Forjado LIGNATUR de 48 cm.
(3) Pórtico articulado - estructura portante de madera laminada encolada GL28H de canto variable - pilar y viga de coronación - 400 x 400-920 mm.
(4) Tornillos VGS Ø9 mm cada 50 mm
(5) Pilar auxiliar de madera laminada encolada GL28H de 260x260 mm
(6) Viga de apoyo de forjado intermedio de madera laminada encolada GL28H de 228x737 mm
(7) Viga de arriostramiento de estructura vertical de madera laminada encolada GL28H de 130x279 mm
(8) Vigas de apoyo de la cubierta de madera laminada encolada GL28H de 120x260 mm
(9) Placa de unión ALUMIDI360 sin agujeros con avellanado superior, de unión de viga de arriostramiento de 327x826 mm a pilar (31,6 kN de cortante): 38 tirafondos LBS Ø5 × 60 y 10 pasadores SBD Ø7,5 × 155
(10) 2 placas de unión ALUMIDI360 soldadas, de unión de viga de apoyo de forjado intermedio a pilar (170,35 kN): 76 tirafondos LBS Ø5 × 60 y 20 pasadores SBD Ø7,5 × 155
(11) Placa de unión ALUMIDI360, de unión de viga de arriostramiento de estructura vertical a pilar (15,43 kN de cortante): 26 tirafondos LBS Ø5 × 60 y 10 pasadores SBD Ø7,5 × 155
(12) Placa de unión ALUMIDI200, de unión de vigas de cubierta a vigas de coronación (1,5 kN de cortante máximo): 2 tirafondos LBS Ø5 × 60, para cumplir simetría y evitar giros
(13) Placa perforada angular WBR10020 de unión de vigas de coronación (1,5 kN de cortante máximo): para respetar el comportamiento del modelo de catálogo y que el anclaje quede rígido, se rellenan todos los huecos con tirafondos LBS Ø5 × 60

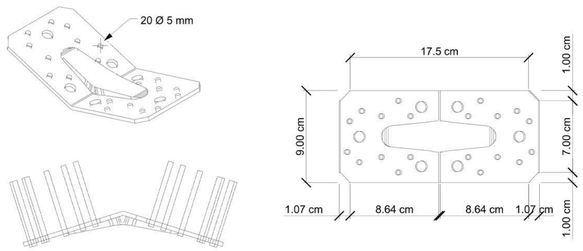
## Despiece de nudo de unión de viga principal, secundaria, pilar y forjado - Escala 1:15



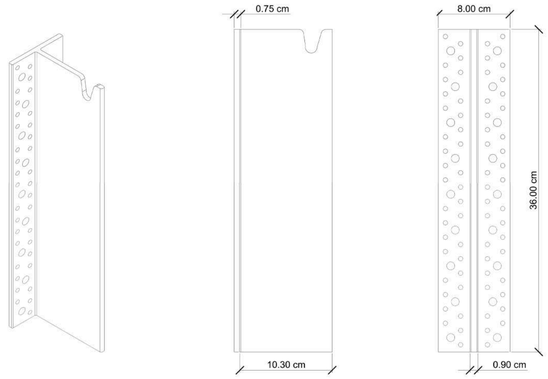

## Nudo unión vigas de coronación - 1:15



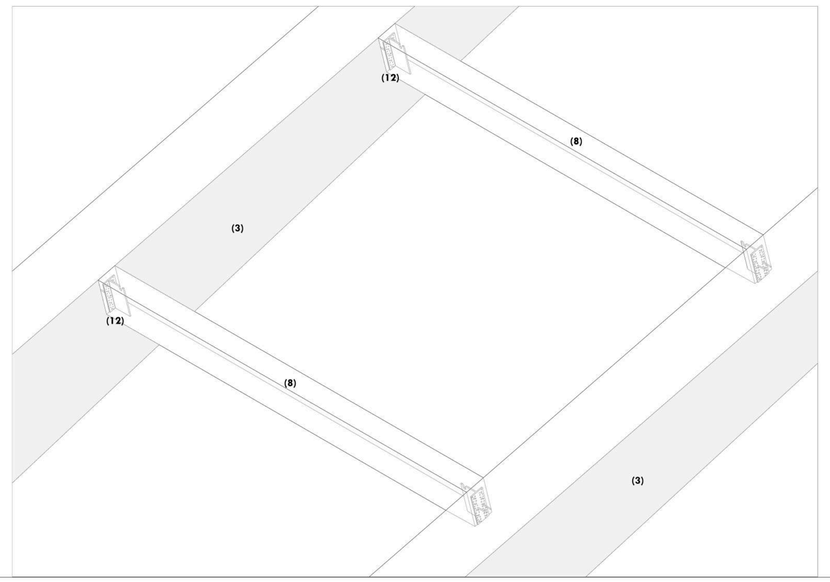

## Alzado, perfil y axonometría de placa perforada angular WBR10020 para cubierta - Escala 1:3




## Alzado, perfil y axonometría de la pletina metálica estándar, ALUMIDI360L sin agujeros con avellanado superior - Escala 1:3




## Unión vigas de cubierta (260x120 mm) con viga de coronación de canto variable 400x400-920 mm - Escala 1:15




**Pilar auxiliar (A = 266x266 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 266.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 69,943.94 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 266.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 3,888.72 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 794.90 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 4,687.59 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 41,563.25 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 4,687.60 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 41,563.26 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 82,814.59 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 2,343.79 | cm³ | Otros | Peso | G | 32.4 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 2,343.80 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.062 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 3,125.06 | cm³ | | Volumen | V | 70,490.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 3,125.06 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 15.066 | 1/m |

**Vigas de arriostramiento de pórticos (A=327x826 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 826.00 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 723,106.00 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 327.00 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 22,809.42 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 2,701.02 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 55,776.06 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 1,535,700.93 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 22,080.84 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 240,681.14 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 1,776,382.07 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 27,888.03 | cm³ | Otros | Peso | G | 124.2 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 11,040.42 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 2.306 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 37,184.04 | cm³ | | Volumen | V | 270,102.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 14,720.56 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 8.538 | 1/m |

**Vigas de apoyo de cubierta (A=184x318 mm)**

| Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad | Categoría | Propiedad | Símbolo | Valor | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de la sección | Canto | h | 318.0 | mm | Torsión | Módulo de torsión | It | 42,186.78 | cm⁴ |
| | Anchura | b | 184.0 | mm | | Módulo resistente para torsión | Wt | 2,559.20 | cm³ |
| | Área de la sección | A | 585.12 | cm² | Plasticidad | Módulo resistente plástico respecto al eje y | Wpl,y | 4,651.70 | cm³ |
| Flexión | Momento de inercia respecto al eje y | Iy | 49,308.06 | cm⁴ | | Módulo resistente plástico respecto al eje z | Wpl,z | 2,691.55 | cm³ |
| | Momento de inercia respecto al eje z | Iz | 16,508.19 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje y | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento de inercia polar | Ip | 65,816.25 | cm⁴ | | Factor de forma plástico respecto al eje z | αpl,y | 1.500 | – |
| | Momento estático máximo respecto al eje y | Sy máx. | 2,325.85 | cm³ | Otros | Peso | G | 26.9 | kg/m |
| | Momento estático máximo respecto al eje z | Sz máx. | 1,345.78 | cm³ | | Área de la superficie por unidad de longitud | Am | 1.004 | m²/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje y | Wy | 3,101.14 | cm³ | | Volumen | V | 58,512.00 | cm³/m |
| | Módulo resistente elástico respecto al eje z | Wz | 1,794.37 | cm³ | | Factor de sección | Am/V | 17.159 | 1/m |

# E33

DETALLES CONSTRUCTIVOS MADERA


TALLER DE ESTRUCTURAS
Prof: Pilar Rodríguez-Monteverde y Celia López
Alumno: Antonio Reus Urcelay
Ud: Tuñón

# TALLER DE CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

# ANEXO DE CONSTRUCCIÓN, INSTALACIONES, EDT Y ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

MÁSTER HABILITANTE

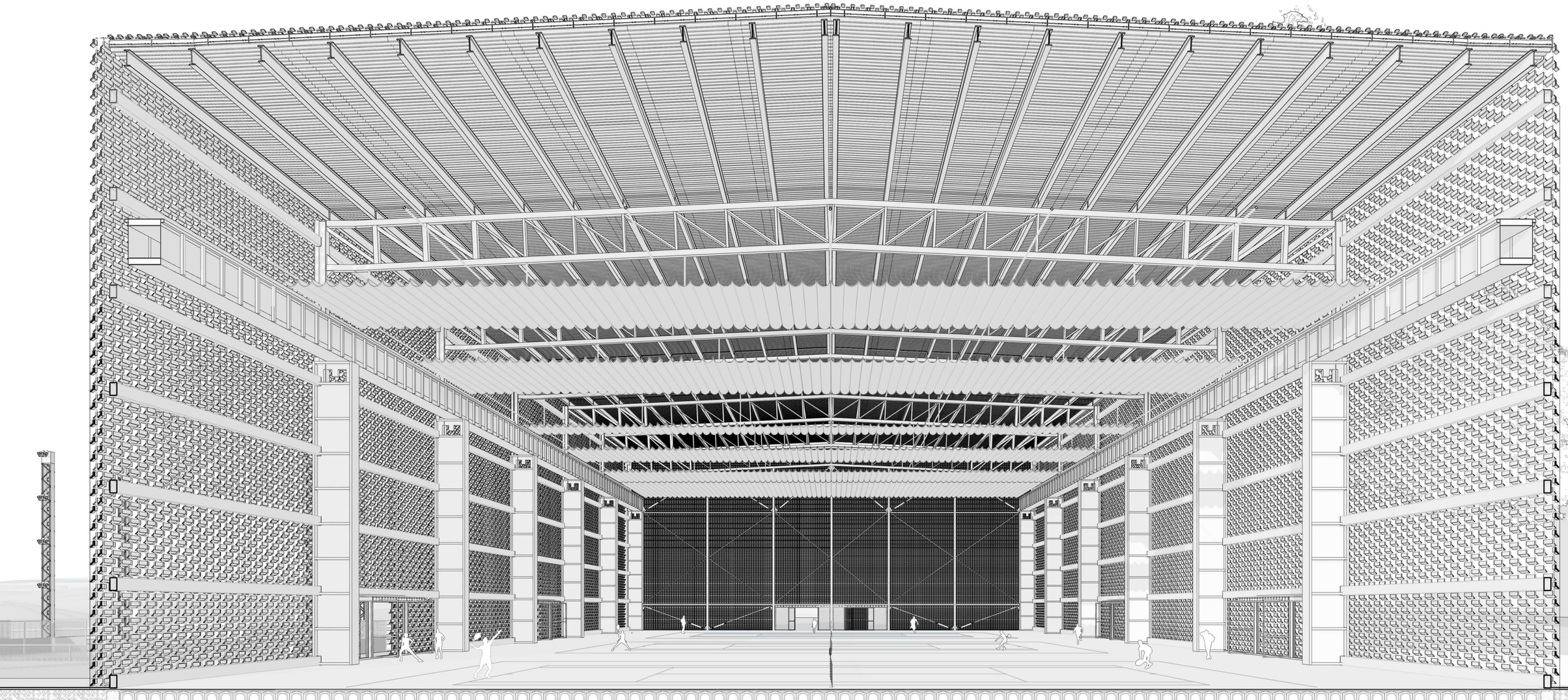
ETSAM

CURSO 2025-2026

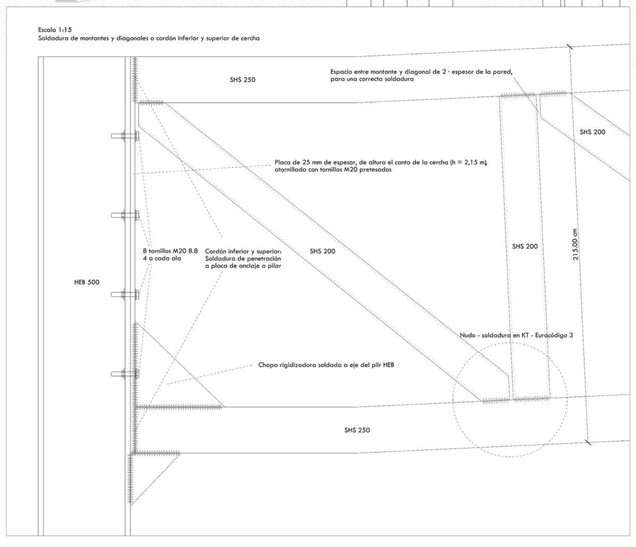
ANTONIO REUS URCELAY

19326

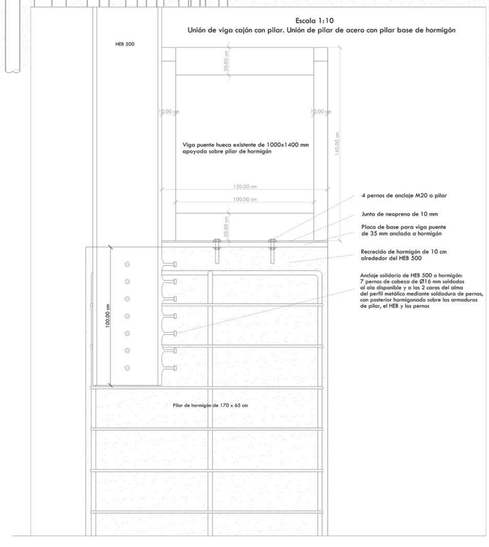
**Edificio 2 - Acero - Pistas cubiertas - Escala 1:50**
MHAB 2025 · Otoño · Aula Tuñón



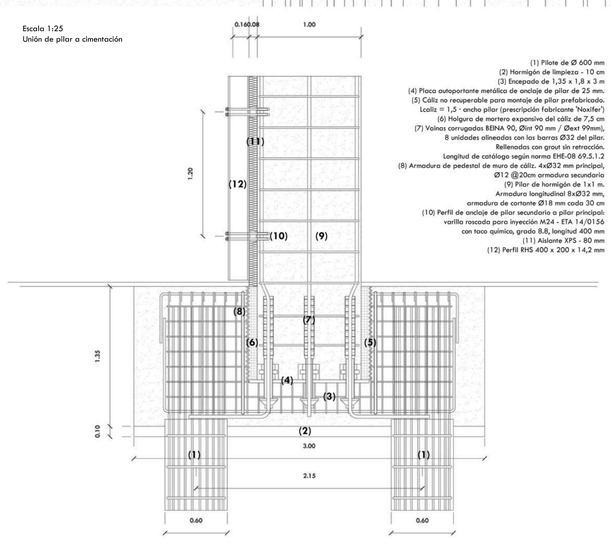
Escala 1:15
Soldadura de montantes y diagonales a cordón inferior y superior de cercha




Escala 1:10
Unión de viga cajón con pilar. Unión de pilar de acero con pilar base de hormigón

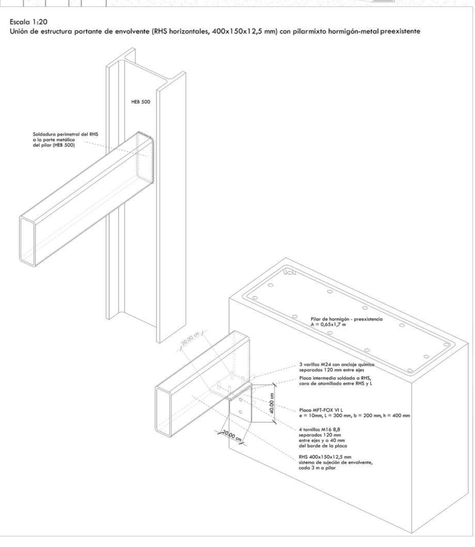



Escala 1:25
Unión de pilar a cimentación



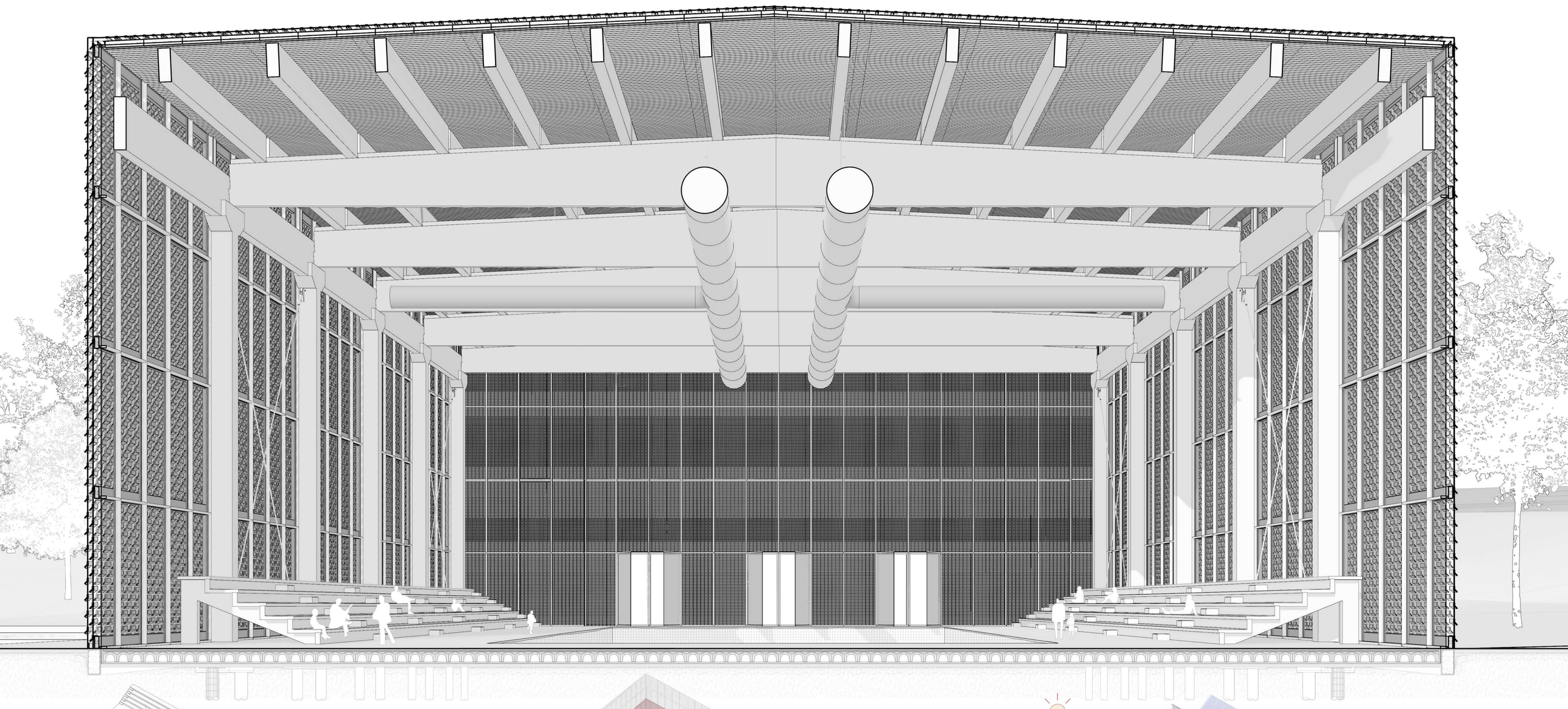

(1) Pilote de Ø 600 mm
(2) Hormigón de limpieza - 10 cm
(3) Encepado de 1,35 x 1,8 x 3 m
(4) Placa autoportante metálica de anclaje de pilar de 25 mm.
(5) Cáliz no recuperable para montaje de pilar prefabricado. Cajlz = 1,5 - ancho pilar (prescripción fabricante 'NaviTer')
(6) Holgura de mortero expansivo del cáliz de 7,5 cm
(7) Vainas corrugadas BEINA 90, Øint 90 mm / Øext 99mm), 8 unidades alineadas con las barras Ø32 del pilar. Rellenadas con grout sin retracción. Longitud de catálogo según norma EHE-08 69.5.1.2
(8) Armadura de pedestal de muro de cáliz. 4xØ32 mm principal, Ø12 @20cm armadura secundaria
(9) Pilar de hormigón de 1x1 m. Armadura longitudinal 8xØ32 mm, armadura de cortante Ø18 mm cada 30 cm
(10) Perfil de anclaje de pilar secundario a pilar principal. varilla roscada para inyección M24 - ETA 14/0156 con taco químico, grado 8.8, longitud 400 mm
(11) Aislante XPS - 80 mm
(12) Perfil RHS 400 x 200 x 14,2 mm

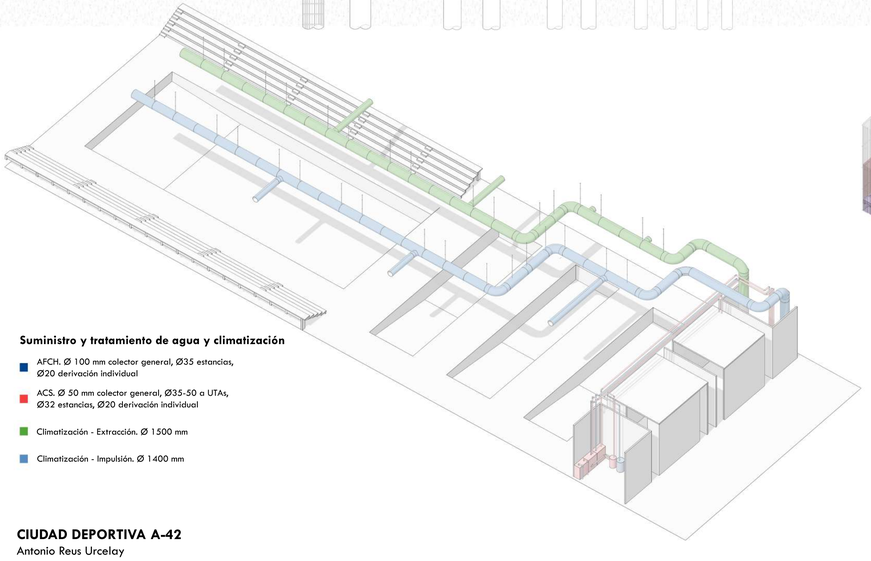
Escala 1:20
Unión de estructura portante de envolvente (RHS horizontales, 400x150x12,5 mm) con pilarmixto hormigón-metal preexistente




**CIUDAD DEPORTIVA A-42**
Antonio Reus Urcelay

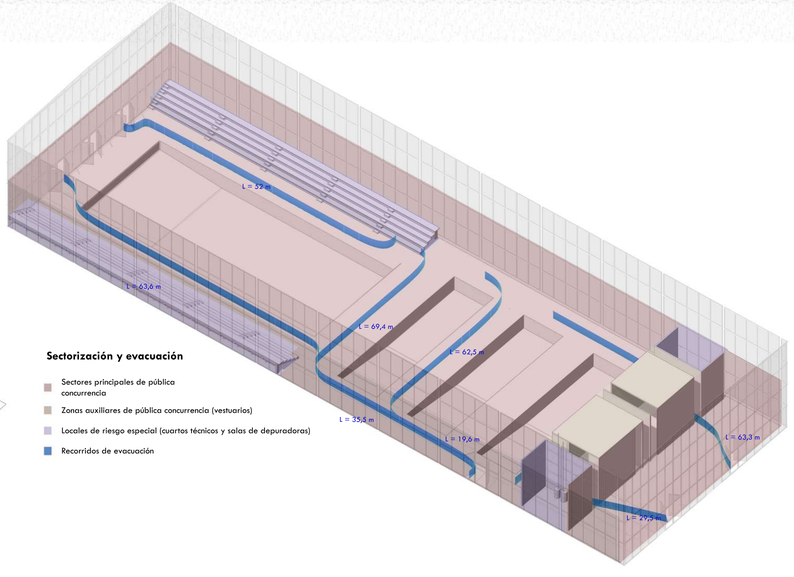
**Edificio 1 - Hormigón - Piscinas - Escala 1:50**
MHAB 2025 · Otoño · Aula Tuñón





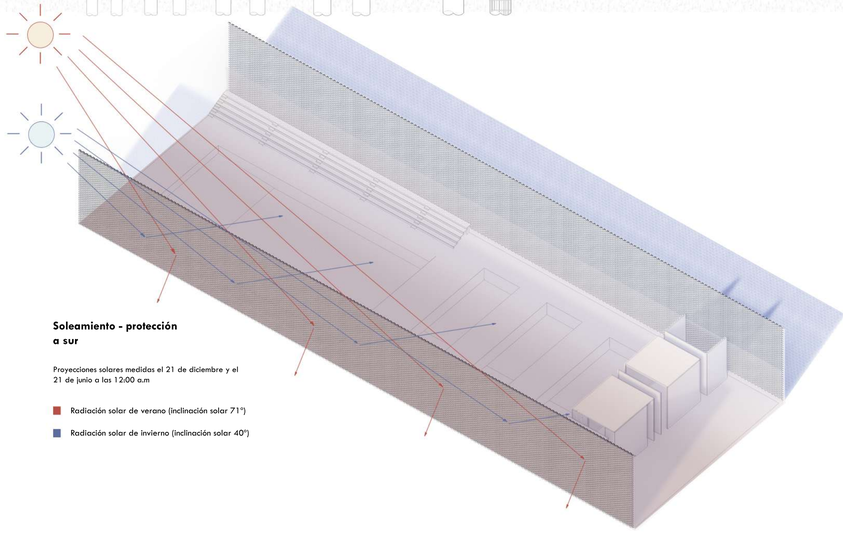
**Suministro y tratamiento de agua y climatización**

- AFCH. Ø 100 mm colector general, Ø35 estancias, Ø20 derivación individual
- ACS. Ø 50 mm colector general, Ø35-50 a UAs, Ø32 estancias, Ø20 derivación individual
- Climatización - Extracción. Ø 1500 mm
- Climatización - Impulsión. Ø 1400 mm




**Sectorización y evacuación**

- Sectores principales de pública concurrencia
- Zonas auxiliares de pública concurrencia (vestuarios)
- Locales de riesgo especial (cuartos técnicos y salas de depuradoras)
- Recorridos de evacuación



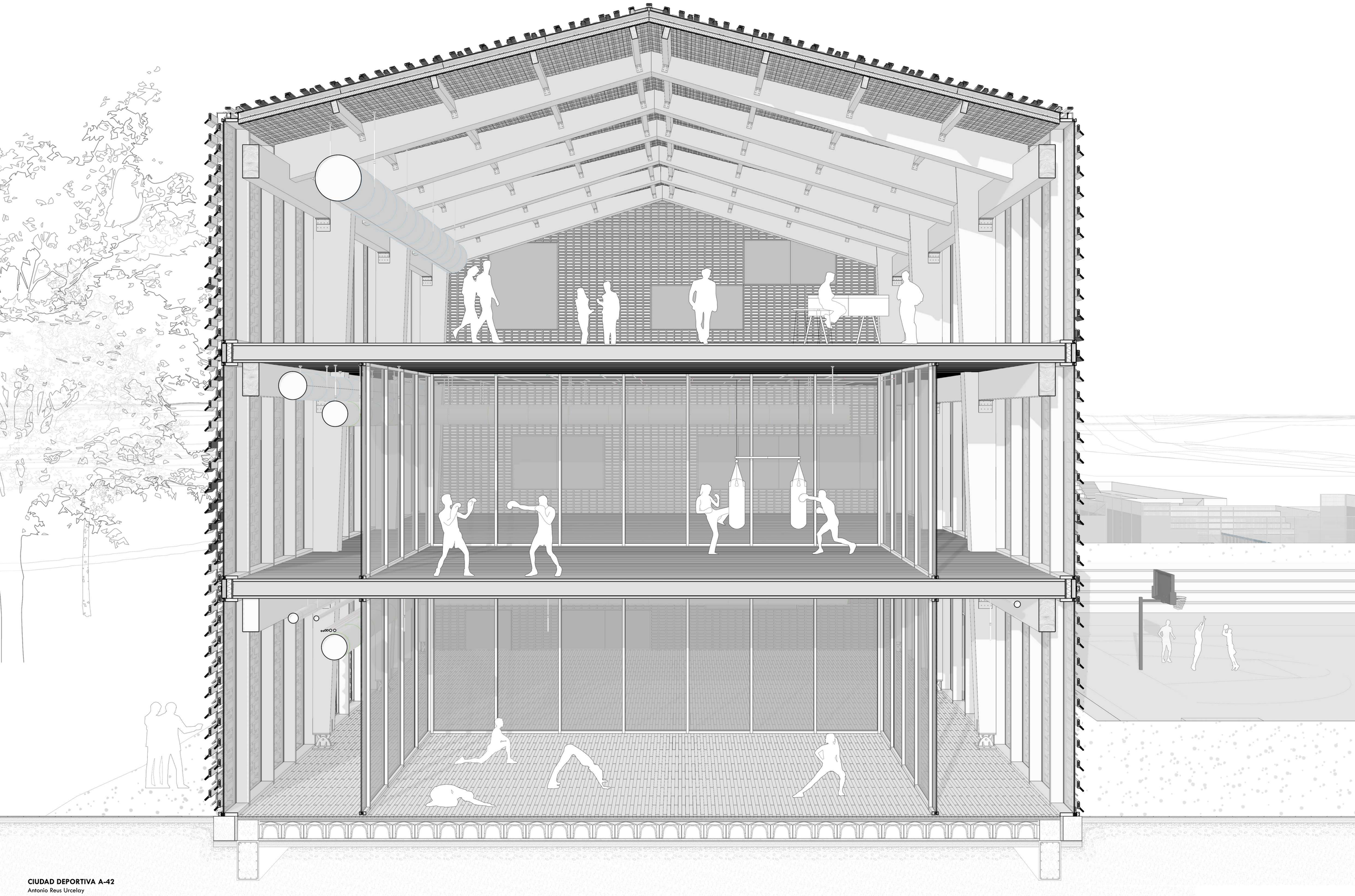
**Soleamiento - protección a sur**

Proyecciones solares medidas el 21 de diciembre y el 21 de junio a las 12:00 a.m

- Radiación solar de verano (inclinación solar 71°)
- Radiación solar de invierno (inclinación solar 40°)

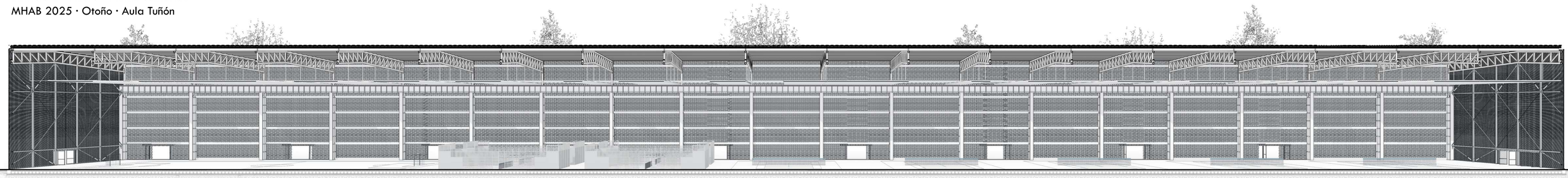
**CIUDAD DEPORTIVA A-42**
Antonio Reus Urcelay

**Edificio 3 - Madera - Usos principales - Escala 1:30**
MHAB 2025 · Otoño · Aula Tuñón

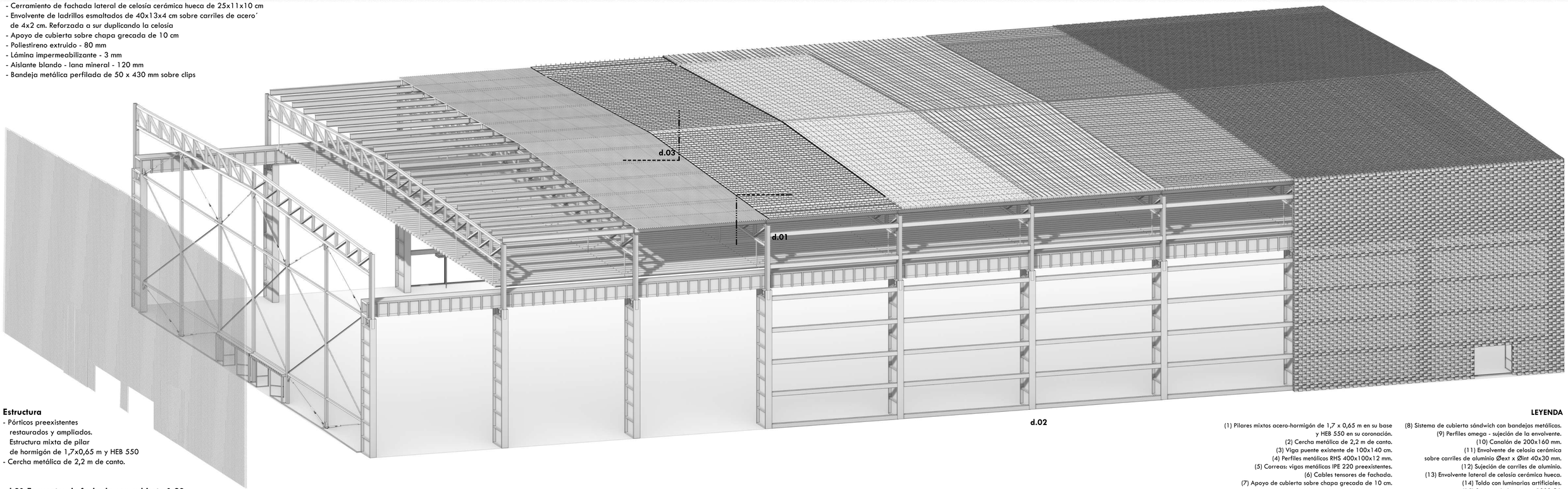


**CIUDAD DEPORTIVA A-42**
Antonio Reus Urcelay

**Edificio 2 - Acero - Pistas cubiertas**
MHAB 2025 · Otoño · Aula Tuñón



**Sistema de envolvente**
- Cerramiento de fachada lateral de celosía cerámica hueca de 25x11x10 cm
- Envolvente de ladrillos esmaltados de 40x13x4 cm sobre carriles de acero´ de 4x2 cm. Reforzada a sur duplicando la celosía
- Apoyo de cubierta sobre chapa grecada de 10 cm
- Poliestireno extruido - 80 mm
- Lámina impermeabilizante - 3 mm
- Aislante blando - lana mineral - 120 mm
- Bandeja metálica perfilada de 50 x 430 mm sobre clips



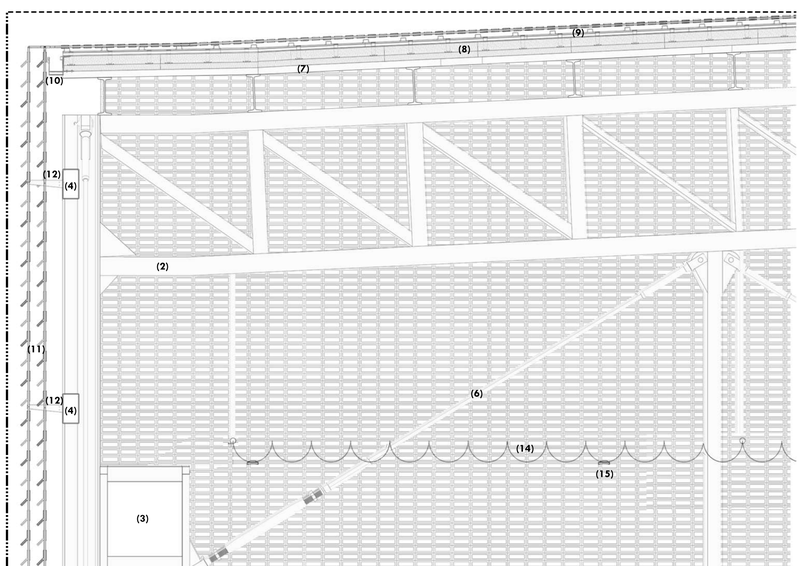

**Estructura**
- Pórticos preexistentes restaurados y ampliados. Estructura mixta de pilar de hormigón de 1,7x0,65 m y HEB 550
- Cercha metálica de 2,2 m de canto.

**d.02**

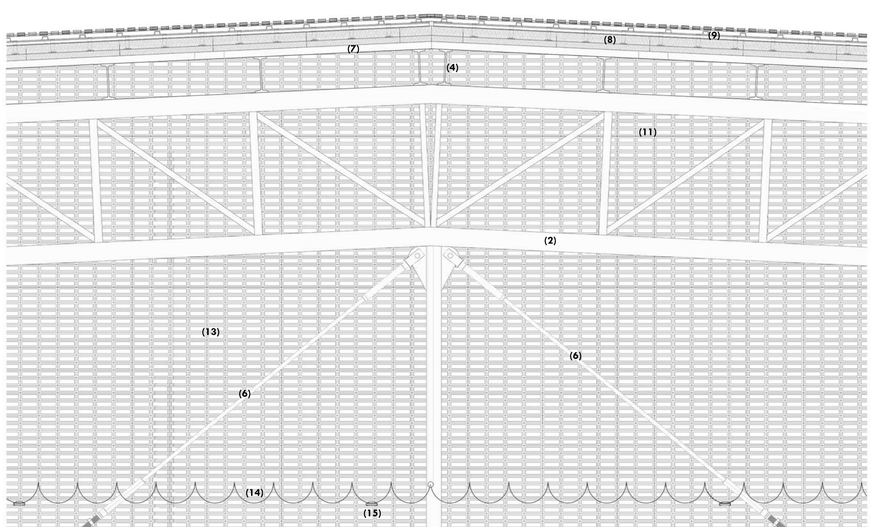
**LEYENDA**

(1) Pilares mixtos acero-hormigón de 1,7 x 0,65 m en su base y HEB 550 en su coronación.
(2) Cercha metálica de 2,2 m de canto.
(3) Viga puente existente de 100x140 cm.
(4) Perfiles metálicos RHS 400x100x12 mm.
(5) Correas: vigas metálicas IPE 220 preexistentes.
(6) Cables tensores de fachada.
(7) Apoyo de cubierta sobre chapa grecada de 10 cm.
(8) Sistema de cubierta sándwich con bandejas metálicas.
(9) Perfiles omega - sujeción de la envolvente.
(10) Canalón de 200x160 mm.
(11) Envolvente de celosía cerámica sobre carriles de aluminio Øext x Øint 40x30 mm.
(12) Sujeción de carriles de aluminio.
(13) Envolvente lateral de celosía cerámica hueca.
(14) Toldo con luminarias artificiales.
(15) Sistema de luminarias R929.G1

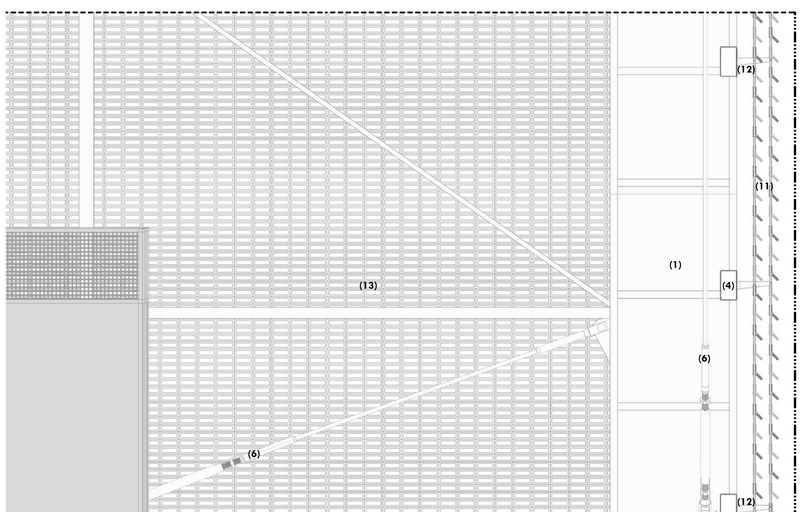
**d.01 Encuentro de fachada con cubierta 1:20**




**d.02 Encuentro de cumbrera 1:20**



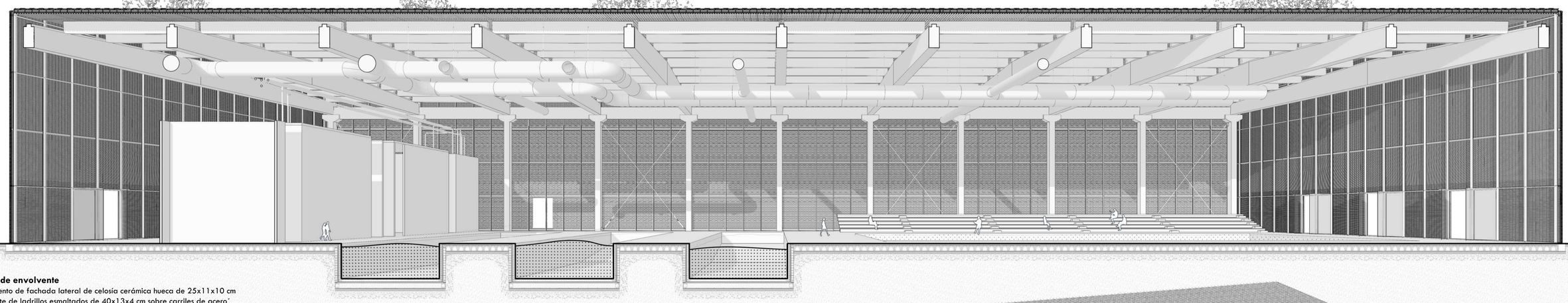

**d.03 Encuentro de estructura con suelo 1:20**



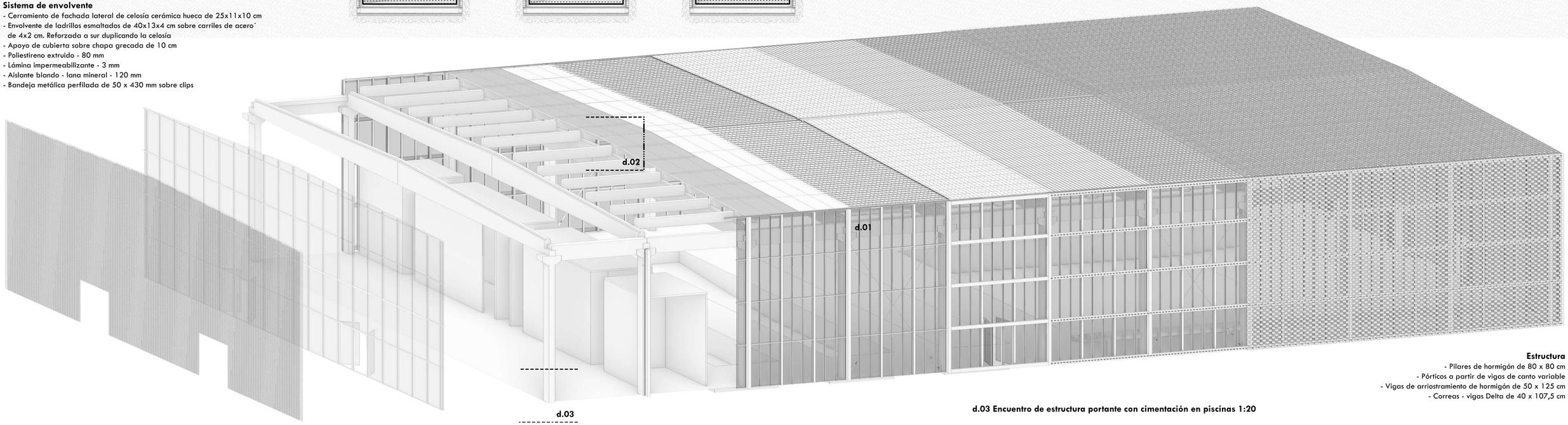

**CIUDAD DEPORTIVA A-42**
Antonio Reus Urcelay

**Edificio 1 - Hormigón - Piscinas**
MHAB 2025 · Otoño · Aula Tuñón

**Sección longitudinal 1:150**



**Sistema de envolvente**
- Cerramiento de fachada lateral de celosía cerámica hueca de 25x11x10 cm
- Envolvente de ladrillos esmaltados de 40x13x4 cm sobre carriles de acero´ de 4x2 cm. Reforzada a sur duplicando la celosía
- Apoyo de cubierta sobre chapa grecada de 10 cm
- Poliestireno extruido - 80 mm
- Lámina impermeabilizante - 3 mm
- Aislante blando - lana mineral - 120 mm
- Bandeja metálica perfilada de 50 x 430 mm sobre clips

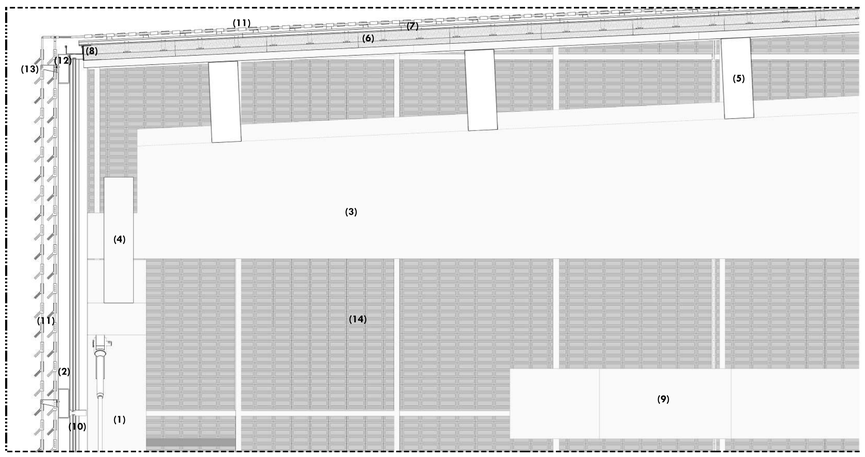



**Estructura**
- Pilares de hormigón de 80 x 80 cm
- Pórticos a partir de vigas de canto variable
- Vigas de arriostramiento de hormigón de 50 x 125 cm
- Correas - vigas Delta de 40 x 107,5 cm

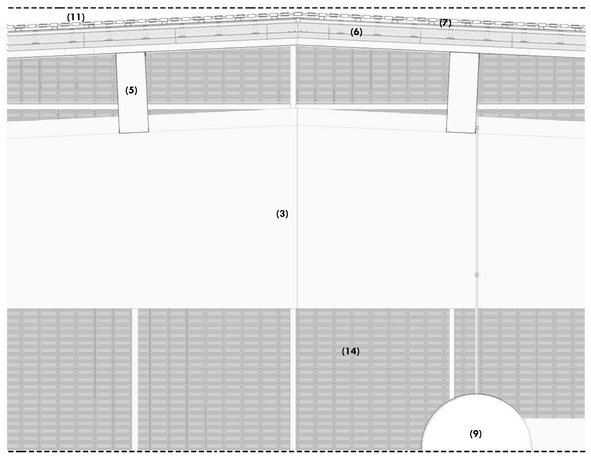
**LEYENDA**

(1) Pilares de hormigón prefabricado de 0,8 x 0,8 m. (2) Pilar secundario - sujeción de envolvente, 0,3 x 0,3 m. (3) Orden principal de vigas trapezoidales de canto variable 1,5-2,5 m x 42 m. (4) Vigas de arriostramiento de 0,5 x 1,25 m. (5) Correas: vigas Delta de 0,4 x 1,07 m. (6) Sistema de cubierta sándwich con bandejas metálicas. (7) Perfiles omega - sujeción de la envolvente. (8) Canalón de 140x210 mm. (9) Conductos de climatización y ventilación. Impulsión (1,4 m) y extracción (1,5 m) mecánica. (10) Cerramiento interior: Perfil estructural muro cortina Schüco FWS 60 HI de 250 mm de canto. (11) Envolvente de celosía cerámica sobre carriles de aluminio Øext x Øint 40x30 mm. (12) Perfiles metálicos RHS 100x100x12 mm. (13) Sujeción de carriles metálicos. (14) Envolvente lateral de celosía cerámica hueca (15) Encachado de grava. (16) Hormigón de limpieza. (17) Losa de cimentación. (18) Forjado sanitario. (19) Aislante térmico + lámina impermeabilización. (20) Baldosa sobre plots regulables. (21) Gunitado piscina.(22) Sistema de depuración de la piscina

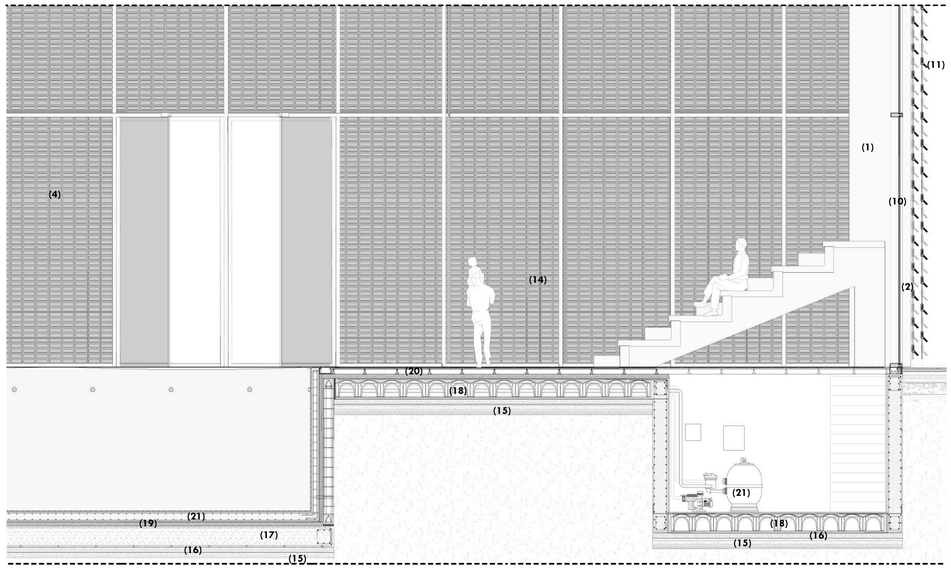
**d.01 Encuentro de fachada con cubierta 1:20**




**d.02 Encuentro de cumbrera 1:20**



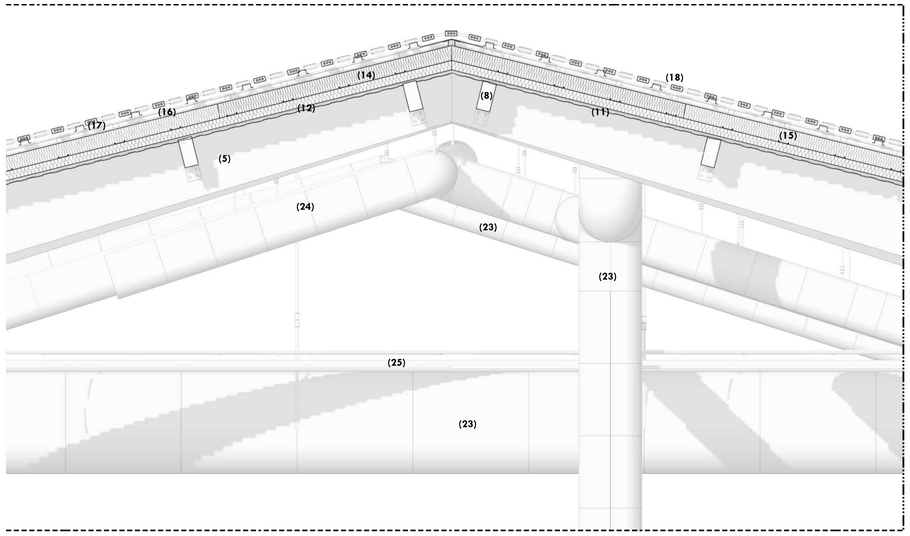

**d.03 Encuentro de estructura portante con cimentación en piscinas 1:20**

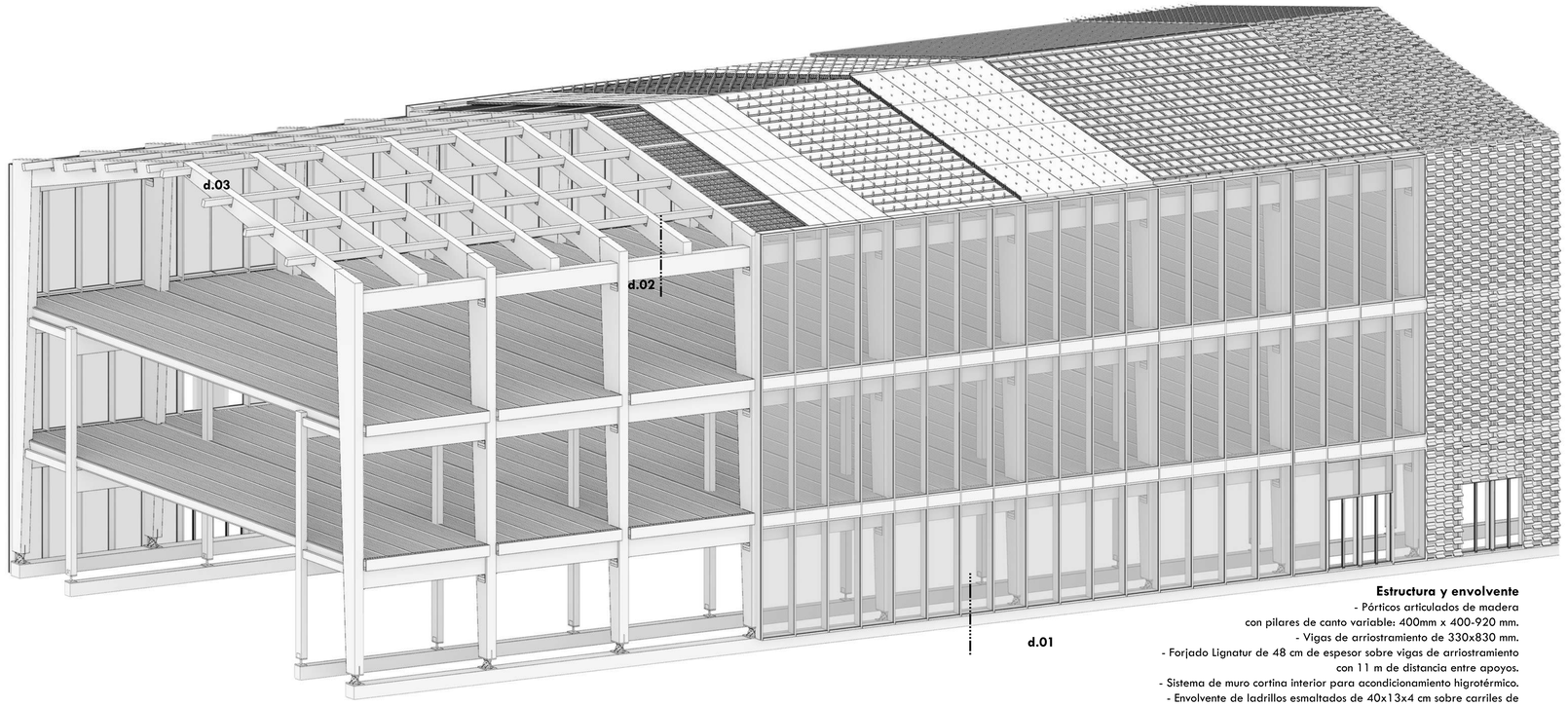



**CIUDAD DEPORTIVA A-42**
Antonio Reus Urcelay

**Despiece de la estructura (madera)**
MHAB 2025 · Otoño · Aula Tuñón

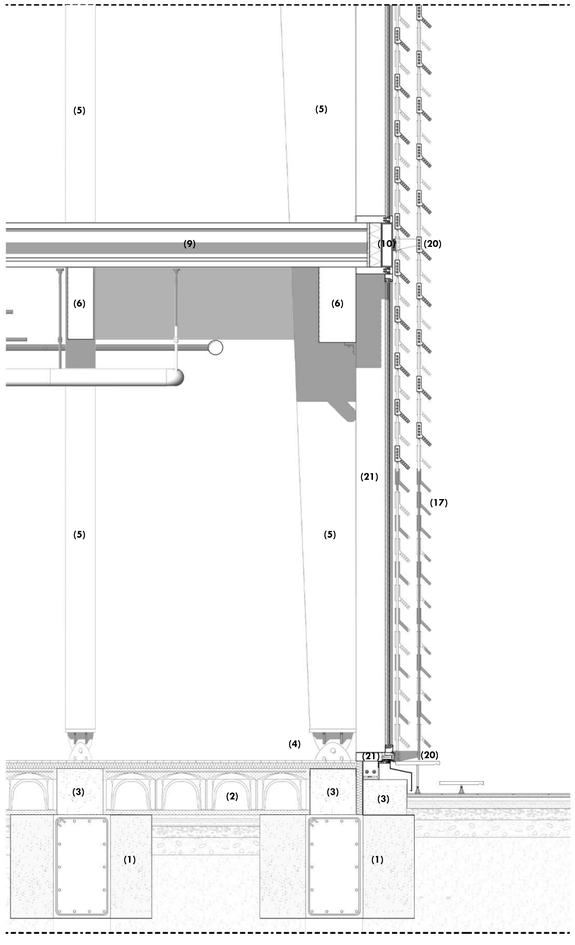
**d.03 Encuentro en cumbrera 1:20**



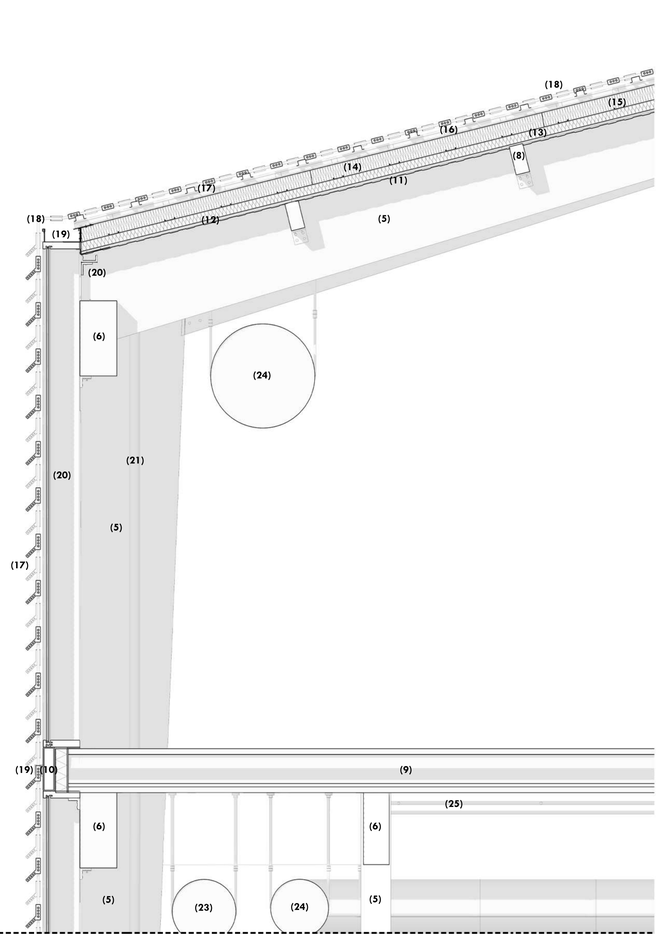




**Estructura y envolvente**
- Pórticos articulados de madera con pilares de canto variable: 400mm x 400-920 mm.
- Vigas de arriostramiento de 330x830 mm.
- Forjado Lignatur de 48 cm de espesor sobre vigas de arriostramiento con 11 m de distancia entre apoyos.
- Sistema de muro cortina interior para acondicionamiento higrotérmico.
- Envolvente de ladrillos esmaltados de 40x13x4 cm sobre carriles de aluminio de 4x2 cm. Reforzada a sur duplicando la celosía
- Cerramiento de fachada lateral de celosía cerámica hueca de 25x11x10 cm

**d.01 Encuentro de estructura portante con cimentación - fachada sur - 1:20**



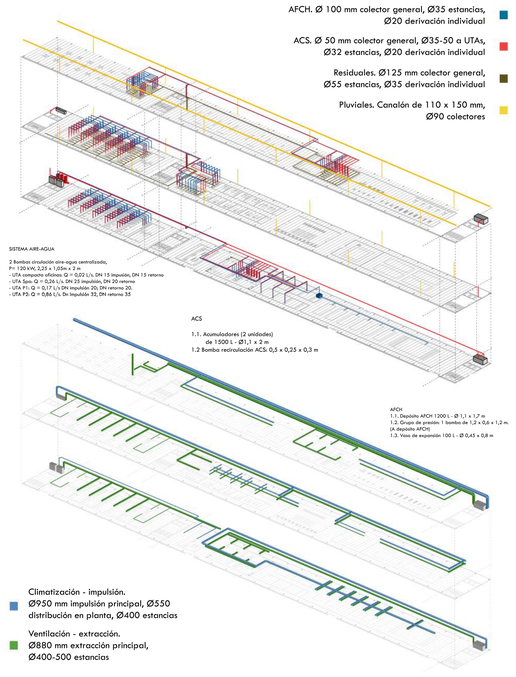

**d.02 Encuentro de cubierta con fachada norte 1:20**



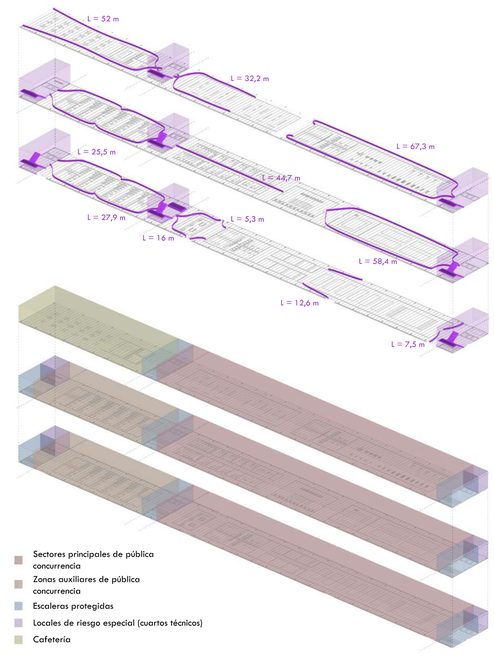

**LEYENDA**

(1) Encepado de pilotes.
(2) Forjado sanitario 35 + 5.
(3) Muro de enano corrido - adaptación de pilar a cimentación + apoyo de muro cortina sobre terreno
(4) Articulación de arranque de pilar.
(5) Pórtico triarticulado - estructura portante de madera laminada encolada GL28H de canto variable - 400 x 400-920 mm.
(6) Viga de arriostramiento de madera laminada encolada GL28H de 330x650 mm.
(7) Correas de 130x280 mm.
(8) Forjado Kielsteg de 40 cm.
(9) Perfil metálico hueco RHS 400 x 100 x 12 mm
(10) Acabado interior de cubierta de chapa de roble.
(11) Encofrado de madera
(12) Aislamiento térmico duro - XPS, 80 mm.
(13) Aislamiento térmico blando - lana de roca, 120 mm.
(14) Clip basculante
(15) Bandeja metálica perfilada.
(16) Perfil Omega 20 x 30 x 40 x 30 x 20 mm.
(17) Envolvente de celosía cerámica sobre carriles de aluminio Øext x Øint 40x30 mm.
(18) Canalón de 110 x 250 mm
(19) Pletina de sujeción de tubos de aluminio
(20) Cerramiento interior: Perfil estructural muro cortina Schüco FWS 60 Hi de 250 mm de canto. Anclado químicamente a zócalo mediante perfil metálico. Arriostramiento de ménsulas de acero desplazada con perfil en U en coronación
(21) Descenso pluviales.
(22) Extracción de aire
(23) Impulsión de aire
(24) Impulsión de AFCH

**Suministro y tratamiento de agua y climatización**




**Evacuación y sectorización**



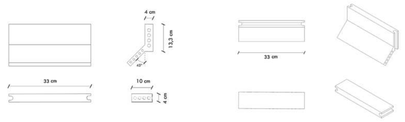

**CIUDAD DEPORTIVA A-42**
Antonio Reus Urcelay

# Detalles constructivos de la envolvente

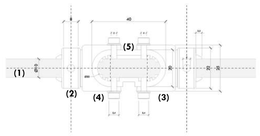
MHAB 2025 · Otoño · Aula Tuñón

## Despiece de la envolvente principal de celosía cerámica

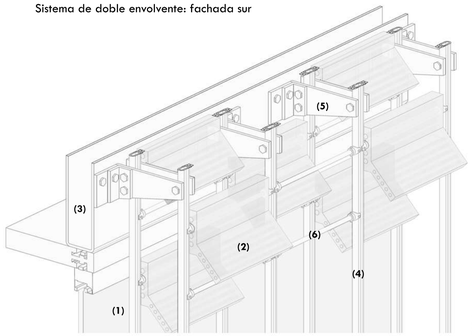
Envolvente externa: Piezas cerámicas modulares perforadas y anclada en rastreles de acero



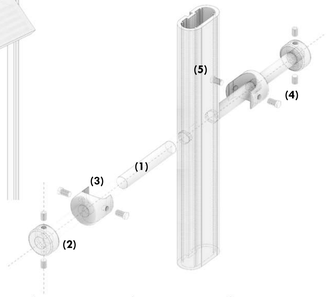

Detalle parcial: anclaje de tubos de aluminio



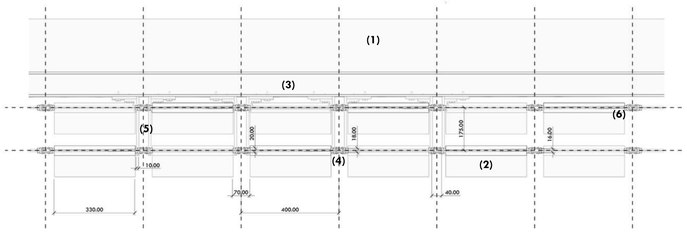

Sistema de doble envolvente: fachada sur



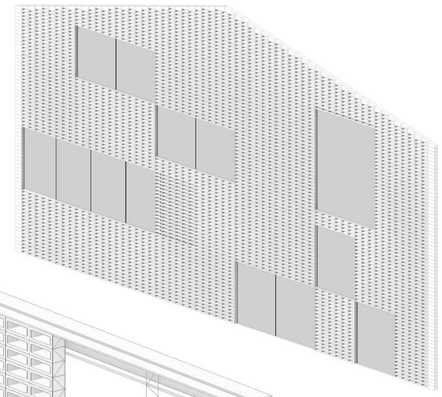

(1) Ø10 varilla de acero inoxidable. (2) Casquillo de posicionamiento de acero inoxidable. (3) Casquillo de bloqueo de acero inoxidable. (4) Tornillo de bloqueo de acero inoxidable. (5) Tubo de aluminio extruido, Øext 40 mm x Øint 20 mm

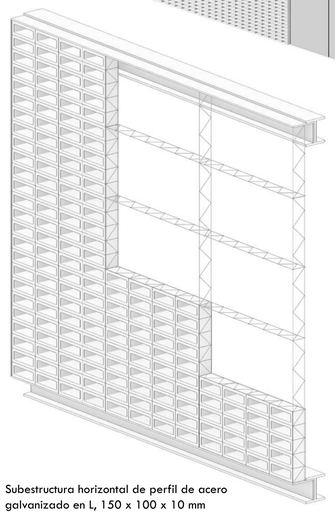



(1) Sistema cerramiento interior - muro cortina. (2) Celosía cerámica. (3) Perfil tubular de acero RHS 400x100x8 mm. (4) Tubo de aleación de aluminio Øext 40 mm x Øint 20 mm. (5) Pletina de sujeción de tubo de aluminio. 6) Varilla de fijación de la celosía cerámica a los carriles de aluminio



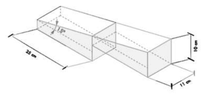

## Despiece de la envolvente lateral de celosía cerámica



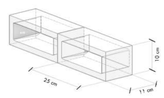


Armadura de acero corrugado galvanizado, Ø 4 mm

Remate superior - pieza de arenisca

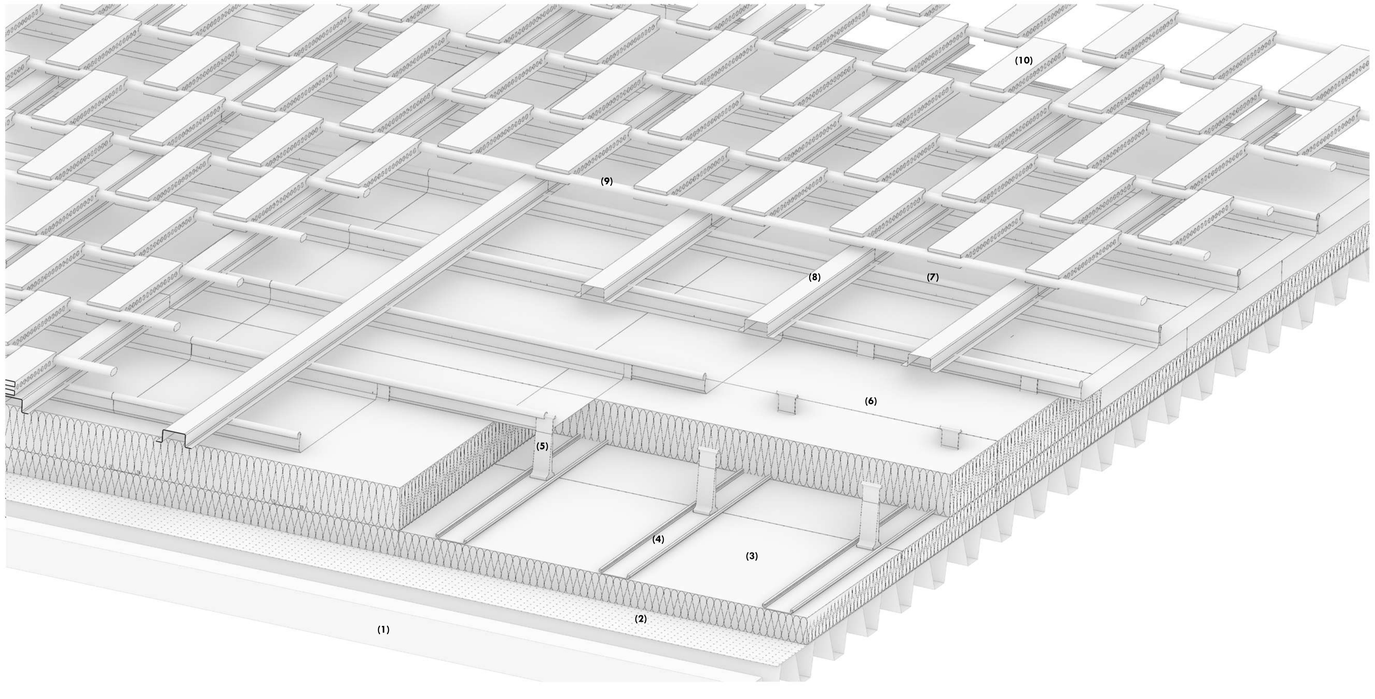



Celosía cuadrada - elemento principal



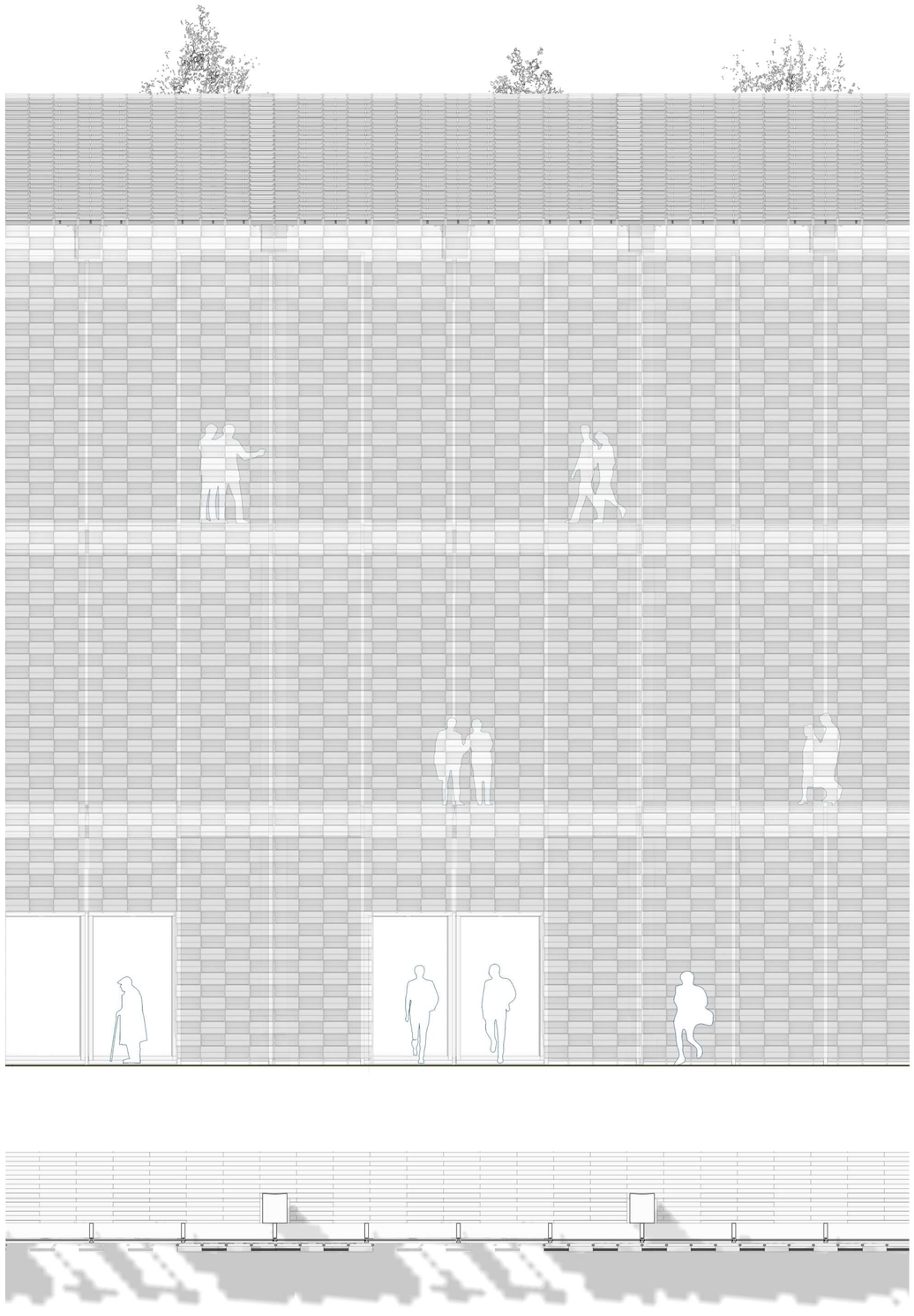

Subestructura horizontal de perfil de acero galvanizado en L, 150 x 100 x 10 mm

## Despiece del sistema de cubiertas 1:10




(1) Chapa grecada de 10 cm de canto. (2) Barrera de vapor. (3) Aislante térmico resistente a los impactos - XPS, 80 mm. (4) Carriles para clip basculante. (5) Adaptador para clip basculante con clip compuesto. (6) Aislamiento térmico blando - lana de roca, 120 mm. (7) Bandeja perfilada de 50 cm de ancho. (8) Perfil Omega 20 x 30 x 40 x 30 x 20 mm. (9) Tubo de aleación de aluminio Øext 40 mm x Øint 20 mm. (10) Celosía cerámica

## Planta y alzado de la envolvente - 1:20



**CIUDAD DEPORTIVA A-42**

Antonio Reus Urcelay

# CIUDAD DEPORTIVA A-42

CENTRO DEPORTIVO Y RESIDENCIA DE ESTUDIANTES EN LA ANTIGUA ACERÍA DE VILLAVERDE

## 0 GESTIÓN PREVIA Y LEGALIZACIÓN

- 0.1 Estudio de preexistencias industriales y estado estructural
- 0.2 Proyecto básico y de ejecución
  - 0.2.1 Redacción del proyecto según CTE
  - 0.2.2 Memoria descriptiva y constructiva, con cumplimiento del CTE. Inclusión de anexos
- 0.3 Tramitación de licencias y permisos
  - 0.3.1 Solicitud y obtención de Licencia de Obra
  - 0.3.2 Obtención de Visado del Proyecto de Ejecución
  - 0.3.3 Obtención de licencia de instalaciones, acometidas, derribo y permisos a las compañías sumistradoras de los servicios afectados
- 0.4 Elaboración del Plan de Seguridad y salud
- 0.5 Apertura del centro de trabajo. Firma del Acta de replanteo para que pueda dar comienzo a los trabajos de obra

## 1 PREPARACIÓN DEL TERRENO. DEMOLICIONES

- 1.1 Demolición y desmontaje selectivo de naves existentes
  - 1.1.1 Clasificación de materiales: reciclaje y desechos
  - 1.1.2 Desmontaje y reutilización parcial de las estructuras existentes
- 1.2 Limpieza y desbroce del solar
- 1.3 Estudio geotécnico
- 1.4 Movimiento de tierras
  - 1.4.1 Excavaciones
  - 1.4.2 Retirada de tierras
  - 1.4.3 Rellenos y compactaciones
- 1.5 Ejecución de la cimentación de los tres edificios (pilotes prefabricados)

## 2 ESTRUCTURA DE ACERO

- 2.1 Construcción de nuevos pórticos de acero
- 2.2 Vigas principales y secundarias (entramado estructural)
  - 2.2.1 Sustitución de antiguos IPN 220 por IPN 500 para mayor resistencia ante las cargas de la envolvente
- 2.3 Protección contra el fuego (CTE DB-SI)
- 2.4 Ensayos estructurales y control de ejecución

## 3 ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

- 3.1 Colocación de la estructura portante prefabricada
  - 3.1.1 Encaje de pilares prefabricados en cimentación
  - 3.1.2 Encaje de vigas principales con pilares prefabricados
  - 3.1.3 Encaje de vigas de arriostramiento con pilares
  - 3.1.4 Enlace de pórticos mediante correas prefabricadas
- 3.2 Uniones estructurales
  - 3.2.1 Hormigonado de muro de cáliz de cimentación
  - 3.2.2 Hormigonado de nudo húmedo monolítico de vigas a pilar in situ
- 3.3 Protección contra el fuego (CTE DB-SI)
- 3.4 Ensayos estructurales y control de ejecución

## 4 ESTRUCTURA DE MADERA

- 4.1 Construcción de pórticos de madera
  - 4.1.1 Creación de muro corrido de hormigón de apoyo del pilar de madera. Articulación metálica como unión de pilar a hormigón
- 4.2 Vigas principales y secundarias (entramado estructural)
- 4.3 Uniones estructurales metálicas
- 4.4 Colocación de forjados de madera
  - 4.4.1 Apoyo de forjado sobre vigas de arriostramiento
  - 4.4.2 Atornillado del forjado a viga mediante tirafondos
- 4.5 Protección contra el fuego (CTE DB-SI)
- 4.6 Ensayos estructurales y control de ejecución

## 5 ENVOLVENTE Y CUBIERTA

- 5.1 Fachada
  - 5.1.1 Montaje de muro cortina
  - 5.1.2 Anclaje de muro cortina a estructura de madera
- 5.2 Cubierta Sándwich
  - 5.2.1 Colocación de tablones portantes de madera
  - 5.2.2 Colocación de aislante térmico resistente a los impactos
  - 5.2.3 Colocación de carriles para clip basculante. Clip basculante
  - 5.2.4 Colocación de aislante blando - lana mineral
  - 5.2.5 Colocación de bandejas perfiladas metálicas
- 5.3 Canalones y evacuación de pluviales
- 5.4 Montaje de envolvente - celosía cerámica
  - 5.3.1 Colocación de perfiles Omega sobre bandejas metálicas
  - 5.3.2 Colocación de carriles de aluminio. Anclaje a perfiles Omega en cubierta y a RHS en fachada
  - 5.3.3 Anclaje de ladrillos en carriles metálicos

## 6 PARTICIONES Y ACADABOS INTERIORES

- 6.1 Tabiquería interior
- 6.2 Acabado interior de cubierta. Falsos techos.
- 6.3 Acabado de pavimentos interiores

## 7 INSTALACIONES

- 7.1 Electricidad
  - 7.1.1 Tendido de líneas BT
  - 7.1.2 Cuadros eléctricos sectorizados
  - 7.1.3 Iluminación interior y exterior
- 7.2 Climatización y ventilación
  - 7.2.1 UTAs por usos y estancias
  - 7.2.2 Instalación de tubos de extracción e impulsión
- 7.3 Saneamiento y fontanería
  - 7.3.1 Red interior de evacuación
  - 7.3.2 Conexión a red urbana
  - 7.3.3 Separación de pluviales y aguas negras
  - 7.3.4 Acometidas y red interior
- 7.4 Sistemas de depuración de zonas acuáticas
- 7.5 Protección ante incendios
- 7.6 Audio y seguridad
  - 7.6.1 Sectorización y recorridos de evacuación
  - 7.6.2 Instalación de detectores de humo y calor
  - 7.6.3 Señalética y alumbrado de emergencia
- 7.7 Ascensores

## 8 URBANIZACIÓN Y EXTERIOR

- 8.1 Peatonalización de la acería
  - 7.1.1 Tendido de líneas BT
  - 7.1.2 Cuadros eléctricos sectorizados
  - 7.1.3 Iluminación exterior apoyada sobre estructura reciclada de naves anexas
- 8.2 Reforestación de la parcela - parque urbano

## 9 FINALIZACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

- 9.1 Dirección facultativa y revisión de calidad
- 9.2 Pruebas de instalaciones y revisión de la estructura
- 9.3 Entrega de documentación técnica
- 9.4 Gestión de residuos y limpieza de obra
- 9.5 Elaboración de la liquidación final (DEO) y firma de la Dirección Facultativa y el constructor

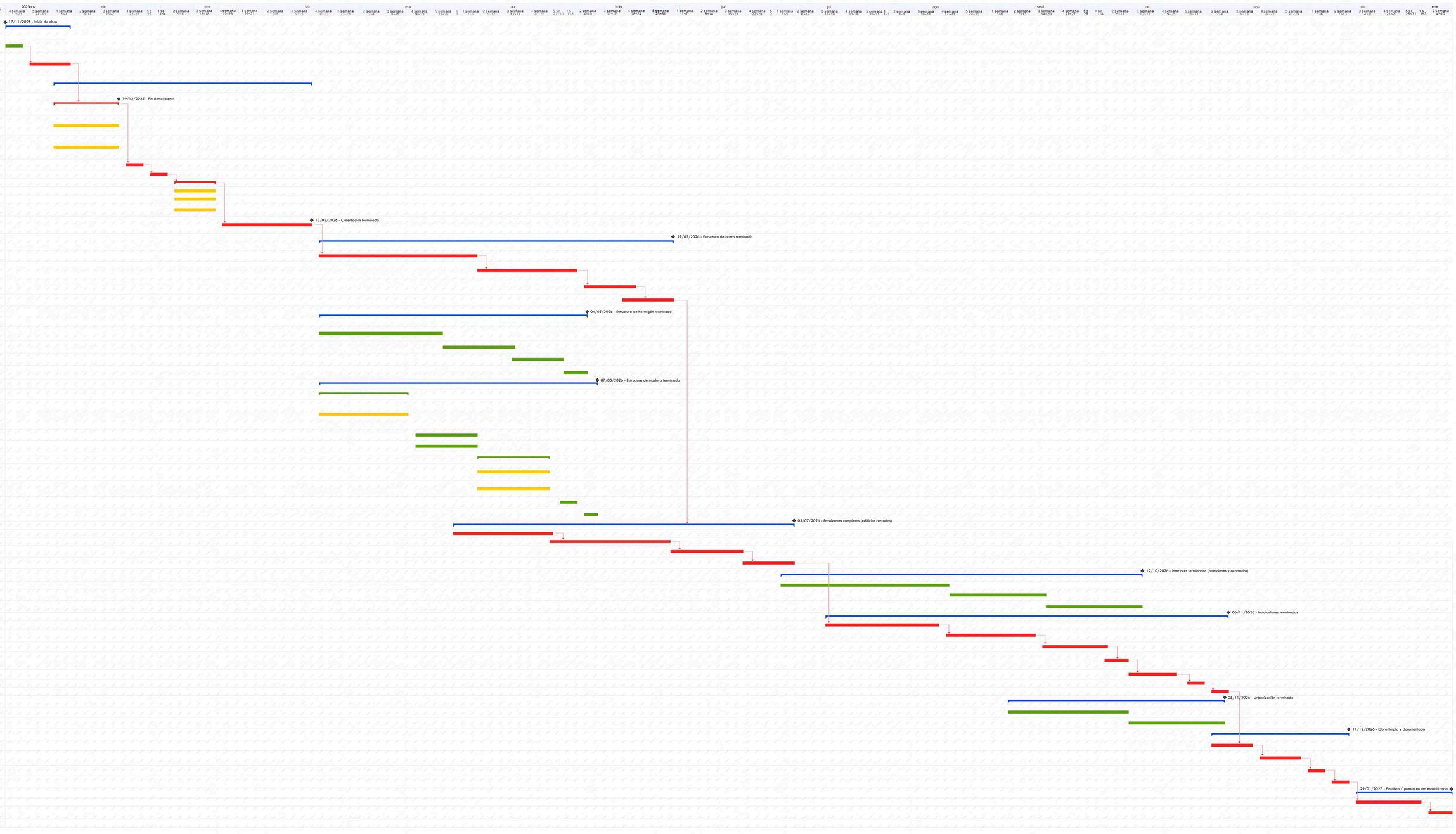
## 10 ENTREGA Y PUESTA EN USO

- 10.1 Licencia de ocupación
- 10.2 Manual de mantenimiento y formación
- 10.3 Evaluación post ocupacional (impacto social y ecológico)

# Diagrama de Gantt - tiempos y actividades

MHAB 2025 · Otoño · Aula Tuñón

| ID | Nombre de Tarea | Fecha de inicio | Fecha de finalización | Duracion |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0. GESTIÓN PREVIA Y LEGALIZACIÓN | 17/11/2025 | 05/12/2025 | 15.0 d. |
| 2 | 0.1 Elaboración del Plan de Seguridad y Salud | 17/11/2025 | 21/11/2025 | 5.0 d. |
| 3 | 0.2 Apertura del centro de trabajo. Firma del Acta de replanteo | 24/11/2025 | 05/12/2025 | 10.0 d. |
| 4 | 1. PREPARACION DEL TERRENO. DEMOLICIONES | 01/12/2025 | 13/02/2026 | 55.0 d. |
| 5 | 1.1 Demolición y desmontaje selectivo de naves existentes | 01/12/2025 | 19/12/2025 | 15.0 d. |
| 6 | 1.1.1 Clasificación de materiales: reciclaje y desechos | 01/12/2025 | 19/12/2025 | 15.0 d. |
| 7 | 1.1.2 Desmontaje y reutilización parcial de las estructuras existentes | 01/12/2025 | 19/12/2025 | 15.0 d. |
| 8 | 1.2 Limpieza y desbroce del solar | 22/12/2025 | 26/12/2025 | 5.0 d. |
| 9 | 1.3 Estudio geotécnico | 29/12/2025 | 02/01/2026 | 5.0 d. |
| 10 | 1.4 Movimiento de tierras | 05/01/2026 | 16/01/2026 | 10.0 d. |
| 11 | 1.4.1 Excavaciones | 05/01/2026 | 16/01/2026 | 10.0 d. |
| 12 | 1.4.2 Retirada de tierras | 05/01/2026 | 16/01/2026 | 10.0 d. |
| 13 | 1.4.3 Rellenos y compactaciones | 05/01/2026 | 16/01/2026 | 10.0 d. |
| 14 | 1.5 Ejecución de la cimentación de los tres edificios (pilotes prefabricados) | 19/01/2026 | 13/02/2026 | 20.0 d. |
| 15 | 2. ESTRUCTURA DE ACERO | 16/02/2026 | 29/05/2026 | 75.0 d. |
| 16 | 2.1 Construcción de nuevos pórticos de acero | 16/02/2026 | 27/03/2026 | 30.0 d. |
| 17 | 2.2 Vigas principales y secundarias (entramado estructural) | 03/04/2026 | 01/05/2026 | 21.0 d. |
| 18 | 2.3 Protección contra el fuego (CTE DB-SI) | 04/05/2026 | 18/05/2026 | 11.0 d. |
| 19 | 2.4 Ensayos estructurales y control de ejecución | 15/05/2026 | 29/05/2026 | 11.0 d. |
| 20 | 3. ESTRUCTURA PREFABRICADA DE HORMIGÓN | 16/02/2026 | 04/05/2026 | 56.0 d. |
| 21 | 3.1 Colocación de la estructura portante prefabricada | 16/02/2026 | 23/03/2026 | 26.0 d. |
| 22 | 3.2 Uniones estructurales | 24/03/2026 | 13/04/2026 | 15.0 d. |
| 23 | 3.3 Protección contra el fuego (CTE DB-SI) | 13/04/2026 | 27/04/2026 | 11.0 d. |
| 24 | 3.4 Ensayos estructurales y control de ejecución | 28/04/2026 | 04/05/2026 | 5.0 d. |
| 25 | 4. ESTRUCTURAS DE MADERA | 16/02/2026 | 07/05/2026 | 59.0 d. |
| 26 | 4.1 Construcción de pórticos de madera | 16/02/2026 | 13/03/2026 | 20.0 d. |
| 27 | 4.1.1 Creación de muro comido de hormigón de apoyo del pilar de madera. Articulación metálica como unión de pilar a hormigón | 16/02/2026 | 13/03/2026 | 20.0 d. |
| 28 | 4.2 Vigas principales y secundarias de madera | 16/03/2026 | 02/04/2026 | 14.0 d. |
| 29 | 4.3 Uniones estructurales metálicas | 16/03/2026 | 02/04/2026 | 14.0 d. |
| 30 | 4.4 Colocación de forjados de madera | 03/04/2026 | 23/04/2026 | 15.0 d. |
| 31 | 4.4.1 Apoyo de forjado sobre vigas de arriostramiento | 03/04/2026 | 23/04/2026 | 15.0 d. |
| 32 | 4.4.2 Atornillado del forjado a viga mediante tirafondos | 03/04/2026 | 23/04/2026 | 15.0 d. |
| 33 | 4.5 Protección contra el fuego (CTE DB-SI) | 27/04/2026 | 01/05/2026 | 5.0 d. |
| 34 | 4.6 Ensayos estructurales y control de ejecución | 04/05/2026 | 07/05/2026 | 4.0 d. |
| 35 | 5. ENVOLVENTE Y CUBIERTA | 27/03/2026 | 03/07/2026 | 71.0 d. |
| 36 | 5.1 Fachada (muro cortina) | 27/03/2026 | 24/04/2026 | 21.0 d. |
| 37 | 5.2 Cubierta sándwich | 24/04/2026 | 22/05/2026 | 21.0 d. |
| 38 | 5.3 Canalores y evacuación de pluviales | 29/05/2026 | 18/06/2026 | 15.0 d. |
| 39 | 5.4 Montaje de envolvente – celosía cerámica | 19/06/2026 | 03/07/2026 | 11.0 d. |
| 40 | 6. PARTICIONES Y ACABADOS INTERIORES | 30/06/2026 | 12/10/2026 | 75.0 d. |
| 41 | 6.1 Tabiquería interior | 30/06/2026 | 17/08/2026 | 35.0 d. |
| 42 | 6.2 Acabado interior de cubierta. Falsos techos | 18/08/2026 | 14/09/2026 | 20.0 d. |
| 43 | 6.3 Acabado de pavimentos interiores | 15/09/2026 | 12/10/2026 | 20.0 d. |
| 44 | 7. INSTALACIONES | 13/07/2026 | 06/11/2026 | 85.0 d. |
| 45 | 7.1 Electricidad | 13/07/2026 | 14/08/2026 | 25.0 d. |
| 46 | 7.2 Climatización y ventilación | 17/08/2026 | 11/09/2026 | 20.0 d. |
| 47 | 7.3 Saneamiento y fontanería | 14/09/2026 | 02/10/2026 | 15.0 d. |
| 48 | 7.4 Sistemas de depuración de zonas acuáticas | 02/10/2026 | 08/10/2026 | 5.0 d. |
| 49 | 7.5 Protección ante incendios | 09/10/2026 | 22/10/2026 | 10.0 d. |
| 50 | 7.6 Audio y seguridad | 26/10/2026 | 30/10/2026 | 5.0 d. |
| 51 | 7.7 Ascensores | 02/11/2026 | 06/11/2026 | 5.0 d. |
| 52 | 8. URBANIZACIÓN Y EXTERIOR | 04/09/2026 | 05/11/2026 | 45.0 d. |
| 53 | 8.1 Peatonalización de la acera | 04/09/2026 | 08/10/2026 | 25.0 d. |
| 54 | 8.2 Reforestación de la parcela – parque urbano | 09/10/2026 | 05/11/2026 | 20.0 d. |
| 55 | 9. FINALIZACIÓN Y PUESTA A PUNTO | 02/11/2026 | 11/12/2026 | 30.0 d. |
| 56 | 9.1 Dirección facultativa y revisión de calidad | 02/11/2026 | 13/11/2026 | 10.0 d. |
| 57 | 9.2 Pruebas de instalaciones y revisión de la estructura | 16/11/2026 | 27/11/2026 | 10.0 d. |
| 58 | 9.3 Entrega de documentación técnica | 30/11/2026 | 04/12/2026 | 5.0 d. |
| 59 | 9.4 Gestión de residuos y limpieza final de obra | 07/12/2026 | 11/12/2026 | 5.0 d. |
| 60 | 10. ENTREGA Y PUESTA EN USO | 14/12/2026 | 29/01/2027 | 35.0 d. |
| 61 | 10.1 Licencia de ocupación | 14/12/2026 | 01/01/2027 | 15.0 d. |
| 62 | 10.2 Manual de mantenimiento y formación | 04/01/2027 | 15/01/2027 | 10.0 d. |
| 63 | 10.3 Evaluación post ocupacional (inicio) | 18/01/2027 | 29/01/2027 | 10.0 d. |



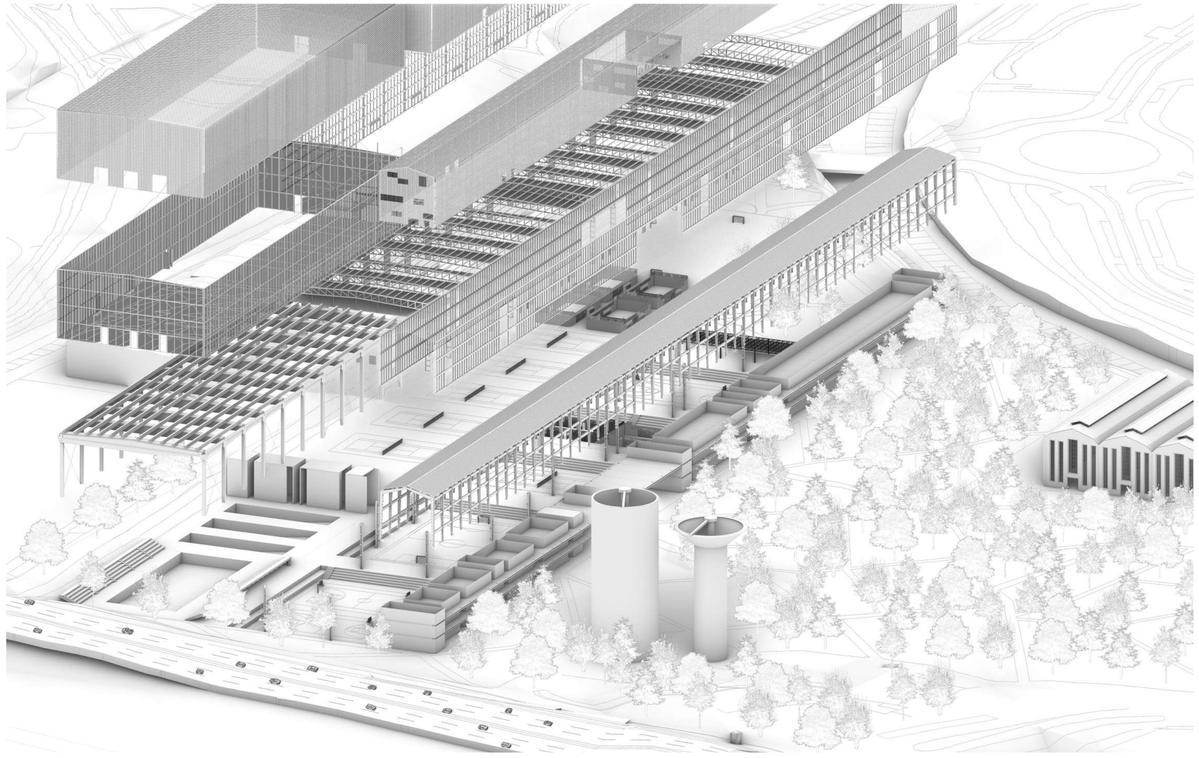

Se ha desarrollado el diagrama de Gantt del proyecto sobre la base de las actividades y tareas propuestas en la EDT, siguiendo el Método del Camino Crítico (CPM). Tomando con día de inicio de obra el 17/11/2025, la obra termina su último capítulo el 29/01/2027, con una duración total de 63 semanas, o 14 meses y medio. Se ha hecho distinción entre capítulos (azul), actividades (verde) y tareas (amarillo). En rojo se ha marcado todas aquellas actividades que forman parte del camino crítico. También se han señalado los hitos pertenecientes a cada capítulo.

# SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA: ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LA ENVOLVENTE

El espacio industrial de la antigua acería de Villaverde se restaura desde el vestigio de sus naves, antaño bulliciosas. Su regeneración y ampliación restauran un ámbito muy desgastado por la agresiva explotación de este territorio.

El proyecto se sitúa en las afueras del municipio de Madrid, en un enclave estratégico delimitado por la A-42, la M-402 y las líneas de Cercanías C-4 y C-5. La parcela es el antiguo recinto industrial de las acerías, actualmente desmantelado y en estado de abandono. En este territorio subsisten varias edificaciones industriales de valor patrimonial - edificios administrativos, estructuras metálicas, almacenes y los pórticos de la nave principal - que constituyen la memoria material del lugar.

El Centro Deportivo – Remate de la A-42 se plantea como un gran complejo que condensa múltiples usos deportivos en un único macroespacio. El conjunto combina pistas cubiertas y al aire libre, un pabellón de piscinas y área de actividades acuáticas, y un último volumen, que actúa como articulador del conjunto. Acoge las instalaciones deportivas interiores y un espacio residencial que incluye alojamientos temporales para estudiantes y deportistas.

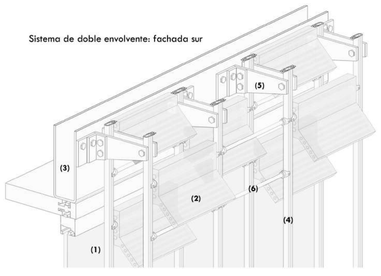


El proyecto integra estos programas bajo un criterio común: reconstruir el espacio desde la memoria industrial, reutilizando las estructuras existentes y generando nuevas arquitecturas que dialogan con ellas mediante sistemas estructurales afines (acero, hormigón y madera). De este planteamiento surgen tres edificios principales alineados con las preexistencias.

En este trabajo se recoge el análisis de sostenibilidad del sistema de envolvente elegido. La envolvente se plantea como una doble piel: una celosía de ladrillos cerámicos sobre carriles de aluminio con subestructura metálica exterior, y un muro cortina interior que asegura estanqueidad y prestaciones higrotérmicas de los interiores de los edificios.La piel exterior está compuesta por una celosía cerámica modular (40×13×4 cm) sujeta a tubos de aluminio Øext 40 mm × Øint 20 mm, anclados a perfiles Omega sobre cubierta y a una subestructura metálica horizontal (RHS 400×100×12,5 mm) que transmite las cargas a los pilares. En fachadas sur se duplica la celosía como método de control solar. Se trata de piezas accesibles, con posibilidad de reposición unitaria. Su limpieza se puede realizar por agua a presión con baja agresividad. El muro cortina estructural del plano interior se basa en el sistema Schüco FWS 60 Hi, con perfiles verticales de 250 mm de canto.

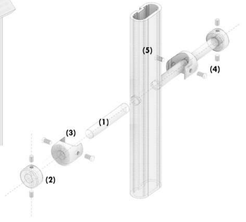
Se revisan los criterios de sostenibilidad económica y creación de valor mediante un análisis del coste del ciclo de vida (LCCA). Se establece una comparación entre la envolvente con y sin la piel exterior, con el objetivo de analizar la relación entre inversión inicial, costes de funcionamiento y mantenimiento, y evaluar la rentabilidad económica de medidas de mejora energética de la propuesta.

Sistema de doble envolvente: fachada sur

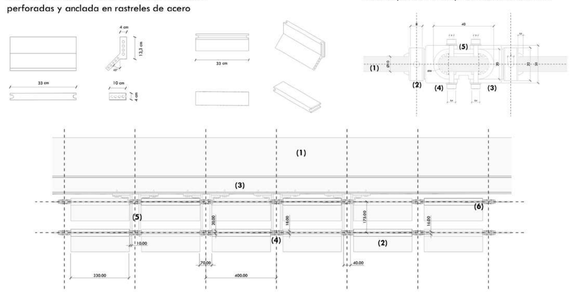



(1) Sistema cerramiento interior - muro cortina. (2) Celosía cerámica. (3) Perfil tubular de acero RHS 400x100x8 mm. (4) Tubo de aleación de aluminio Øext 40 mm x Øint 20 mm. (5) Pletina de sujeción de tubo de aluminio. 6) Varilla de fijación de la celosía cerámica a los carriles de aluminio

(1) Ø10 varilla de acero inoxidable. (2) Casquillo de posicionamiento de acero inoxidable. (3) Casquillo de bloqueo de acero inoxidable. (4) Tornillo de bloqueo de acero inoxidable. (5) Tubo de aluminio extruido, Øext 40 mm x Øint 20 mm




Envolvente externa: Piezas cerámicas modulares perforadas y anclada en rastreles de acero




Detalle parcial: anclaje de tubos de aluminio




El LCCA utilizará una tasa de descuento real del 3,5%, alineada con las tasas libres reales utilizadas en el sector inmobiliario como referencia de rentabilidad mínima, expresando todos los flujos en euros constantes (sin IPC). Se calculará el VAN para evaluar finalmente la rentabilidad de la envolvente. Si ΔVAN>0 → la solución será económicamente preferible

MURO CORTINA Y PIEL EXTERIOR: COSTES Y BENEFICIOS DEL SISTEMA DE ENVOLVENTE

· FASE INICIAL: PRODUCCIÓN

- Costes materiales de la doble piel:
  - ◦ Ladrillos cerámicos modulares esmaltados (reciclaje parcial de las demoliciones de naves anteriores: 25 €/m²
  - ◦ Carriles de aluminio extruido (Ø 40/20 mm, rastreles, etc.): 30 €/m²
  - ◦ Anclajes metálicos (varilla inox, casquillos, tornillería, pletinas...): 10 €/m²
  - ◦ Perfiles Schüco FWS 60 Hi: 110 €/m²
  - ◦ Vidrio doble cámara (bajo emisivo + control solar): 130 €/m²

  TOTAL: 305 €/m²
- Costes de la mano de obra:
  - ◦ Taller + colocación + sellados (muro cortina): 120 €/m²
  - ◦ Montaje subestructura + colocación pieza a pieza de cerámica: 20 €/m²

  TOTAL: 140 €/m²
- Costes indirectos (generales, transporte, medios auxiliares): se toma un 30% sobre materiales + mano de obra:

  0,30 · (305+140) = 0,30 · 445 = 133,5 €/m²

COSTES TOTALES: 305 + 140 + 133,5 = 613,5€/m²

· FASE INTERMEDIA: FUNCIONAMIENTO

- Ahorro energético estimado [€/m²·año]

  Se establece una hipótesis razonable para un edificio deportivo acristalado en clima tipo Madrid:
  - ◦ Sin celosía: la demanda de frío asociada a la fachada sur alcanza los 80 -100 kWh/m²·año solo por ganancias solares del muro cortina.
  - ◦ Con celosía cerámica: se reduce la radiación incidente un 40-50 % en verano → ahorramos del orden de 40 kWh/m²·año en frío.
  - ◦ Se asume un precio medio de la electricidad (con termo + ventiladores, etc.) de 0,20 €/kWh

  AHORRO ANUAL: 40 kWh/m²·año · 0,20 €/kWh = 8 €/m²·año
- Mantenimiento, limpieza y reparaciones menores

  Se incluye la limpieza del muro cortina, la limpieza y reposición de las piezas cerámicas: 2 %/10 años
  - ◦ Limpieza exterior de vidrios (2–3 veces al año, acceso mediante pértigas telescópicas o plataforma): 3 €/m2·año
  - ◦ Limpieza de la piel cerámica una vez al año (hidrolimpiadora, acceso, etc.): 1,2 €/m²·año
  - ◦ Revisiones y pequeños ajustes de anclajes: 0,8 €/m²·año
  - ◦ Reposición de piezas cada 10 años: 2 €/m² en t = 10, 20, 30, 40. Distribuyendo el gasto anualmente: 0,2 €/m²

  COSTES TOTALES: 5,2 €/m²

FLUJO DE CAJA TOTAL: 8 - 5,2 = 2,8 €/m²

· FASE FINAL: DESMONTAJE Y REUTILIZACIÓN

- Coste de desmontaje de muro cortina: 10 €/m²
- Coste de desmontaje y gestión de residuos de la piel cerámica y subestructura por m²: 12 €/m²
- Valor recuperado por aluminio reutilizable y vidrio en buen estado: 10 12 €/m²
- Valor recuperado por chatarra de aluminio y posible reutilización/valorización de cerámica triturada: 4 €/m²

FLUJO NETO DE FIN DE VIDA: -12 - 10 + 10 + 4 = -8 €/m²

VALOR ACTUAL NETO (VAN) a 50 años - muro cortina

· Tasa de descuento real: i = 3,5% = 0,035

· Inversión inicial: 240 + 120 + 0,3 · (240+120) = 468 €/m²

· Flujo neto anual: -8 - 3 = -11 €/m² · año

· Flujo neto de fin de vida: 0 €/m²

· Valor presente de los flujos anuales (años 1–50):
PVanual = CFanual · (1/i) · [(1+i)^50)-1] / [(1+i)^50] = -258 €/m²

· Valor presente de la fase final (año 50): 0 €/m²

· VAN del muro cortina:
VAN = - Co + PVanual - PVfinal = -468 €/m² -258 €/m² - 0 €/m² =
= -726 €/m²

VALOR ACTUAL NETO (VAN) a 50 años - muro cortina + envolvente

· Tasa de descuento real: i=3,5%=0,035

· Inversión inicial (Co): 613,5 €/m²

· Flujo neto anual: 2,8 €/m² · año

· Flujo neto de fin de vida: -8 €/m²

· Valor presente de los flujos anuales (años 1–50):
PVanual = CFanual · (1/i) · [(1+i)^50)-1] / [(1+i)^50] = 52,46 €/m²

· Valor presente de la fase final (año 50): PVfinal = CF50,final / [(1+i)^50] =
= −8 / (1,035)^50 = −1,43 €/m²

· VAN del muro cortina + celosía:
VAN = - Co + PVanual - PVfinal = -613,5 €/m² + 52,46 €/m²
- 1,43 €/m² = -562,65 €/m²

La inversión en la segunda piel de la envolvente resulta económicamente beneficiosa para la rentabilidad del proyecto. Sin embargo, los beneficios económicos directos no son suficientes para recuperar la inversión en ninguno de los dos casos. No obstante, se han de tener en cuenta beneficios urbanos, sociales y ecológicos, y ambientales como partes de impacto directo en la recuperación de la inversión. Estos beneficios son coherentes con una estrategia de valor urbano, social y ambiental alineada con los enfoques de Level(s), los ODS y las agencias europeas, donde se reconocen explícitamente las mejoras ambientales y las externalidades positivas del proyecto.

| Beneficios urbanos y sociales | Beneficios ecológicos y ambientales |
|---|---|
| - Impacto económico local y empleo: actividad inducida (obra, explotación, proveedores locales).<br>- Mejora en la facilidad de acceso a actividades culturales y deportivas para los vecinos del barrio: cohesión y salud.<br>- Regeneración urbana, más uso del espacio público, menos degradación.<br>- Conservación patrimonial: puesta en valor del paisaje industrial y la memoria del lugar (reutilización, ladrillo reciclado).<br>- Revalorización de hitos urbanos: mejora en la percepción global del barrio, lavado de cara de la imagen de la parcela a nivel paisajístico. | - Reducción de emisiones de $CO_2$: menor consumo de energía gracias a la celosía.<br>- Disminución contaminantes atmosféricos asociados al menor uso de energía térmica/eléctrica.<br>- Ahorro de recursos materiales: reciclaje de ladrillos de las demoliciones para fabricar las nuevas piezas cerámicas de la envolvente.<br>- Mejora del microclima local: sombra y control solar, menos radiación sobre el espacio público y la envolvente, más confort térmico interior y exterior.<br>- Mejor gestión del agua de lluvia: arte del agua de lluvia se retiene temporalmente en suelos ajardinados, en lugar de ir directamente al alcantarillado. |

# CIUDAD DEPORTIVA A-42

**Ud. Tuñón. Villaverde industrial: Transformar lo existente**

**Tutora: María Langarita** **Antonio Reus Urcelay**

El espacio industrial de la antigua acería de Villaverde se restaura desde el vestigio de sus naves, antaño bulliciosas. Su regeneración y ampliación restauran un ámbito muy desgastado por la agresiva explotación de este territorio.

El proyecto se sitúa en las afueras del municipio de Madrid, en un enclave estratégico delimitado por la A-42, la M-402 y las líneas de Cercanías C-4 y C-5. La parcela es el antiguo recinto industrial de las acerías, actualmente desmantelado y en estado de abandono. En este territorio subsisten varias edificaciones industriales de valor patrimonial -edificios administrativos, estructuras metálicas, almacenes y los pórticos de la nave principal- que constituyen la memoria material del lugar.

La Ciudad Deportiva A-42 se plantea como un gran complejo que condensa múltiples usos deportivos en un único macroespacio. El conjunto combina pistas cubiertas y al aire libre para deportes en equipo, instalaciones para deportes de raqueta, un pabellón de actividades acuáticas y un edificio que incluye usos mixtos, desde actividades en espacios cerrados, cafetería, hasta un espacio residencial que incluye alojamientos temporales para estudiantes y deportistas. La consolidación de las zonas verdes adscritas al proyecto de Bosque Metropolitano que cubren la parte sur de la parcela desarrolla una red de espacios peatonales en donde los vecinos de todas las edades puedan compartir tiempo y espacio en un espacio público de calidad.

El proyecto integra estos programas bajo un criterio común: reconstruir el espacio desde la memoria industrial, reutilizando las estructuras existentes de la nave principal, prologándolas y generando nuevas arquitecturas que dialogan con ellas mediante sistemas estructurales afines (acero, hormigón y madera). De este planteamiento surgen los tres edificios principales alineados con las preexistencias.

El primero de ellos alberga pistas cubiertas. Reutiliza y amplía los pórticos restaurados de la acería, compuestos de pilares mixtos de hormigón (la base, desde el arranque de cimentación consiste en un pilar de hormigón de sección 1,7 x 0,65 m) y acero (conformado en coronación por un perfil HEB 500 empotrado 1 metro bajo el pilar de hormigón inicial). Sobre la parte de acero, nace una cercha de 2 metros de canto que soporta la cubierta.

El segundo edificio extiende la huella y el ritmo marcados por el primero, cuyos pórticos salvan 42,3 m de luz, en un espacio de piscinas en el que los espacios diáfanos son imprescindibles. La estructura, compuesta de pórticos de hormigón con pilares y vigas prefabricados, prolonga linealmente los pórticos de la primera nave para albergar usos relacionados con el agua.

El último pabellón propone una pieza de carácter más cálido y comunitario, con pórticos de madera laminada. Actúa como articulador del conjunto y acoge las instalaciones deportivas interiores y el espacio residencial.

Los volúmenes resultantes se resuelven con una envolvente de celosía cerámica que unifica el conjunto y ayuda a acondicionar térmicamente los interiores, reduciendo la radiación solar a sur. El pabellón de acero cuenta con una fachada abierta que permite el flujo de aire y la ventilación del espacio interior. El resto del complejo, sin embargo, cuenta con exigencias higrotérmicas que precisan un cerramiento adecuado. Por ello, los pabellones de hormigón y madera cuentan con un muro cortina interior que contribuye al bienestar higrotérmico del complejo.

Esta celosía se monta sobre carriles de aluminio y subestructura metálica anclada al sistema de pilares principal. En el caso del pabellón de actividades acuáticas, el muro cortina envuelve los pilares principales en el interior, por lo que es necesario montar una subestructura anclada a los pilares que sujete la envolvente por fuera, con perfiles metálicos anclados con placas al orden principal, trabajando de manera solidaria.

El proyecto se construye desde la lógica estructural y la memoria material del lugar, transformando un vacío infraestructural en un nuevo fragmento de ciudad. Tres sistemas distintos, heredados de la memoria industrial y adaptados a nuevos usos, construyen una única ciudad deportiva que devuelve actividad, escala y sentido a este borde de Madrid.