

conservemos la Gran Vía!
centro de aprovechamiento de excedentes alimentarios en la Gran Vía de Villaverde

Ricardo Acedo Roca _nºexp: 19004

Memoria TFM/ mhab_etsam/ Aula Tuñón / Tutora: María Langarita / enero 2026
Máster habilitante. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid

INDICE

1. Memoria de proyecto

2. Memoria técnica

2.1. EDT y análisis del ciclo de vida (NAAB)

3. Memoria de estructuras

1.MEMORIA DE PROYECTO



conservemos la Gran Vía!

calif. taller Estructuras_7

calif. taller Construcción y Tecnología_8,5

El proyecto plantea un centro de conservación de excedentes alimentarios vinculado a Mercamadrid. Se en la Gran Vía de Villaverde, un viaducto sobre un eje ferroviario flanqueado por antiguos solares industriales, situado en el punto de convergencia de San Cristóbal, Villaverde Alto y el Polígono Industrial de Villaverde. La propuesta parte de un objetivo claro: articular un ámbito multiscalar sin cohesión, implantando en él un uso capaz de abarcar todas las escalas, tanto desde el punto de vista programático como urbano.

La operación urbana se apoya en dos acciones complementarias. Por un lado, la dotación de un programa sobre la Gran Vía, que permite articular el viaducto. Por otro, la renaturalización de los vacíos industriales adyacentes. Como elemento de unión entre ambas acciones, se introducen puentes transversales sobre el viaducto —los repuentes— con dos funciones primordiales: dar continuidad a los trazados interrumpidos por el viaducto y actuar como condensadores programáticos que activen su entorno.

El programa se organiza para reintroducir en la cadena alimentaria productos descartados por motivos ajenos a su calidad. Llegan cercanos a su fecha límite de consumo, por lo que deben someterse a procesos de conservado para extender su vida útil y poder redistribuirse. Siguiendo esa secuencia, en el extremo de la escala logística, la nave de Renault de la avenida Laboral se reconfigura como infraestructura de recepción: allí se concentran las funciones de triaje y almacenamiento.

Desde este primer umbral, la mercancía avanza hacia una escala intermedia, entre lo industrial y lo doméstico, donde se sitúan los procesos, que emplean técnicas tradicionales y de bajo calibre industrial. Esta fase se aloja en los repuentes, que integran líneas de encurtido, confitado y secado, así como los usos domésticos y de ocio. Los procesos de curado y fermentación láctica, por sus requerimientos ambientales, se desplazan a instalaciones enterradas en el paisaje adyacente. Una vez finalizada esta fase, los productos tienen dos posibles fines: el hub de salida, La Despensa, almacén previo a su redistribución y transporte; o a la propia Gran Vía, para alimentar la escala menor del sistema: bares y comercios dispuestos a lo largo del viaducto.

En términos técnicos, la intervención se apoya en una infraestructura rotunda que explicita, de manera exhibicionista, los requisitos del programa. El sistema dispone una estructura principal invariante, de gran escala, que aloja a la estructura secundaria variable, de menor embergadura, para responder a escalas más pequeñas y permitir la densificación paulatina del sistema.

Los hubs de entrada y salida, por su naturaleza, no poseen una estructura secundaria. Los usos ubicados sobre la Gran Vía, sin embargo, sí cuentan con una estructura secundaria. Esta alberga la actividad comercial, posee una lógica desmontable y se encuentra conectada a la espina de instalaciones que cose longitudinalmente toda la actuación. Esta espina se soporta mediante una serie de costillas metálicas, en el rol de estructura invariante, y apoyadas en pilares que flanquean el viaducto. Los repuentes se resuelven mediante una gran viga cerchada que salva un gran vano principal, apoyada en pares de pórticos metálicos en V. En dichos elementos invariantes se alberga la estructura secundaria de cajas programáticas ligeras, permitiendo ajustes de uso sin modificar el esqueleto resistente. Este esqueleto consiste en anillos tubulares envolventes y cubiertas desmontables, facilitando cambios de configuración.

Abogando por la circularidad, se desmontan las dos naves de Clicars de la Avenida de la Laboral para construir las cámaras enterradas: sus cubiertas se reensamblan y adaptan, y el hormigón se tritura para los muros de contención. Los movimientos de tierra se reconfiguran para modelar la topografía que las alberga, ordenar escorrentías y favorecer la renaturalización con especies pioneras del “descampado madrileño” como filtro reparador del suelo.

2.MEMORIA TÉCNICA

Memoria Técnica

La intervención se plantea como una infraestructura industrializada, desmontable y registrable, basada en cuatro capas coordinadas:

- Estructura principal invariante: soporte resistente continuo (viaducto + repuentes) y soporte de la distribución técnica.
- Estructura secundaria: cajas programáticas ligeras, moduladas, sustituibles y reconfigurables sin alterar el esqueleto resistente.
- Distribución técnica concentrada: redes organizadas en una espina longitudinal con derivaciones cortas a cada unidad.
- Infraestructura enterrada: sistema de cámaras semienterradas destinadas a curado y fermentación, que aprovecha la inercia térmica del terreno y se integra con la topografía operativa para estabilizar condiciones ambientales y absorber parte de los procesos sin ocupar el tablero.

El conjunto se diseña para montaje por fases, mantenimiento accesible y capacidad de adaptación del programa.

a/ Construcción

1. Estructura permanente

1.1. Sistema principal

Estructura metálica repetitiva asociada al trazado del viaducto, formada por pórticos/costillas laterales y arriostramientos que garantizan estabilidad global frente a acciones horizontales (viento, frenado, dinámicas). Se priorizan uniones atornilladas para facilitar montaje, desmontaje y sustitución de elementos.

1.2. Repuentes (estructura transversal)

Cada repunte se resuelve mediante una viga cerchada de gran canto que salva el vano principal, apoyada en pórticos metálicos en V. La cercha actúa como: elemento portante principal del cruce, soporte de las cajas programáticas, corredor técnico para paso y ordenación de redes.

Esta disposición libera el plano inferior, concentra apoyos y establece una lógica de montaje por tramos.

2. Cajas programáticas, forjados y pavimentos

2.1. Sistema de caja

Las cajas se conciben como paquetes mixtos acero–hormigón con cerramientos secos, compatibles con industrialización y cambios de uso. La subestructura metálica define la modulación y permite uniones en seco.

Solución basada en:

- subestructura metálica de apoyo,
- chapa grecada como encofrado (y colaboración estructural cuando proceda),
- capa de compresión de hormigón armado,
- aislamiento térmico (p. ej. XPS, con espesor variable según continuidad térmica y condiciones de uso),
- lámina impermeabilizante en encuentros y ámbitos expuestos a agua o limpieza intensiva.

Criterio de dimensionado: en ámbitos de proceso o logística el control se realiza por cargas concentradas (rueda/eje), punzonamiento, vibración y flecha de servicio, no solo por sobrecarga uniforme.

Pavimentos

En zonas de tránsito de carros, paletizado o equipos se especifican pavimentos continuos de alta resistencia y juntas controladas, con refuerzos locales en puntos de carga concentrada. En hubs logísticos se priorizan superficies diáfanos, resistentes y de fácil mantenimiento.

3. Envoltente y particiones

3.1. Envoltente exterior

Cerramiento industrial registrable, con montaje en seco y remates normalizados. La composición se estructura por capas (protección–aislamiento–estanqueidad–acabado), incorporando:

- piel exterior metálica (chapa o panel),
- panel sándwich con aislamiento mineral (según documentación aportada, lana de roca de espesor significativo),
- subestructura metálica para fijación y registro,
- capa interior de terminación y control (acabado interior técnico).

Los encuentros (coronación, jambas, juntas, canalones y bajantes) se resuelven garantizando continuidad de estanqueidad y posibilidad de inspección.

3.2. Particiones interiores

Particiones ligeras desmontables sobre subestructura metálica. Se incorpora suelo técnico elevado en áreas con alta densidad de redes (datos/electricidad/agua) para permitir reconfiguración sin obra húmeda. Remates higiénicos (zócalos continuos, juntas controladas) en zonas con requisitos alimentarios.

4. Cámaras enterradas

Las cámaras enterradas para curado/fermentación se proyectan como recintos de alta estabilidad higrotérmica:

- muros y losas dimensionados a empujes de tierras y cargas de superficie, ejecutados con el hormigón triturado.
- sistema completo de drenaje perimetral,
- ventilación y control higrométrico según proceso,
- integración con topografía operativa y gestión de escorrentías.

5. Circularidad constructiva y criterios de montaje

La obra se entiende como una cadena material: desmontaje selectivo de elementos existentes, acopio, adaptación y reincorporación (cubiertas reutilizadas, áridos reciclados para contenciones/rellenos cuando proceda). El montaje se organiza por paquetes coherentes (estructura–envoltente–cajas–instalaciones–urbanización), habilitando puesta en servicio parcial

b/ Instalaciones

6. Estrategia general: espina y redes

El complejo se organiza mediante una espina técnica longitudinal que funciona como la médula espinal del edificio: las instalaciones discurren concentradas en un único corredor registrable y, desde él, se bifurcan en derivaciones hacia cada repunte y cada tramo de Gran Vía, de forma análoga a un sistema vascular. Esta concentración: reduce recorridos redundantes, facilita inspección y mantenimiento, permite sectorizar por fases sin reconfigurar el conjunto.

Se distinguen dos niveles de red:

6.1. Redes comunes del complejo (troncal)

Continuas y compartidas por toda la actuación:

- abastecimiento de agua (consumos sanitarios, limpieza y, si aplica, proceso),
- electricidad y datos (alimentación, control y monitorización),
- sistemas de transporte interno (p. ej. cintas o recorridos mecanizados donde aplique al flujo de producto),
- circuitos asociados al metabolismo material (gestión de orgánico/compost y soportes logísticos vinculados).

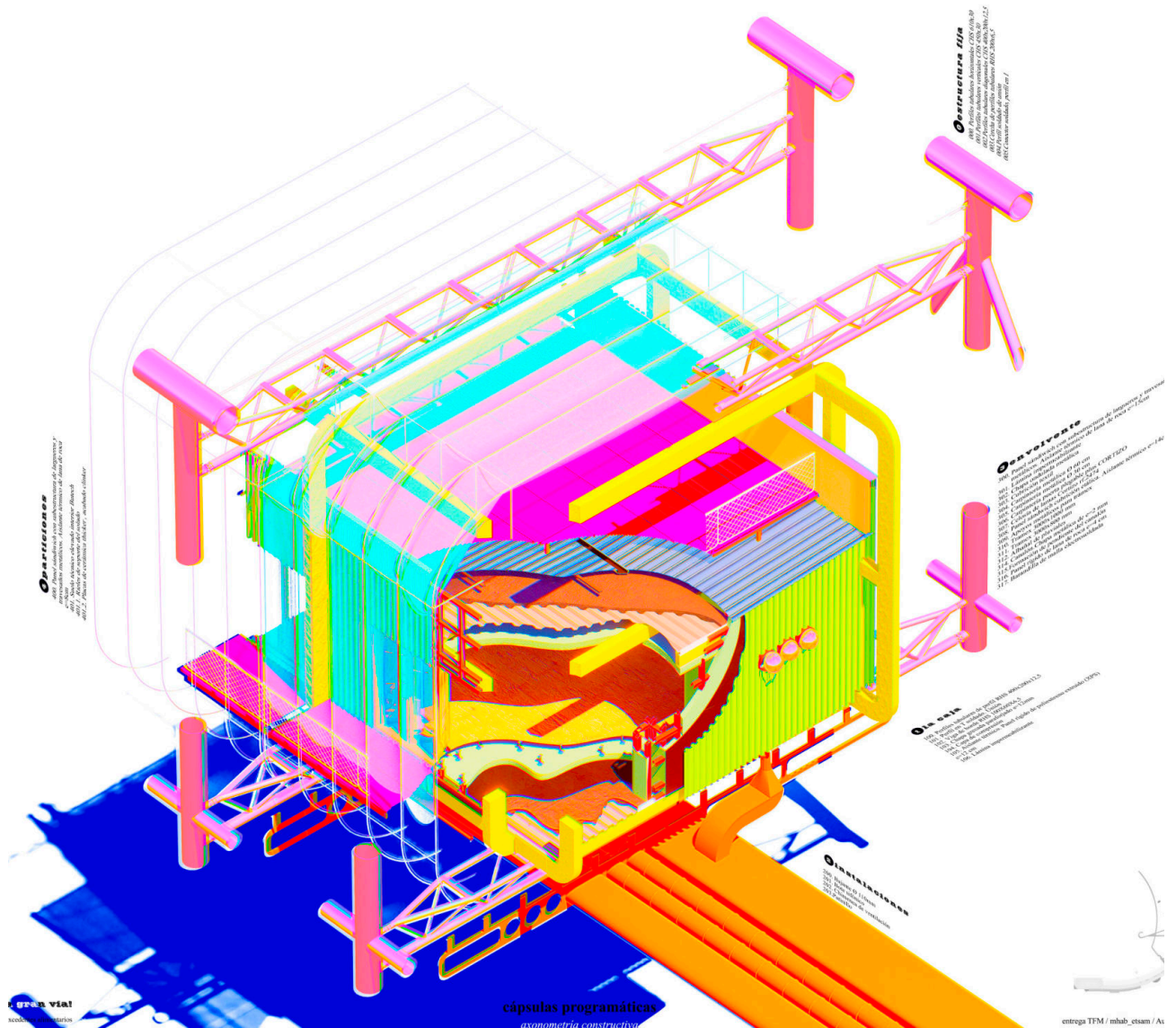
Estas redes se alojan prioritariamente en la espina y conectan a cada unidad mediante ramales cortos y registrables.

6.2. Redes específicas por área tributaria (locales)

Cada repunte y su entorno próximo de Gran Vía funcionan como unidad de servicio con redes propias, dimensionadas según su programa:

- climatización / ventilación,
- saneamiento,
- redes específicas de proceso (extracciones, impulsiones, necesidades particulares de cada línea).

Esta sectorización permite autonomía de funcionamiento y evita sobredimensionar el sistema troncal.



2.1 EDT Y CICLO DE VIDA (NAAB)

Descripción del proyecto

El proyecto propone un centro de conservación de excedentes alimentarios vinculado a Mercamadrid y situado sobre el viaducto de la Gran Vía de Villaverde, transformando esta infraestructura —hoy barrera urbana— en un eje articulador capaz de conectar barrios y activar su entorno. La intervención se basa en la reutilización de lo existente: en lugar de demoler, se reprograma el viaducto como soporte logístico y como espina dorsal aérea donde se alojan módulos suspendidos dedicados a distintas técnicas de conservación del alimento.

Un hub de llegada en el extremo de la Avenida de Andalucía recibe, clasifica y distribuye el excedente hacia la red elevada de 12 m que organiza el sistema productivo, e integra usos sociales como bares, comedores y pequeños comercios que reactivan el espacio público. En Villaverde Alto, el nodo denominado La Despensa gestiona la salida ferroviaria del producto conservado, mientras que sobre los módulos suspendidos se incorporan viviendas que aseguran actividad continua. A ambos lados del viaducto, pasarelas y suelos renaturalizados acogen topografías productivas y espacios semienterrados de curado, completando una operación que vincula logística, paisaje y vida urbana.

Planteamiento organizativo

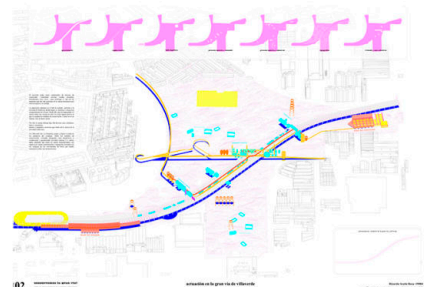
La fase de obra se organiza siguiendo la lógica material del proyecto y su carácter de intervención sobre una infraestructura existente. En primer lugar, se actúa sobre las preexistencias, derribando o desmontando únicamente aquello que impida su reutilización y acondicionando el viaducto y sus alrededores para poder ser “hackeados”. Esta operación inicial permite liberar el soporte y adaptarlo antes de introducir cualquier sistema nuevo.

Una vez preparado el viaducto, se levantan las estructuras invariantes, es decir, los elementos de gran escala y larga vida útil —pilares, cerchas-puente, plataformas suspendidas y sistemas tensados— concebidos para admitir múltiples configuraciones a lo largo del tiempo. Estas estructuras flexibles y sobredimensionadas funcionan como la nueva infraestructura del proyecto, equivalente en escala y permanencia a la del propio viaducto.

Sobre este armazón consolidado se instalan, en una fase posterior, las cajas programáticas, subestructuras de menor escala que se insertan en las piezas invariantes. Por su carácter más específico y su vida útil más corta, estas “capas” se proyectan para ser sustituidas o adaptadas según cambien los procesos alimentarios y la demanda programática, de ahí su posición intermedia dentro de la secuencia constructiva.

Tras la consolidación de estas dos capas —la infraestructura permanente y las unidades programáticas reemplazables— se integran las instalaciones técnicas, incluyendo saneamiento, climatización, frío industrial, distribución logística interna, electricidad, telecomunicaciones y PCI. El proceso concluye con los acabados: pavimentos, revestimientos, componentes técnicos de cámaras y la urbanización y renaturalización de los solares adyacentes, donde se implantan suelos productivos, pasarelas y espacios semienterrados de curado.

axonometría general del proyecto



1_fase previa

1.1 Contrataciones

1.1.1.Promotor

- > Ayuntamiento de Madrid
- > Organismos metropolitanos

1.1.2. Equipo proyectista: coordinación general del proyecto

1.1.3.Dirección facultativa

- > Dirección de obra
- > Coordinación con agentes logísticos (Mercamadrid, Adif, Junta Municipal).

1.1.4. Constructor

1.1.5.Coordinador de seguridad y salud

1.2. Redacción del proyecto

1.2.1.Anteproyecto

Objetivo: Fijar criterios territoriales, programáticos y operativos previos sin definir soluciones arquitectónicas cerradas

- > Análisis territorial y diagnóstico:

— Estudio detallado del viaducto de la Gran Vía de Villaverde.
— Diagnóstico territorial y logístico con Mercamadrid (1,5 km).

- > Estudio funcional del sistema alimentario

- > Marco normativo y viabilidad

- > Definición preliminar del programa

- > Estrategia conceptual

1.2.2.Proyecto básico

1.2.2.1. Memoria

Descriptiva
Agentes, información previa, definición general del proyecto:

Constructiva

Cumplimiento del CTE

1.2.2.2. Planos

- > Planos de situación
- > Planos de emplazamiento
- > Planos de urbanización
- > Plantas generales
- > Alzados
- > Secciones

1.2.2.3. Presupuesto aproximado

1.2.3.Proyecto de ejecución

1.2.3.1. Memoria

Descriptiva
Agentes, información previa, definición general del proyecto:

Constructiva

- > Sistemas estructurales
- > Sistemas envolventes
- > Sistemas instalaciones y equipamientos
- > Sistemas de compartimentación y acabados

Cumplimiento del CTE

Anejos

- > Estudio geotécnico.
- > Protección contra incendios.
- > Estudio acústico.
- > Certificaciones energéticas.
- > Movilidad y accesos.
- > Gestión de residuos alimentarios y orgánicos

1.2.3.2. Planos

- > Planos de situación
- > Planos de emplazamiento
- > Planos de urbanización
- > Planos disciplinares
- > Planos de incendios
- > Planos de estructuras

1.3. Trámites y licencias

1.3.1. Licencia de obra

1.3.2. Visado del proyecto por el COAM

1.3.3 Seguro de responsabilidad decenal

1.3.4 Plan de seguridad y salud

1.3.5. Firma del acta de replanteo

1.3.6. Firma del acta de replanteo

- > Licencias de instalaciones.
- > Permisos ferroviarios.
- > Permisos de compañías suministradoras

- > Planos de instalaciones
- > Planos constructivos
- > Detalles constructivos

1.2.3.3. Pliego de condiciones

Cláusulas administrativas:

- > Condiciones facultativas
- > Condiciones legales y económicas

Condiciones técnicas particulares:

- > Materiales
- > De ejecución de unidades de obra
- > De verificación y control del edificio

1.2.3.4. Mediciones

1.2.3.5. Presupuesto detallado

1.2.3.6. Manual de uso y mantenimiento

2_fase de ejecución

2.1 Preparación del terreno

- 2.1.1 Desbroce y limpieza
- 2.1.2 Movimiento de tierras en zonas renaturalizadas
- 2.1.3 Formación del talud y nuevas topografías
- 2.1.4 Adecuación del viaducto existente

2.2 Replanteo

- 2.2.1 Verificación topográfica.
- 2.2.2 Ajuste de cotas en el viaducto.
- 2.2.3 Replanteo de apoyos y cerchas suspendidas.

2.3 Estructura

2.3.1 Demoliciones en preexistencias

2.3.2 Cimentación

2.3.3 Estructuras invariantes

Hubs de entrada y salida

- > Pórticos metálicos
- > Atados horizontales
- Locales sobre el viaducto**
- > Pilares metálicos + tensores
- > Plataformas en voladizo

Piezas puente

- > Pilares en V y cerchas-puente metálicos
- > Cerchas transversales en piezas puente

2.3.4 Estructuras variantes

- > Cajas programáticas

2.4 Envolvente

2.4.1 Envolventes de los módulos

- > Paneles Aquapanel + chapa ondulada + subestructura de protección solar textil

2.4.2 Envolventes del viaducto

- > Paneles Aquapanel + carpinterías abatibles de chapa

2.5 Particiones

2.5.1 Particiones interiores en módulos

2.5.2 Separación de áreas limpias / sucias en procesos alimentarios.

2.6 Instalaciones

- 2.6.1 Sistemas de saneamiento, reciclado de guas, ACS y AF.
- 2.6.2 Climatización y ventilación
- 2.6.3 Sistema de distribución logístico interno
- 2.6.4 Electricidad y telecomunicaciones
- 2.6.5 Protecciones (PCI)

2.7 Equipos especializados

- 2.7.1 Deshidratadores y abatidoras
- 2.7.2 Cocción y curado
- 2.7.3 Trituradoras, composteras y silos
- 2.7.4 Sistemas de carga y descarga

2.8 Acabados

- 2.8.1 Pavimentos
- 2.8.2 Acabados verticales
- 2.8.3 Acabados técnicos en cámaras
- 2.8.4 Mobiliario urbano y elementos de uso público

2.9 Urbanización y paisajismo

- 2.9.1 Nuevos suelos productivos
- 2.9.2 Renaturalización de solares
- 2.10.3 Espacios semienterrados de curado

Cronograma de la obra

El cronograma de obra se organiza según la lógica de intervención sobre una infraestructura existente. Primero es necesario retirar y acondicionar las preexistencias. Con el soporte preparado, se construyen las estructuras invariantes, elementos de gran escala y larga vida útil que funcionan como la nueva infraestructura del proyecto

Sobre estas piezas estables se incorporan después las estructuras variantes y las cajas programáticas, subestructuras más ligeras y específicas cuya vida útil es menor y que, se instalan en una fase posterior. Una vez definidos estos dos niveles estructurales, se integran las instalaciones y equipos, que requieren la totalidad del armazón ya construido.

Finalmente, se completan los acabados, la urbanización y el paisajismo, cerrando la obra con los procedimientos previos a la entrega.

3_fase de control

3.1 Cumplimiento del libro de órdenes

Responsabilidad de la dirección facultativa.

3.2 Certificaciones parciales

Responsabilidad de la dirección de obra.

3.3 Cumplimiento del libro de incidencias

Responsabilidad de todos los agentes.

3.4 Comprobación de instalaciones

Revisión técnica de todas las instalaciones específicas de conservación.

3.5 Control de recepción de productos

Calidad de materiales, maquinaria y sistemas técnicos.

3.6 Control de calidad de la ejecución

Verificación por unidad de obra.

4_fin de obra

4.1 Control de calidad

Pruebas de servicio de frío industrial. Test de funcionamiento de la red suspendida. Verificación de seguridad y accesibilidad.

4.2. Limpieza final de obra

4.3 Liquidación final de obra

Firmada por dirección de obra y constructor.

4.4 Documentación As-Built

- > Elaboración y firma
- > Entrega

4.5 Certificado final de obra

- > Certificado
- > Libro de órdenes
- > Descripción de modificaciones
- > Controles durante la obra

4.6 Especificaciones de mantenimiento

4.7 Entrega del libro del edificio

4.8 Acta de recepción de la obra

	2026												2027												2028												2029												2030																							
	ENE01	FEB01	MAR01	ABR01	MAY01	JUN01	JUL01	AGO01	SEPT01	OCT01	NOV01	DIC01	ENE02	FEB02	MAR02	ABR02	MAY02	JUN02	JUL02	AGO02	SEPT02	OCT02	NOV02	DIC02	ENE03	FEB03	MAR03	ABR03	MAY03	JUN03	JUL03	AGO03	SEPT03	OCT03	NOV03	DIC03	ENE04	FEB04	MAR04	ABR04	MAY04	JUN04	JUL04	AGO04	SEPT04	OCT04	NOV04	DIC04	ENE05	FEB05	MAR05	ABR05	MAY05	JUN05	JUL05	AGO05	SEPT05	OCT05	NOV05	DIC05												
I.1 ESTRATEGIA Y PLANIFICACION																																																																								
I.2 ASPECTOS PREVIOS A OBRA																																																																								
II.1 DEMOLICIONES Y DESMONTAJES																																																																								
II.2 CIMENTACIONES																																																																								
II.3 ESTRUCTURAS INVARIANTES																																																																								
II.4 ESTRUCTURAS VARIANTES																																																																								
II.5 INSTALACIONES Y EQUIPOS																																																																								
III.URBANIZACIÓN Y PAISAJISMO																																																																								
IV. EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y ENTREGA																																																																								

GESTIÓN ECONÓMICA DE LA SOLUCIÓN EMPLEADA

SISTEMA ENVOLVENTE

El sistema de envolvente propuesto para el edificio se configura mediante una solución estratificada formada por un panel sándwich con núcleo de lana de roca de 16 cm y una hoja exterior de chapa ondulada metálica, que actúa como barrera frente a la lluvia y la exposición directa a la intemperie.

Entre ambos elementos se dispone una subestructura metálica de largueros y travesaños, que garantiza la correcta fijación del sistema, absorbe las tolerancias constructivas y permite un montaje ordenado y registrable.

Como protección solar adicional se incorpora un sistema textil dispuesto sobre rieles verticales que descienden desde la azotea hasta el borde inferior de la fachada, evitando el contacto con el terreno debido al vuelo estructural del edificio. Este textil, realizado con fibras recicladas, atenúa la radiación en las orientaciones más expuestas —sur, suroeste y cubiertas— y contribuye a la regulación térmica del conjunto.

La elección de esta envolvente responde a criterios de durabilidad, mantenimiento accesible y coherencia ambiental, así como a la posibilidad de desmontaje y recuperación de la mayor parte de los componentes metálicos al final de su vida útil. El conjunto aporta una imagen técnica y unificada que se integra en la lógica constructiva del proyecto.

Tabla 1.1: Inversión inicial

Concepto	Envolvente chapa metálica + textil (€)
Materiales	
Panel sándwich tipo Aquapanel (aislamiento lana de roca 16 cm)	405.000
Chapa ondulada exterior	60.750
Sistema de rieles y soporte del textil	33.750
Textil de protección solar (fibras recicladas)	54.000
Subtotal materiales	553.500
Mano de obra	
Montaje y fijaciones de fachada	74.250
Subtotal mano de obra	74.250
P.E.C. (Presupuesto de Ejecución por Contrata)	627.750
Otros costes ligados al P.E.C.	
Honorarios técnicos (8 % sobre P.E.C.)	50.220
Impuestos y tasas (ICIO, licencias) (5 % sobre P.E.C.)	31.388
TOTAL INVERSIÓN INICIAL (sin IVA)	709.958
Coste unitario m ² (P.E.C.)	465
Coste unitario m ² (inversión total)	525

Tabla 2.1: Costes de mantenimiento (Valor actualizado, i = 3,43 %)

Periodo / Actividad	Envolvente chapa metálica + textil (€)
Años 1-10	
Actividad	Limpieza y revisión anual de chapa, panel y sistema textil
Coste anual	8.100 €/año
Valor Actualizado (VA)	67.365
Años 11-25	
Actividad	Limpieza y revisión anual de la envolvente y de los rieles del textil
Coste anual	8.100 €/año
Valor Actualizado (VA)	66.136
Año 15	
Actividad	Sustitución aproximada del 40 % del textil de protección solar
Coste puntual	21.600 €
Valor Actualizado (VA)	12.893
Años 26-40	
Actividad	Limpieza y revisión anual de chapa, panel y textil; ajustes puntuales de anclajes
Coste anual	8.100 €/año
Valor Actualizado (VA)	39.476
Año 30	
Actividad	Sustitución completa del textil de protección solar (100 %)
Coste puntual	54.000 €
Valor Actualizado (VA)	19.239
Años 41-50	
Actividad	Limpieza y revisión anual del sistema, incluyendo textil y rieles
Coste anual	8.100 €/año
Valor Actualizado (VA)	17.014
Año 45	
Actividad	Nueva sustitución aproximada del 40 % del textil de protección solar
Coste puntual	21.600 €
Valor Actualizado (VA)	4.593
TOTAL MANTENIMIENTO (VA)	208.716

Composición de la envolvente: Sistema de montantes y travesaños + Lana de Roca 16cm + Impermeabilización + Chapa metálica ondulada exterior + subestructura de soporte de la protección solar + rieles + Textil de protección solar de fibras recicladas

Transmitancia: U=0,25 W/m²K

La superficie total analizada asciende a 1.350 m².

Panel sándwich con lana de roca 16 cm: 300 €/m²
Chapa ondulada exterior: 45 €/m²
Sistema de rieles y soporte del textil: 25 €/m²
Textil de protección solar (fibras recicladas): 40 €/m²
Montaje y fijaciones: 55 €/m²

Tabla 2.2: Costes energéticos (Valor actualizado, i = 3,43 %)

Parámetro	Envolvente chapa metálica + textil
Transmitancia térmica global U (fachada)	0,25 W/m ² K
Demanda calefacción	25 kWh/m ² ·año
Demanda refrigeración	11 kWh/m ² ·año
Demanda total	36 kWh/m ² ·año
Ahorro energético anual valorado	18.900 €/año
Coste energía de referencia	0,12 €/kWh
Incremento anual de la demanda energética	4 %
Período (años)	Energético VA en el período (€)
Años 1-10	153.296
Años 11-20	103.561
Años 21-30	69.962
Años 31-40	47.264
Años 41-50	31.930
TOTAL ENERGÍA 50 AÑOS (VA)	406.013

Tabla 0: Tasa de descuento

Parámetro	Valor	Justificación
Tasa nominal (i nominal)	5,00 %	Tipo de interés medio del mercado inmobiliario 2027
IPC futuro estimado	2,00 %	Proyección de inflación según Banco de España
Tasa real (i real)	2,94 %	$[(1 + 0,055)/(1 + 0,02)] - 1 = 0,034$
Prima de riesgo sectorial	1,00 %	Margen adicional por incertidumbre del sector y del proyecto
Tasa de descuento final aplicada	4,00 %	Suma aproximada de tasa real y prima de riesgo; valor redondeado para el LCC

Tabla 3.1: Beneficios y valor generado (Valor actualizado, i = 3,43 %)

Concepto	Envolvente chapa metálica + textil
Coste neto de desmantelamiento / m ²	8,00 €/m ²
Coste neto total desmantelamiento (año 50)	10.800 €
Valor Actualizado (i = 4 %, año 50)	1.520 €
Observaciones	del acero y del textil reciclado.
COSTE NETO DESMANTELAMIENTO (VA)	1.520

Aplicando una tasa de descuento del 4,0 %, se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) negativo del orden de -583.200 €, y una Tasa Interna de Retorno (TIR) ligeramente inferior al -1 %.

Esto significa que, incluso actualizando los flujos de caja con tipos de interés muy bajos, los ahorros energéticos y el resto de beneficios económicos no llegan a compensar el coste inicial de la envolvente, los costes de mantenimiento y las sustituciones periódicas del textil de protección solar.

INDICADORES Y VALOR AÑADIDO

Aunque el análisis financiero aísla la envolvente como un elemento independiente, es importante destacar que el sistema propuesto aporta un claro valor añadido al funcionamiento global del edificio.

En primer lugar, la fachada de panel sándwich con lana de roca, chapa ondulada y textil reciclado reduce de forma significativa el coste energético frente a una solución básica, con un ahorro actualizado en 50 años en torno a 254.000 €. Este comportamiento se traduce en una menor demanda de calefacción y refrigeración y en un uso más eficiente de la energía disponible.

En segundo lugar, la reducción acumulada de emisiones se sitúa alrededor de las 550 t de CO₂ evitadas, a la que se añade la alta reciclabilidad de los componentes metálicos de la envolvente (subestructura y chapas), que pueden reincorporarse a ciclos productivos al final de su vida útil. La valoración económica de estas emisiones evitadas, junto con el incremento de valor inmobiliario asociado a una envolvente mejorada y la mayor durabilidad del sistema, refuerza el papel de la fachada como infraestructura ambiental más que como mero cerramiento.

Por último, la condición desmontable del conjunto —paneles atornillados, chapa registrable y textil renovable por paños— facilita las operaciones de mantenimiento, permite actualizar el sistema de protección solar en función de nuevas demandas y reduce la generación de residuos no recuperables en las futuras intervenciones.

Tabla 2.3: Beneficios y valor generado (Valor actualizado, i = 3,43 %)

Concepto	Envolvente chapa metálica + textil
Coste energético sistema básico, panel sándwich 8 cm aislamiento (50 años, VA)	660.000
Coste energético sistema propuesto (50 años, VA)	406.013
Ahorro energético vs sistema básico (50 años, VA)	253.987
Reducción emisiones CO ₂ (50 años)	550 t CO ₂ evitadas
Valor monetario emisiones evitadas (50 €/t)	27.500
Incremento valor inmueble (2 % P.E.C.)	12.555
Durabilidad extendida y menor degradación	40.000
TOTAL BENEFICIOS (VA)	334.042

Tabla 4.1: Beneficios y valor generado (Valor actualizado, i = 3,43 %)

Concepto	Envolvente chapa metálica + textil
Inversión inicial (año 0)	709.358
Mantenimiento (años 1-50, VA)	206.347
Desmantelamiento neto (año 50, VA)	1.520
SUBTOTAL COSTES (VA)	917.224
Ahorro energético vs sistema básico (50 años, VA)	253.987
Reducción emisiones CO ₂ (50 años)	550 t CO ₂ evitadas
Valor monetario emisiones evitadas (50 €/t)	27.500
Incremento valor inmueble (2 % P.E.C.)	12.555
Durabilidad extendida y menor degradación	40.000
SUBTOTAL BENEFICIOS (VA)	334.042
LCC - COSTES - BENEFICIOS	583.182
LCC unitario	432 €/m ²
VAN - BENEFICIOS - COSTES	-583.182

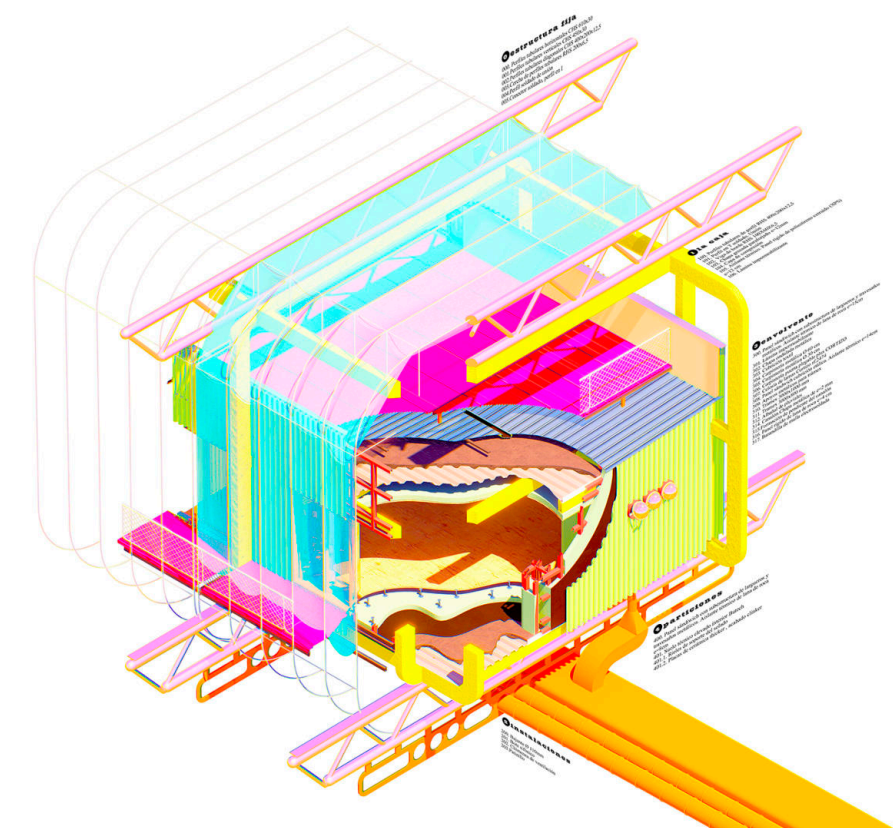
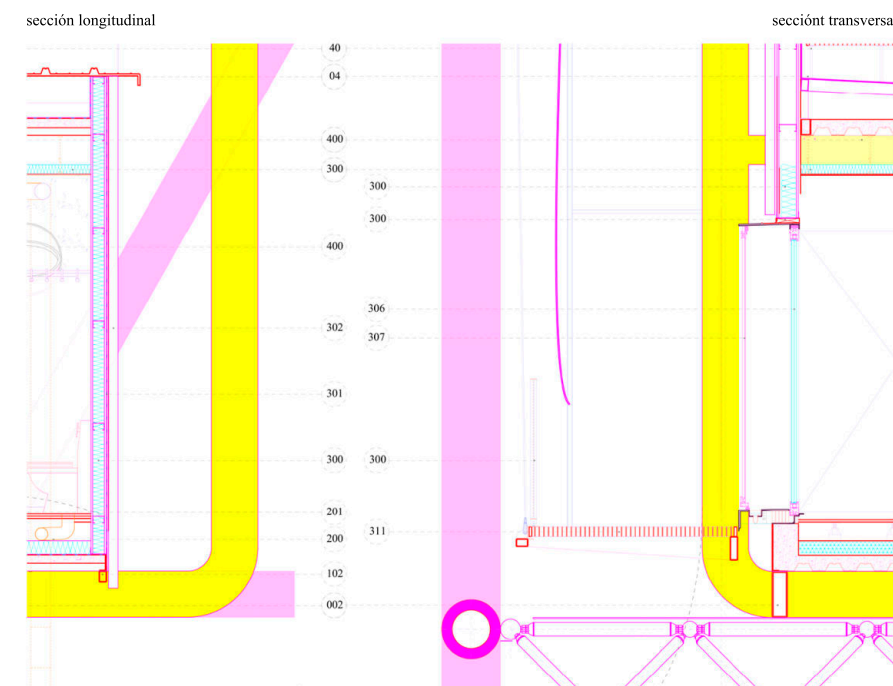
CONCLUSIONES

De los cálculos realizados se concluye que, para una tasa de descuento del 4,0 %, la inversión en la envolvente no resulta económicamente rentable en sentido estricto: el VAN es claramente negativo y la TIR se mantiene por debajo de 0 %. Dicho de otro modo, el sistema no se justifica únicamente por sus retornos financieros directos.

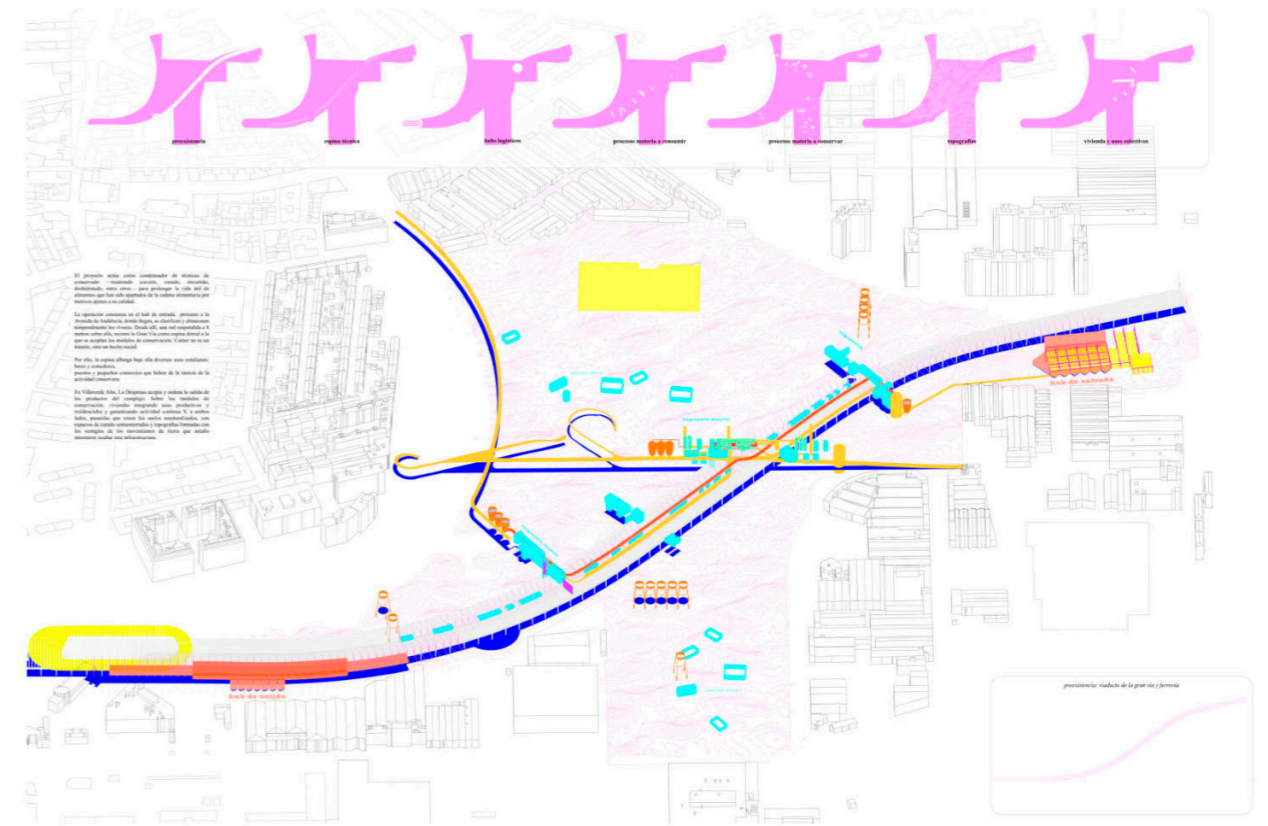
Sin embargo, hay que tener en cuenta que este análisis se ha planteado sobre la envolvente considerada de forma aislada. Si se integraran en el estudio otros efectos del proyecto —mejora del confort interior, reducción de picos de demanda energética, menor vulnerabilidad frente a la subida futura del precio de la energía o la contribución a los objetivos de descarbonización—, el balance global sería más favorable.

En cualquier caso, la solución adoptada para la fachada se considera coherente con los objetivos del proyecto: ofrece buen comportamiento térmico, control solar sobre las orientaciones más expuestas, alta reciclabilidad de materiales, posibilidad de mantenimiento y sustitución por capas y una imagen técnica unificada que refuerza la lectura del edificio. Su principal aportación reside, por tanto, en el valor ambiental y funcional que incorpora al conjunto, más que en la obtención de una rentabilidad económica inmediata.

DESCRIPCIÓN DE LA ENVOLVENTE



3.MEMORIA DE ESTRUCTURAS



Conservemos la Gran Vía!

El proyecto plantea un centro de conservación de excedentes alimentarios vinculado a Mercamadrid en la Gran Vía de Villaverde, un viaducto situado sobre un eje ferroviario y flanqueado por antiguos solares industriales. Allí donde hoy persiste la barrera, la propuesta ensaya una bisagra que conecte y dinamice sus entornos más próximos, operando como charnela entre los distintos barrios.

La reutilización actúa como filosofía común. No se demuele ni se entierra: se reprograman las infraestructuras existentes para aprovechar su condición de ejes logísticos al servicio del flujo alimentario. El proyecto actúa como condensador de técnicas de conservación —reuniendo cocción, curado, encurtido, deshidratado, entre otros— para prolongar la vida útil de alimentos que han sido apartados de la cadena alimentaria por motivos ajenos a su calidad.

La operación comienza en el hub de entrada, próximo a la Avenida de Andalucía, donde llegan, se clasifican y almacenan temporalmente los víveres. Desde allí, una red suspendida a 8 metros sobre ella, recorre la Gran Vía como espina dorsal a la que se acoplan los módulos de conservación. Comer no es un trámite, sino un hecho social. Por ello, la espina alberga bajo ella diversos usos cotidianos: bares y comedores, puestos y pequeños comercios que beben de la inercia de la actividad conservera.

En Villaverde Alto, La Despensa acopia y ordena la salida de los productos del complejo. Sobre los módulos de conservación, viviendas integrando usos productivos y residenciales y garantizando actividad continua Y, a ambos lados, pasarelas que cosen los suelos renaturalizados, con espacios de curado semienterrados y topografías formadas con los vestigios de los movimientos de tierra que antaño intentaron ocultar esta infraestructura.

INDICE

1. Descripción general

- 1.1. Descripción general del proyecto
- 1.2. Descripción de la estructura
- 1.3. Esquema estructural
- 1.4. Materiales

2. Terreno y cimentación

- 2.1. Estudio geotécnico
- 2.2. Características mecánicas del terreno
- 2.3. Cimientos

3. Acciones

- 3.1. Acciones permanentes
 - 3.1.1. Peso propio
- 3.2. Acciones variables
 - 3.2.1. Uso
 - 3.2.2. Nieve
 - 3.2.3. Acción del viento
 - 3.2.4. Acción térmica
- 3.3. Combinación de acciones

4. Modelo estructural

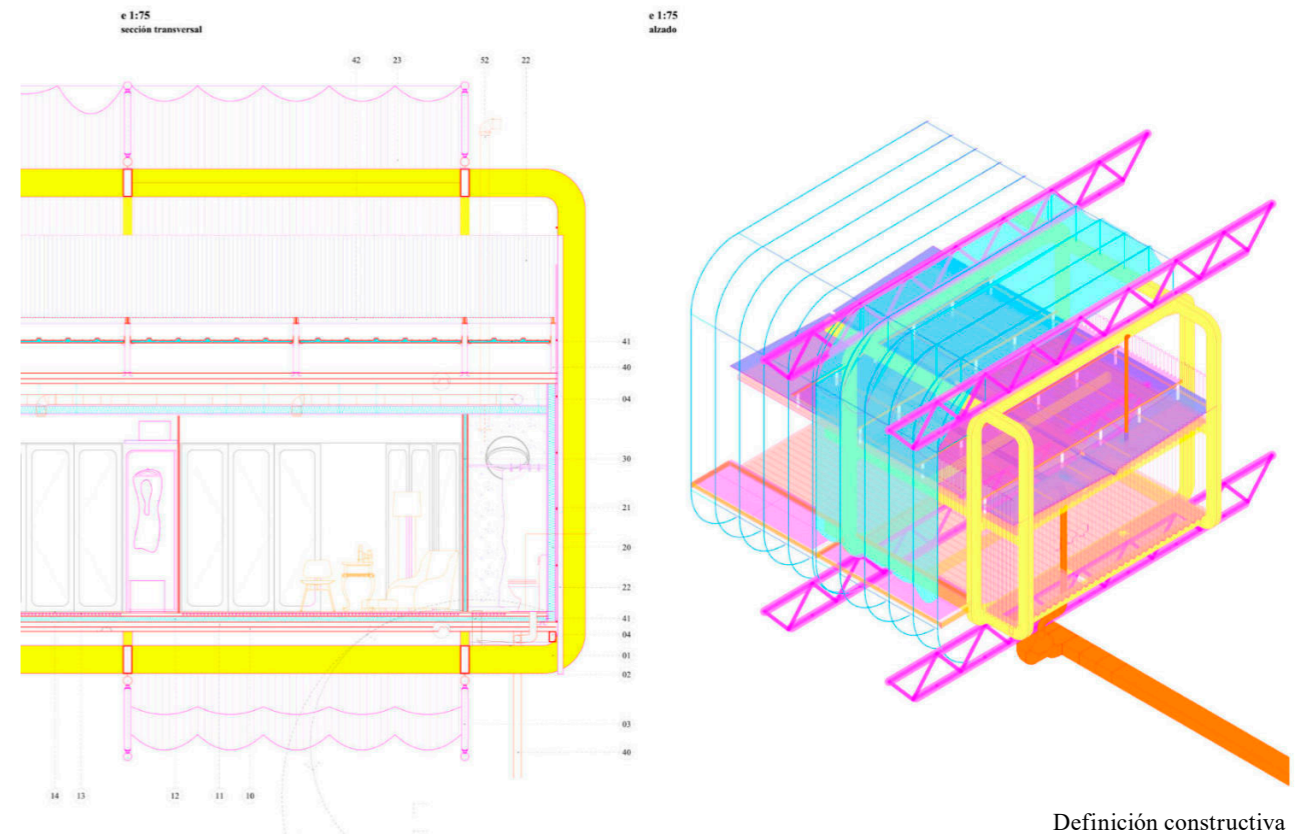
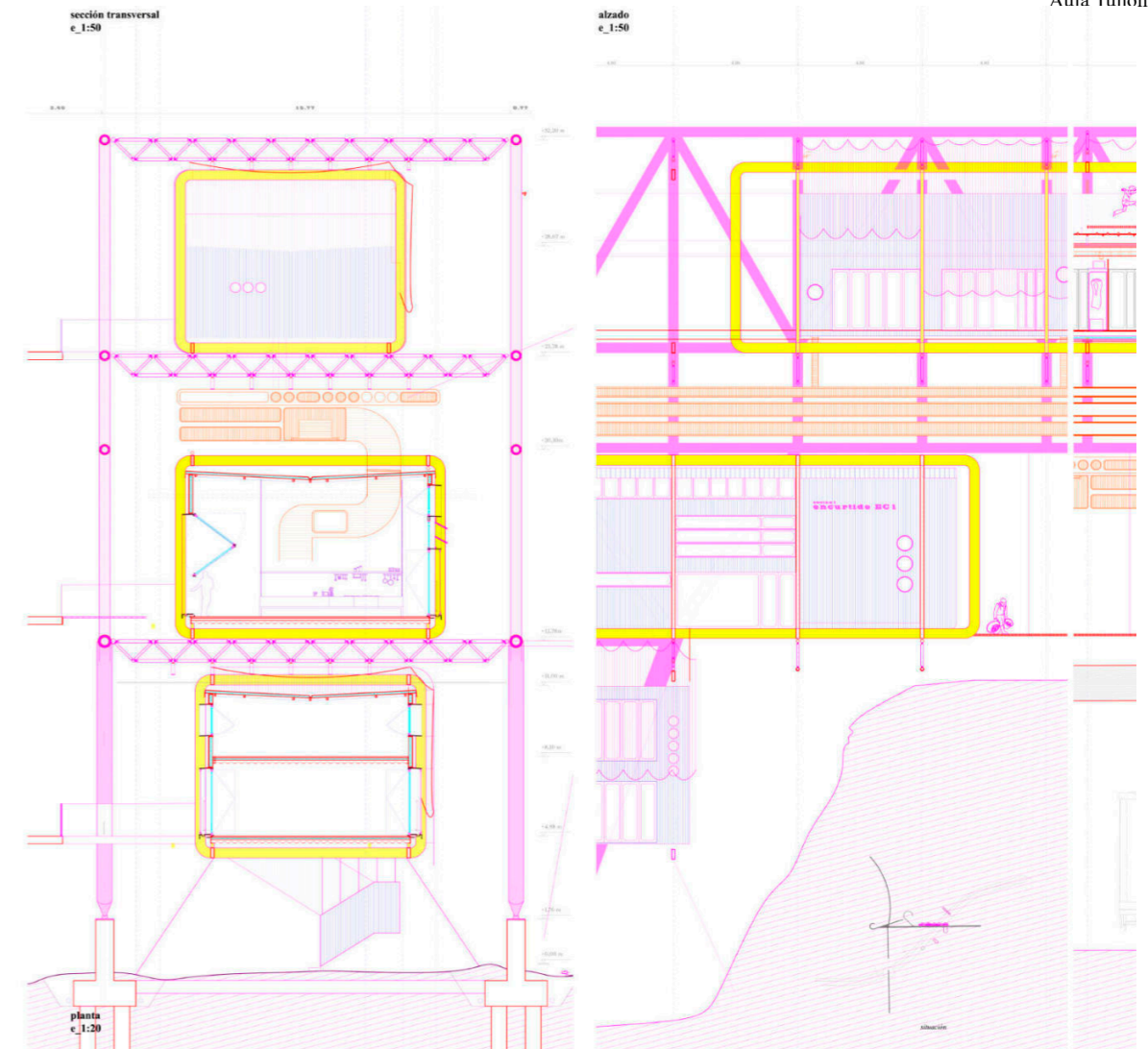
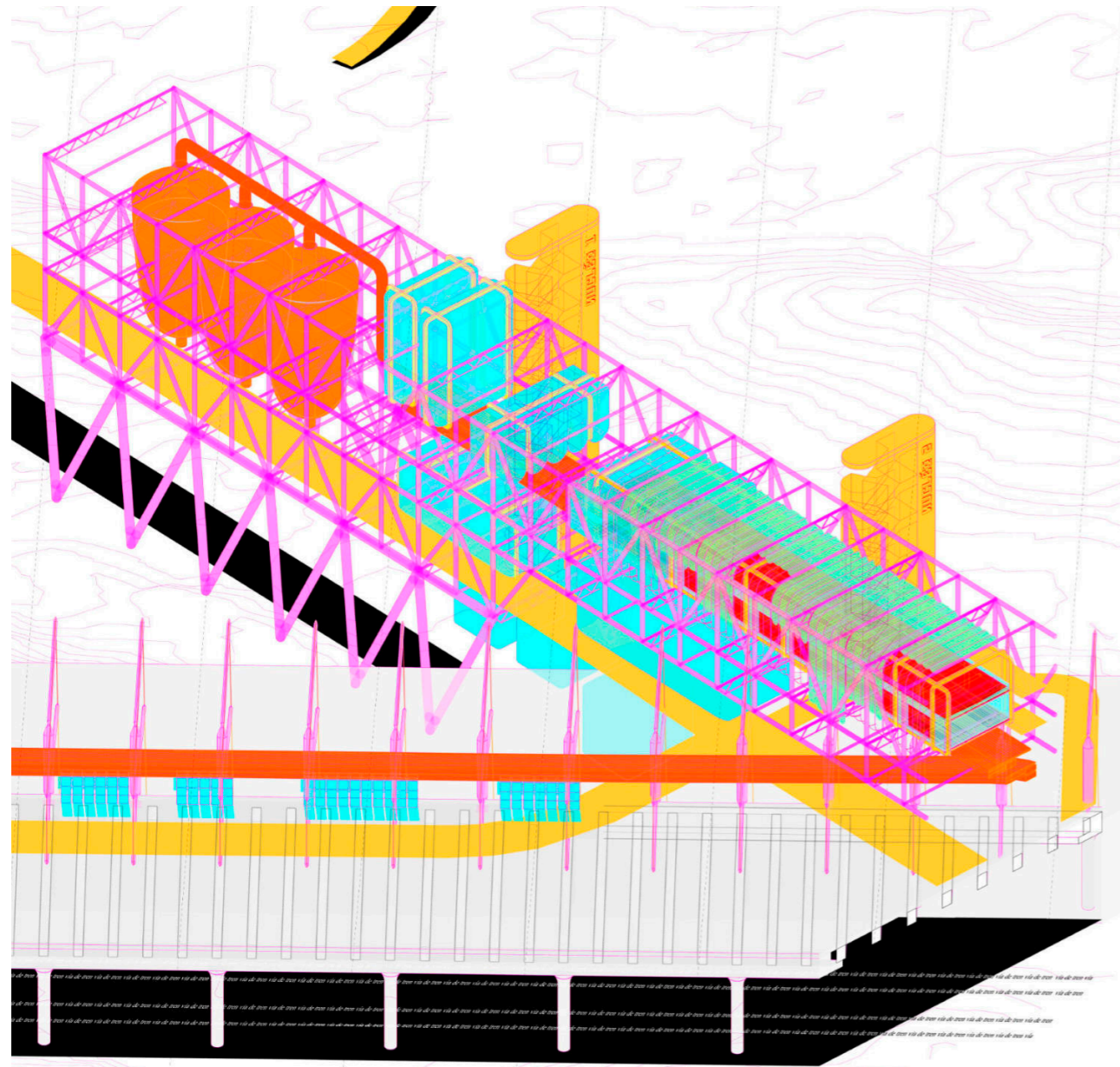
- 4.1. Definición del modelo de análisis
 - 4.1.1. Apoyos
 - 4.1.2. Cargas
 - 4.1.3. Uniones
 - 4.1.4. Material
- 4.2. Análisis de resultados y dimensionado

Anejos de cálculo

Planos

- P.1. Arquitectura
- P.2. Estructura
 - Plantas
 - Secciones
 - Detalles

1. DESCRIPCIÓN GENERAL



1.1. Descripción general del proyecto

El proyecto plantea un centro de conservación de excedentes alimentarios vinculado a Mercamadrid en la Gran Vía de Villaverde, un viaducto situado sobre un eje ferroviario y flanqueado por antiguos solares industriales. Allí donde hoy persiste la barrera, la propuesta ensaya una bisagra que conecte y dinamice sus entornos más próximos, operando como charnela entre los distintos barrios.

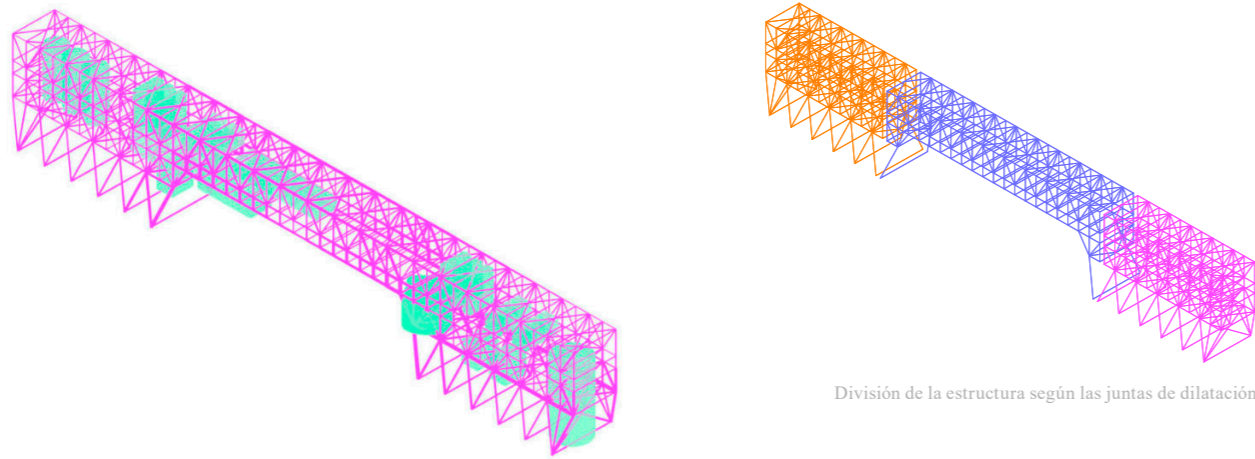
La reutilización actúa como filosofía común. No se demuele ni se entierra: se reprograman lo las infraestructuras existentes para aprovechar su condición de ejes logísticos al servicio del flujo alimentario. El proyecto actúa como condensador de técnicas de conservado —reuniendo cocción, curado, encurtido, deshidratado, entre otros— para prolongar la vida útil de alimentos que han sido apartados de la cadena alimentaria por motivos ajenos a su calidad

La operación comienza en el hub de entrada, próximo a la Avenida de Andalucía, donde llegan, se clasifican y almacenan temporalmente los víveres. Desde allí, una red suspendida a 8 metros sobre ella, recorre la Gran Vía como espina dorsal a la que se acoplan los módulos de conservación. Comer no es un trámite, sino un hecho social. Por ello, la espina alberga bajo ella diversos usos cotidianos: bares y comedores, puestos y pequeños comercios que beben de la inercia de la actividad conservera.

En Villaverde Alto, La Despensa acopia y ordena la salida de los productos del complejo. Sobre los módulos de conservación, viviendas integrando usos productivos y residenciales y garantizando actividad continua Y, a ambos lados, pasarelas que cosen los suelos renaturalizados, con espacios de curado semienterrados y topografías formadas con los vestigios de los movimientos de tierra que antaño intentaron ocultar esta infraestructura.

Definición constructiva

1.2. Descripción general de la estructura



División de la estructura según las juntas de dilatación

La estructura propuesta se concibe como un puente cuya función es salvar la barrera que genera la Gran Vía de Villaverde por su condición de viaducto sobre una vía de tren en funcionamiento. Para ello, dicha estructura se plantea como una gran viga cerchada apoyada sobre pares de pilares en forma de V en los extremos, salvando una longitud entre extremos (luz del vano central) de 86 metros. Se distinguen dos órdenes: una estructura principal invariante (pórticos en V y viga cerchada en dos planos longitudinales que trabajan como un cajón abierto) y una estructura secundaria de cajas programáticas ligeras que se apoyan o cuelgan de la principal, permitiendo que los usos cambien con el tiempo.

Elementos de cimentación

La cimentación se resuelve con pilotes de hormigón armado adaptados a las condiciones del terreno y a la proximidad del ferrocarril. Los pilotes arrancan de encepados aislados que recogen los pares de soportes en V y concentran los apoyos de la superestructura.

Estructura principal

Los elementos verticales los forman los pórticos en V de perfiles tubulares triangulados, que se repiten cada 9,60 m, y la retícula de montantes y diagonales entre cordones, que genera paneles triangulados con una separación entre diagonales de 4,80 m. Esta malla ordena la estructura principal y ofrece puntos claros de anclaje para las cajas programáticas.

Los elementos horizontales son los cordones inferior, intermedio y superior de la viga cerchada, que se prolongan de forma continua a lo largo del puente. Estos cordones definen el trazado y el canto de la viga y sirven de apoyo a forjados, pasarelas y a la propia estructura secundaria.

Estructura secundaria

Las cajas programáticas son autoportantes y se resuelven mediante anillos transversales de perfiles tubulares rectangulares separados 4,80 m, coincidiendo con el módulo de las cerchas transversales. Estos anillos definen el perímetro resistente de cada caja y sirven como puntos de apoyo o suspensión sobre la estructura principal.

Los elementos horizontales son forjados de chapa colaborante apoyados en estos anillos. Para simplificar el montaje, se incorporan perfiles intermedios que dividen la luz de 4,80 m en dos vanos de 2,40 m, óptimos para la chapa colaborante. Anillos longitudinales de perfiles tubulares completan el arriostramiento y ajustan su separación según el uso de cada caja.

Elementos de arriostramiento ante acciones horizontales

La estabilidad frente a acciones horizontales se garantiza mediante tirantes metálicos en cruz de San Andrés. Los planos transversales se arriostran en los extremos este y oeste de la estructura, mientras que los planos horizontales, al no existir forjados continuos, se rigidizan también con cruces de San Andrés dispuestas en la planta superior y en la cota de unión de los soportes en V con la viga cerchada, asegurando el comportamiento espacial del conjunto.

Juntas de dilatación

Al tratarse de una estructura metálica de gran longitud, ejecutada en acero S275 JR y expuesta al exterior con un comportamiento próximo al de un puente, se consideran necesarias juntas de dilatación que permitan absorber las variaciones térmicas sin introducir esfuerzos indeseados en los apoyos. Para este tipo de acero, con un coeficiente de dilatación lineal del orden de $\alpha \approx 12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, y un rango térmico extremo en Madrid de unos 50 °C, la estructura puede dilatar aproximadamente 0,6 mm por metro de longitud:

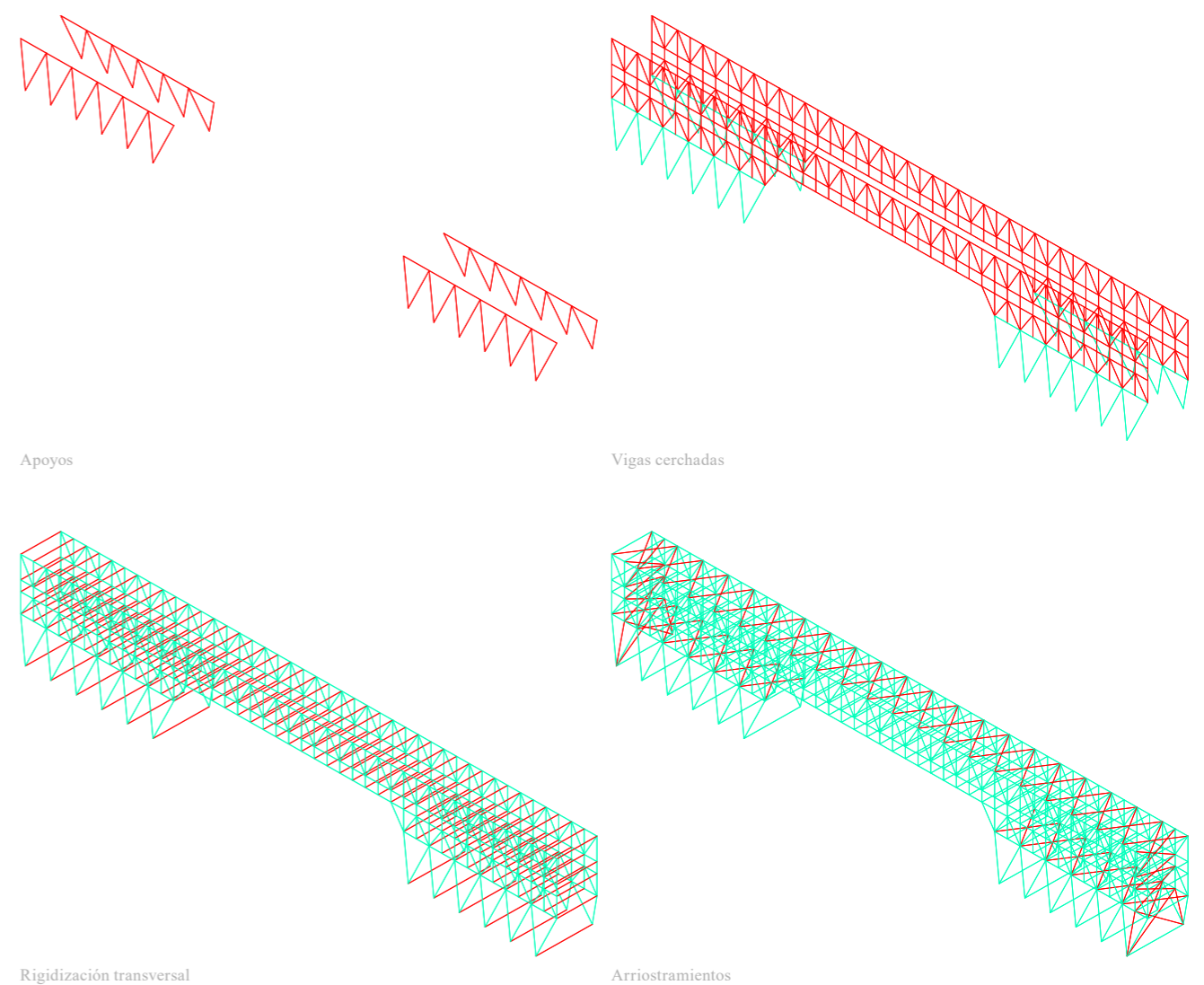
$$\Delta L = 12 \cdot 10^{-6} \times L \times 50 (\Delta T)$$

$$\text{Si } L = 50 \text{ m} \rightarrow \Delta L \approx 0,6 \times 50 = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Si } L = 100 \text{ m} \rightarrow \Delta L \approx 0,6 \times 100 = 60 \text{ mm}$$

Con este criterio, una pieza continua de unos 50–100 m puede llegar a desplazarse del orden de 30–60 mm, por lo que se adopta la solución de dividir el conjunto en tres tramos mediante dos juntas de dilatación. Para ello se duplica la estructura en los apoyos desde los que arranca el vano principal, es decir, en los apoyos 12 y 33. De este modo, las estructuras de los extremos tienen una longitud aproximada de 52,70 m, mientras que la del vano central alcanza 95,84 m.

1.3. Esquema general de la estructura



1.4. Materiales

La estructura metálica del proyecto se resuelve con acero estructural S 355 JR en todos los elementos que forman parte de la estructura permanente o invariante —cerchas principales, cordones, montantes y apoyos en V—, dado que estos requieren mayor capacidad portante y una vida útil más prolongada que el resto del sistema. Los elementos secundarios y reversibles, como las cajas programáticas y subestructuras asociadas, se ejecutan con acero estructural S 275 JR, suficiente para las sollicitaciones previstas y coherente con su carácter más fácilmente sustituible.

La cimentación se proyecta en hormigón HA25/F40/XC2, que se emplea tanto en zapatas y pilotes como en los encepados y en la zona de los apoyos en V en contacto con el terreno, garantizando la durabilidad frente a las condiciones ambientales del suelo. El resto de la obra de hormigón, incluyendo los forjados de chapa colaborante y demás elementos estructurales en alzado, se resuelve con hormigón HA25/F20/XC1, adecuado para un ambiente interior o moderadamente protegido.

HORMIGÓN			ACERO DE ARMAR			ACERO ESTRUCTURAL		
Denominación	Tipo de elemento		Denominación	Tipo de elemento		Denominación	Tipo de elemento	
	Cimientos	Resto de la obra		Cimientos	Resto de la obra		Estructura principal	Resto de la obra
HA25/F40/XC2	HA25/F20/XC1		B 400 S	B 500 SD	S 355 JR	S 275 JR		
Resistencia característica	25 N/mm ²	25 N/mm ²	Tensión del límite elástico	400 N/mm ²	500 N/mm ²	Tensión característica f _{yk} (kN/cm ²)	35,5	27,5
Consistencia	(fluida) F	(fluida) F	Control	por distinto	por ensayo	Tensión tangencial de cálculo f _{yk} (kN/cm ²)	19,5	15
Límites de asiento	5 - 9 cm	5 - 9 cm				Módulo de elasticidad E _k (kN/cm ²)	21000	21000
Denominación	XC2	XC1				Coefficiente de seguridad	1,05	1,05
Tipo de árido	silíceo	silíceo						
Ambiente	XC2	XC1						
Recubrimiento mínimo	70 mm *	15 mm *						
Control	Estadístico	Estadístico						

* contra el viento; contra encepados y hormigón de limpieza, 30 mm
** al nivel máximo normal (nivel de separación) 15 mm más

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

2. TERRENO Y CIMENTACIÓN

El estudio geotécnico de la parcela identifica una estratigrafía heterogénea, con valores de resistencia y deformabilidad poco compatibles con una cimentación superficial en una estructura de gran luz como la propuesta. A ello se suma la proximidad de la infraestructura ferroviaria, que obliga a limitar de forma estricta los asentamientos totales y diferenciales y a controlar la transmisión de cargas para no alterar el comportamiento del viaducto y de la vía en servicio.

Por estas razones se adopta una cimentación profunda mediante pilotes de hormigón armado.

Cálculo de los encepados

En primer lugar se determinarán las dimensiones en planta y el canto de los encepados, en función de la disposición de los pilares, las cargas transmitidas y las características del terreno.

Obtención del área mínima de apoyo

A partir de los axiles de los soportes y de la tensión admisible del terreno, se calculará el área mínima necesaria de apoyo del conjunto encepado-pilotes, verificando que las presiones transmitidas al terreno sean compatibles.

Cálculo del diámetro de los pilotes

Conocida el área mínima necesaria y el número de pilotes por encepado, se determinará el diámetro de los pilotes mediante predimensionado, comprobando su capacidad portante y su adecuación a los criterios de ejecución y normativa vigente.

GEOTECNICO VILLAVERDE

padm (kg/cm2)	73,79 a 9 m
padm (kN/m2)	7238,799
seguridad	482,5866
HA25	5000

	SOPORTE	Axiles	O pilar
Encepado interior	1	140,76	61
	2	333,16	61
Encepado borde interior	3	1561,92	106,7
	4	119,55	61
Encepado borde exterior	5	207,59	61
	6	232,16	61

1 pilote

P = tensión . A

A/4 pilotes= P/tensión

	P		tensión S275	Área	Diámetro
	kN	kN/m2			
Encepado interior	473,92	5000	0,094784	0,347393804	0,1737
Encepado borde interior	1681,47	5000	0,336294	0,654356033	0,32713
Encepado borde exterior	439,75	5000	0,08795	0,334635856	0,16732

Dado que los apoyos en V se resuelven con pilares tubulares de 1,20 m de diámetro, las zapatas/encepados deben aumentar su dimensión respecto a una solución tipo inicial para respetar las longitudes de vuelo y los recubrimientos mínimos. Este condicionante geométrico lleva a adoptar encepados cuadrados de 2,60 m de lado, que permiten alojar el fuste del pilar, disponer correctamente la armadura y asegurar una transmisión de cargas uniforme hacia los pilotes subyacentes.

Información de la Base de Datos Geotécnica de Madrid - GEOMADRID				
INFORMACIÓN GENERAL				
Número	Coord.Z	Hoja Plano	Año Realización	Tipo
11324	604.5997559	559-2-4	1989	SONDEO
Título Estudio				
VILLAVERDE, PARQUE DE BOMBEROS				
Realizad				
Propiedad				
Ayuntamiento de Madrid.				
Localización				
Recopilador				
Ayuntamiento de Madrid.				
Alejandra Martín Moreno.				
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO				
Prof. (m)	Niv. Agua. (m)	Diam. (mm)	GR	Observaciones
Naturaleza				
Color				
3.00000000	116	1.00000000	Escombrera, cualquier relleno mezclado con escombros.	
ES				
Sin datos				
5.00000000	116	7.00000000	Echadizo de Yesos, Arcillas y Margas.	
YAC				
Sin datos				
6.80000019	86	27.00000000	Arcillas sin Yesos y sin niveles carbonatados. Arenas.	
AC(LFCA)				
Arcilla con intercalaciones de limo con mezcla de Caliz carbonatados. Arenas.				
GF				
Gris obscuro				
Sin datos				
12.00000000	86	31.00000000	Yesos masivos o Yesos con Arcillas y Carbonatos.	
YE(MC)				
Yeso con intercalaciones de arcilla				
Sin datos				
GV				
Gris verdoso				
Sin datos				

DATOS CLASIFICACIONES

Prof. (m)	H.R.B.	GR	Observaciones
1.70000005		1.00000000	Escombrera, cualquier relleno mezclado con escombros.
3.29999995		7.00000000	Echadizo de Yesos, Arcillas y Margas.
4.89999981		7.00000000	Echadizo de Yesos, Arcillas y Margas.
6.30000019		27.00000000	Arcillas sin Yesos y sin niveles carbonatados. Arenas.
7.50000000		31.00000000	Yesos masivos o Yesos con Arcillas y Carbonatos.
5.19999981		31.00000000	Yesos masivos o Yesos con Arcillas y Carbonatos.
10.60000038		31.00000000	Yesos masivos o Yesos con Arcillas y Carbonatos.

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

Prof. (m)	Tip. Mue.	Diam. (mm)	Carga Rotura (Kg/cm²)	Altura (mm)	Deform. (%)	Observaciones
3.29999995	halterada	70	1,28	140	2,30000005	
6.30000019	halterada	71	3,25	141	2,99999995	
5.19999981	Testigo	71	30,90000092	141	2,5	
10.60000038	Testigo	71	41,43000107	138	2,99999995	

Encepado interior			
Nd (kN)	Área (m2)	Canto (m)	M (mkN)
473,92	Nk/padm	v/2	Nk*v/2
	0,654694239	0,202282945	63,91062226
Nk (kN)	Carga rotura (kg/cm2) CANTO MINIMO		
Nd/1,5	315,9466667		
	73,79 0,4m		
padm (kN/m2)	Vuelo (m)		
482,5866	0,40456589		
fvd (kN/cm2)	Tamaño zapata (m)		
43,4	0,809131781		

Encepado borde interior			
Nd (kN)	Área (m2)	Canto (m)	M (mkN)
1681,47	Nk/padm	v/2	Nk*v/2
	2,322857701	0,381023105	427,1192799
Nk (kN)	Carga rotura (kg/cm2) CANTO MINIMO		
Nd/1,5	1120,98		
	73,79 0,4m		
padm (kN/m2)	Vuelo (m)		
482,5866	0,762046209		
fvd (kN/cm2)	Tamaño zapata (m)		
43,4	1,524092419		

Encepado borde exterior			
Nd (kN)	Área (m2)	Canto (m)	M (mkN)
439,75	Nk/padm	v/2	Nk*v/2
	0,607490276	0,194854156	57,12474349
Nk (kN)	Carga rotura (kg/cm2) CANTO MINIMO		
Nd/1,5	293,1666667		
	73,79 0,4m		
padm (kN/m2)	Vuelo (m)		
482,5866	0,389708313		
fvd (kN/cm2)	Tamaño zapata (m)		
43,4	0,779416625		

3. ACCIONES

3.1. Acciones permanentes

Peso propio

Para calcular el peso propio de la estructura se preestima, en primer lugar, el peso unitario de una caja tipo, dado que estas cajas constituyen las principales cargas permanentes que debe soportar la estructura principal.

Cajas programáticas

Estructura metálica

LasubestructuradelascajasseresuelvemediantepórticosymontantesdeperfilestubularesrectangularesenaceroS275.Elpredimensionado se ha realizado siguiendo criterios habituales de rigidez en estructuras metálicas, adoptando un canto de las vigas del orden de L/20 de la luz. Para la caja tipo se ha elegido un perfil principal RHS 400×200×12,5. A partir del volumen total de acero necesario para resolver una caja tipo, que es de 0,027 m³ de acero por m² de planta, y considerando un peso específico del acero de 78,5 kN/m³, se obtiene un peso propio característico de la estructura portante de: **G= 2,12 kN/m²**

Forjado

Los planos de suelo de las cajas se resuelven forjados de chapa colaborante, con un espesor total aproximado de 10 cm, incluyendo la propia chapa. El peso propio característico se estima en: **G= 2 kN/m²**

Envolvente

La envolvente de las cajas se plantea como un sistema ligero de fachada ventilada, formada por dos subestructuras metálicas, una interior, envuelta por aislamiento y una segunda subestructura de rastreles para el revestimiento exterior, un panel ondulado de acero. El peso propio característico se estima en: **G= 0,73 kN/m²**

Particiones

Las particiones interiores se resuelven mediante tabiques ligeros (paneles de entramado metálico y placas). Su peso se ha introducido como carga superficial equivalente sobre los forjados, adoptando: **G= 0,48 kN/m²**

Solados

Los solados de las cajas se resuelven mediante suelo técnico registrable, con capa de aislamiento sobre el forjado, subestructura metálica apoyada en plots y paneles desmontables. Se adopta para este paquete un peso propio característico de: **G= 0,4 kN/m²**

Cubierta

Las cubiertas se configuran como superficies transitables, mediante una subestructura metálica para la formación de pendientes. En ejemplos de cajas de viviendas de una planta, a esto hay que añadirle una subestructura de plots que soportan un plano horizontal de rejilla metálica tipo tramex para conformar una cubierta transitable. A esto también hay que añadirle el peso de la subestructura que soporta la envolvente textil. Por tanto, contaríamos en el caso más desfavorable, con 1,5 kN/m² de la formación de pendiente y aislamiento, 0,4 kN/m² de la subestructura de tramex y 0,1 kN/m² de la envolvente textil. En total, el peso propio característico es: **G= 2 kN/m²**

Estructura principal

Forjados

Los planos de suelo de las pasarelas de comunicación se resuelven forjados de chapa colaborante, con un espesor total aproximado de 10 cm, incluyendo la propia chapa. El peso propio característico se estima en: **G= 2 kN/m²**

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso	Subcategorías de uso	Carga uniforme [kN/m²]	Carga concentrada [kN]
A Zonas residenciales	A1 Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles.	2	2
	A2 Trasteros	3	2
B Zonas administrativas		2	2
C Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1 Zonas con mesas y sillas	3	4
	C2 Zonas con asientos fijos	4	4
	C3 Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles, salas de exposición en museos, etc.	5	4
	C4 Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
	C5 Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D Zonas comerciales	D1 Locales comerciales	5	4
	D2 Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)		2	20 ⁽¹⁾
F Cubiertas transitable accesibles sólo privadamente ⁽²⁾		1	2
G Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽¹⁾ Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽¹⁾	2
	G2 Cubiertas ligeras sobre comas (en forjado) ⁽²⁾	0,4 ⁽¹⁾	1
	G2 Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 3.7 Incremento de temperatura debido a la radiación solar

Orientación de la superficie	Color de la superficie		
	Muy claro	Claro	Oscuro
Norte y Este	0 °C	2 °C	4 °C
Sur y Oeste	18 °C	30 °C	42 °C

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	s _k kN/m²	Capital	Altitud m	s _k kN/m²	Capital	Altitud m	s _k kN/m²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	470	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	1.130	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas-tián/Donostia	0	0,3
Ávila	180	1,0	Jalón	570	0,4	Santander	1.000	0,7
Badajoz	0	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,2
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Sevilla	1.090	0,9
Bilbao / Bilbo	860	0,3	Logroño	470	0,6	Soria	0	0,4
Burgos	440	0,6	Lugo	660	0,6	Tarragona	0	0,2
Cáceres	0	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,9
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,5
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,2
Ciudad Real	640	0,4	Orense / Ourense	130	0,4	Valencia/València	230	0,4
Córdoba	100	0,6	Oviedo	740	0,5	Valladolid	520	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,2	Palencia	40	0,4	Vitoria / Gasteiz	650	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,5
Gerona / Girona	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	450	0,7
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Ceuta y Melilla	0	0,2

3.2. Acciones variables

3.2.1. Uso

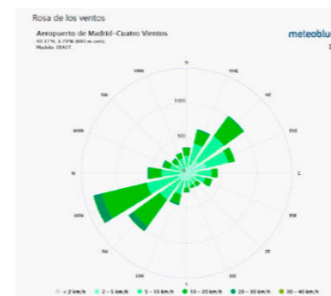
Las cajas programáticas se conciben como volúmenes flexibles, capaces de alojar en distintos momentos talleres, almacenes ligeros, espacios expositivos o zonas de reunión. Para cubrir este abanico de usos se adopta la situación más desfavorable y se calcula toda la superficie como si estuviera completamente colmatada de ocupación y carga productiva. Según la Tabla 3.1 del CTE DB-SE-AE, se toma un valor característico de sobrecarga de uso (categorías de uso C3–C5/D1, zonas de pública concurrencia y comerciales), que se mayorará posteriormente con los coeficientes de combinación y de seguridad indicados en la norma.

3.2.2. Nieve

a acción de la nieve se considera sobre todas las cubiertas expuestas y superficies horizontales del conjunto. De acuerdo con la tabla 3.8 del CTE DB SE AE para Madrid (altitud aproximada 660 m), se toma una carga de nieve sobre el terreno $s_k = 0,6 \text{ kN/m}^2$. Para cubiertas prácticamente planas se adopta un coeficiente de forma $\mu = 1,0$, por lo que la carga de cálculo en proyección horizontal se aproxima a $q_n = 0,6 \text{ kN/m}^2$, aplicada como carga uniformemente repartida.

3.2.3. Viento

La acción del viento se evalúa según el CTE DB-SE-AE (tabla 3.8 para la presión dinámica básica), considerando que el emplazamiento se encuentra en Villaverde, Madrid, dentro de la zona eólica A, sin vientos extremos pero sí con un régimen bien definido. A partir de los datos de la estación meteorológica de Cuatro Vientos, situada a escasos kilómetros, se constata que el viento predominante presenta una componente SO–NE, por lo que se analizan específicamente estas direcciones. La presión dinámica básica se combina con los coeficientes de exposición y de presión externos para obtener las acciones horizontales equivalentes que se introducen en el modelo estructural.



3.2.4. Acción térmica

Al tratarse de una estructura metálica de gran longitud, se considera la dilatación lineal del acero con un coeficiente alfa igual a 12·10⁻⁶ por grado y un rango térmico de cálculo del orden de 50 grados centígrados para Madrid, lo que supone deformaciones del orden de 0,6 mm por metro de longitud. En un vano cercano a 95 m, estas variaciones se traducirían en desplazamientos de varios centímetros si la estructura fuera continua. Para evitar esfuerzos parásitos por bloqueo de la dilatación, el puente se divide en varios tramos mediante juntas de dilatación situadas en los apoyos intermedios, de modo que cada tramo pueda expandirse y contraerse libremente.

3.3. Combinación de acciones

Acciones superficiales

	Usos productivos	Vivienda	Pasarelas
Permanenes			
Estructura			
Forjados			2
Cajas metálicas			
Estructura metálica	2,1195	2,1195	
Envolvente	0,73	0,66	
Forjados (chapa colaborante)	2	2	
Particiones	0,48	0,34	
Suelo técnico	0,4	0,4	
Cubierta	1,5	1,5	
Cubrición textil		0,1	
Tramex		0,58	
TOTAL CAJAS	7,2295	7,6995	
Elementos extra			
Maquinaria			
	7,2295	7,6995	2 G
* 1,35 = de CALCULO	9,759825	10,394325	2,7 G*g
Sobrecargas			
S uso	5	5	5
S Nieve, uso, otras	0,6	0,6	0,6
	5,6	5,6	5,6 Q
* 1,5 = de CALCULO	8,4	8,4	8,4 Q*g
TOTAL kN/m2	12,8295	13,2995	5,6 G+Q
de CALCULO [kN/m2]	18,15983	18,794325	11,1 G*g + Q*g

Parámetros eólicos para determinar la

Presión dinámica (q _b) (kN/m ²)	Zona A	0,42
Coefficiente de seguridad	1,35	
Altura del punto considerado	12	31,4
Coefficiente de exposición	1,51	1,9
Zona del edificio	Parte A	Parte B
Orientación	N-S	E-O
Altura total [h] (m)	34	34
Ancho perpendicular a la fachada [B] (m)	30	15
Esbeltez (h/B)	1,133333333	2,266666667
Coefficiente de presión [cp]	0,7	0,8
Coefficiente de succión [cs]	-0,35	-0,15
Coefficiente de presión total	1,05	1,3

Carga del viento sobre la estructura

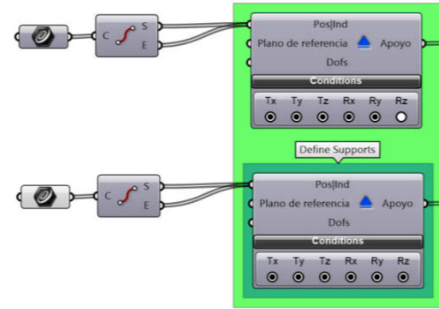
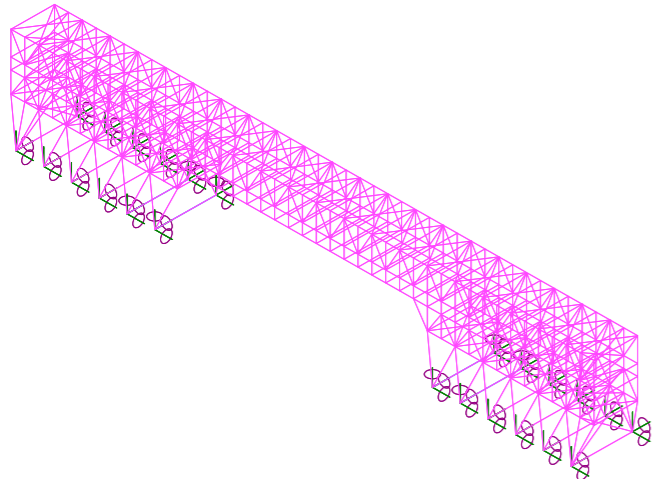
Zona del edificio	Orientación	Punto considerado	q _b (kN/m ²)	ce	cp	q _e (kN/m ²)	q _d (kN/m ²)
Parte A	N-S	Nudo (12,5m)	0,42	1,5	1,05	0,6615	7,938
	E-O	Nudo (12,5m)	0,42	1,5	1,4	0,882	10,584
Parte B	N-S	Nudo (20m)	0,42	1,9	1,3	1,0374	12,4488
	E-O	Nudo (20m)	0,42	1,9	0,5	0,399	4,788

4. MODELO ESTRUCTURAL

4.1. Definición del modelo estructural

Apoyos

La cimentación se resuelve con pilotes de hormigón armado adaptados a las condiciones del terreno y a la proximidad del ferrocarril. Los pilotes arrancan de encepados aislados que recogen los pares de soportes en V y concentran los apoyos de la superestructura.

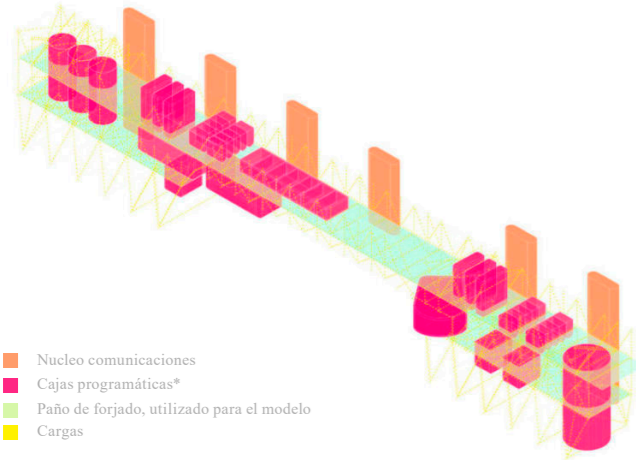


Cargas

Las acciones consideradas en el modelo incluyen el peso propio de la estructura, las cargas permanentes y las sobrecargas de uso, así como, cuando procede, las acciones de viento y nieve, aplicadas como cargas lineales o superficiales equivalentes sobre los cordones.

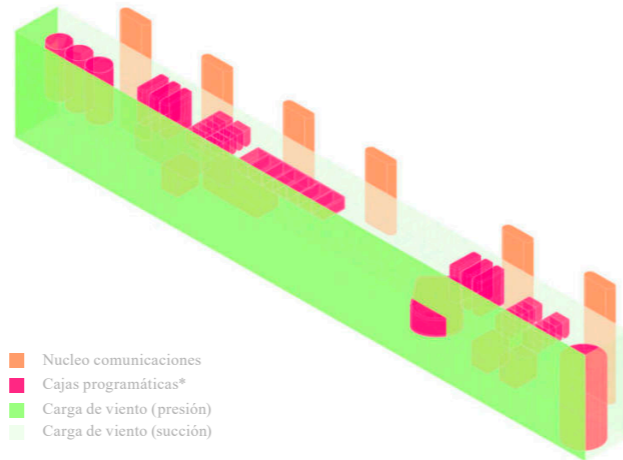
Para el cálculo, debido a la voluntad de colmatación de la estructura con el mayor número de cajas posible, y añadiéndole la versatilidad de uso de la propuesta, se decide calcular la estructura como si los planos HORIZONTALES en color TURQUESA estuviesen COLMATADOS por volúmenes de uso PRODUCTIVO, es decir, con una sobrecarga de uso de factor multiplicador de 5, siendo este el MÁS DESFAVORABLE. En resumen, se sobredimensiona la estructura para una mayor flexibilidad de utilización.

**nótese que las cajas de color rojo es el programa 'inicial', que se representa para mayor claridad, pero no se trabajará con ellas para el cálculo. Se tomará como superficie forjada la superficie de color turquesa.*



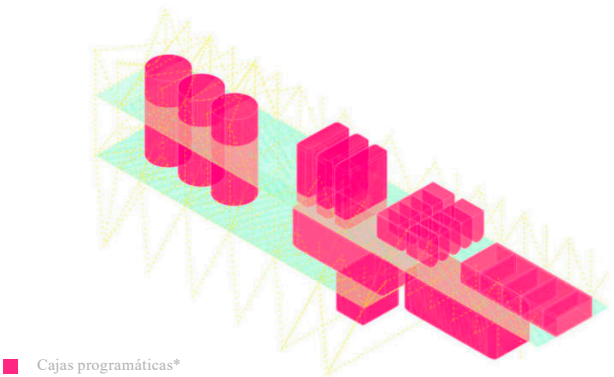
- Nucleo comunicaciones
- Cajas programáticas*
- Paño de forjado, utilizado para el modelo
- Cargas

Modelo de cargas



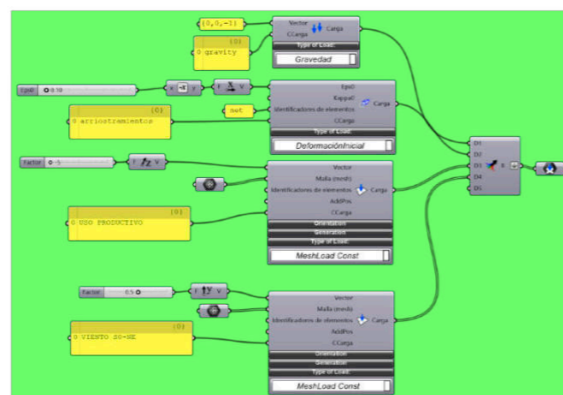
- Nucleo comunicaciones
- Cajas programáticas*
- Carga de viento (presión)
- Carga de viento (succión)

Viento (predominante SO-NE)



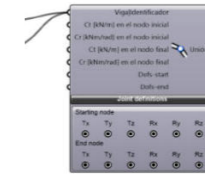
- Cajas programáticas*
- Paño de forjado, utilizado para el modelo
- Cargas

Modelo de la porción seleccionada



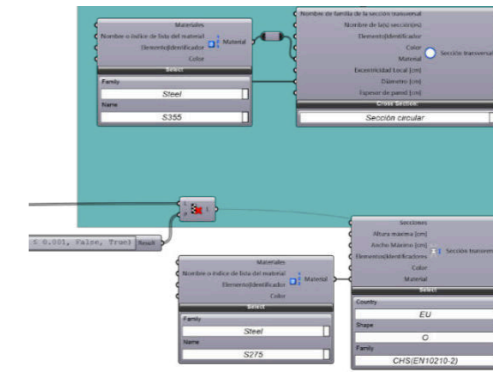
Uniones

Las uniones de la cercha (cordones, montantes y diagonales) y la cabeza de las V se modelan como nudos rígidos, acordes con los nudos soldado-atornillados previstos, de manera que cada panel trabaje como un marco indeformable y las V colaboren en la estabilidad global. Las bases de las V se consideran empotramientos sobre los encepados de hormigón, capaces de transmitir esfuerzos y momentos, mientras que las cajas programáticas se conectan a la estructura principal mediante uniones articuladas, que introducen cargas sin aportar rigidez apreciable al modelo global.

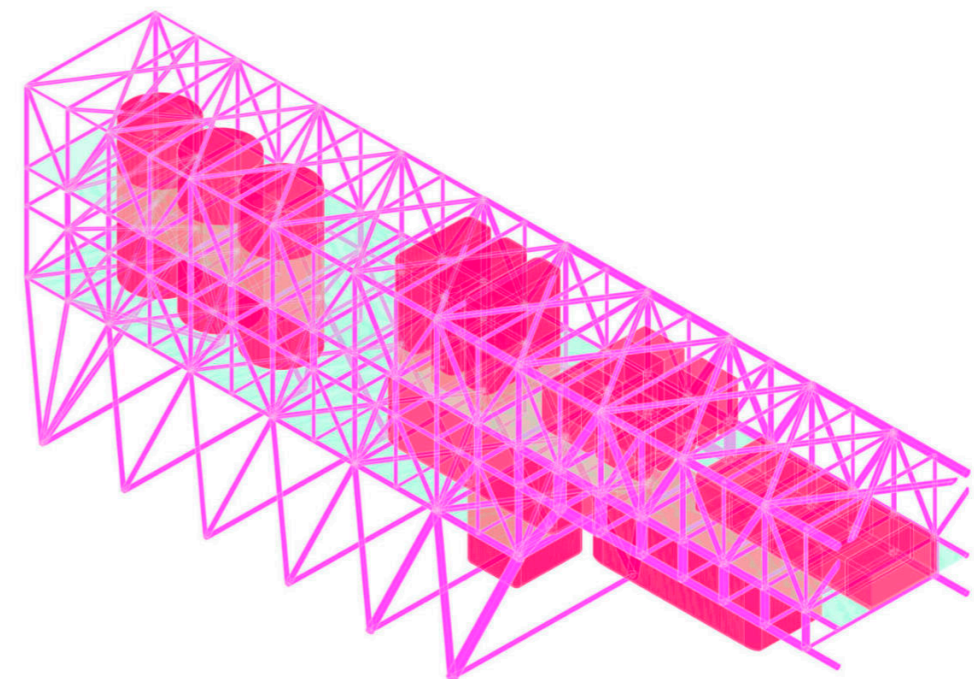


Material

La estructura principal invariante (cerchas longitudinales y apoyos en V) se modela con acero estructural S355 JR (E=210000 MPa), mientras que la estructura secundaria y las cajas programáticas se resuelven con acero S275 JR. La cimentación (pilotes y encepados) se ejecuta con hormigón HA25/F/40/XC2 y los forjados mixtos de chapa colaborante con hormigón HA25/F/20/XC1, asignando en el modelo los valores de cálculo según CTE/Eurocódigos.



Para mayor facilidad de lectura y análisis, aunque se han analizado la pieza entera, debido a su simetría se realizarán los análisis y dimensionados de uno solo de los extremos de la pieza-puente.

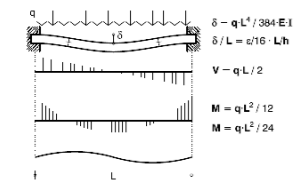


4.2. Análisis de resultados y dimensionado

Una vez realizado el cálculo, en el programa en la extensión de Rhinoceros, Grasshopper gracias al plug-in de cálculo estructural KARAMBA 3D. Este software, una vez introducida unas condiciones de contorno y geometrías, ofrece los esfuerzos resultantes, las reacciones, deformaciones y un predimensionado de los elementos.

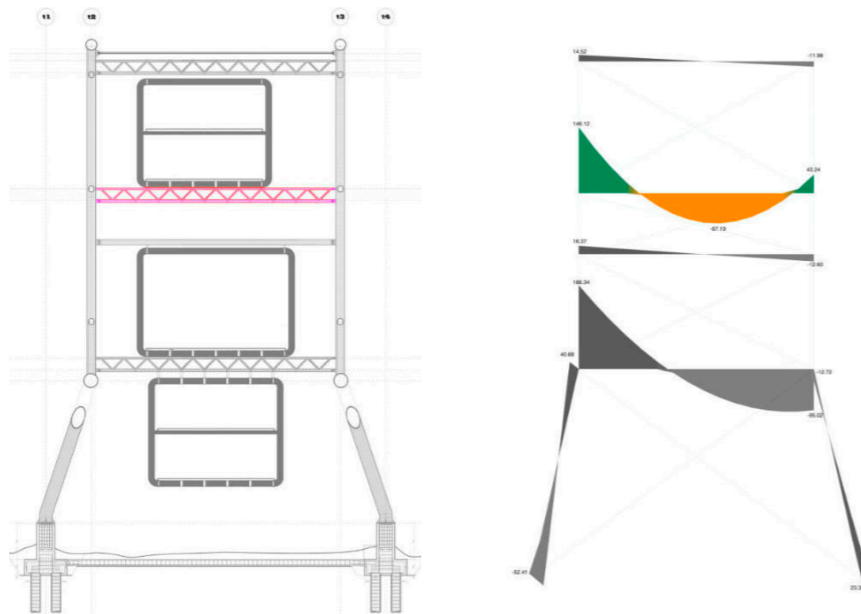
Para verificar dicho cálculo y comprobar que hemos introducido los datos y realizado la definición del modelo de cálculo correctamente, realizamos el cálculo de un elemento a mano para contrastar el resultado con el del programa:

Verificación del cálculo



Cargas mayoradas		
q lineal	kN/m	0
q superficial	kN/m ²	18,79
ancho tributario	m	4,792
q superficial a lineal	kN/m	90,1
M viento	m.kN	0,5
q total	kN/m	90,1

Solicitaciones			
Eje transversal inferior- planta superior			
Eje: B-C			
L	M elástico	Miso	
m	m.kN	m.kN	
4,792	$q \cdot L^4 / 384 \cdot (2,1 \cdot 10^{-8}) / (3,00 \cdot 10^9) \cdot (3,0031 \cdot 10^{-10})$	166,1	166,1
		izquierdo	derecho
L (m)		4,792	2,40
L acumulada		4,792	2,40
M (m.kN)		0	166,1
Sumatorios de momentos		0	0,00
Momento isostático		166,1	
Momento final		0	166,1

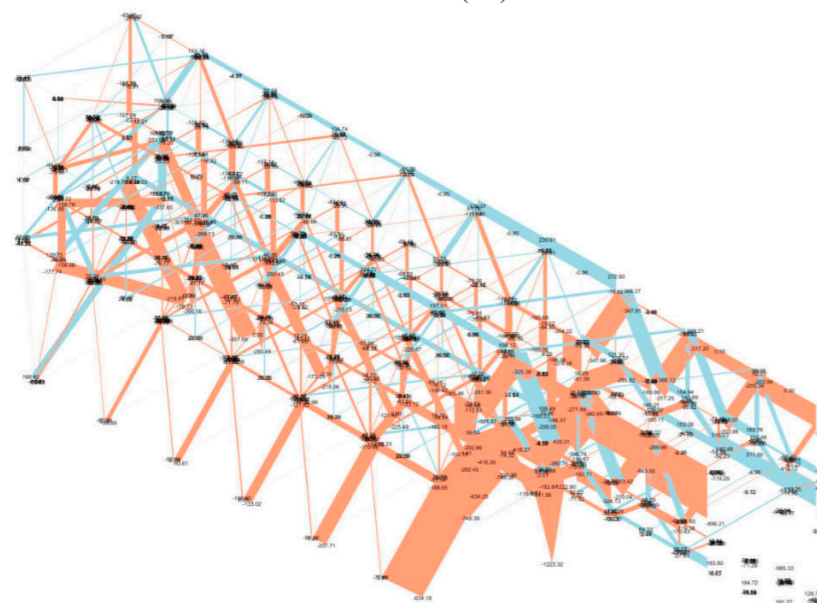


Se trata de una viga que está empotrada en ambos extremo, aunque según este diagrama no lo parezca, ya que en uno de los apoyos, debido a la carga de viento predominante y la altura a la que se encuentra, el momento es mucho mayor que en el otro. El diagrama de momentos nos indica que el momento flector en el extremo empotrado de la viga debería de ser de 146,2 m.kN. En nuestros calculos el resultado es de 166,10 m.kN, que no es exactamente el mismo, pero se aproxima lo suficiente como para fiarnos del cálculo realizado.

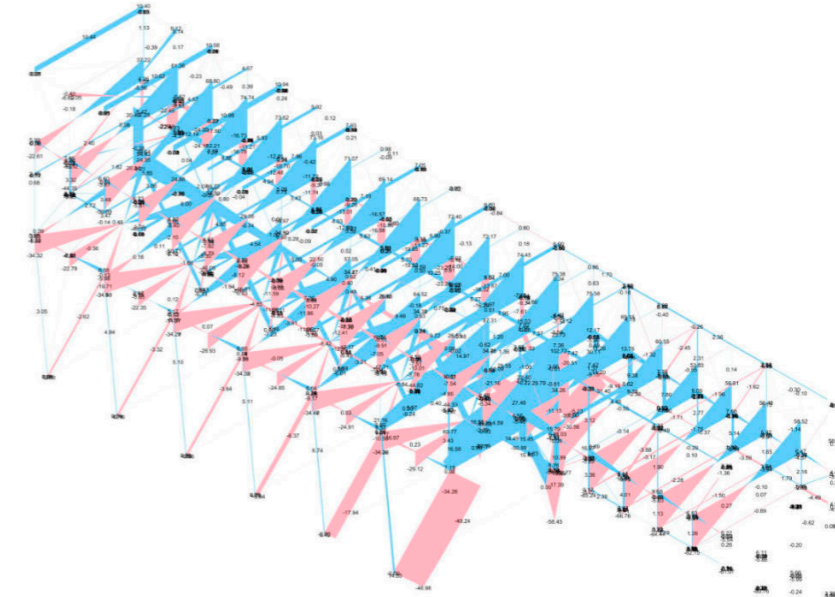
Obtención de resultados

Esfuerzos:

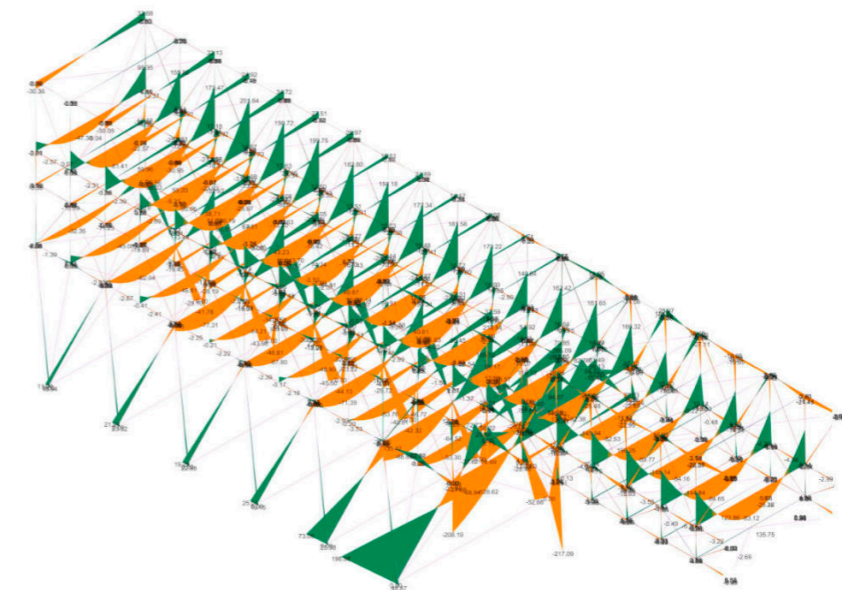
Axiles (kN)



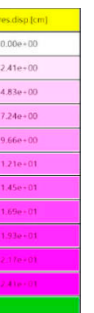
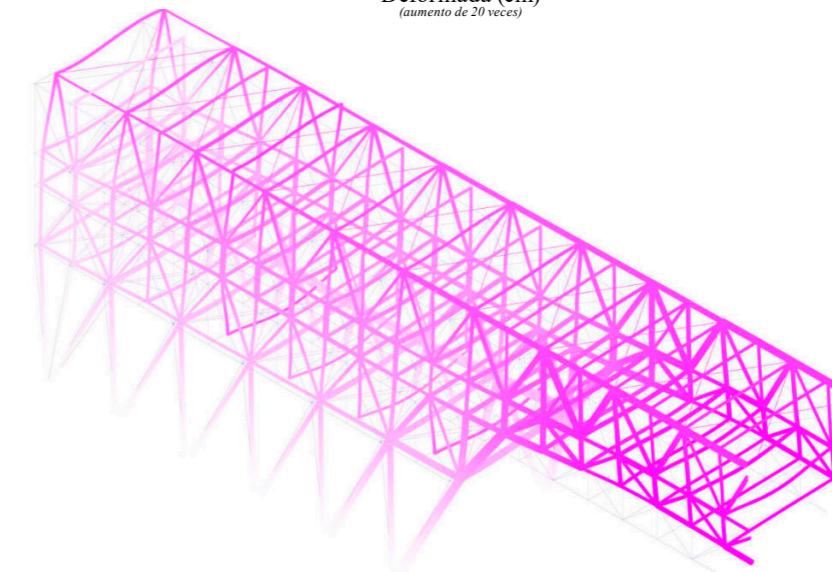
Cortantes (kN)



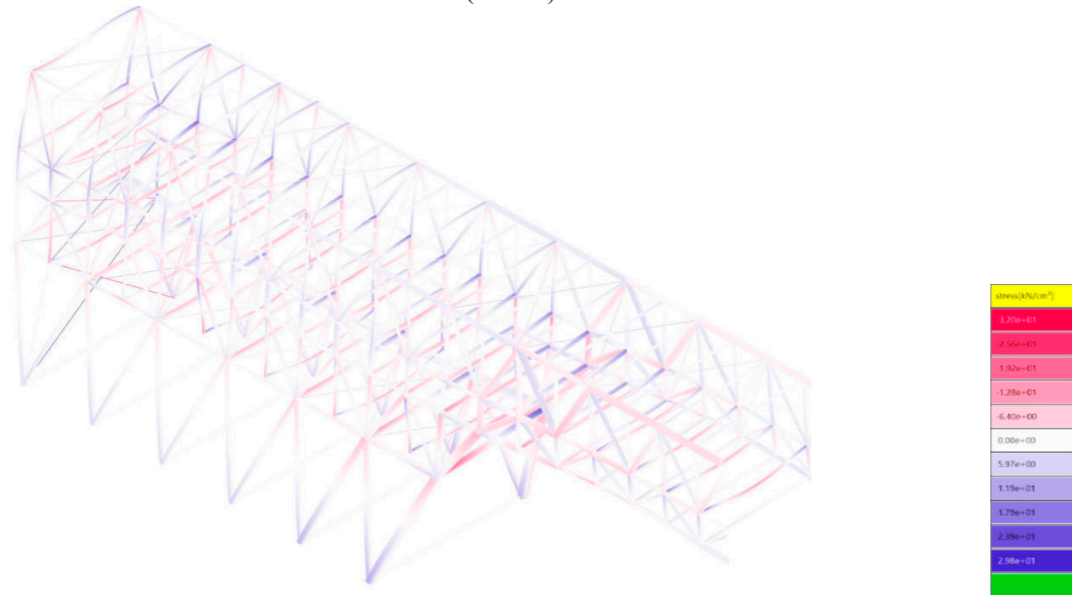
Momento flector (m.kN)



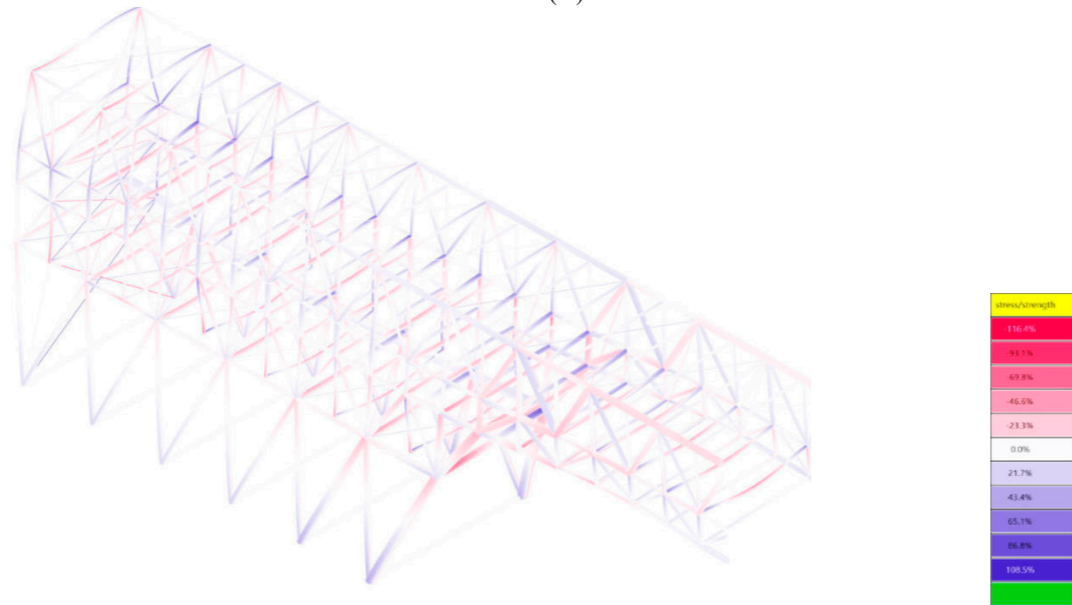
Deformada (cm)
(aumento de 20 veces)



Esfuerzo axial (kN/cm²)

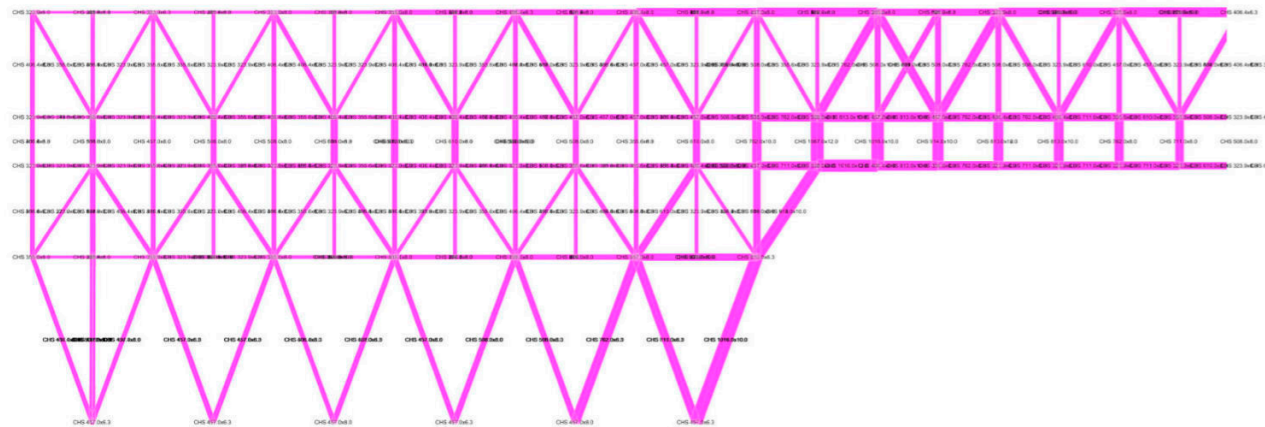


Ratio esfuerzo/resistencia (%)



Predimensionado

Una vez validado el cálculo, se comprueban los perfiles que el programa predimensiona. Para ello, se cogerán los puntos más desfavorables y se comprobarán a flexión, cortante, axil, flecha y pandeo.



Comprobación a flexión en punto crítico

El elemento comprobado es el pilar del extremo del vano central, el que más esfuerzo soporta.

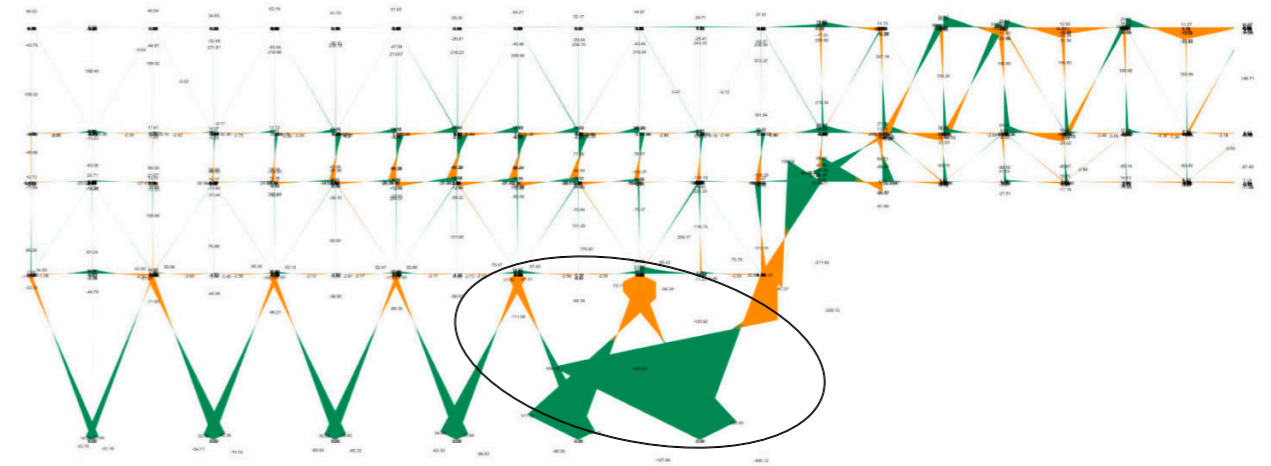
CHS 1219 × 30 (acero S355, $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$, $\gamma M_0 = 1,05$)

Momento de cálculo: $M_d = 476,05 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$I_y = 1\,981\,541,15 \text{ cm}^4$
 $W_{pl,y} = 42\,420,63 \text{ cm}^3$

$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma M_0$
 $M_{pl,Rd} = 42\,420,63 \cdot 355 / 1,05 \cdot 10^{-3} \approx 14\,342,2 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Comparación:
 $M_d = 476,05 \text{ kN}\cdot\text{m} < M_{pl,Rd} = 14\,342,2 \text{ kN}\cdot\text{m} \rightarrow$ **Comprobado**



Comprobación a cortante en punto crítico

El elemento comprobado es el pilar del extremo del vano central, el que más esfuerzo soporta.

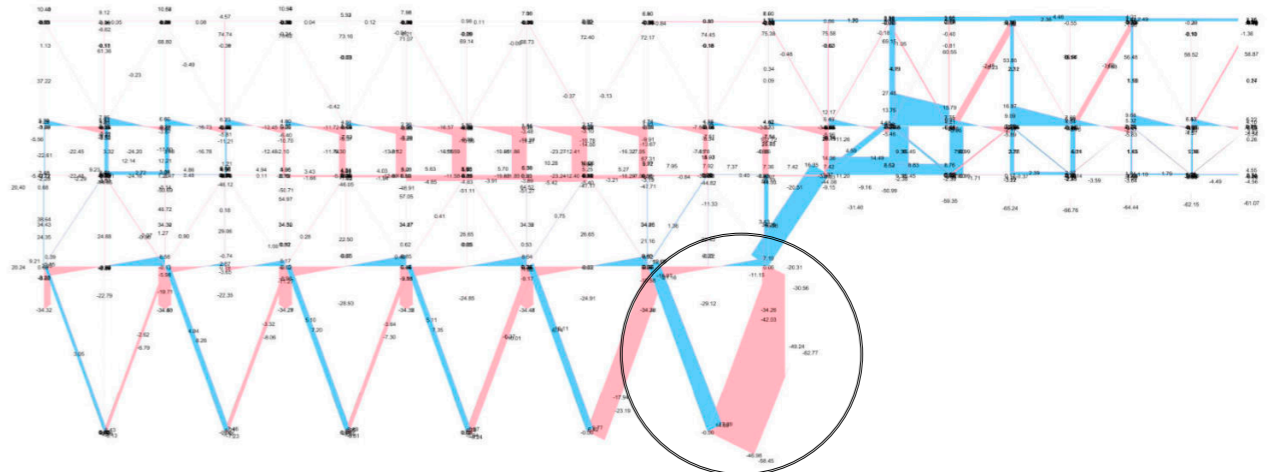
CHS 1219 × 30 (acero S355, $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$, $\gamma M_0 = 1,05$)

para un esfuerzo de cálculo $V_d = 62,87 \text{ kN}$

Área de la sección:
 $A = 1\,112,1 \text{ cm}^2$

$V_{pl,Rd} = A \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma M_0)$
 $V_{pl,Rd} \approx 19\,500 \text{ kN}$

Comparación:
 $V_d = 62,87 \text{ kN} < V_{pl,Rd} \approx 19\,500 \text{ kN} \rightarrow$ **Comprobado**



Comprobación a compresión, pandeo en punto crítico

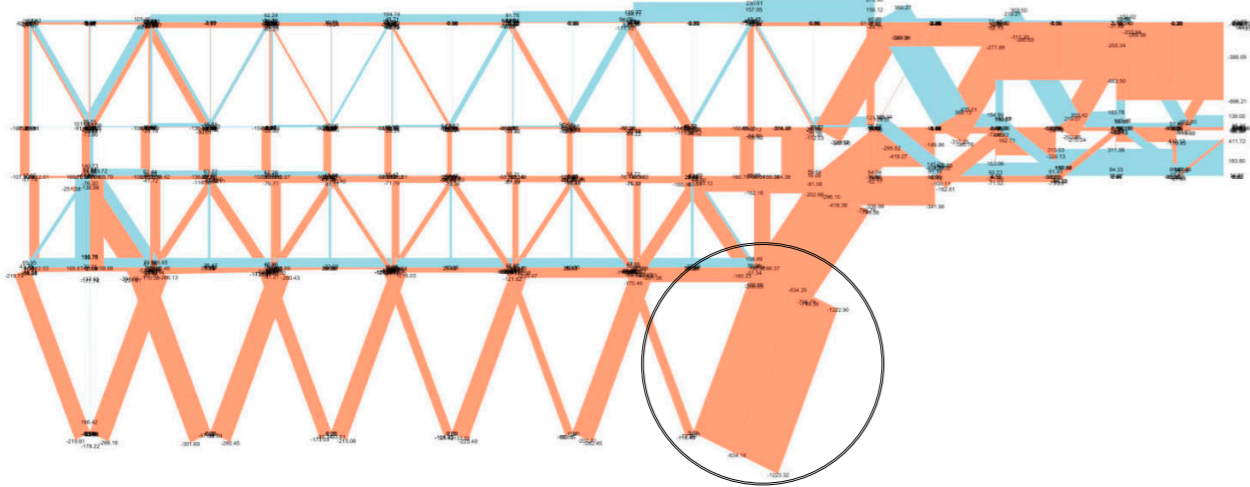
El elemento comprobado es el pilar del extremo del vano central, el que más esfuerzo soporta.

CHS 1219x30 (acero S355, $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$, $\gamma_{M0} = 1,05$)
 Esfuerzo axil de cálculo: $N_{Ed} = 1\,223,32 \text{ kN}$

$A = 1\,120,61 \text{ cm}^2$
 $I_y = 1\,981\,541,15 \text{ cm}^4$
 Acero S355 JR $\rightarrow f_y = 355 \text{ N/mm}^2$, $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$ Longitud de pandeo considerada: $L_k = 10,00 \text{ m}$

Esbeltez reducida (curva de pandeo "a", $\alpha = 0,21$): $\bar{\lambda} \approx 0,31 \rightarrow$ coeficiente de pandeo $\chi \approx 0,97$
 $NRd = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M0}$
 $NRd \approx 0,97 \cdot 1\,120,61 \cdot 355 / 1,05 \approx 36\,934,5 \text{ kN}$

Comparación a compresión con pandeo:
 $N_{Ed} = 1\,223,32 \text{ kN} < NRd \approx 36\,934,5 \text{ kN} \rightarrow$ **Comprobado**



Comprobación de deformación en punto crítico

El elemento comprobado es una barra del centro del vano central suspendido del puente, el que más esfuerzo soporta.

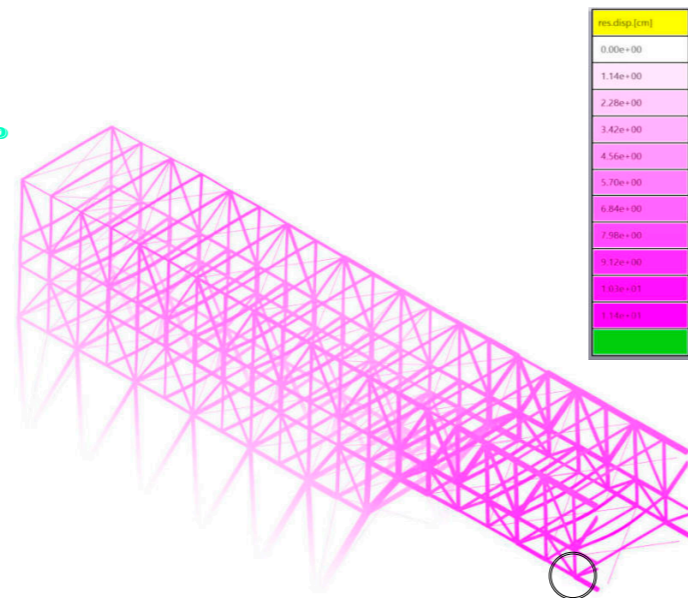
CHS 762 x 12,5

Luz entre apoyos: $L = 9,60 \text{ m}$

Desplazamiento máximo de cálculo:
 $\delta_{max,Ed} = 2,41 \text{ cm}$

Límite de flecha (criterio $L/300$):
 $\delta_{adm} = L / 300 = 9,60 / 300 = 0,032 \text{ m} = 3,20 \text{ cm}$

Comparación a deformación:
 $\delta_{max,Ed} = 2,41 \text{ cm} < \delta_{adm} = 3,20 \text{ cm} \rightarrow$ **Comprobado**



Conclusiones

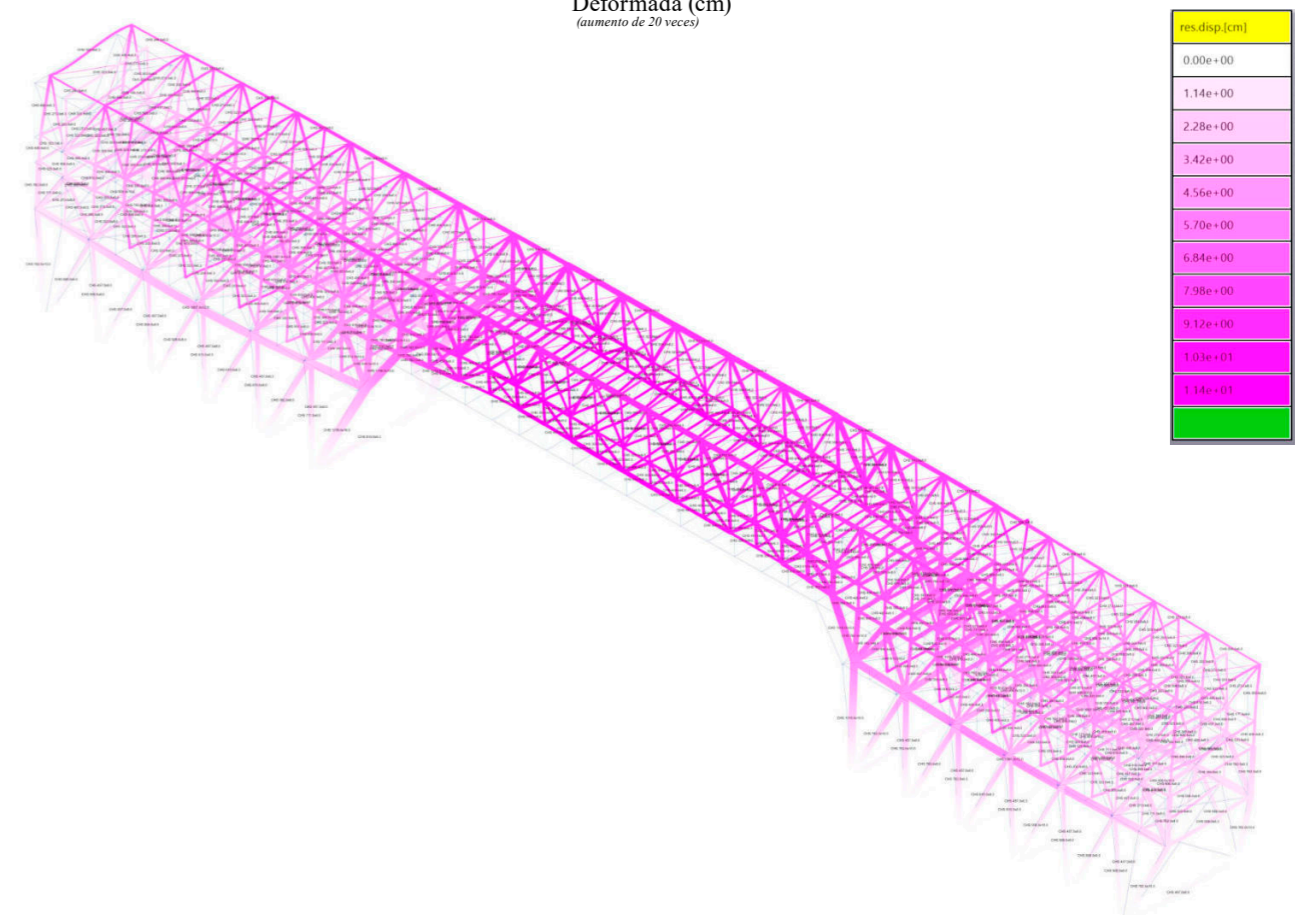
En definitiva, puede concluirse que las dimensiones actuales de la estructura están muy condicionadas por su geometría. Los diagramas de esfuerzos muestran que los apoyos de los extremos trabajan relativamente poco, mientras que el "arco" de barras que lleva las cargas desde el vano central hacia esos apoyos está claramente más solicitado.

Una optimización geométrica del sistema —ajustando pendientes, ángulos y continuidad entre barras— permitiría repartir mejor las cargas y equilibrar el trabajo entre elementos.

En esta fase, se ha optado por una solución más directa: aumentar la sección de las barras más exigidas para garantizar la seguridad sin modificar de forma sustancial la forma del puente-edificio.

Además, los condicionantes más relevantes no son tanto las tensiones últimas como los desplazamientos y deformaciones en servicio, algo lógico en una estructura-puente que cubre del orden de 95 m de luz. En este contexto, los niveles de esfuerzo obtenidos resultan razonables y acordes con una estructura de estas características.

Deformada (cm)
 (aumento de 20 veces)



ANEJO DE CÁLCULO

Acciones

Acciones superficiales	Usos productivos	Vivienda	Pasarelas
Permanenes			
Estructura			
Forjados			2
Cajas metálicas			
Estructura metálica	2,1195	2,1195	
Envolvente	0,73	0,66	
Forjados (chapa colaborante)	2	2	
Particiones	0,48	0,34	
Suelo técnico	0,4	0,4	
Cubierta	1,5	1,5	
Cubrición textil		0,1	
Tramex		0,58	
TOTAL CAJAS	7,2295	7,6995	
Elementos extra			
Maquinaria			
	7,2295	7,6995	2 G
* 1,35 = de CALCULO	9,759825	10,394325	2,7 G*g
Sobrecargas			
S uso	5	5	5
S Nieve, uso, otras	0,6	0,6	0,6
	5,6	5,6	5,6 Q
* 1,5 = de CALCULO	8,4	8,4	8,4 Q*g
TOTAL kN/m2	12,8295	13,2995	5,6 G+Q
de CALCULO [kN/m2]	18,15983	18,794325	11,1 G*g + Q*g

Parámetros eólicos para determinar la				
Zona del edificio	Parte A	Parte B	Zona A	
Presión dinámica (qb) (kN/m2)	0,42			
Coefficiente de seguridad	1,35			
Altura del punto considerado	12	22,5	31,4	15
Coefficiente de exposición	1,51	1,5	1,9	2,1
Zona del edificio	Parte A	Parte B	Zona A	
Orientación	N-S	E-O	N-S	E-O
Altura total [h] (m)	34	34	34	34
Ancho perpendicular a la fachada [B] (m)	30	25	15	100
Elabeltez (h/B)	1,133333333	1,36	2,266666667	0,34
Coefficiente de presión [cp]	0,7	0,7	0,8	0,35
Coefficiente de succión [cs]	-0,35	-0,35	-0,5	-0,15
Coefficiente de presión total	1,05	1,4	1,3	0,5

Carga del viento sobre la estructura							
Zona del edificio	Orientación	Punto considerado	qb (kN/m2)	ce	cp, ce (kN/m2)	qd (kN/m2)	
Parte A	N-S	Nudo (12,5m)	0,42	1,5	1,05	0,6915	7,938
	E-O	Nudo (12,5m)	0,42	1,5	1,4	0,882	10,584
Parte B	N-S	Nudo (20m)	0,42	1,9	1,3	1,0374	12,4488
	E-O	Nudo (20m)	0,42	1,9	0,5	0,399	4,788

Cálculo de cimentaciones

GEOTECNICO VILLAVERDE

padm (kg/cm2)	73,79 a 9 m
padm (kN/m2)	7238,799
seguridad	482,5866
HA25	5000

	SOPORTE	Axiles	Ø pilar
Encepado interior	1	140,76	61
	2	333,16	61
Encepado borde interior	3	1561,92	106,7
	4	119,55	61
Encepado borde exterior	5	207,59	61
	6	232,16	61

1 pilote
P = tensión. A
A/4 pilotes= P/tensión

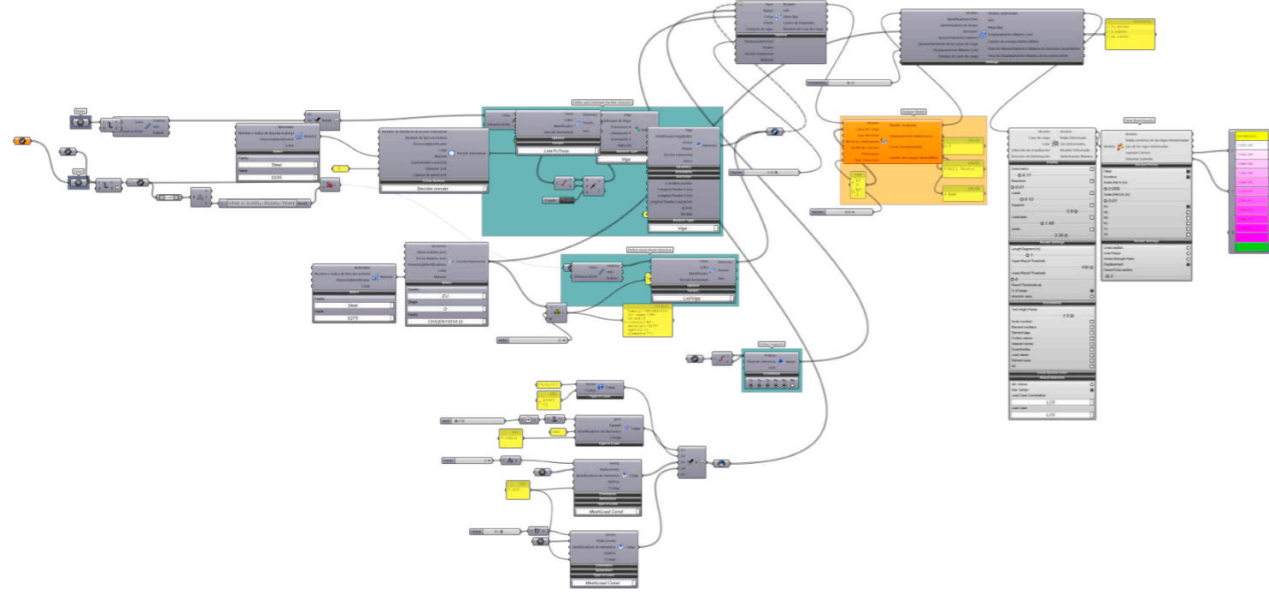
	P	tensión S275	Area	Diámetro
	kN	kN/m2	m2	m
Encepado interior	473,92	5000	0,094784	0,347393804
			0,023696	0,1737
Encepado borde interior	1681,47	5000	0,336294	0,654356033
			0,0840735	0,32718
Encepado borde exterior	439,75	5000	0,08795	0,334635856
			0,0219875	0,16732

Encepado interior				
Nd (kN)	Area (m2)	Canto (m)	M (mKN)	
473,92	Nk/padm	v/2	Nk*/2	7,938
	0,654694239	0,202282945		63,91062226
Nk (kN)	Carga rotura (kg/cm2): ANTO MINIMO			
Nd/1,5	315,9466667	73,79 0,4m		
padm (kN/m2)	Vuelo (m)			
482,5866	0,4066669			
fd (kN/cm2)	Tamaho zapata (m)			
43,4	0,80131761			

Encepado borde interior				
Nd (kN)	Area (m2)	Canto (m)	M (mKN)	
1681,47	Nk/padm	v/2	Nk*/2	427,1192799
	2,322857701	0,381023105		427,1192799
Nk (kN)	Carga rotura (kg/cm2): ANTO MINIMO			
Nd/1,5	1120,98	73,79 0,4m		
padm (kN/m2)	Vuelo (m)			
482,5866	0,762066209			
fd (kN/cm2)	Tamaho zapata (m)			
43,4	1,524092419			

Encepado borde exterior				
Nd (kN)	Area (m2)	Canto (m)	M (mKN)	
439,75	Nk/padm	v/2	Nk*/2	57,12474349
	0,607490276	0,194854156		57,12474349
Nk (kN)	Carga rotura (kg/cm2): ANTO MINIMO			
Nd/1,5	293,1666667	73,79 0,4m		
padm (kN/m2)	Vuelo (m)			
482,5866	0,389708313			
fd (kN/cm2)	Tamaho zapata (m)			
43,4	0,779416625			

Definición del cálculo de la estructura con Karamba 3d



Workflow:

1. GEOMETRÍA INICIAL

Line (superior izquierda): defines los elementos lineales de la cercha (barras). Solo pueden ser curvas de grado 1 (elemento lineal).
 LineToBeam: convierte esas líneas en elementos tipo viga (solo compresión/tracción, sin flexión). Es importante activar el comando bending (FALSE), para impedir que las curvas se curven y se una viga de tipo cercha. Esto confirma que bending está desactivado, porque estás usando elementos tipo Truss.

2. MATERIAL Y SECCIÓN

Material Properties: defines el tipo de acero S275. Es acero conformado en caliente, por tanto, S275.
 Cross Section Selector: seleccionas una sección metálica estándar (por ejemplo, tubo o perfil angular). Normativa: EU. Perfil cuadrangular QRO. Para cambiar el tamaño, seleccionamos y movemos el slider "index". Aparece un panel diciendo qué tipo de perfil tenemos.

3. APOYOS

Tres bloques Support definen:
 Los dos primeros para los apoyos de borde para que uno pueda desplazarse en X y tener movimiento en Y, y otro que no pueda desplazarse (como cuando hacemos una estructura de rótula-apoyo, con 3 grados de libertad).
 Uno para las barras que impide que se pueda desplazar en el eje y (la cercha está en el XZ) y rotar en el Z (sobre ella).
 Combinación típica para apoyos de una cercha: Esto permite estabilidad sin generar hiperestaticidad innecesaria.

4. CARGAS

Usas tres componentes PointLoad:
 Cargas puntuales. Aplicas fuerzas verticales en puntos específicos de la cercha, descritos en la lámina de área tributaria.
 Gravedad. Magnitud típica: -1.00 kN (Z negativa) (porque tiene sentido que estamos en la Tierra por defecto). Gravity también está activada: Permite aplicar peso propio según material y sección.

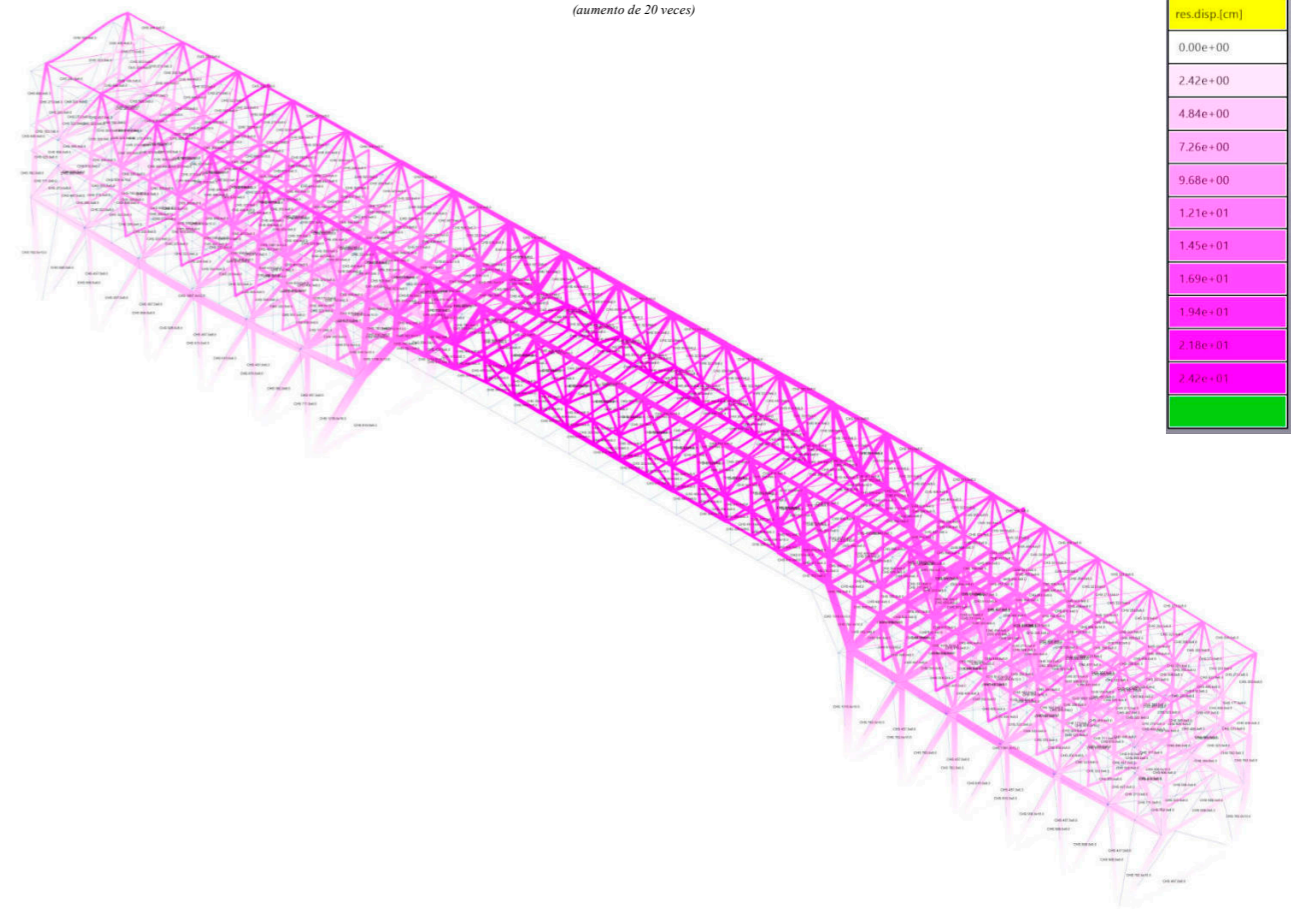
5. ENSAMBLE

Carga combinada. Assemble Loads: combina todas las cargas (gravedad + puntuales).
 Assemble Model: junta la geometría, secciones, materiales, apoyos y cargas → crea el modelo estructural completo.

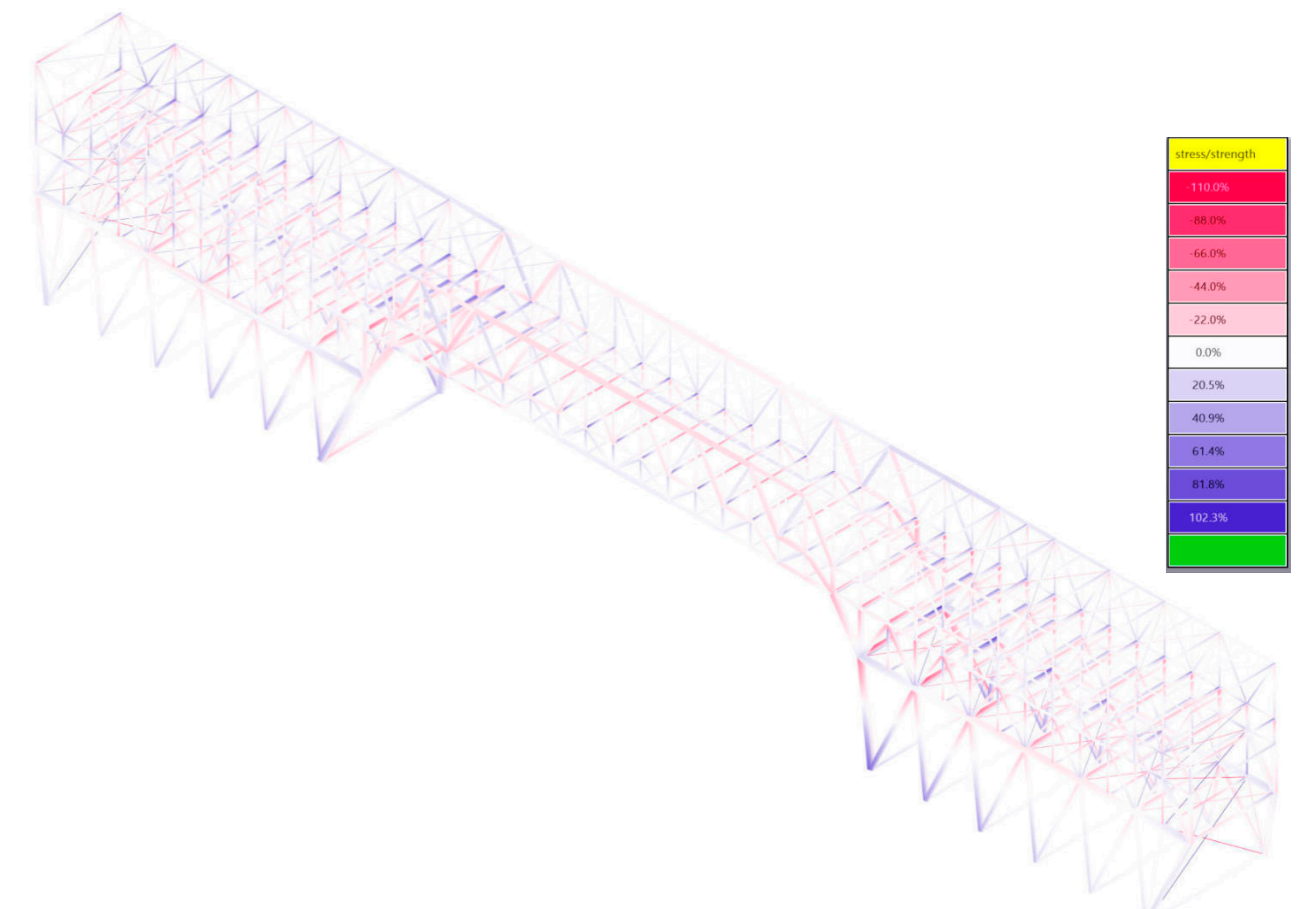
6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

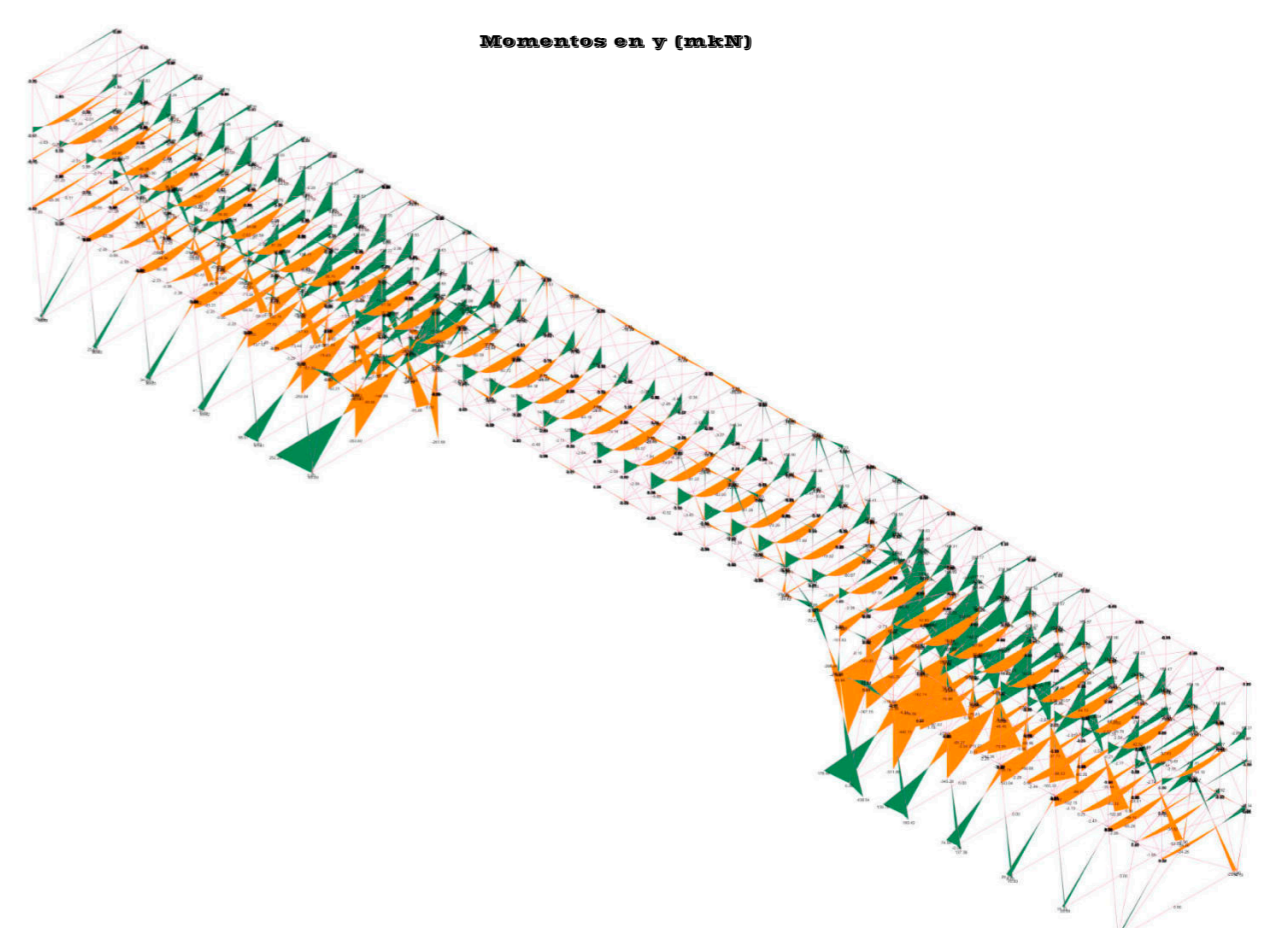
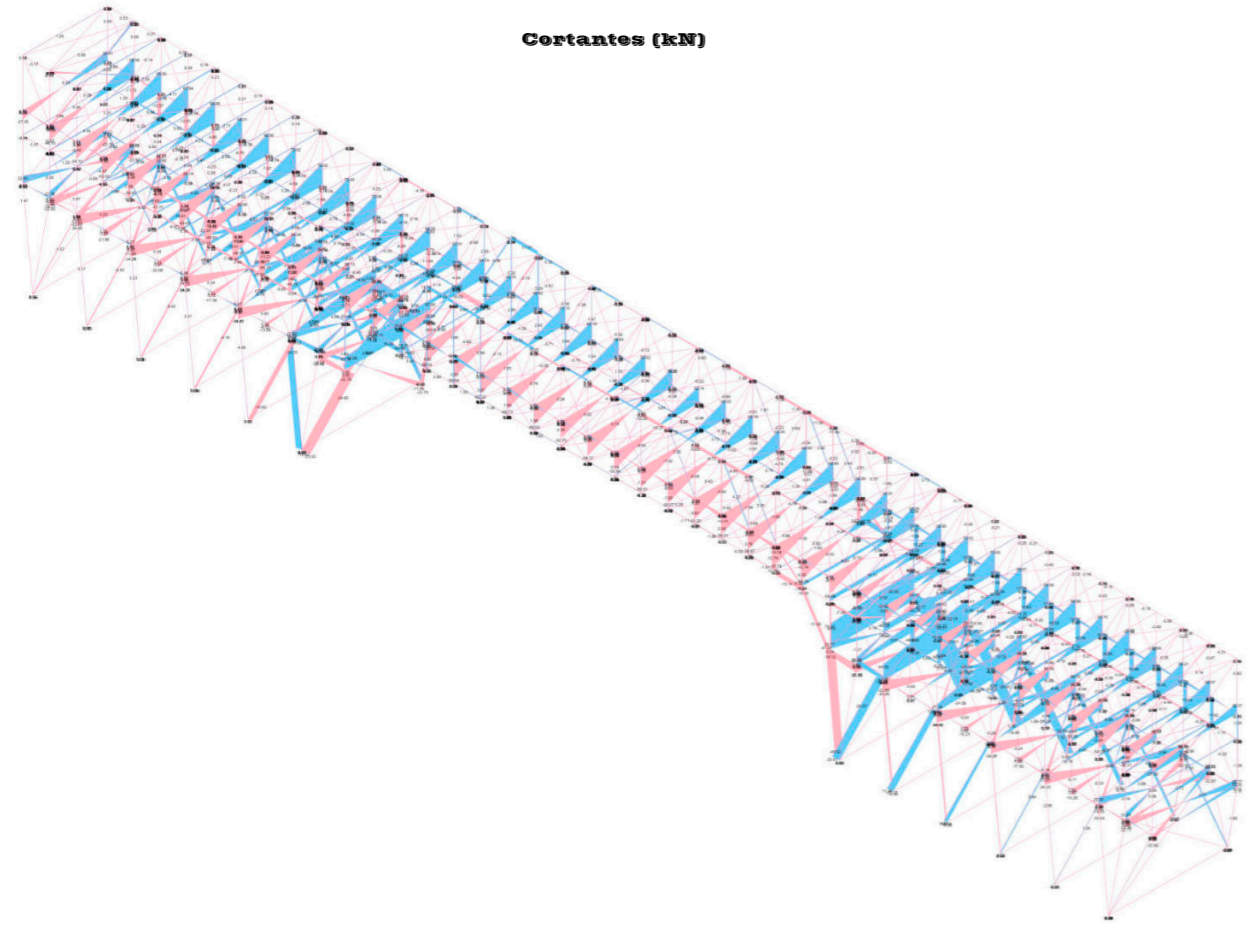
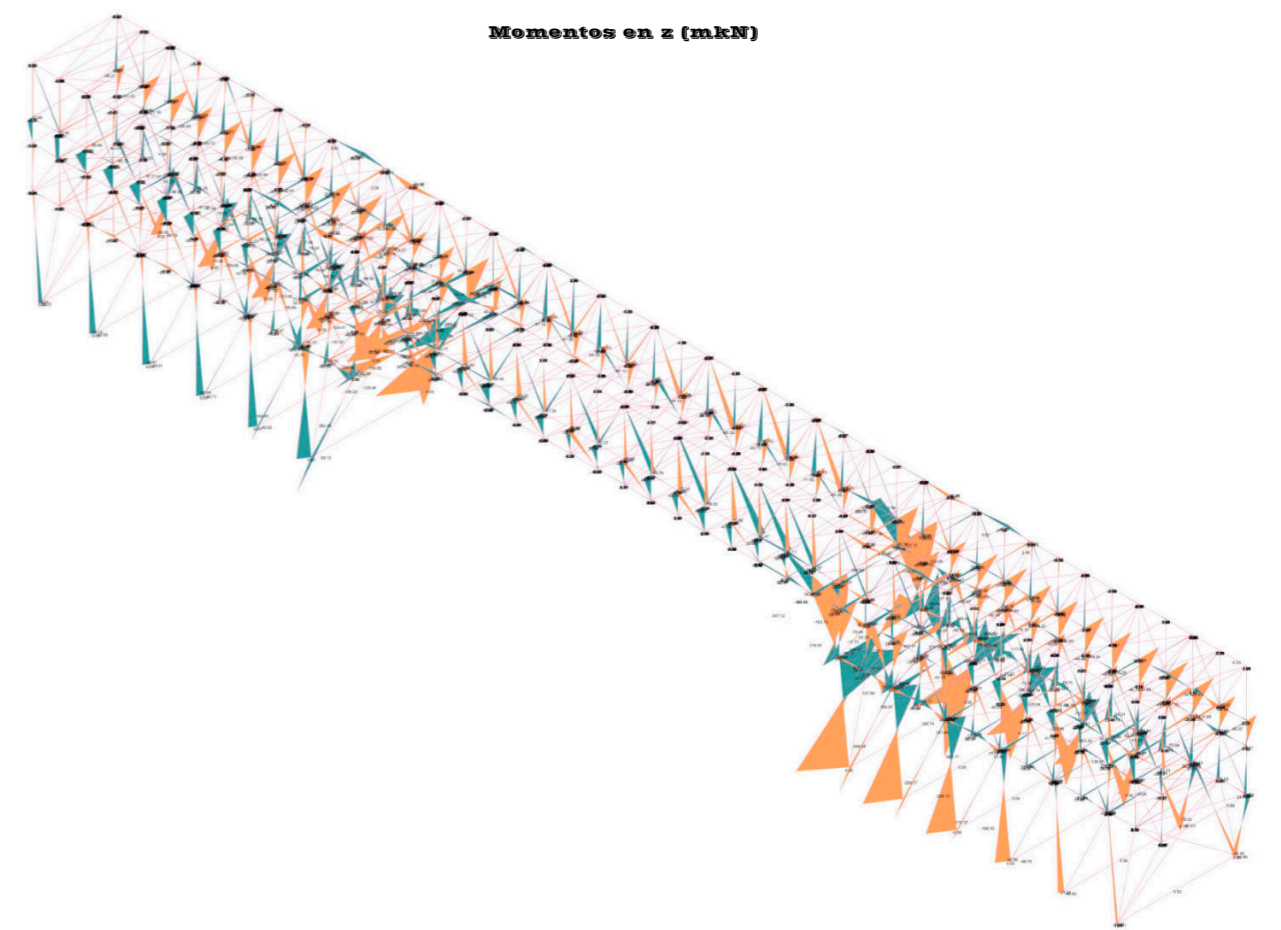
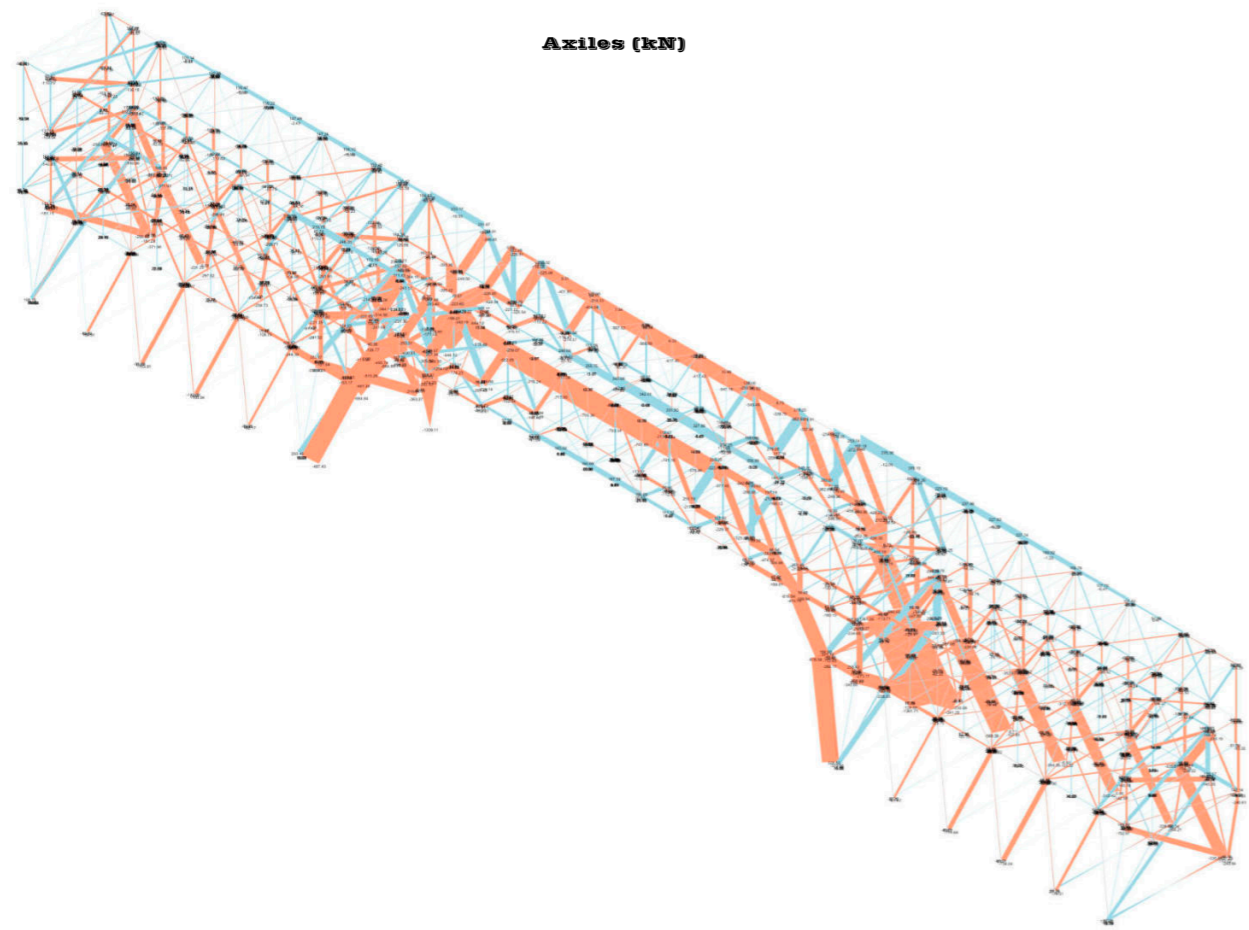
1. Analyze TH1: ejecuta el análisis estructural (primer orden).
 2. AnalyzeThII – Teoría de Segundo Orden
 Realiza un análisis estructural de segundo orden, considerando los efectos de compresión axial que reducen la rigidez y aumentan las deformaciones (efecto $P-\Delta$).
 Funciona mediante un proceso iterativo que calcula fuerzas normales y las incorpora al modelo, afectando análisis posteriores (pandeo, vibraciones, optimización).

Deformada
(aumento de 20 veces)

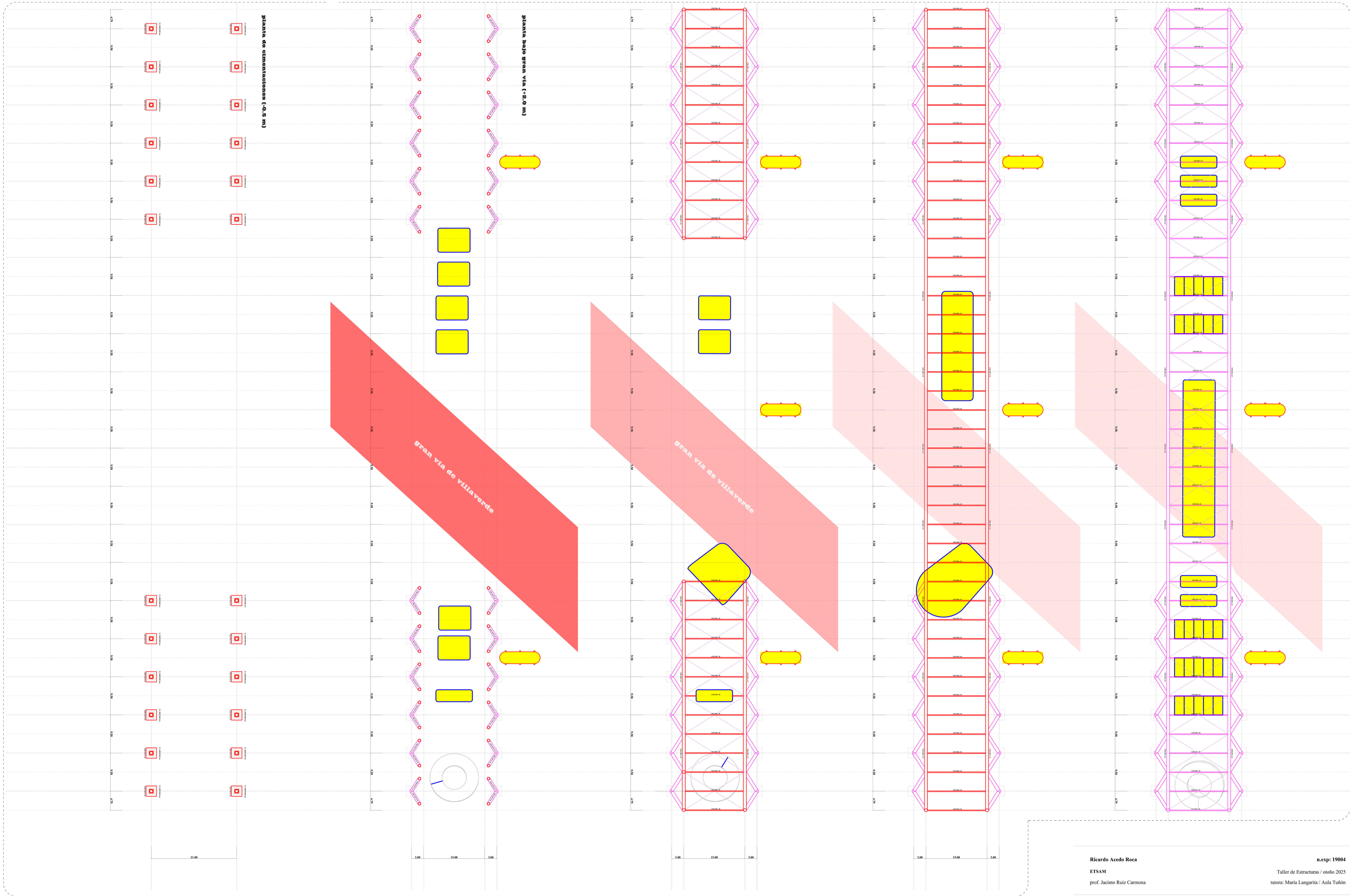


Esfuerzos





ANEJO DE PLANOS



Ricardo Acedo Roca
 ETSAM
 prof. Jacinto Ruiz Carmona

n.exp: 19004
 Taller de Estructuras / otoño 2025
 tutora: María Langarita / Aula Tuñón

plantas generales
 c.1:500
conservemos la gran vía!
 centro de aprovechamiento de excedentes alimentarios

Denominación	HORMIGÓN	
	Cimentos	Resto de la obra
Resistencia característica	HA25 F40/XC2	HA25 F20/XC1
Consistencia (fluida) F	25 N/mm ²	25 N/mm ²
Límites de asiento	5 - 9 cm	5 - 9 cm
Denominación	40 mm	20 mm
Tipo de árido	silíceo	silíceo
Ambiente	XC2	XC1
Recubrimiento mínimo	70 mm *	15 mm *
Control	Estadístico	Estadístico

* centro de áridos, contra escorificación a homogeneidad de litología, 30 mm
** el recubrimiento nominal (casual de separador) es 10 mm más

Denominación	ACERO DE ARMAR	
	Cimentos	Resto de la obra
Tensión del límite elástico	B 400 S	B 500 SD
Control	400 N/mm ²	500 N/mm ²
	por distintivo	por ensayo

S indica que es soluble; SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

Denominación	ACERO ESTRUCTURAL	
	Estructura principal	Resto de la obra
Tensión característica f _{yd} (kN/cm ²)	S 355 JR	S 275 JR
Tensión tangencial de cálculo f _v yd (kN/cm ²)	35,5	27,5
Modulo de elasticidad E (kN/cm ²)	21000	21000
Coefficiente de seguridad	1,05	1,05

S indica que es soluble; SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

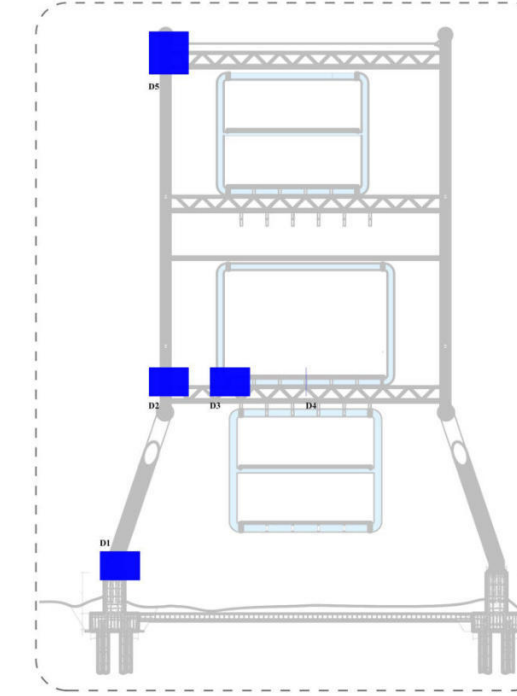
Denominación	CARGAS CAJAS PROGRAMÁTICAS	
	Vivienda, zonas comunes	Cocinas y almacenamiento
Subestructura metálica*	2,12	2,12
Envolvente	0,3	0,3
Forjados**	2	2
Particiones	0,48	0,48
Suelo técnico	0,4	0,4
Cubierta	1,5	1,5
Cubrición textil	0,1	
Tramex	0,58	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	7,50	7,23

*Se calcula el peso de la estructura predimensionada de aceros tabulados de perfil R50 400x200x12,5

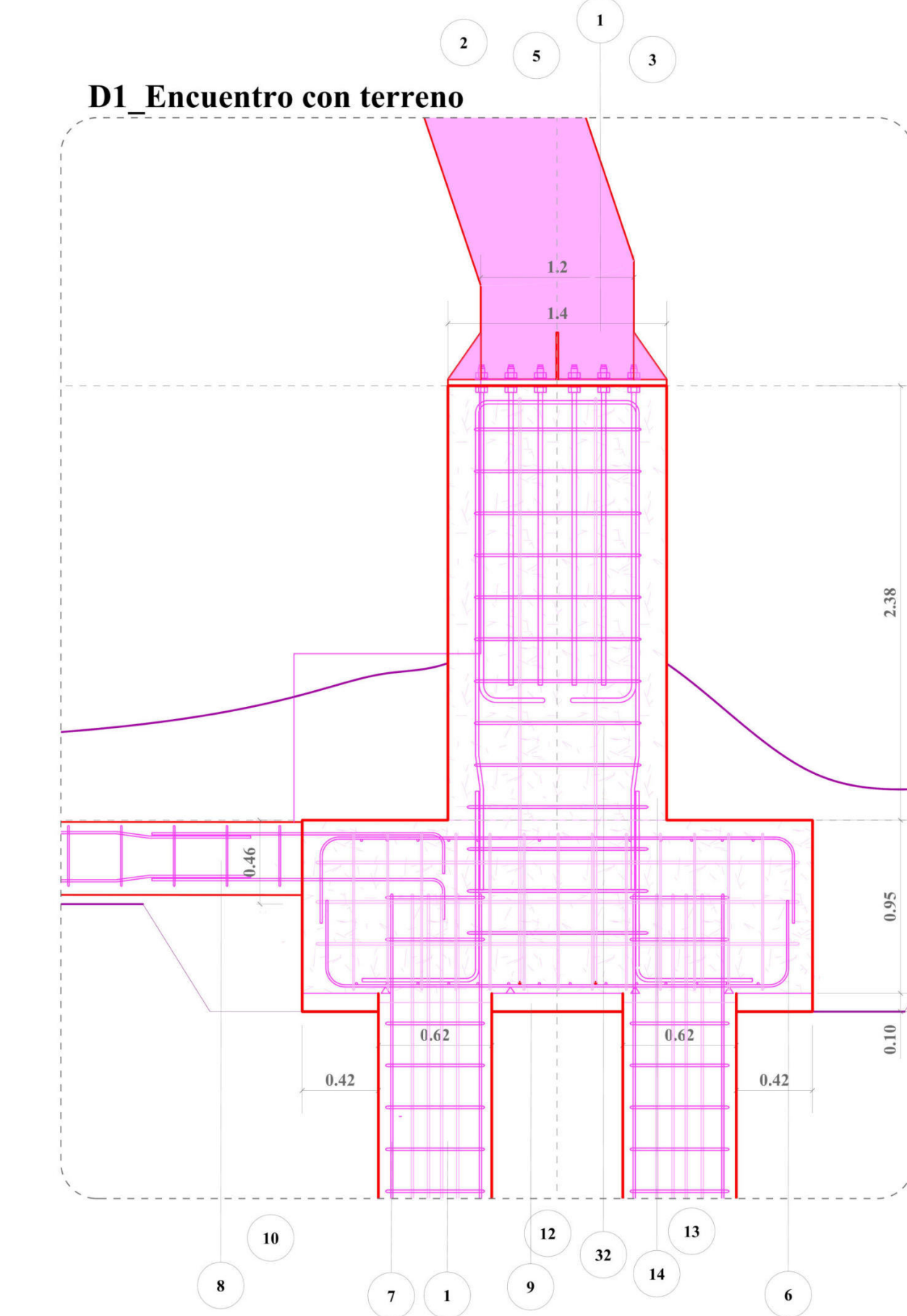
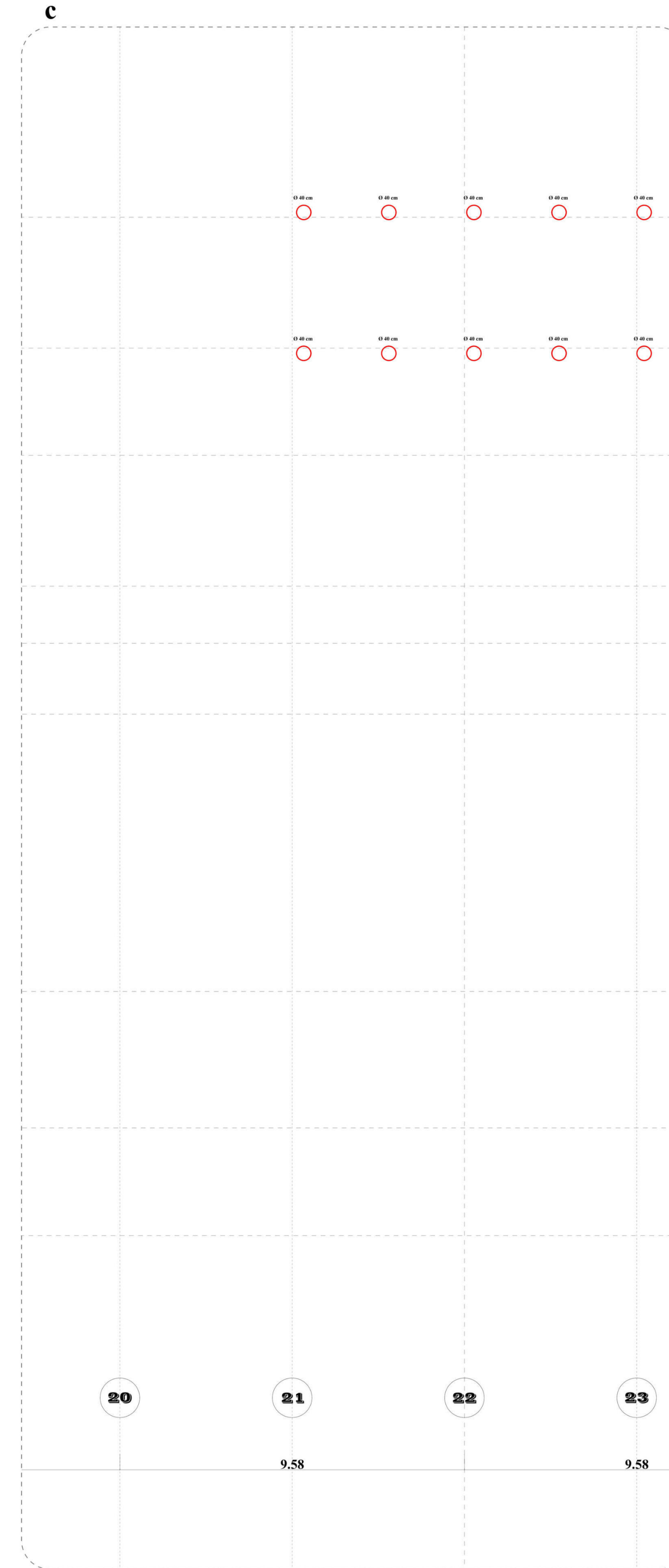
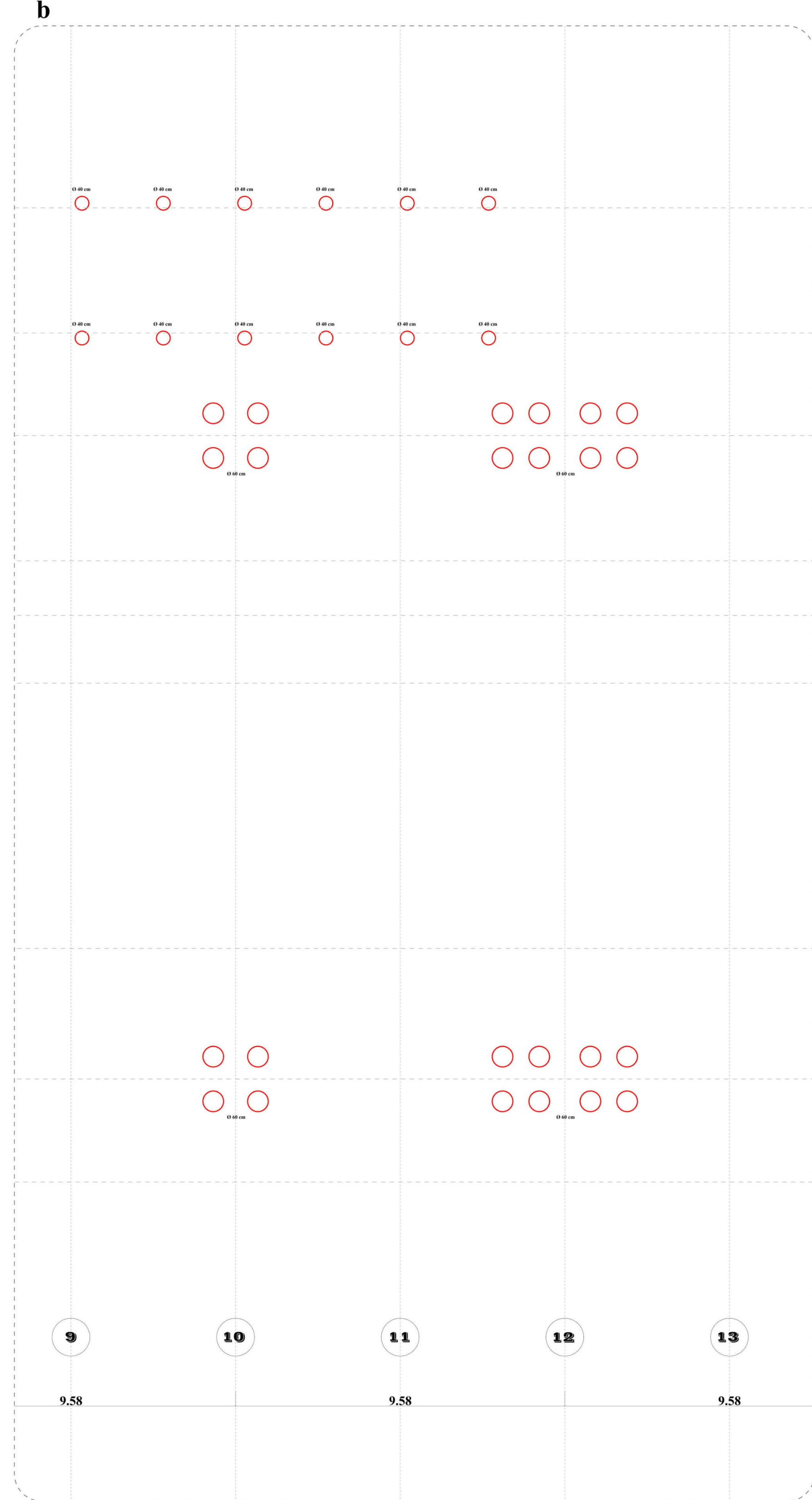
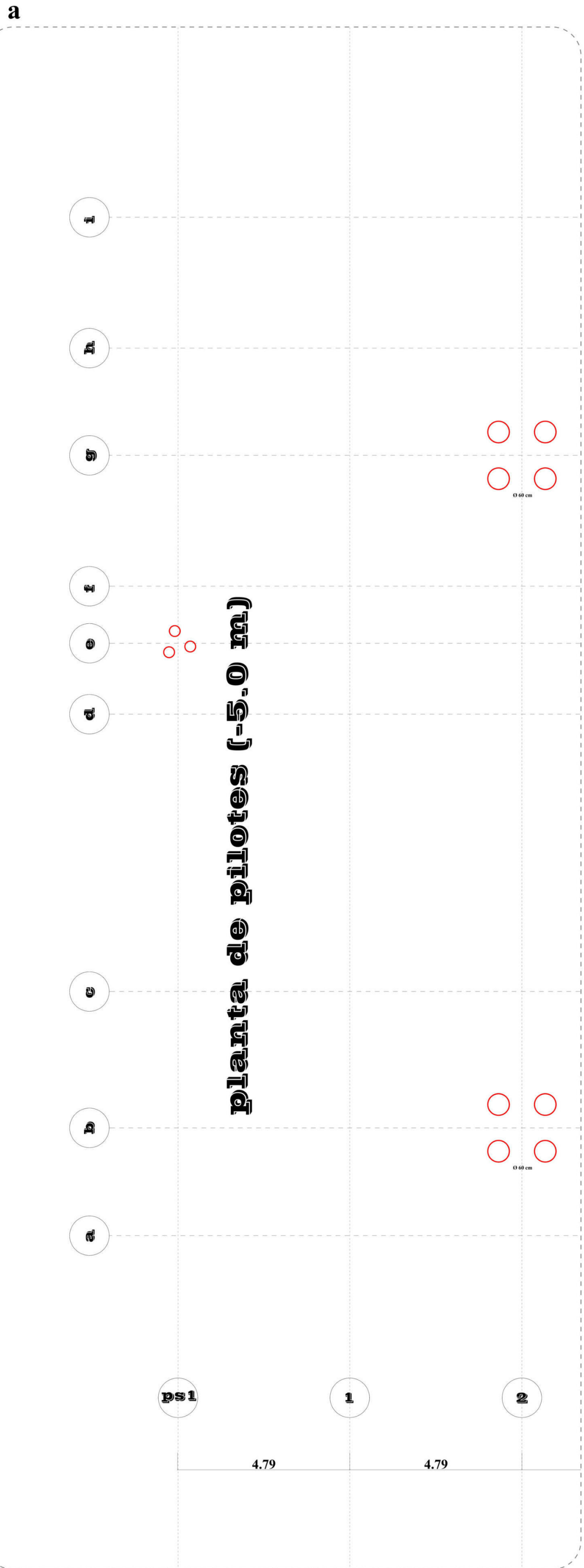
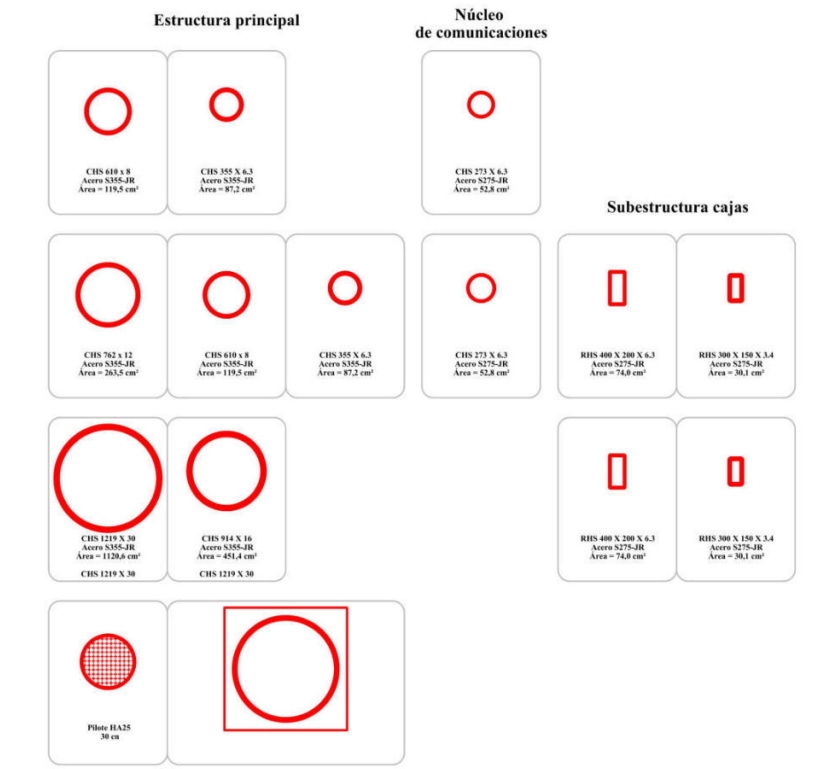
Denominación	CARGAS ESTRUCTURA PUENTE		
	Usos productivos***	Instalaciones*	Pasarelas**
Cajas programáticas	4,42		
Forjados			2
Maquinaria		1	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	4,42	1	2
x1,35 = de CALCULO	5,96	1,35	2,7
S uso***	5	5	5
S nieve	0,2	0,2	0,2
TOTAL variables (kN/m ²)	5,2	5,2	5,2
x1,5 = de CALCULO	7,8	7,8	7,8
TOTAL cargas superficiales (kN/m ²)	13,77	9,15	10,5

*Maquinaria e instalaciones industriales que hacen posible la actividad productiva
**Se calcula el peso de la estructura predimensionada de aceros tabulados de perfil R50 400x200x12,5
***Se calcula la estructura contra el exterior combinada de tipo programático de uso productivo (sobrecarga de uso = 5 kN/m²)

CUADRO DE CARGAS

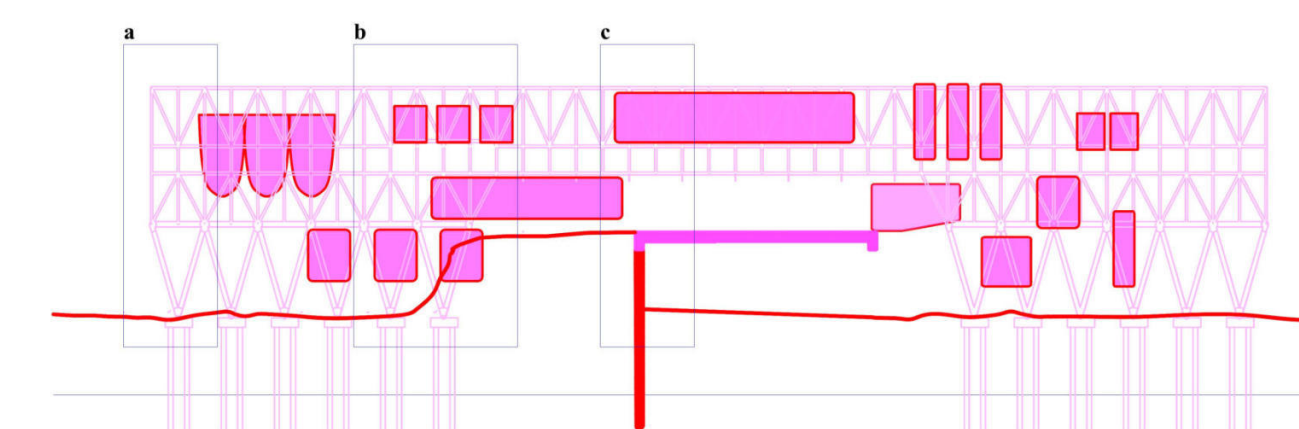


PERFILES PILARES / ELEMENTOS VERTICALES



Leyenda

- 1. Pilar CHS 1210x30
- 2. Rigidizadores
- 3. Placa de anclaje
- 4. Armado de pilar de transición
- 5. Perno de anclaje
- 6. Armado encepado Ø 16 mm
- 7. Armado pilote Ø 16 mm
- 8. Armado viga de atado Ø 8 mm
- 9. Hormigón de limpieza
- 10. Relleno de terreno
- 11. Hormigón
- 12. Encepado
- 13. Pilote
- 14. Pilarcillo de transición de hormigón
- 15. CHS 711 x 8
- 16. Platina de unión
- 17. Cabeza de tirante
- 18. Tirante R 50
- 19. Cercha piramidal invertida
- 20. Cartela
- 21. L. de acero
- 22. Redondo
- 23. Perfil soldado
- 24. CHS 101.6 x 3
- 25. CHS 271 x 6.3
- 26. CHS 271 x 6.3 + Perfil T soldado
- 27. CHS 170 x 3
- 28. CHS 355 x 6.3
- 29. Malla superior Ø 8mm
- 30. Chapa grecada
- 31. RHS 400x200x12.5
- 32. Armado Ø 16 mm



Ricardo Acedo Roca
ETSAM
prof. Jacinto Ruiz Carmona

n.exp: 19004
Taller de Estructuras / otoño 2025
tutora: María Langarita / Aula Tuñón

	HORMIGÓN	
	Cimientos	Resto de la obra
Denominación	HA25 F40/XC2	HA25 F20/XC1
Resistencia característica	25 N/mm ²	25 N/mm ²
Consistencia (fluida) F	(fluida) F	(fluida) F
Límites de asiento	5 - 9 cm	5 - 9 cm
Denominación	40 mm	20 mm
Tipo de árido	silíceo	silíceo
Ambiente	XC2	XC1
Recubrimiento mínimo	70 mm *	15 mm *
Control	Estadístico	Estadístico

* centro de árido, contra escudado a homogeneidad de limpieza, 50 mm
** el recubrimiento nominal (caso de separar) es 10 mm más

	ACERO DE ARMAR	
	Cimientos	Resto de la obra
Denominación	B 400 S	B 500 SD
Tensión del límite elástico	400 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	por distintivo	por ensayo

S indica que es soluble; SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

	ACERO ESTRUCTURAL	
	Estructura principal	Resto de la obra
Denominación	S 355 JR	S 275 JR
Tensión característica f _y d (kN/cm ²)	35,5	27,5
Tensión tangencial de cálculo f _y d (kN/cm ²)	19,5	15
Modulo de elasticidad E (kN/cm ²)	21000	21000
Coefficiente de seguridad	1,05	1,05

S indica que es soluble; SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

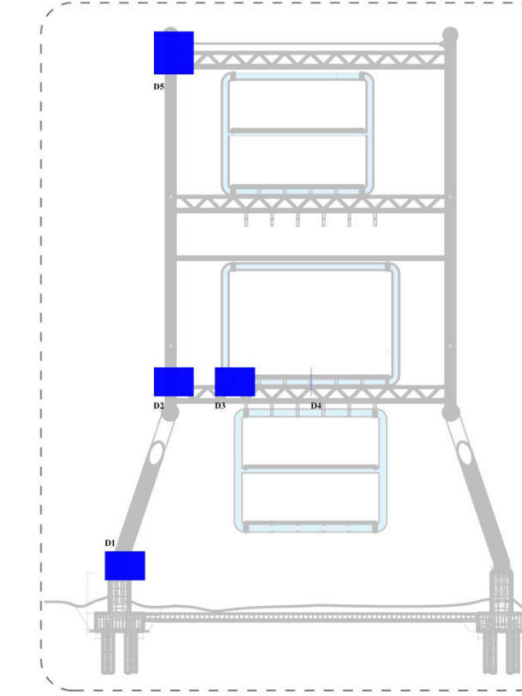
	CARGAS CAJAS PROGRAMÁTICAS	
	Vivienda, zonas comunes	Cocinas y almacenamiento
Subestructura metálica*	2,12	2,12
Envoltorio	0,3	0,3
Forjados**	2	2
Particiones	0,48	0,48
Suelo técnico	0,4	0,4
Cubierta	1,5	1,5
Cubrición textil	0,1	
Tramex	0,58	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	7,90	7,23

*Se calcula el peso de la estructura predefinidamente de aceros tabulados de perfil R50 400x200x12,5

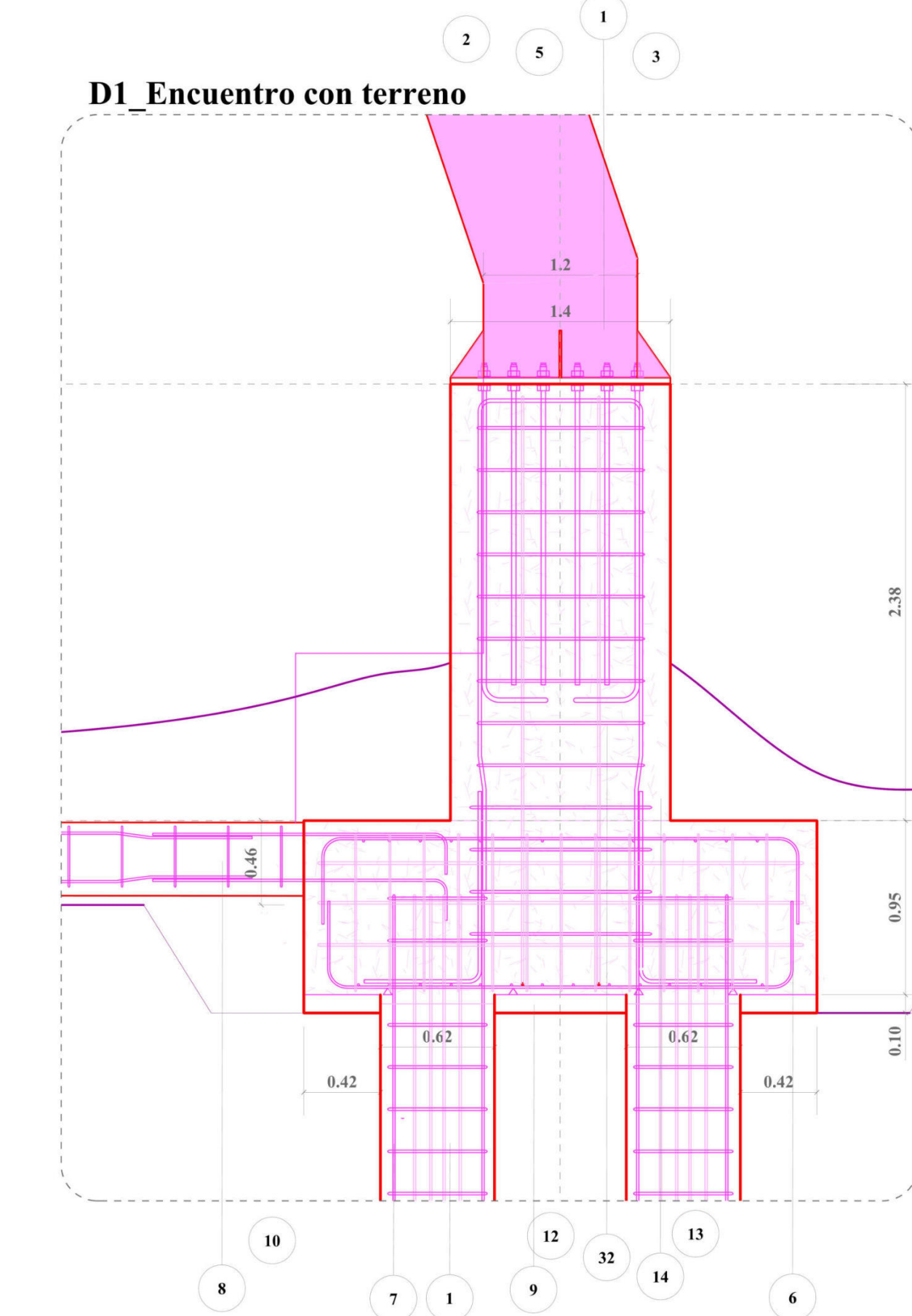
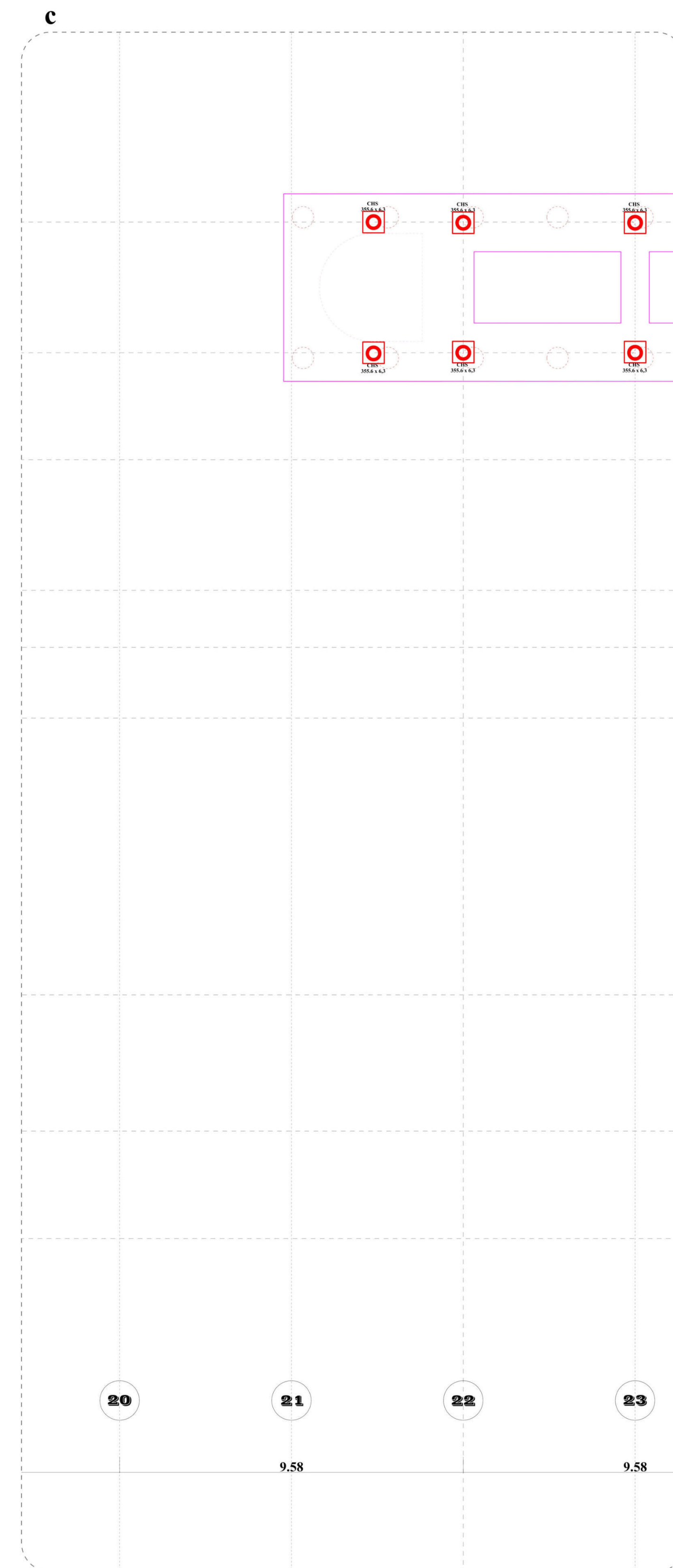
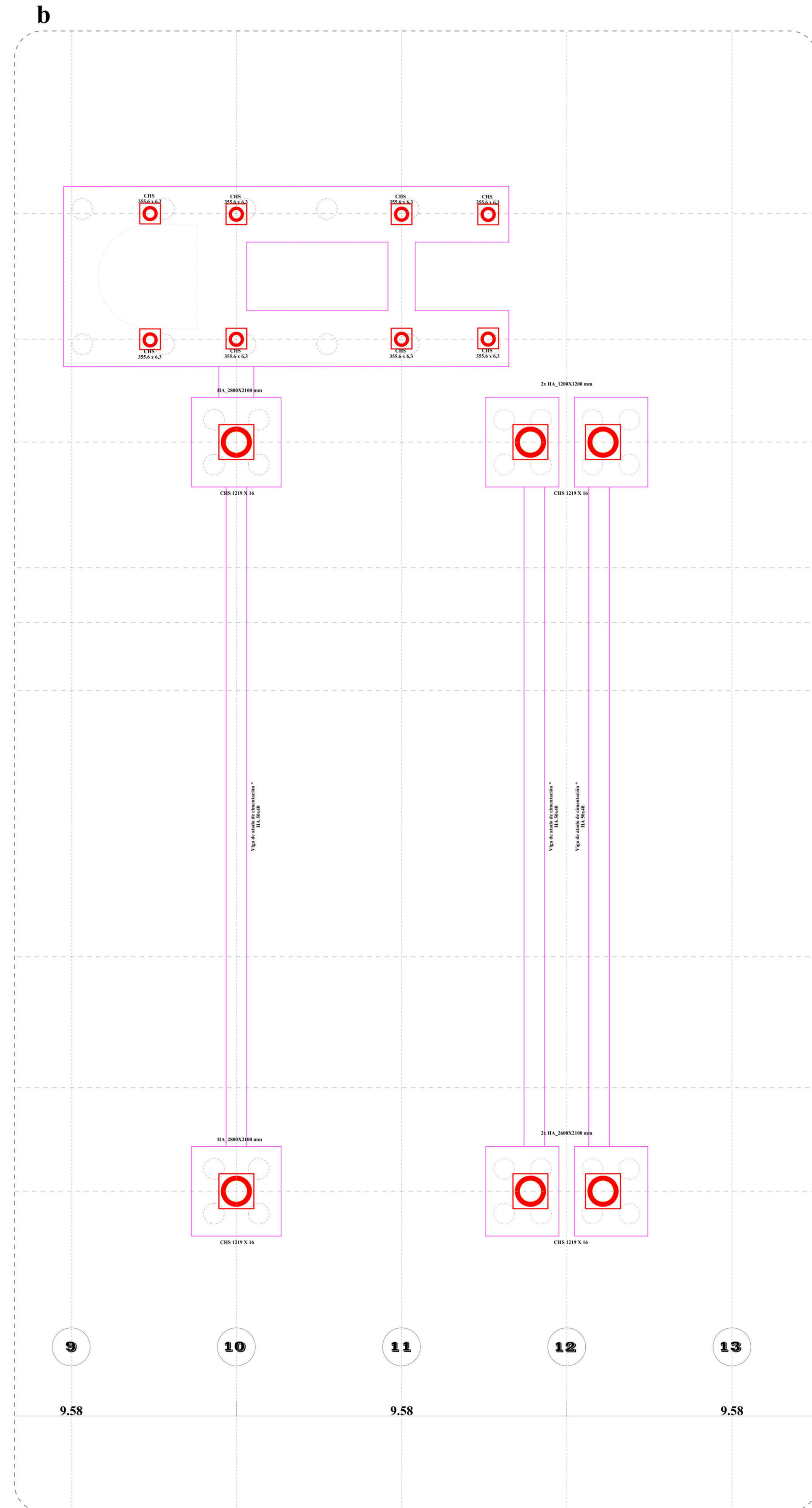
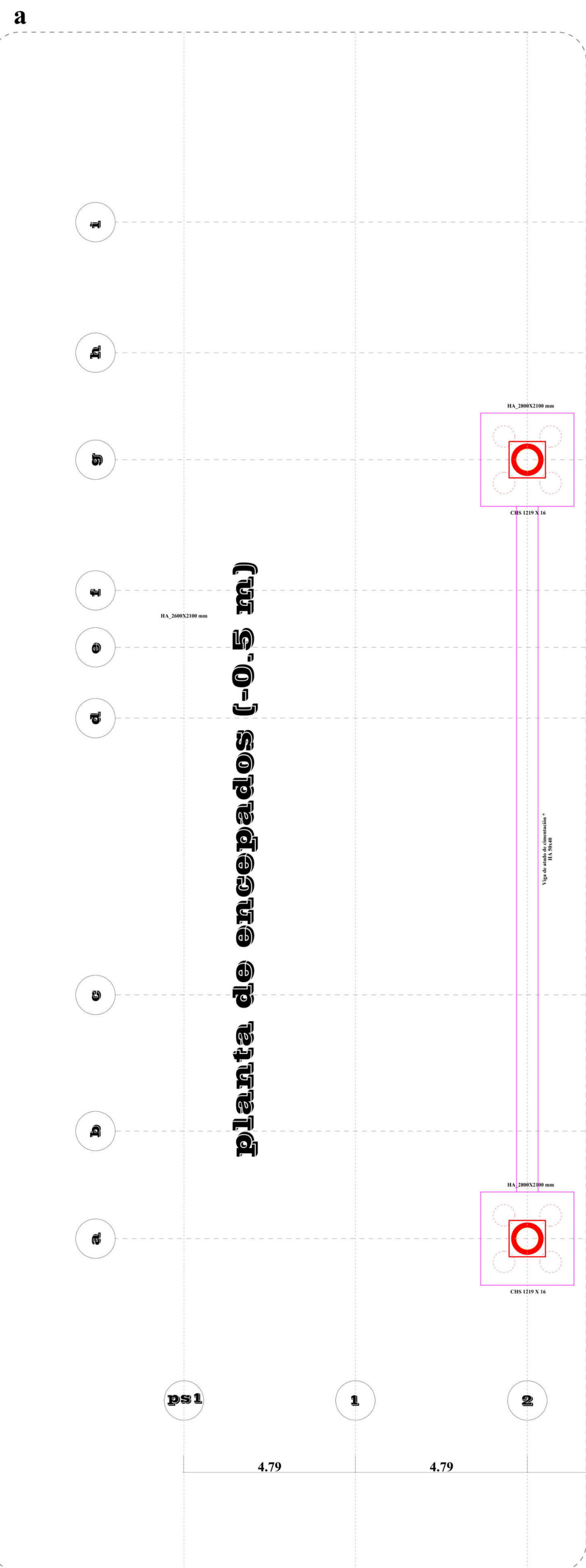
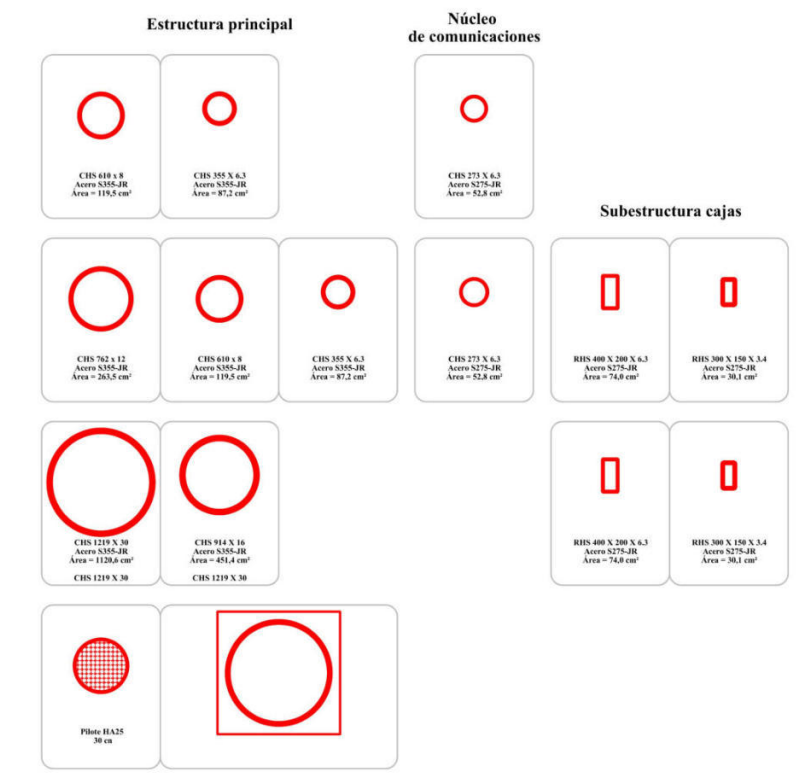
	CARGAS ESTRUCTURA PUENTE		
	Usos productivos***	Instalaciones*	Pasarelas**
Cajas programáticas	4,42		
Forjados			2
Maquinaria		1	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	4,42	1	2
x1,35 = de CALCULO	5,96	1,35	2,7
S uso***	5	5	5
S nieve	0,2	0,2	0,2
TOTAL variables (kN/m ²)	5,2	5,2	5,2
x1,5 = de CALCULO	7,8	7,8	7,8
TOTAL cargas superficiales (kN/m ²)	13,77	9,15	10,5

*Maquinaria e instalaciones industriales que hacen posible la actividad productiva
**Se calcula el peso de la estructura predefinidamente de aceros tabulados de perfil R50 400x200x12,5
***Se calcula la estructura contra el exterior combinada de tipo programático de uso productivo (sobrecarga de uso = 5 kN/m²)

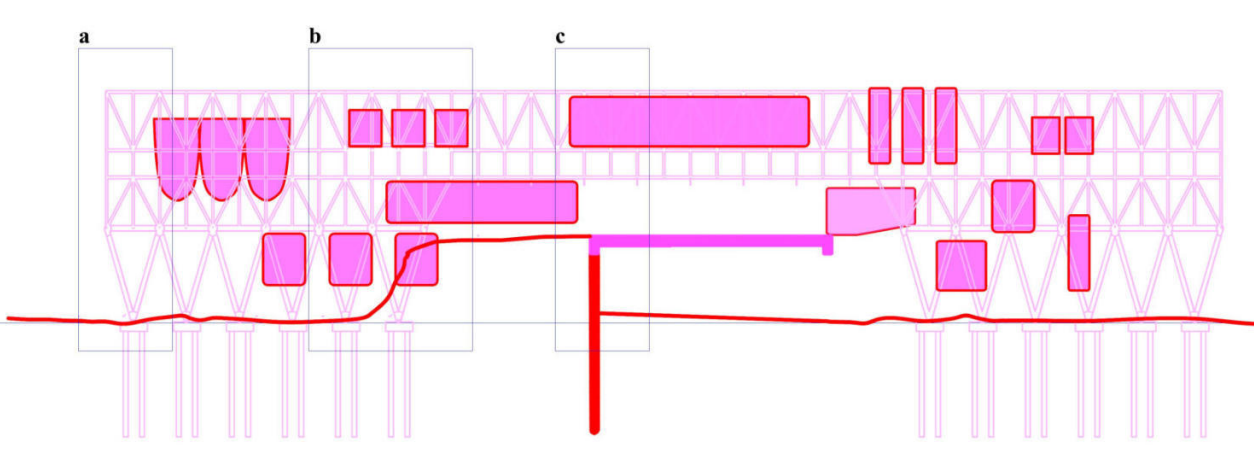
CUADRO DE CARGAS



PERFILES PILARES / ELEMENTOS VERTICALES



- Leyenda**
- 1. Pilar CHS 1210x30
 - 2. Rigidizadores
 - 3. Placa de anclaje
 - 4. Armado de pilar de transición
 - 5. Perno de anclaje
 - 6. Armado encepado Ø 16 mm
 - 7. Armado pilote Ø 16 mm
 - 8. Armado viga de atado Ø 8 mm
 - 9. Hormigón de limpieza
 - 10. Rellenos de terreno
 - 11. Hormigón
 - 12. Encepado
 - 13. Píote
 - 14. Pilarcillo de transición de hormigón
 - 15. CHS 711 x 8
 - 16. Pletina de unión
 - 17. Cabeza de tirante
 - 18. Tirante R 50
 - 19. Cercha piramidal invertida
 - 20. Cartela
 - 21. L. de acero
 - 22. Redondo
 - 23. Perfil soldado
 - 24. CHS 101.6 x 3
 - 25. CHS 271 x 6.3
 - 26. CHS 271 x 6.3 + Perfil T soldado
 - 27. CHS 170 x 3
 - 28. CHS 355 x 6.3
 - 29. Malla superior Ø 8mm
 - 30. Chapa grecada
 - 31. RHS 400x200x12.5
 - 32. Armado Ø 16 mm



Ricardo Acedo Roca n.exp: 19004
ETSAM Taller de Estructuras / otoño 2025
prof. Jacinto Ruiz Carmona tutor: María Langarita / Aula Tuñón

* es necesario atar la estructura en la cimentación debido a los esfuerzos horizontales divergentes del centro de la estructura transmitidos por los pilares inclinados en V.

	HORMIGÓN	
	Cimientos	Resto de la obra
Denominación	HA25 F40/XC2	HA25 F20/XC1
Resistencia característica	25 N/mm ²	25 N/mm ²
Consistencia (fluida) F	(fluida) F	(fluida) F
Límites de asiento	5 - 9 cm	5 - 9 cm
Denominación	40 mm	20 mm
Tipo de árido	silíceo	silíceo
Ambiente	XC2	XC1
Recubrimiento mínimo	70 mm *	15 mm *
Control	Estadístico	Estadístico

* centro de árido, contra escudado a homólogo de limpieza, 50 mm
** el recubrimiento nominal (caso de separar) es 10 mm más

	ACERO DE ARMAR	
	Cimientos	Resto de la obra
Denominación	B 400 S	B 500 SD
Tensión del límite elástico	400 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	por distintivo	por ensayo

S indica que es soluble; SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

	ACERO ESTRUCTURAL	
	Estructura principal	Resto de la obra
Denominación	S 355 JR	S 275 JR
Tensión característica f _y d (kN/cm ²)	35,5	27,5
Tensión tangencial de cálculo f _v yd (kN/cm ²)	19,5	15
Modulo de elasticidad E (kN/cm ²)	21000	21000
Coefficiente de seguridad	1,05	1,05

S indica que es soluble; SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

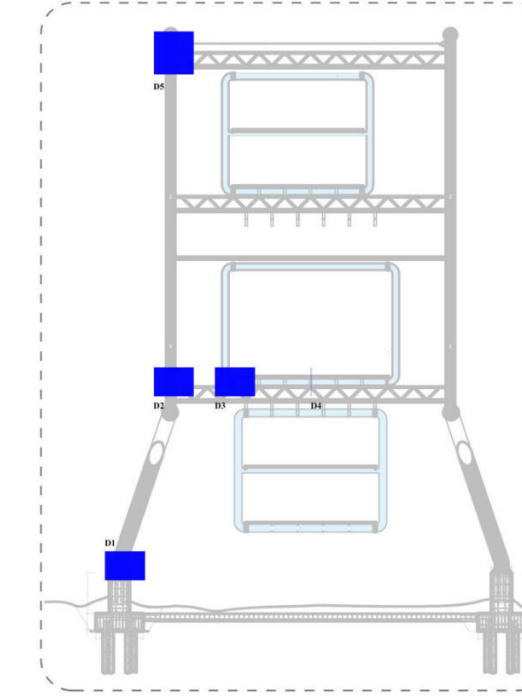
	CARGAS CAJAS PROGRAMÁTICAS	
	Vivienda, zonas comunes	Cocinas y almacenamiento
Subestructura metálica*	2,12	2,12
Envoltorio	0,3	0,3
Forjados**	2	2
Particiones	0,48	0,48
Suelo técnico	0,4	0,4
Cubierta	1,5	1,5
Cubrición textil	0,1	
Tramex	0,58	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	7,90	7,23

*Se calcula el peso de la estructura prefabricada de aceros tabulados de perfil RHS 400x200x12,5

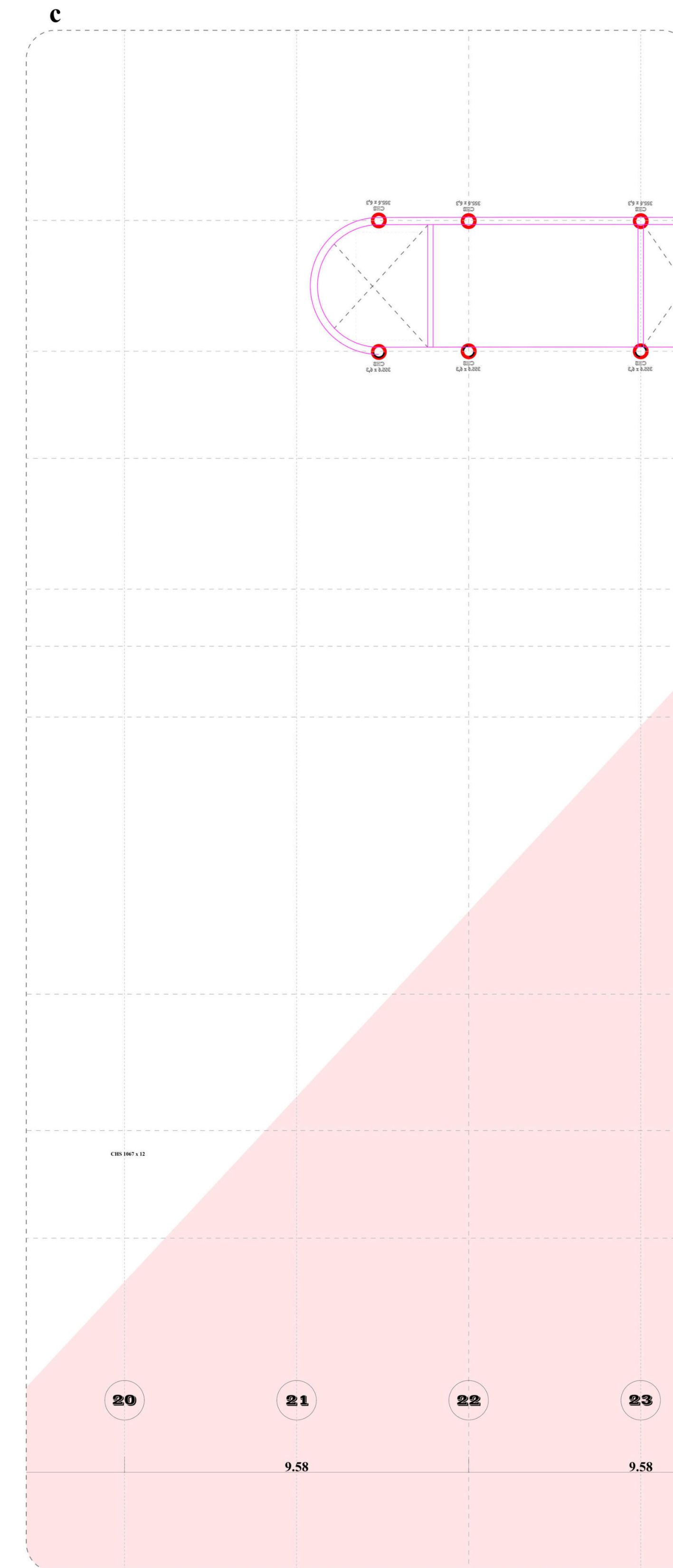
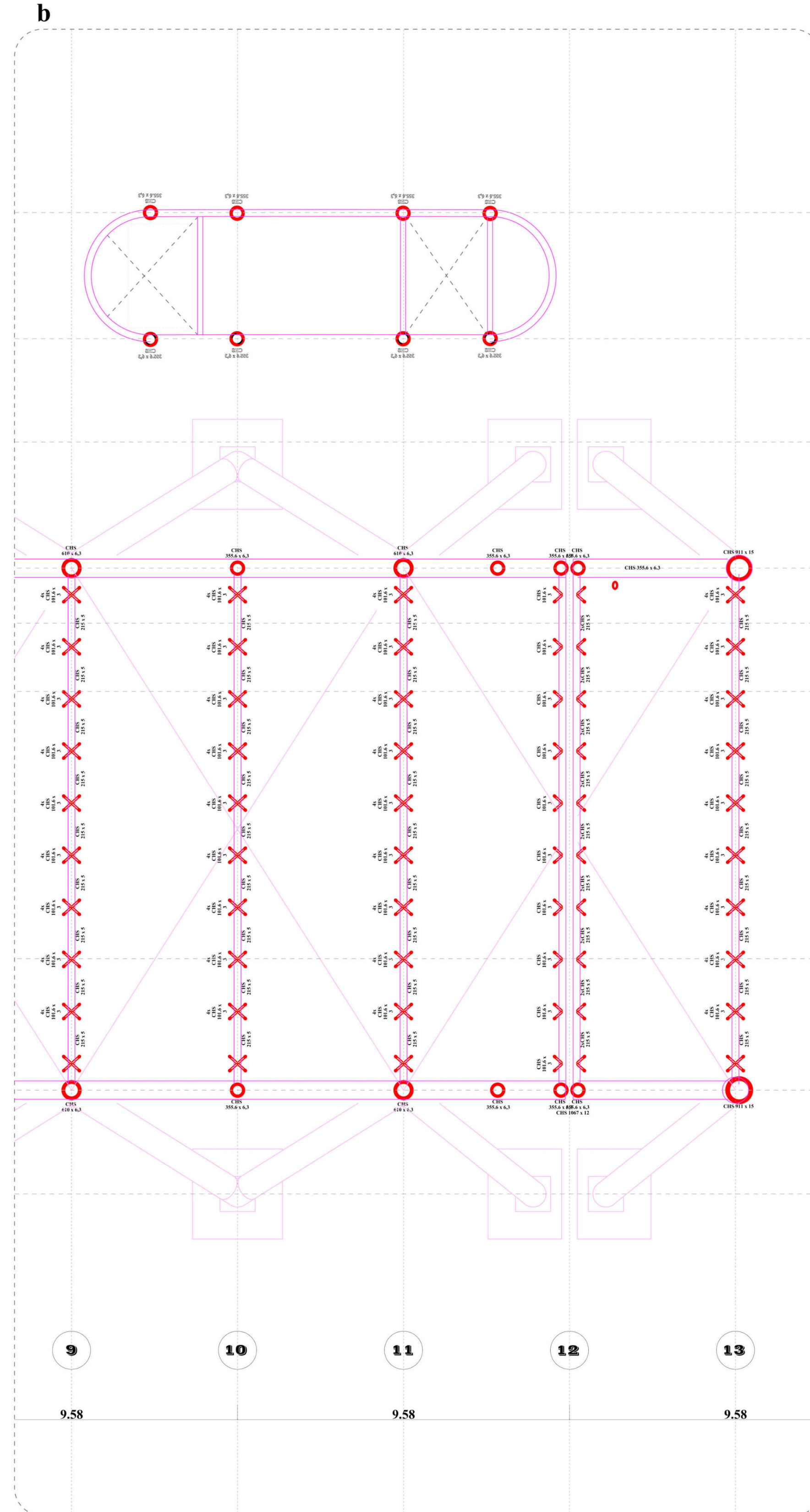
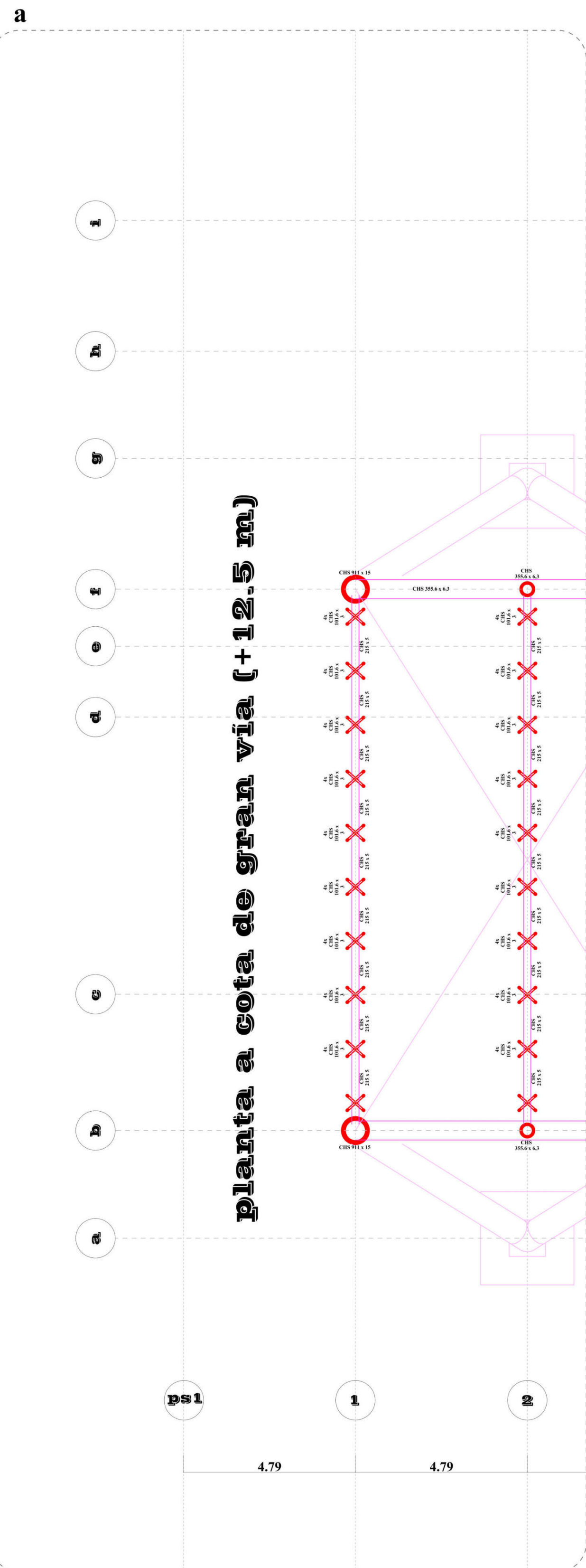
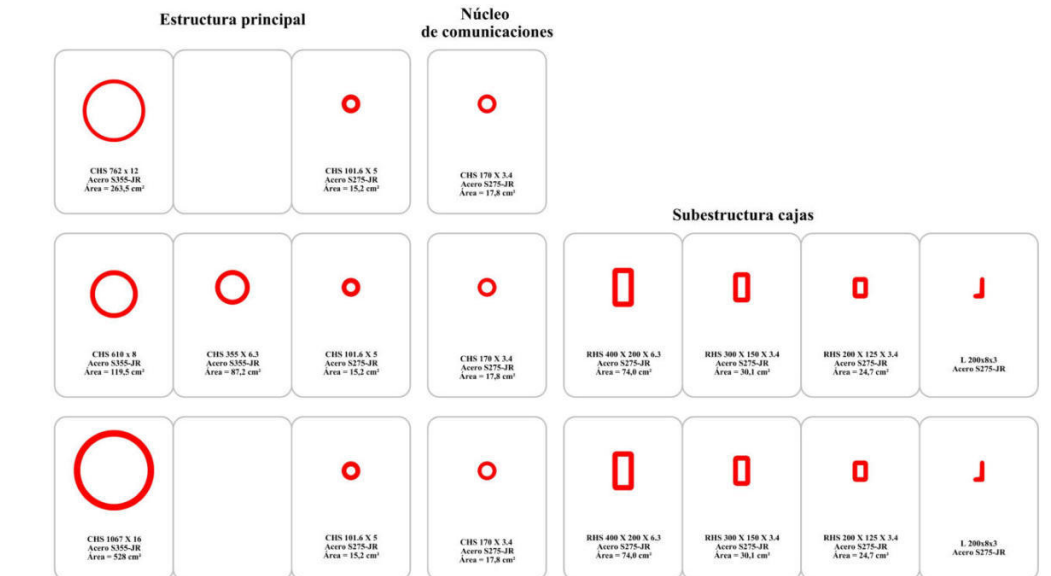
	CARGAS ESTRUCTURA PUENTE		
	Usos productivos***	Instalaciones*	Pasarelas**
Cajas programáticas	4,42		
Forjados			2
Maquinaria		1	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	4,42	1	2
x1,35 = de CALCULO	5,96	1,35	2,7
S uso***	5	5	5
S nieve	0,2	0,2	0,2
TOTAL variables (kN/m ²)	5,2	5,2	5,2
x1,5 = de CALCULO	7,8	7,8	7,8
TOTAL cargas superficiales (kN/m ²)	13,77	9,15	10,9

*Maquinaria e instalaciones industriales que hacen posible la actividad productiva
**Se calcula el peso de la estructura prefabricada de aceros tabulados de perfil RHS 400x200x12,5
***Se calcula la estructura como a estructura combinada de tipo programática de uso productivo (sobrecarga de uso = 5 kN/m²)

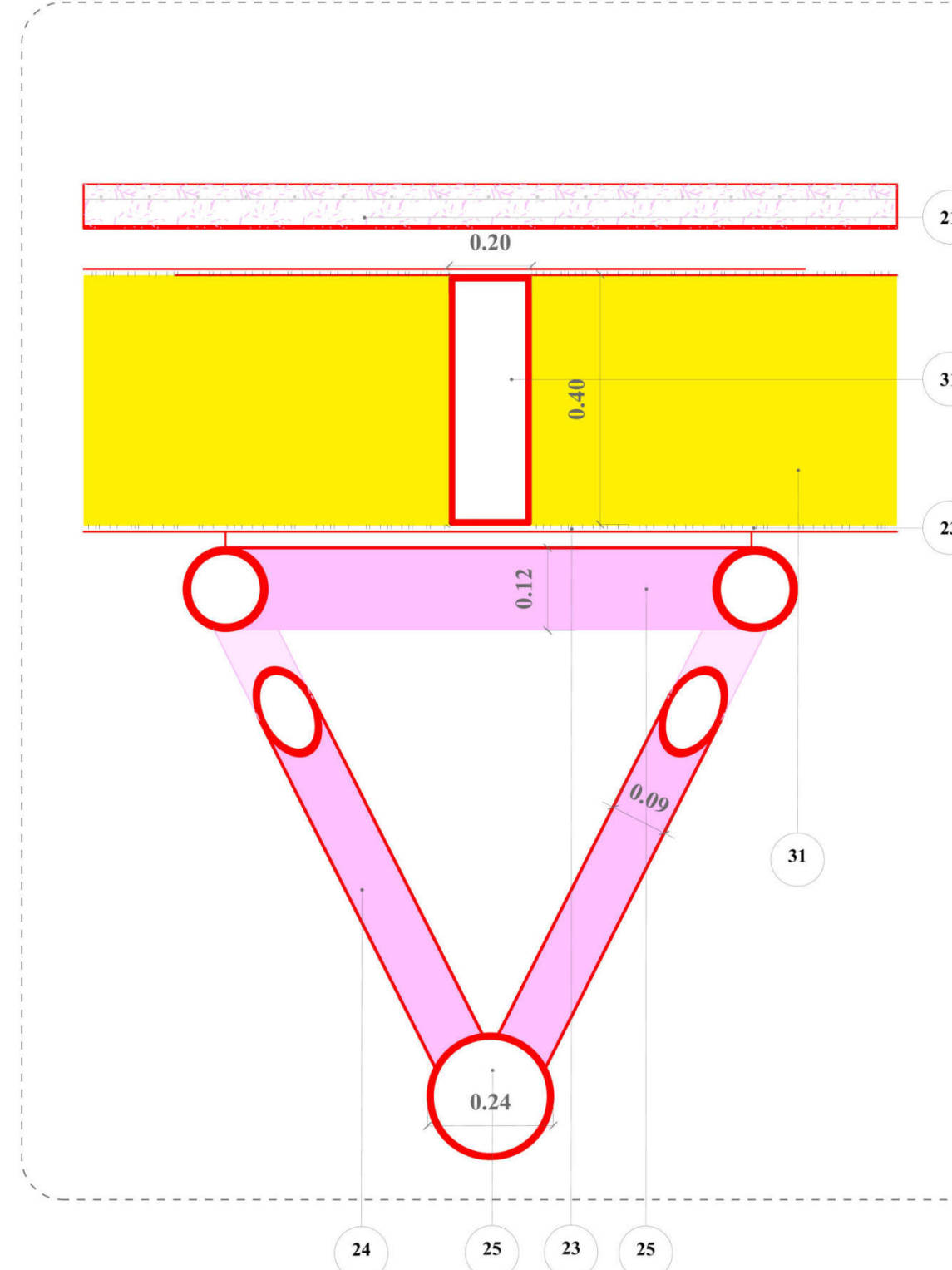
CUADRO DE CARGAS



PERFILES VIGAS/ELEMENTOS HORIZONTALES

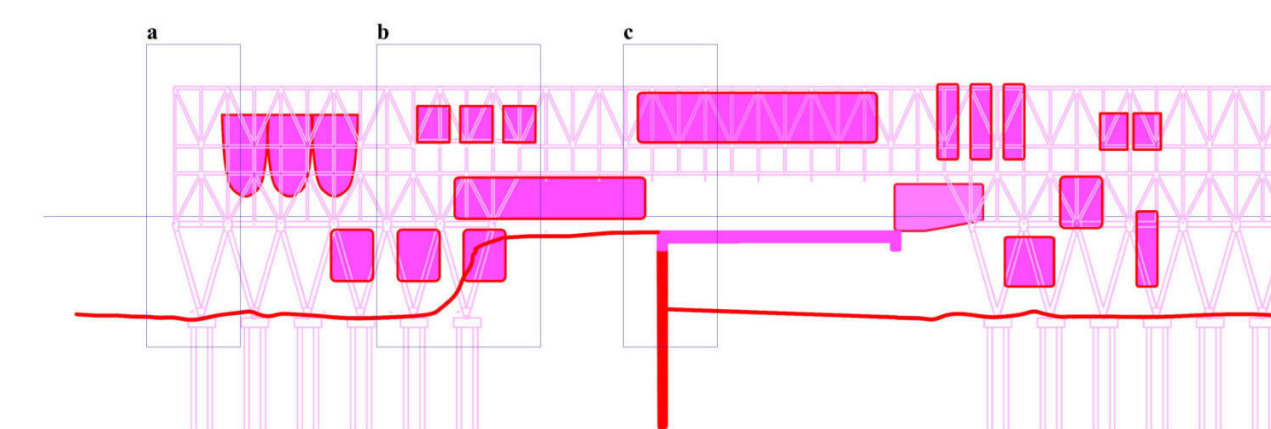


D4_Cercha transversal en sección



Leyenda

- Pilar CHS 1210x30
- Rigidizadores
- Placa de anclaje
- Armado de pilar de transición
- Perno de anclaje
- Armado encepado Ø 16 mm
- Armado pilote Ø 16 mm
- Armado viga de atado Ø 8 mm
- Hormigón de limpieza
- Relleno de terreno
- Hormigón
- Encepado
- Pilote
- Pilarcillo de transición de hormigón
- CHS 711 x 8
- Pletina de unión
- Cabeza de tirante
- Tirante R 50
- Cercha piramidal invertida
- Cartela
- L de acero
- Redondo
- Perfil soldado
- CHS 101.6 x 3
- CHS 271 x 6.3
- CHS 271 x 6.3 + Perfil T soldado
- CHS 170 x 3
- CHS 355 x 6.3
- Mallazo superior Ø 8mm
- 20x15
- Chapa grecada
- Armado Ø 16 mm



Ricardo Acedo Roca
ETSAM
prof. Jacinto Ruiz Carmona

n.exp: 19004
Taller de Estructuras / otoño 2025
tutora: María Langarita / Aula Tuñón

HORMIGÓN		
Tipo de elemento	Cimientos	Resto de la obra
Denominación	HA25 F40/XC2	HA25 F20/XC1
Resistencia característica	25 N/mm ²	25 N/mm ²
Consistencia (fluida) F	(fluida) F	(fluida) F
Límites de asiento	5 - 9 cm	5 - 9 cm
Denominación	40 mm	20 mm
Tipo de árido	silíceo	silíceo
Ambiente	XC2	XC1
Recubrimiento mínimo	70 mm *	15 mm *
Control	Estadístico	Estadístico

ACERO DE ARMAR		
Tipo de elemento	Cimientos	Resto de la obra
Denominación	B 400 S	B 500 SD
Tensión del límite elástico	400 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	por distintivo	por ensayo

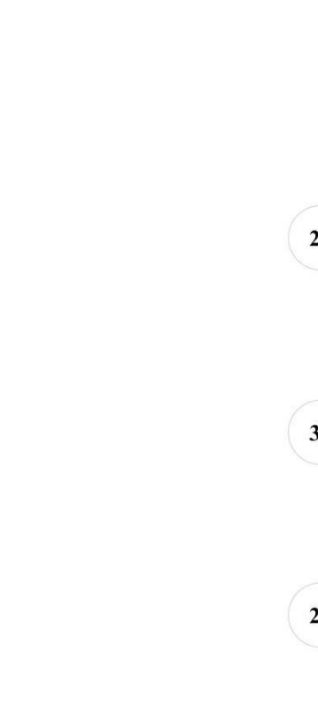
S indica que es soldable. SD que admite tanto condiciones adicionales de ductilidad.

ACERO ESTRUCTURAL		
Tipo de elemento	Estructura principal	Resto de la obra
Denominación	S 355 JR	S 275 JR
Tensión característica f _y d (kN/cm ²)	35,5	27,5
Tensión tangencial de cálculo f _v d (kN/cm ²)	19,5	15
Modulo de elasticidad E (kN/cm ²)	21000	21000
Coefficiente de seguridad	1,05	1,05

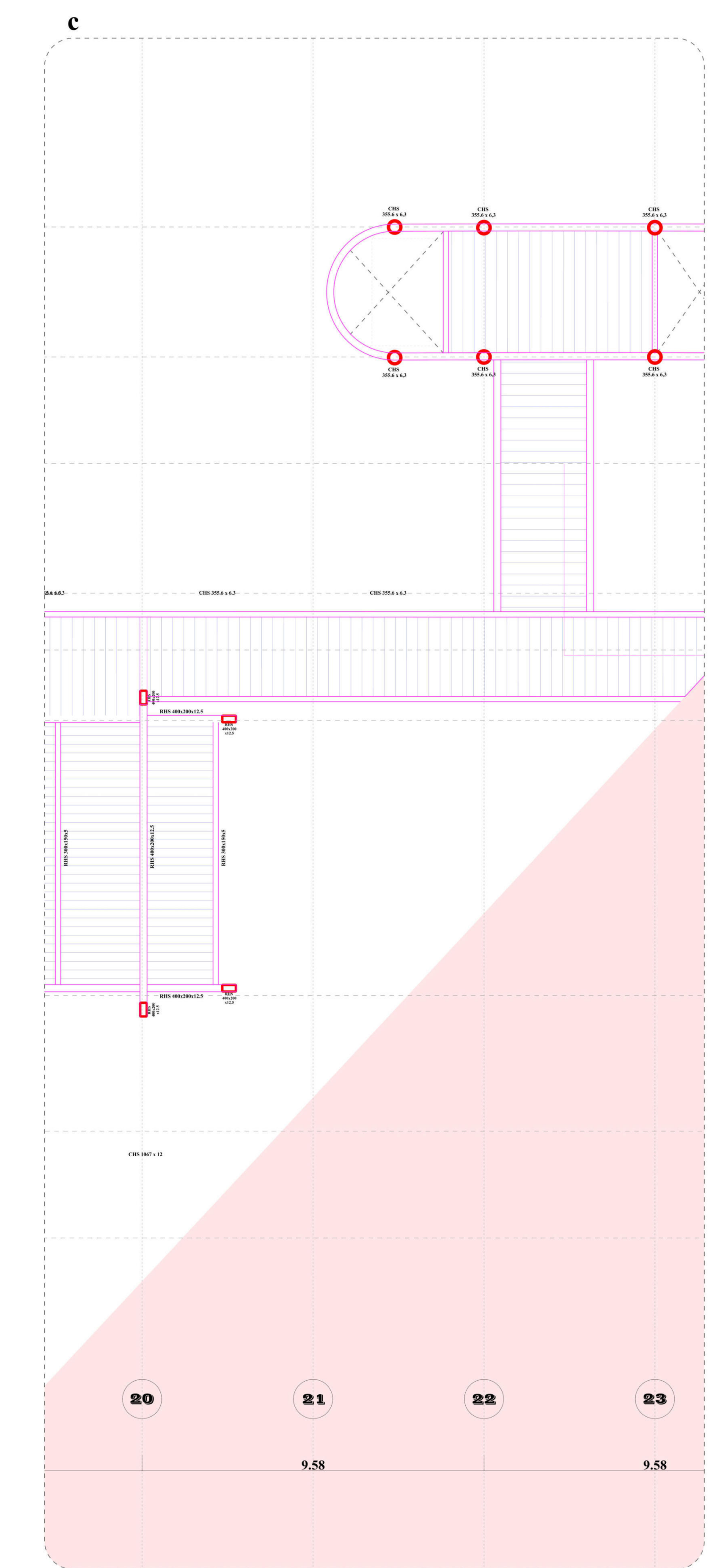
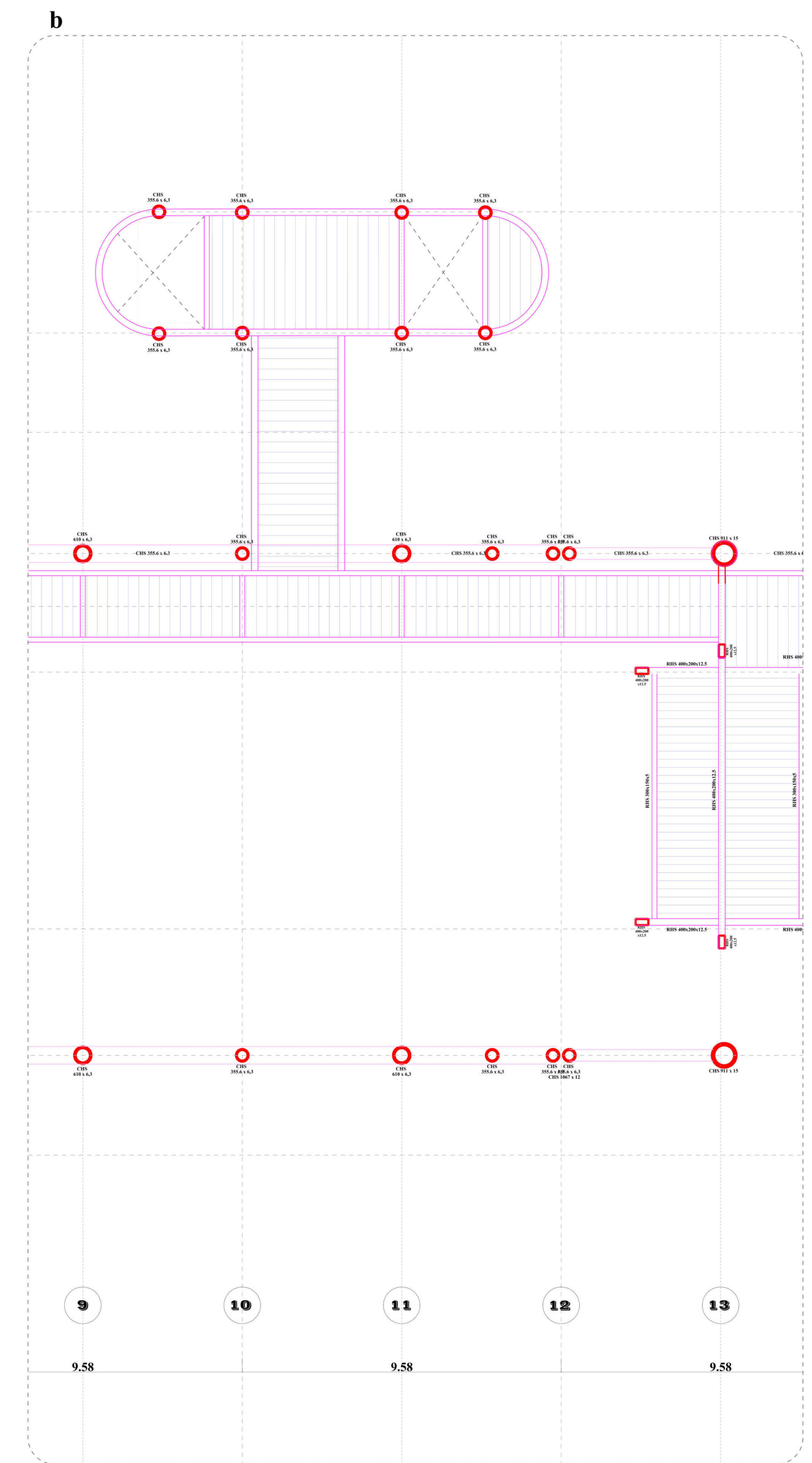
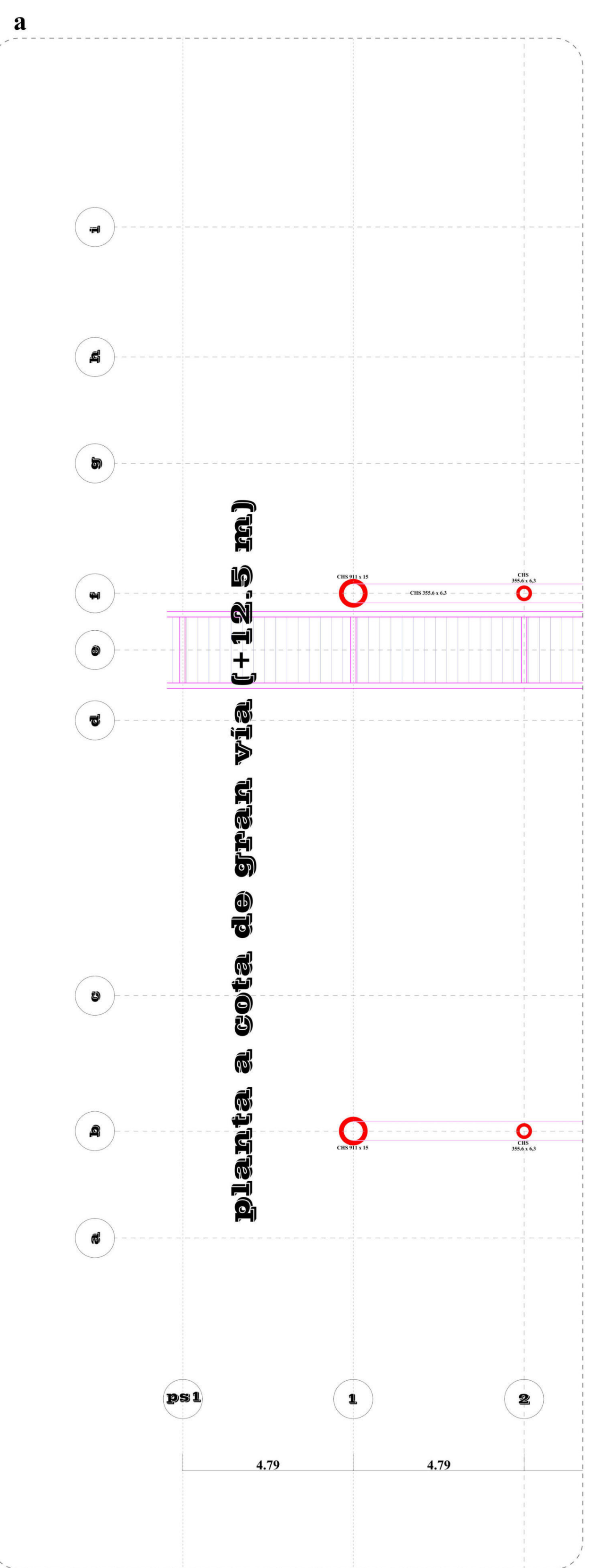
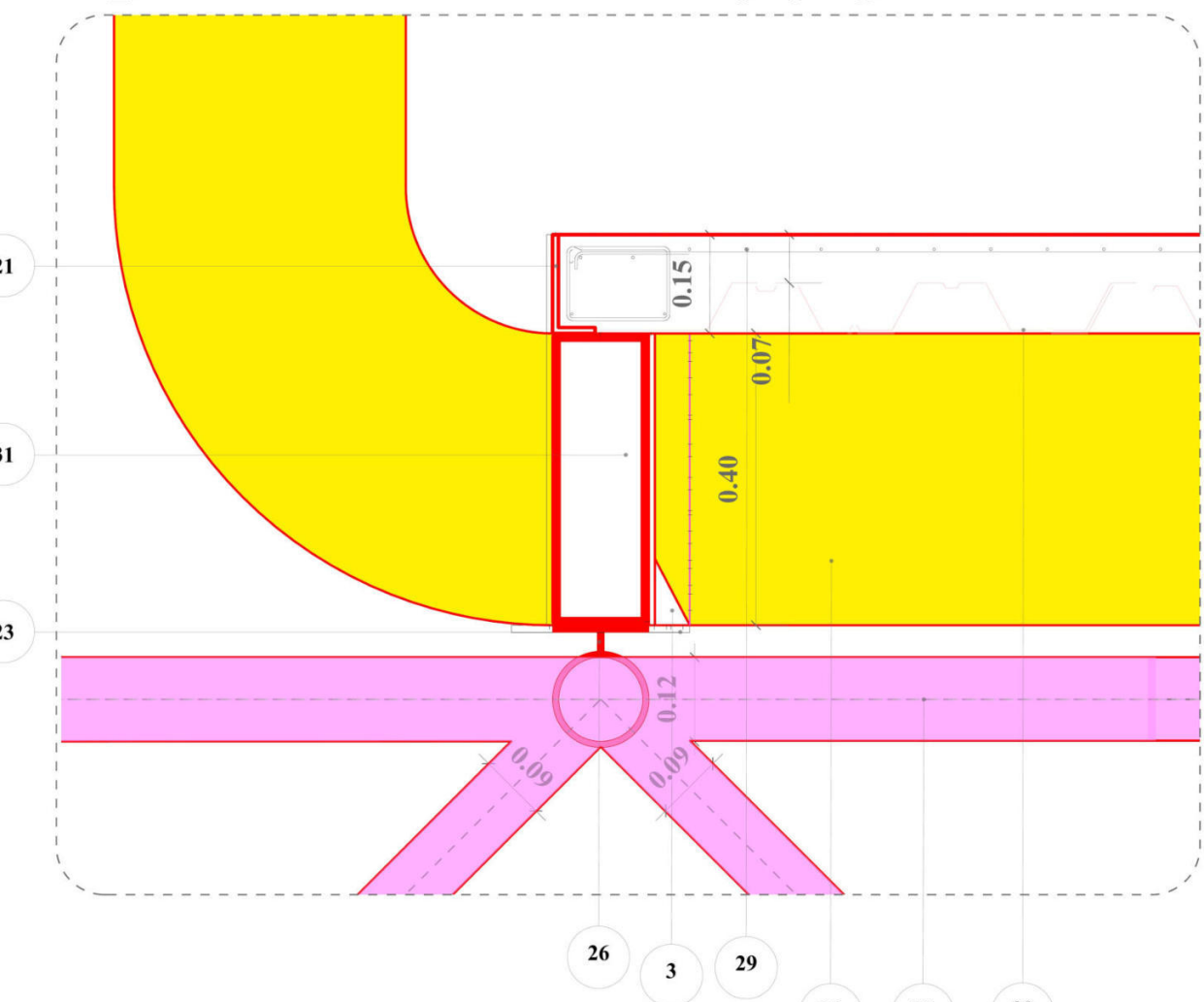
S indica que es soldable. SD que admite tanto condiciones adicionales de ductilidad.

CARGAS CAJAS PROGRAMÁTICAS		
Vivienda, zonas comunes	Cocinas y almacenamiento	
Subestructura metálica*	2,12	2,12
Envoltorio	0,3	0,3
Forjados**	2	2
Particiones	0,48	0,48
Suelo técnico	0,4	0,4
Cubierta	1,5	1,5
Cubrición textil	0,1	
Tramex	0,58	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	7,90	7,23

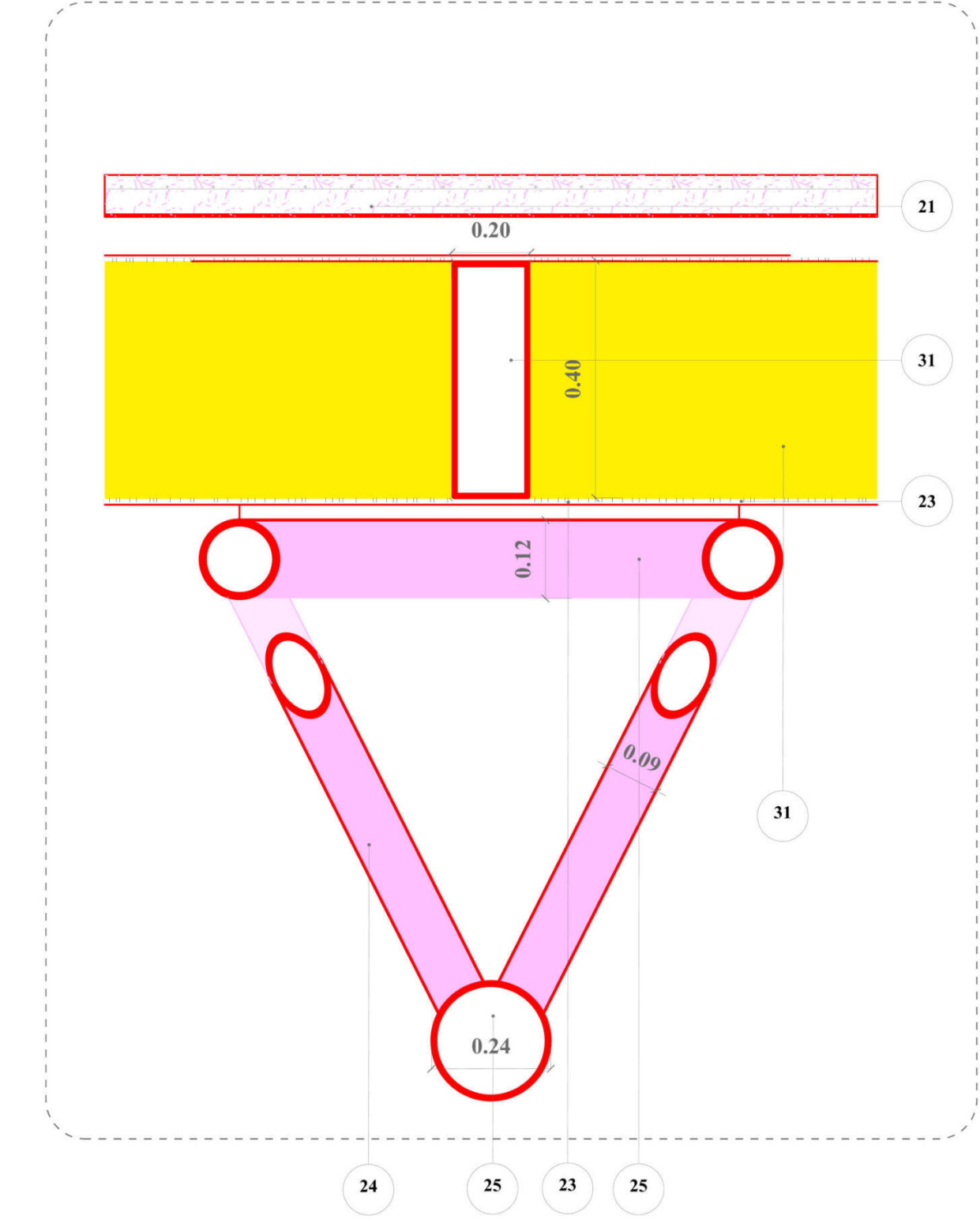
CARGAS ESTRUCTURA PUENTE		
Usos productivos***	Instalaciones*	Pasarelas**
Cajas programáticas	4,42	
Forjados		2
Maquinaria	1	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	4,42	2
x1,35 = de CALCULO	5,96	2,7
S uso***	5	5
S nieve	0,2	0,2
TOTAL variables (kN/m ²)	5,2	5,2
x1,5 = de CALCULO	7,8	7,8
TOTAL cargas superficiales (kN/m ²)	13,77	10,5



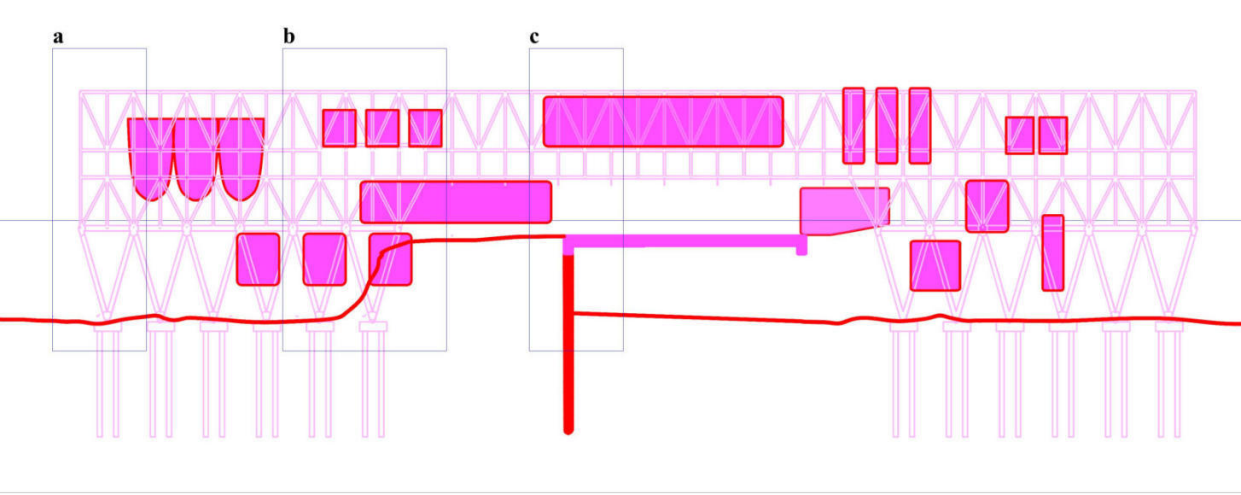
D3_Encuentro cercha transv. con caja programática



D4_Cercha transversal en sección



- Leyenda**
- 1. Pilar CHS 1210x30
 - 2. Rigidizadores
 - 3. Placa de anclaje
 - 4. Armado de pilar de transición
 - 5. Perno de anclaje
 - 6. Armado encepado Ø 16 mm
 - 7. Armado pilote Ø 16 mm
 - 8. Armado viga de atado Ø 8 mm
 - 9. Hormigón de limpieza
 - 10. Relleno de terreno
 - 11. Hormigón
 - 12. Encepado
 - 13. Pilote
 - 14. Pilarcillo de transición de hormigón
 - 15. CHS 711 x 8
 - 16. Platina de unión
 - 17. Cabeza de tirante
 - 18. Tirante R 50
 - 19. Cercha piramidal invertida
 - 20. Cartela
 - 21. L. de acero
 - 22. Redondo
 - 23. Perfil soldado
 - 24. CHS 101.6 x 3
 - 25. CHS 271 x 6.3
 - 26. CHS 271 x 6.3 + Perfil T soldado
 - 27. CHS 170 x 3
 - 28. CHS 355 x 6.3
 - 29. Malla superior Ø 8mm 20x15
 - 30. Chapa grecada
 - 31. RHS 400x200x12.5
 - 32. Armado Ø 16 mm



Ricardo Acedo Roca
ETSAM
prof. Jacinto Ruiz Carmona

n.exp: 19004
Taller de Estructuras / otoño 2025
tutora: María Langarita / Aula Tuñón

	HORMIGÓN	
	Cimentos	Resto de la obra
Denominación	HA25 F40/XC2	HA25 F20/XC1
Resistencia característica	25 N/mm ²	25 N/mm ²
Consistencia (fluida) F	(fluida) F	(fluida) F
Límites de asiento	5 - 9 cm	5 - 9 cm
Denominación	40 mm	20 mm
Tipo de árido	silíceo	silíceo
Ambiente	XC2	XC1
Recubrimiento mínimo	70 mm *	15 mm *
Control	Estadístico	Estadístico

	ACERO DE ARMAR	
	Cimentos	Resto de la obra
Denominación	B 400 S	B 500 SD
Tensión del límite elástico	400 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	por distintivo	por ensayo

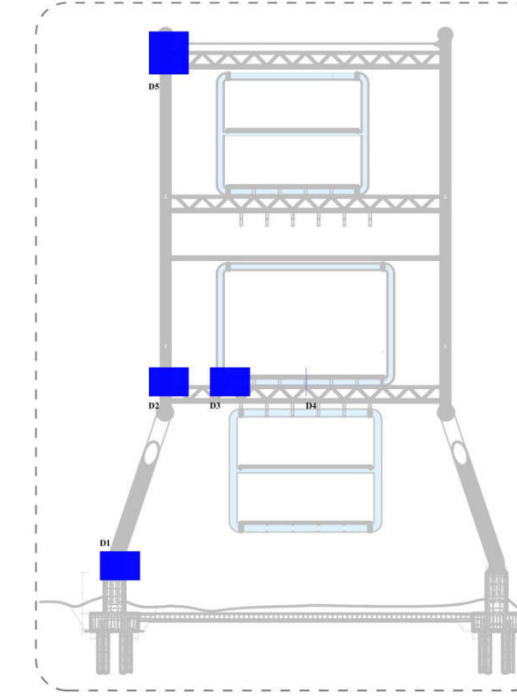
	ACERO ESTRUCTURAL	
	Estructura principal	Resto de la obra
Denominación	S 355 JR	S 275 JR
Tensión característica f _{yd} (kN/cm ²)	35,5	27,5
Tensión tangencial de cálculo f _{vd} (kN/cm ²)	19,5	15
Modulo de elasticidad E (kN/cm ²)	21000	21000
Coefficiente de seguridad	1,05	1,05

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

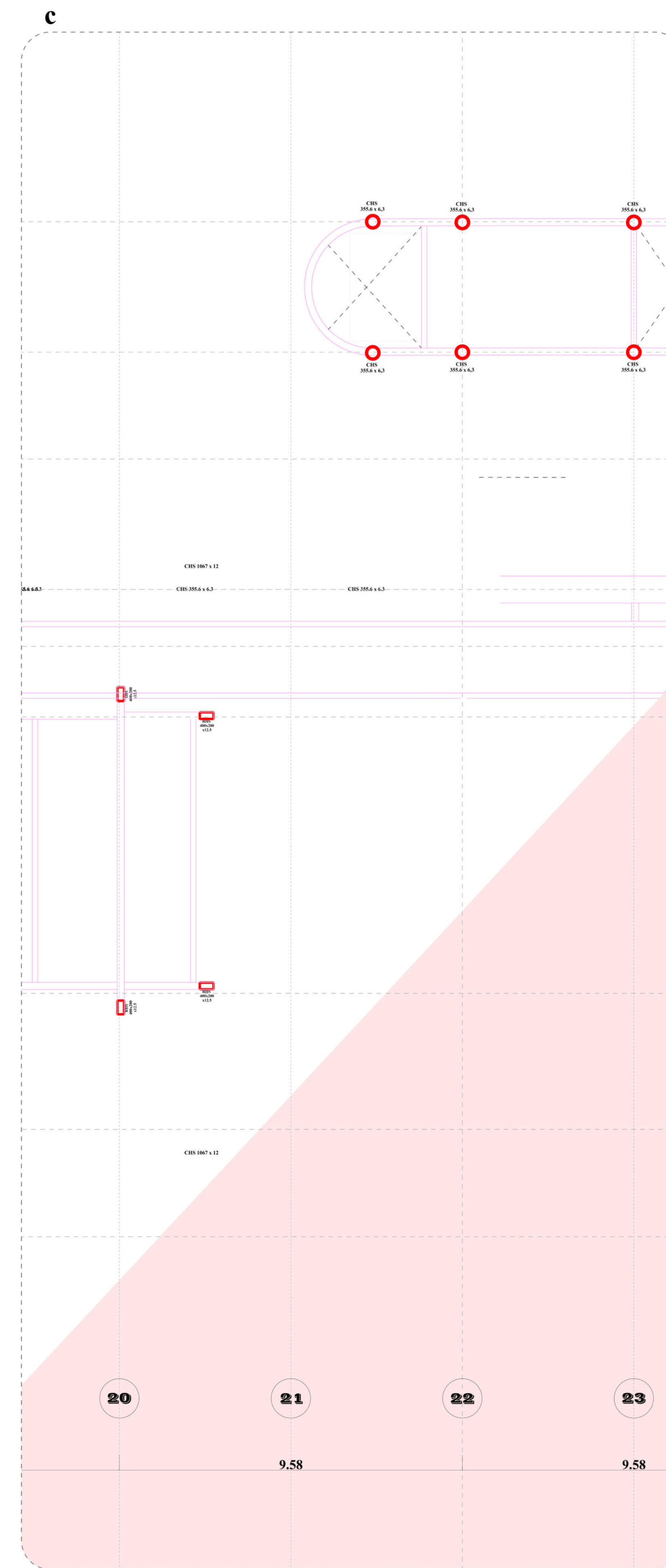
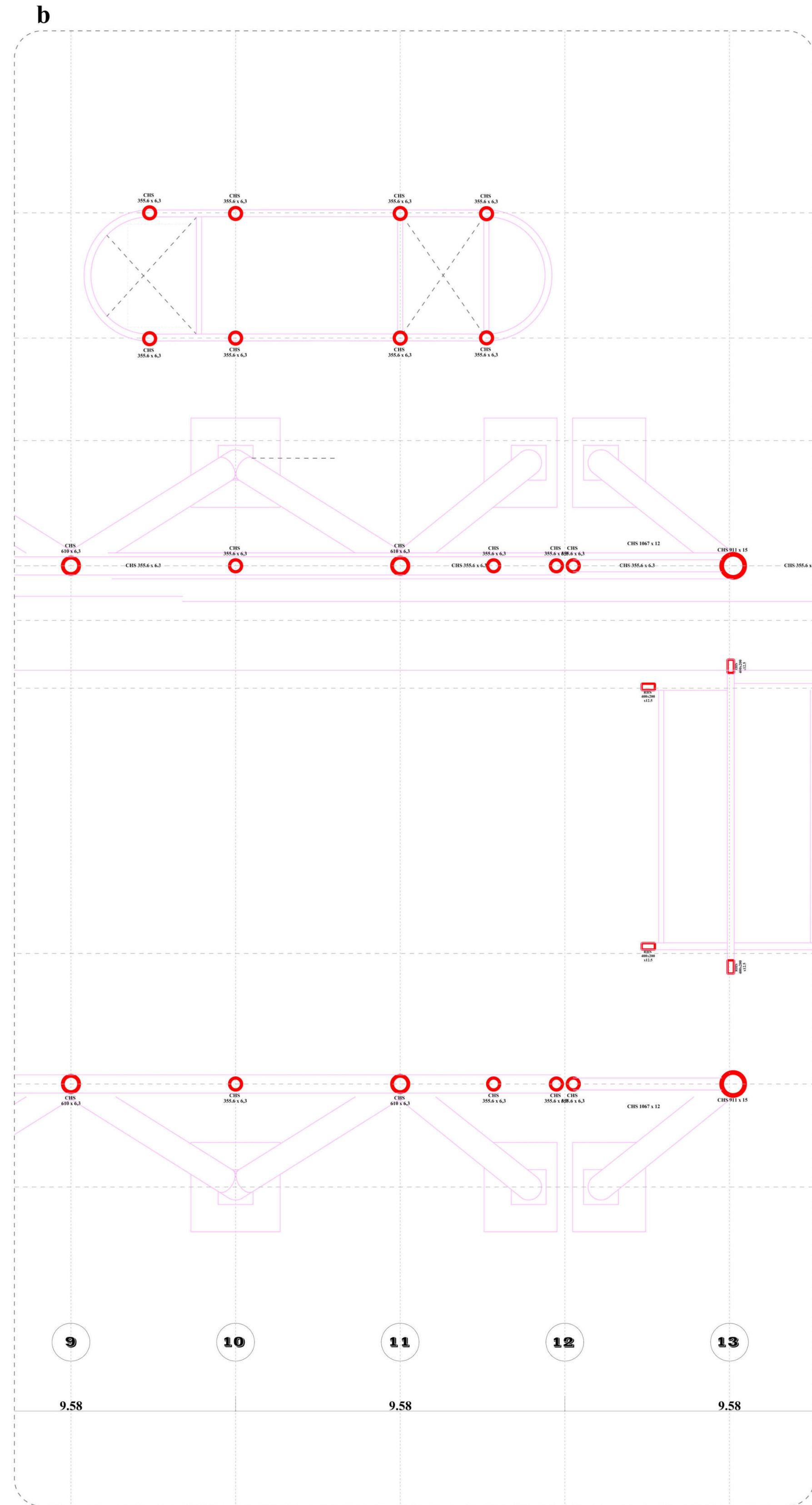
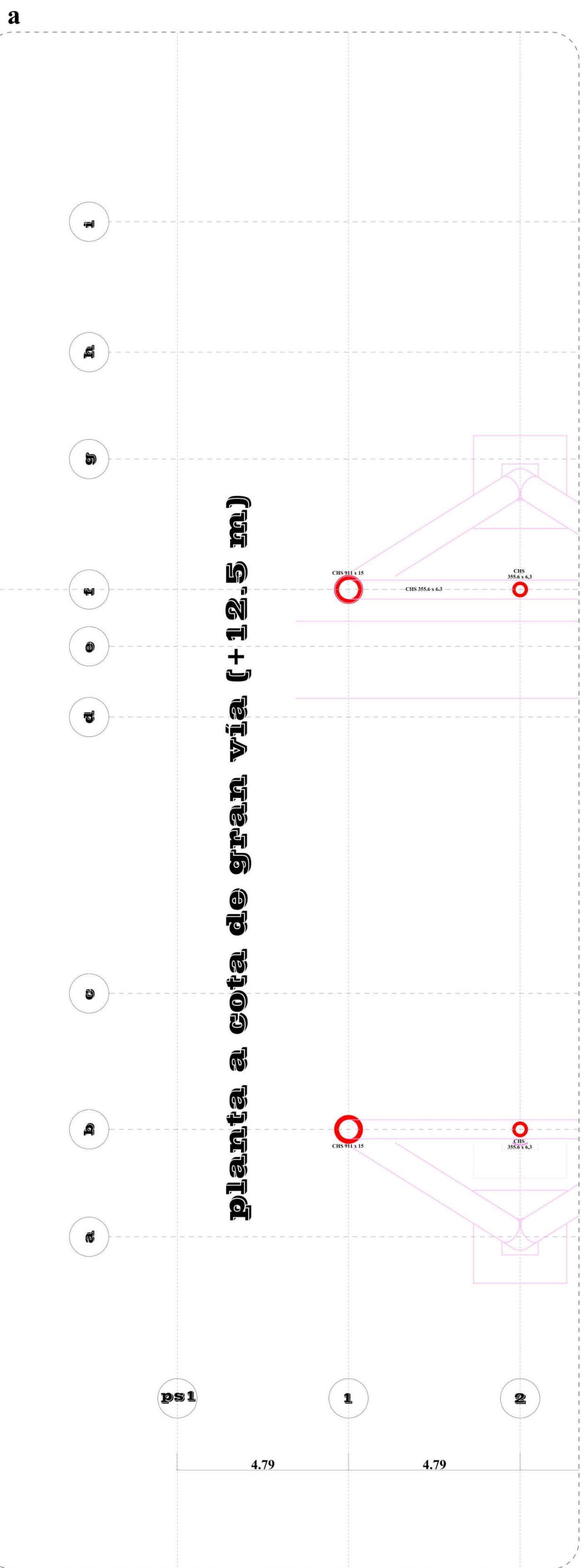
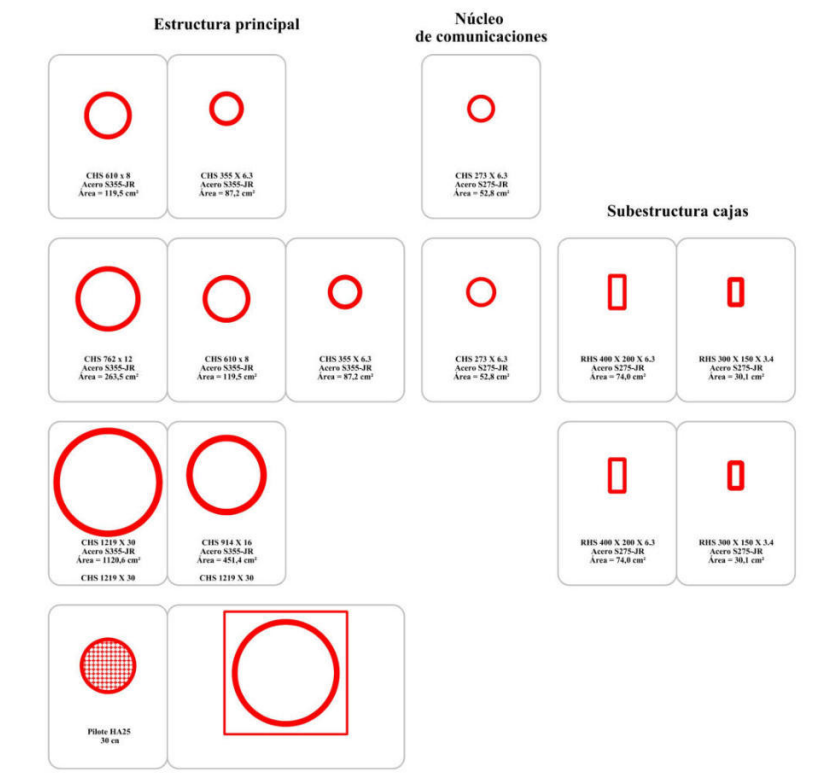
	CARGAS CAJAS PROGRAMÁTICAS	
	Vivienda, zonas comunes	Cocinas y almacenamiento
Subestructura metálica*	2,12	2,12
Envoltorio	0,3	0,3
Forjados**	2	2
Particiones	0,48	0,48
Suelo técnico	0,4	0,4
Cubierta	1,5	1,5
Cubrición textil	0,1	
Tramex	0,58	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	7,90	7,23

	CARGAS ESTRUCTURA PUENTE		
	Usos productivos***	Instalaciones*	Pasarelas**
Cajas programáticas	4,42		
Forjados			2
Maquinaria		1	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	4,42	1	2
x1,35 = de CALCULO	5,96	1,35	2,7
S uso***	5	5	5
S nieve	0,2	0,2	0,2
TOTAL variables (kN/m ²)	5,2	5,2	5,2
x1,5 = de CALCULO	7,8	7,8	7,8
TOTAL cargas superficiales (kN/m ²)	13,77	9,15	10,9

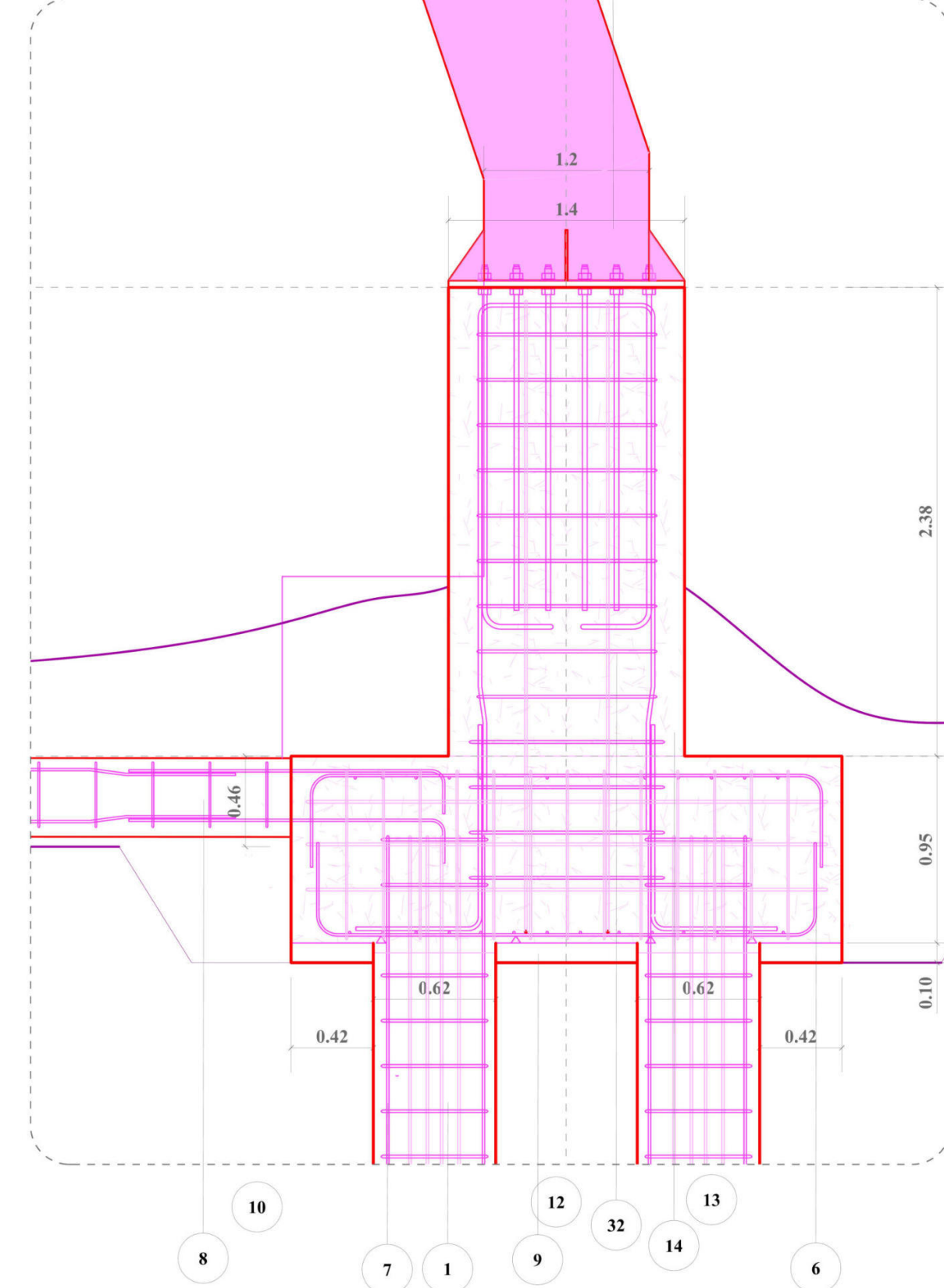
CUADRO DE CARGAS



PERFILES PILARES / ELEMENTOS VERTICALES

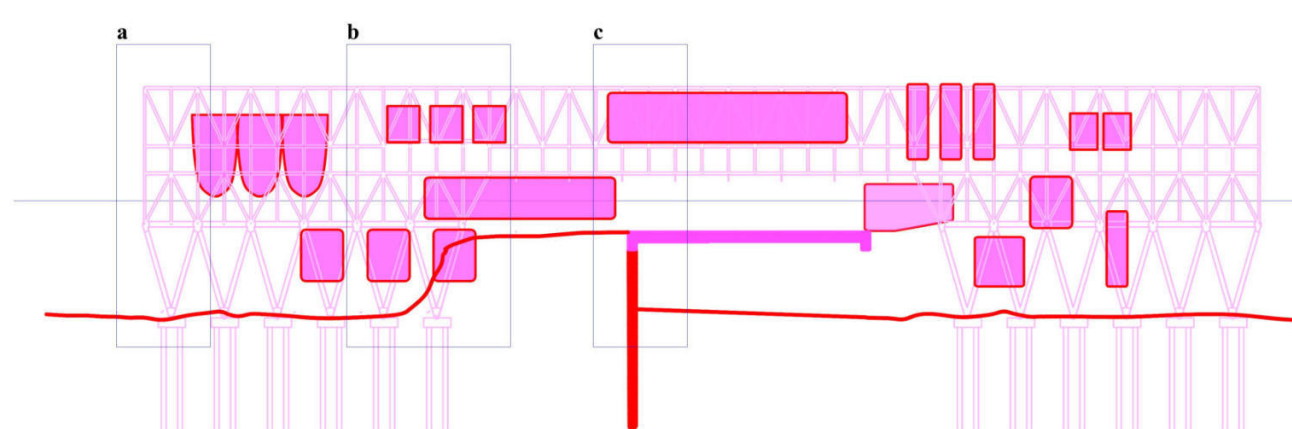


D1_Encuentro con terreno



Leyenda

- 1. Pilar CHS 1210x30
- 2. Rigidizadores
- 3. Placa de anclaje
- 4. Armado de pilar de transición
- 5. Perno de anclaje
- 6. Armado encajado Ø 16 mm
- 7. Armado pilote Ø 16 mm
- 8. Armado viga de atado Ø 8 mm
- 9. Hormigón de limpieza
- 10. Relleno de terreno
- 11. Hormigón
- 12. Encepado
- 13. Pilote
- 14. Pilarcillo de transición de hormigón
- 15. CHS 711 x 8
- 16. Pletina de unión
- 17. Cabeza de tirante
- 18. Tirante R 50
- 19. Cercha piramidal invertida
- 20. Cartela
- 21. L. de acero
- 22. Redondo
- 23. Perfil soldado
- 24. CHS 101.6 x 3
- 25. CHS 271 x 6.3
- 26. CHS 271 x 6.3 + Perfil T soldado
- 27. CHS 170 x 3
- 28. CHS 355 x 6.3
- 29. Mallazo superior Ø 8mm
- 30. Chapa grecada
- 31. RHS 400x200x12.5
- 32. Armado Ø 16 mm



Ricardo Acedo Roca
ETSAM
prof. Jacinto Ruiz Carmona

n.exp: 19004
Taller de Estructuras / otoño 2025
tutora: María Langarita / Aula Tuñón

Denominación	HORMIGÓN	
	Cimientos	Resto de la obra
Resistencia característica	HA25 F40/XC2	HA25 F20/XC1
Consistencia (fluida) F	25 N/mm ²	25 N/mm ²
Límites de asiento	5 - 9 cm	5 - 9 cm
Denominación	40 mm	20 mm
Tipo de árido	silíceo	silíceo
Ambiente	XC2	XC1
Recubrimiento mínimo	70 mm *	15 mm *
Control	Estadístico	Estadístico

* centro de árido, contra escudado a homólogo de limpieza, 30 mm
 ** el recubrimiento nominal (casual de separación) es 10 mm más

Denominación	ACERO DE ARMAR	
	Cimientos	Resto de la obra
Tensión del límite elástico	B 400 S	B 500 SD
Control	por distintivo	por ensayo

S indica que es soluble; SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

Denominación	ACERO ESTRUCTURAL	
	Estructura principal	Resto de la obra
Tensión característica f _{yd} (kN/cm ²)	S 355 JR	S 275 JR
Tensión tangencial de cálculo f _{yd} (kN/cm ²)	35,5	27,5
Modulo de elasticidad E _k (N/cm ²)	21000	21000
Coefficiente de seguridad	1,05	1,05

S indica que es soluble; SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

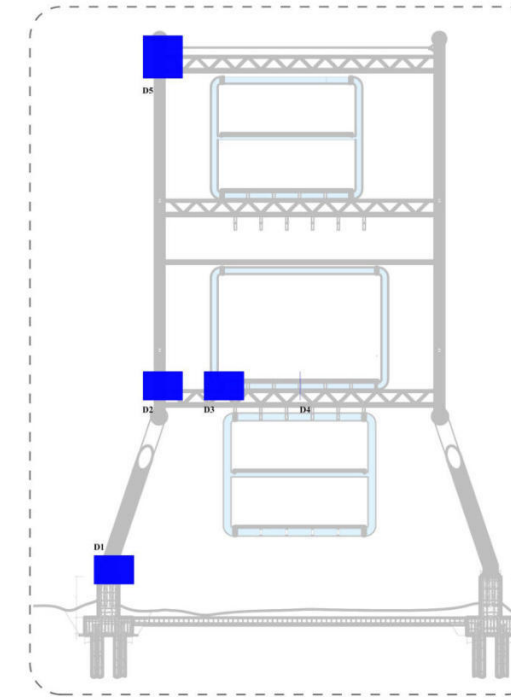
Denominación	CARGAS CAJAS PROGRAMÁTICAS	
	Vivienda, zonas comunes	Cocinas y almacenamiento
Subestructura metálica*	2,12	2,12
Envoltorio	0,3	0,3
Forjados**	2	2
Particiones**	0,48	0,48
Suelo técnico	0,4	0,4
Cubierta	1,5	1,5
Cubrición textil	0,1	
Tramex	0,58	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	7,90	7,23

*Se calcula el peso de la estructura predimensionada de aceros tabulados de perfil R500 400x200x12,2

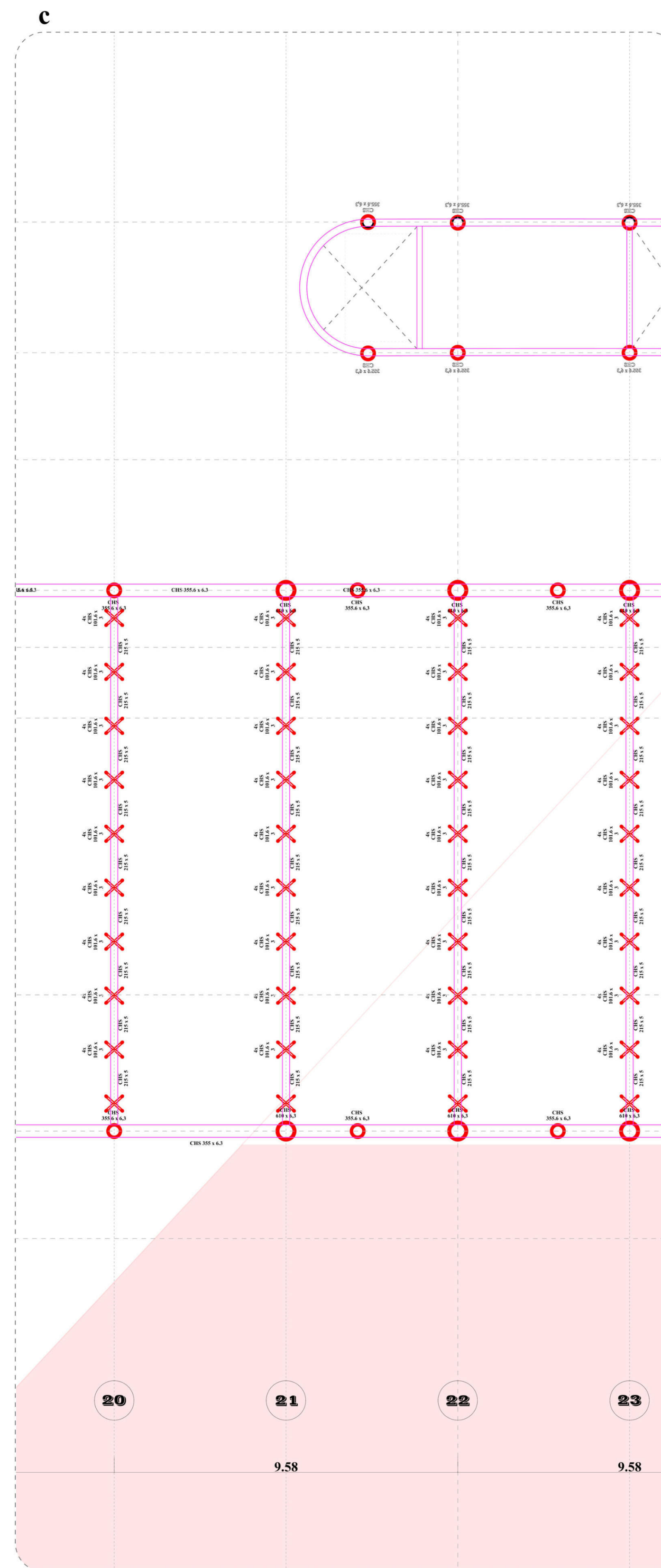
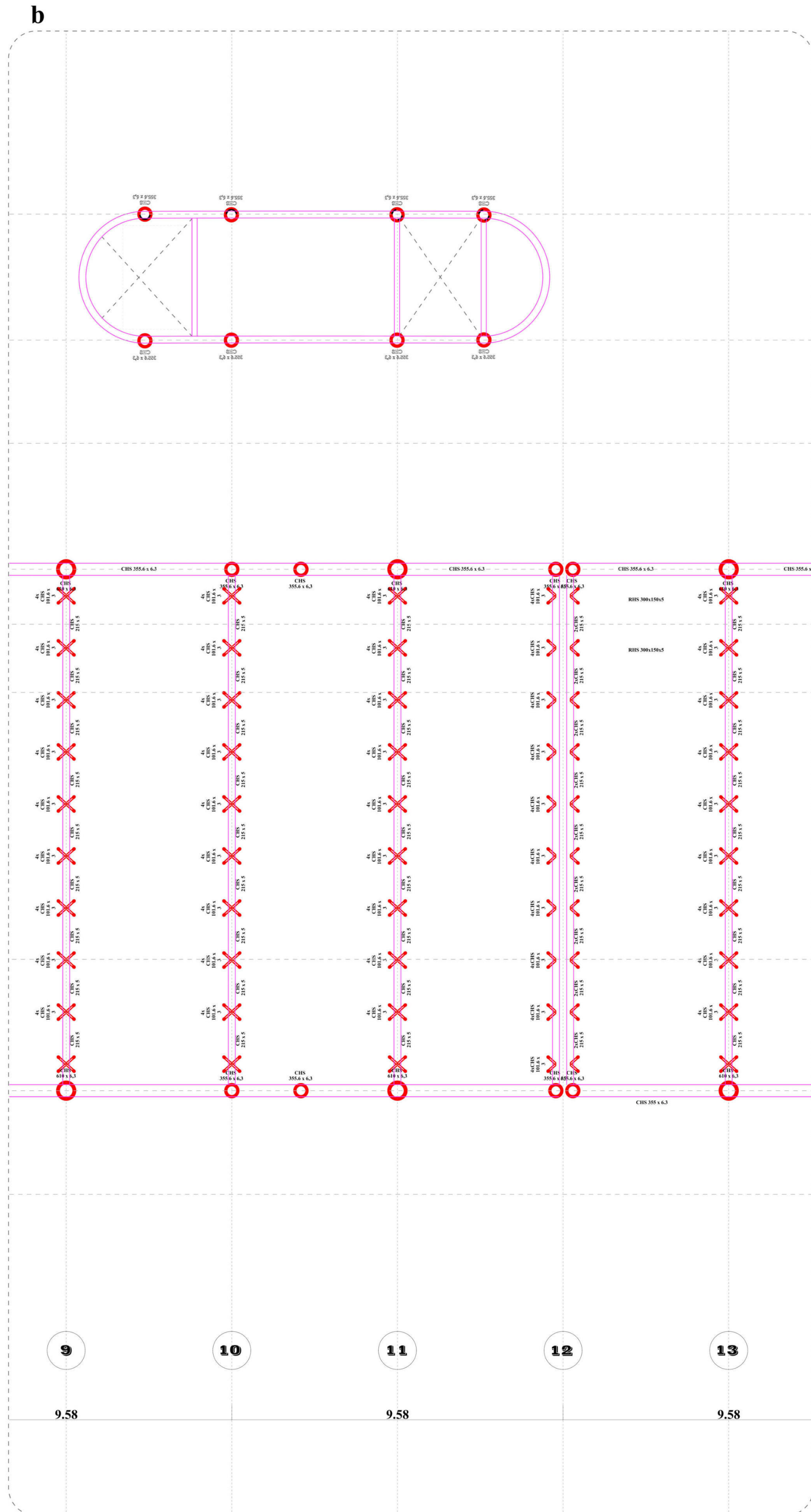
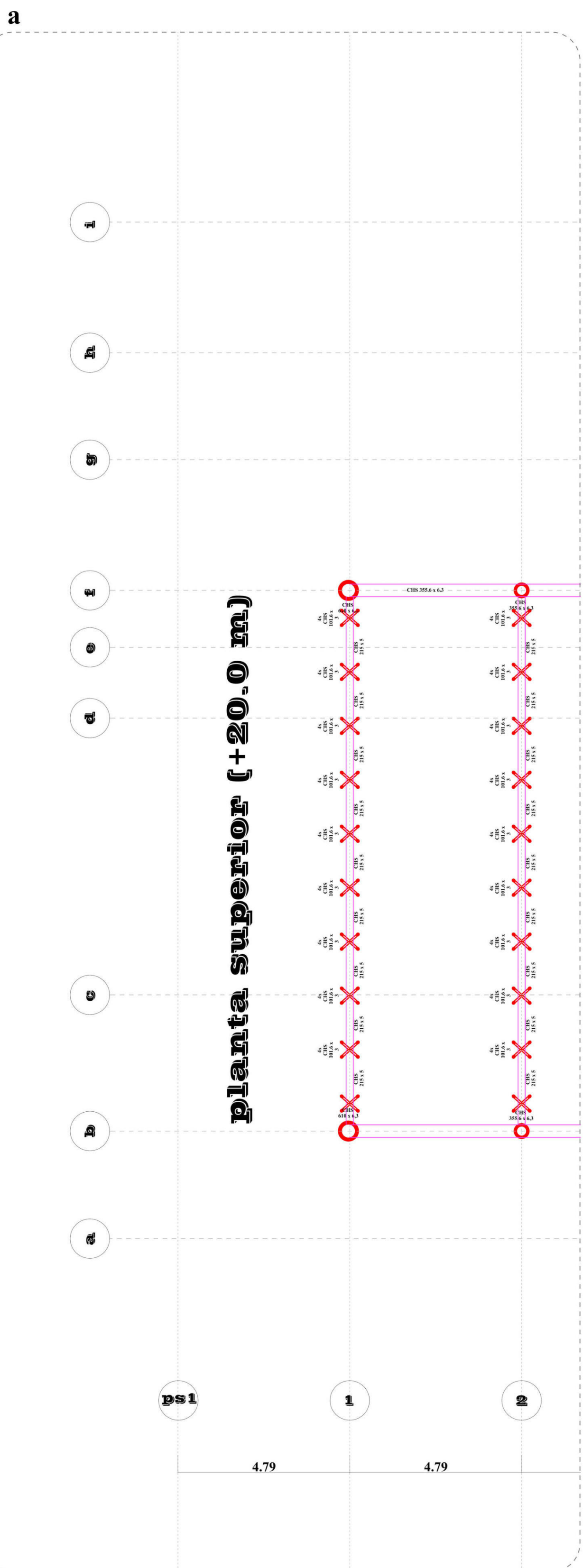
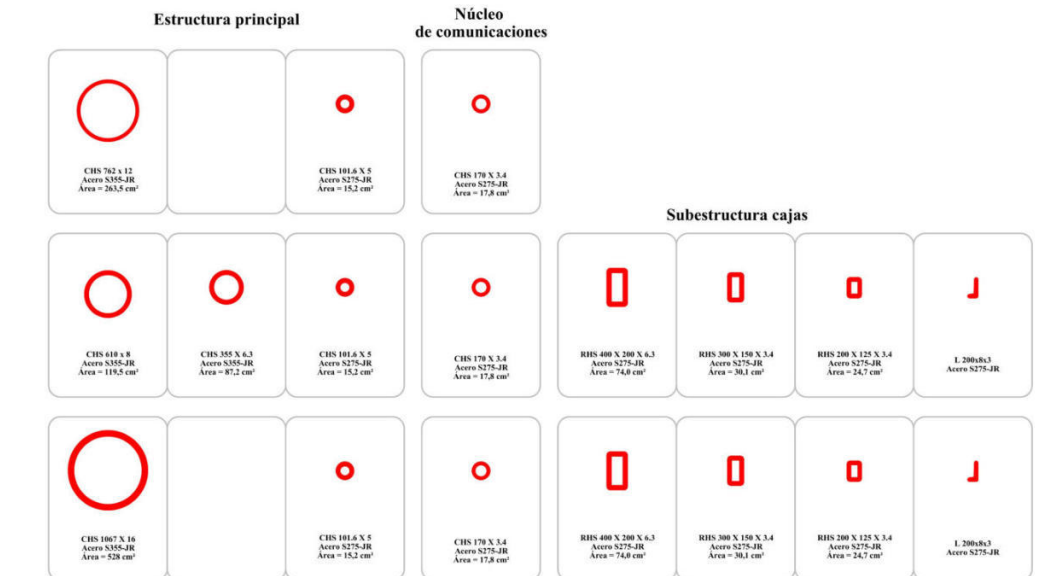
Denominación	CARGAS ESTRUCTURA PUENTE		
	Usos productivos***	Instalaciones*	Pasarelas**
Cajas programáticas	4,42		
Forjados			2
Maquinaria		1	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	4,42	1	2
x1,35 = de CALCULO	5,96	1,35	2,7
S uso***	5	5	5
S nieve	0,2	0,2	0,2
TOTAL variables (kN/m ²)	5,2	5,2	5,2
x1,5 = de CALCULO	7,8	7,8	7,8
TOTAL cargas superficiales (kN/m ²)	13,77	9,15	10,9

*Maquinaria e instalaciones industriales que hacen posible la actividad productiva
 **Señaladores de comunicación; 2 metros de ancho a lo largo de la longitud de la pasarela
 ***Se calcula la estructura como a estructura combinada de tipo programática de uso productivo (sobrecarga de uso = 5 kN/m²)

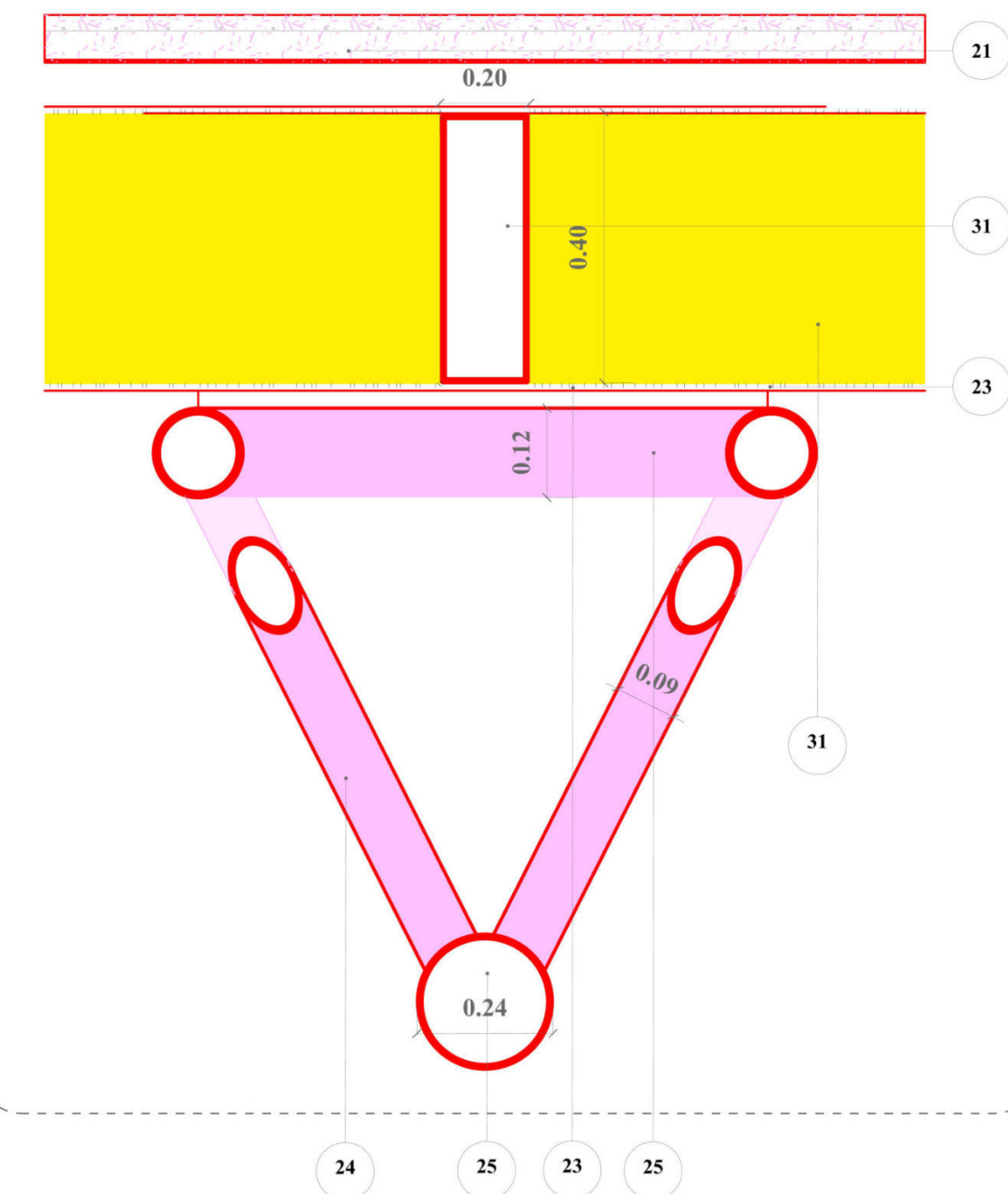
CUADRO DE CARGAS



PERFILES VIGAS/ELEMENTOS HORIZONTALES

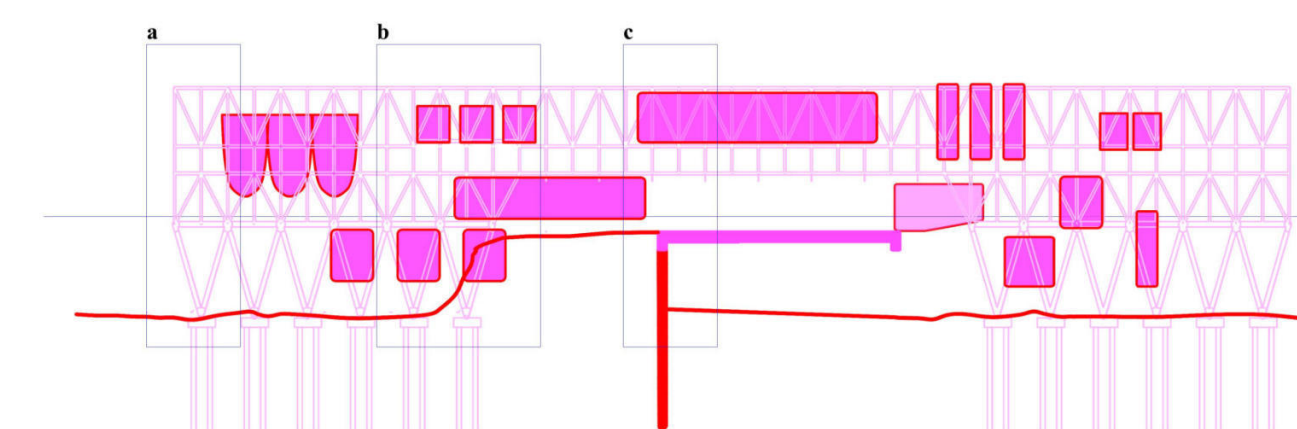


D4_Cercha transversal en sección



Leyenda

- Pilar CHS 1210x30
- Rigidizadores
- Placa de anclaje
- Armado de pilar de transición
- Perno de anclaje
- Armado encajado Ø 16 mm
- Armado pilote Ø 16 mm
- Armado viga de atado Ø 8 mm
- Hormigón de limpieza
- Relleno de terreno
- Hormigón
- Encajado
- Pilote
- Pilarcillo de transición de hormigón
- CHS 711 x 8
- Pletina de unión
- Cabeza de tirante
- Tirante R 50
- Cercha piramidal invertida
- Cartela
- L de acero
- Redondo
- Perfil soldado
- CHS 101.6 x 3
- CHS 271 x 6.3
- CHS 271 x 6.3 + Perfil T soldado
- CHS 170 x 3
- CHS 355 x 6.3
- Mallazo superior Ø 8mm
- 20x15
- Cercha 400x200x12.5
- Chapa grecada
- Armado Ø 16 mm



Ricardo Acedo Roca
 ETSAM
 prof. Jacinto Ruiz Carmona

n.exp: 19004
 Taller de Estructuras / otoño 2025
 tutora: María Langarita / Aula Tuñón

HORMIGÓN		
	Tipo de elemento	
	Cimientos	Resto de la obra
Denominación	HA25 F40/XC2	HA25 F20/XC1
Resistencia característica	25 N/mm ²	25 N/mm ²
Consistencia (fluida) F	(fluida) F	(fluida) F
Límites de asiento	5 - 9 cm	5 - 9 cm
Denominación	40 mm	20 mm
Tipo de árido	silíceo	silíceo
Ambiente	XC2	XC1
Recubrimiento mínimo	70 mm *	15 mm *
Control	Estadístico	Estadístico

ACERO DE ARMAR		
	Tipo de elemento	
	Cimientos	Resto de la obra
Denominación	B 400 S	B 500 SD
Tensión del límite elástico	400 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	por distintivo	por ensayo

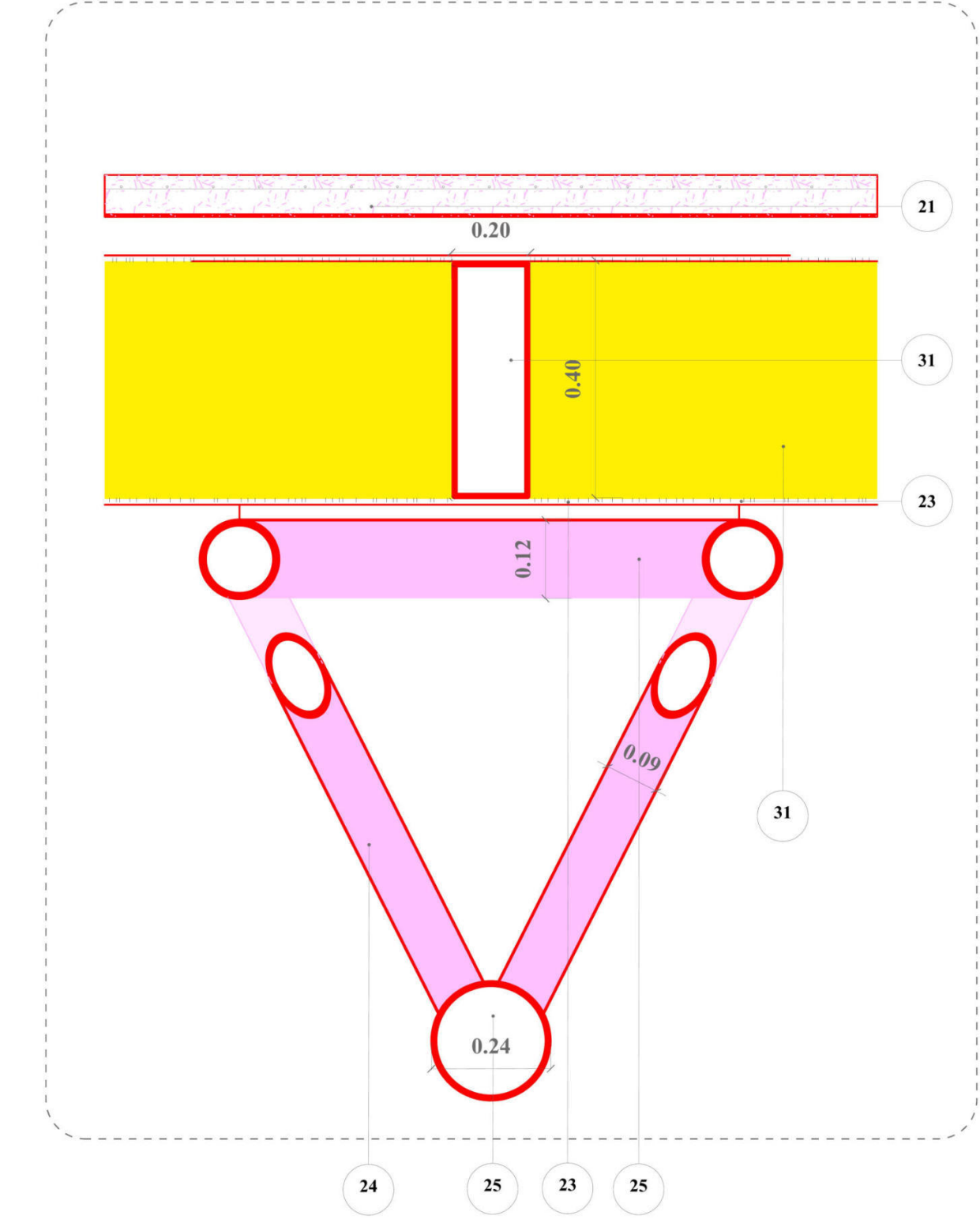
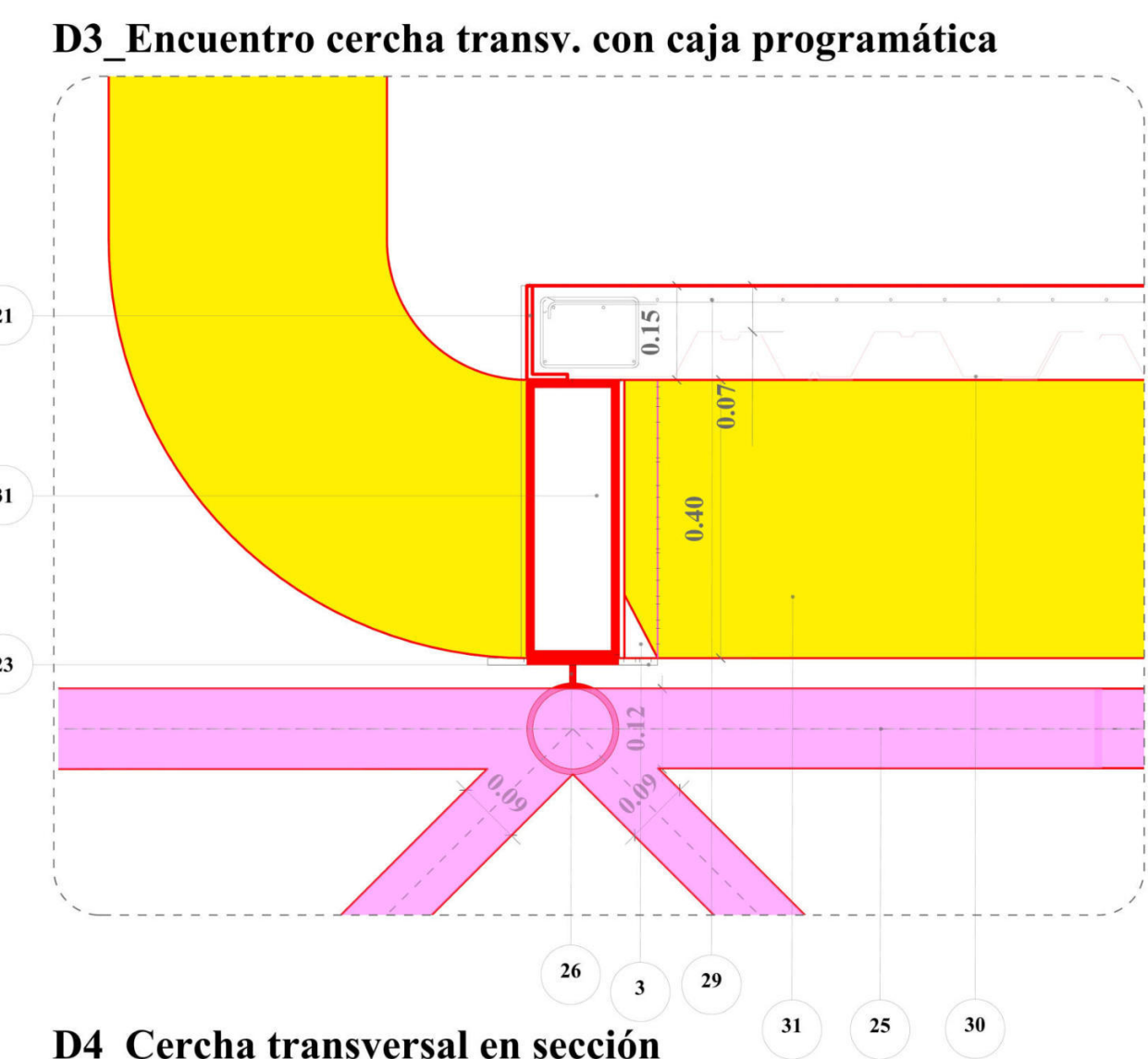
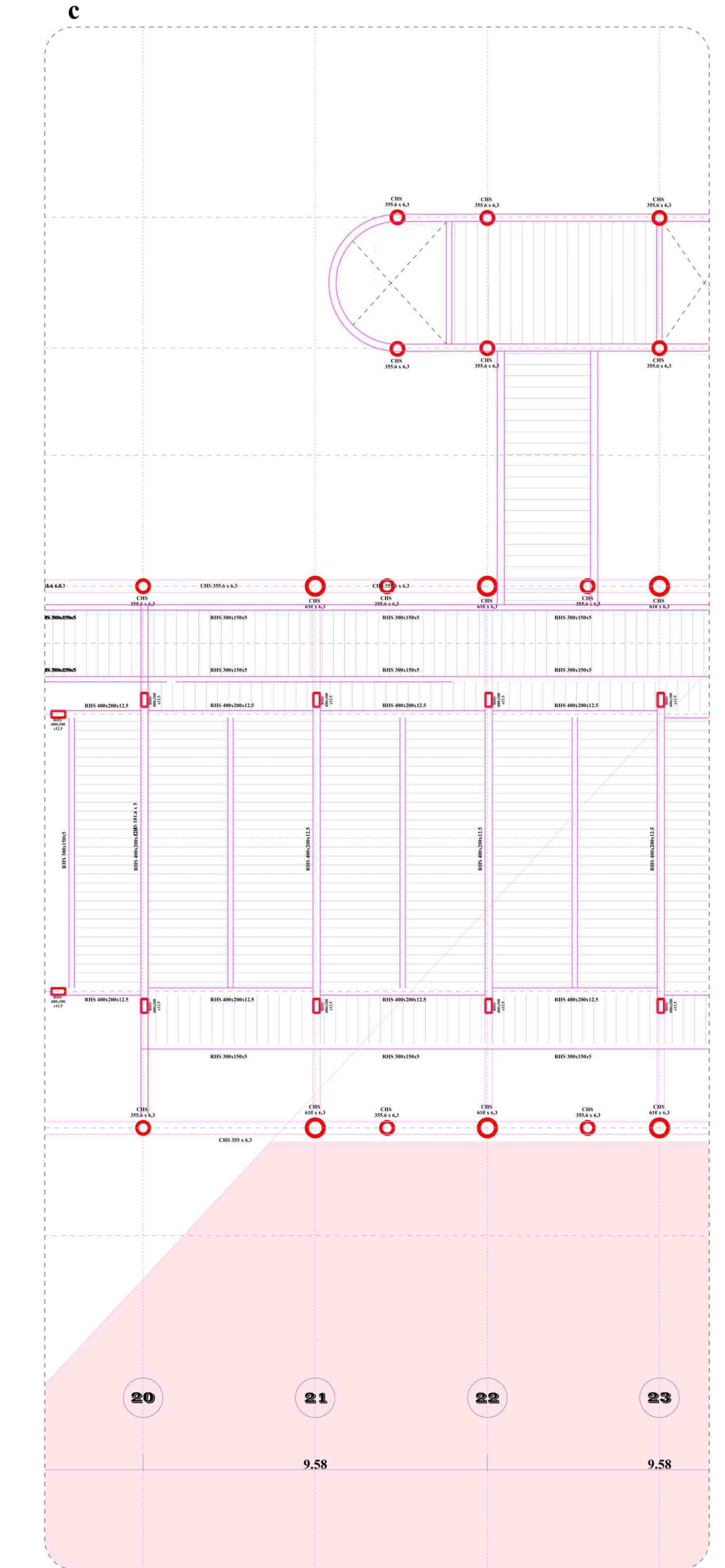
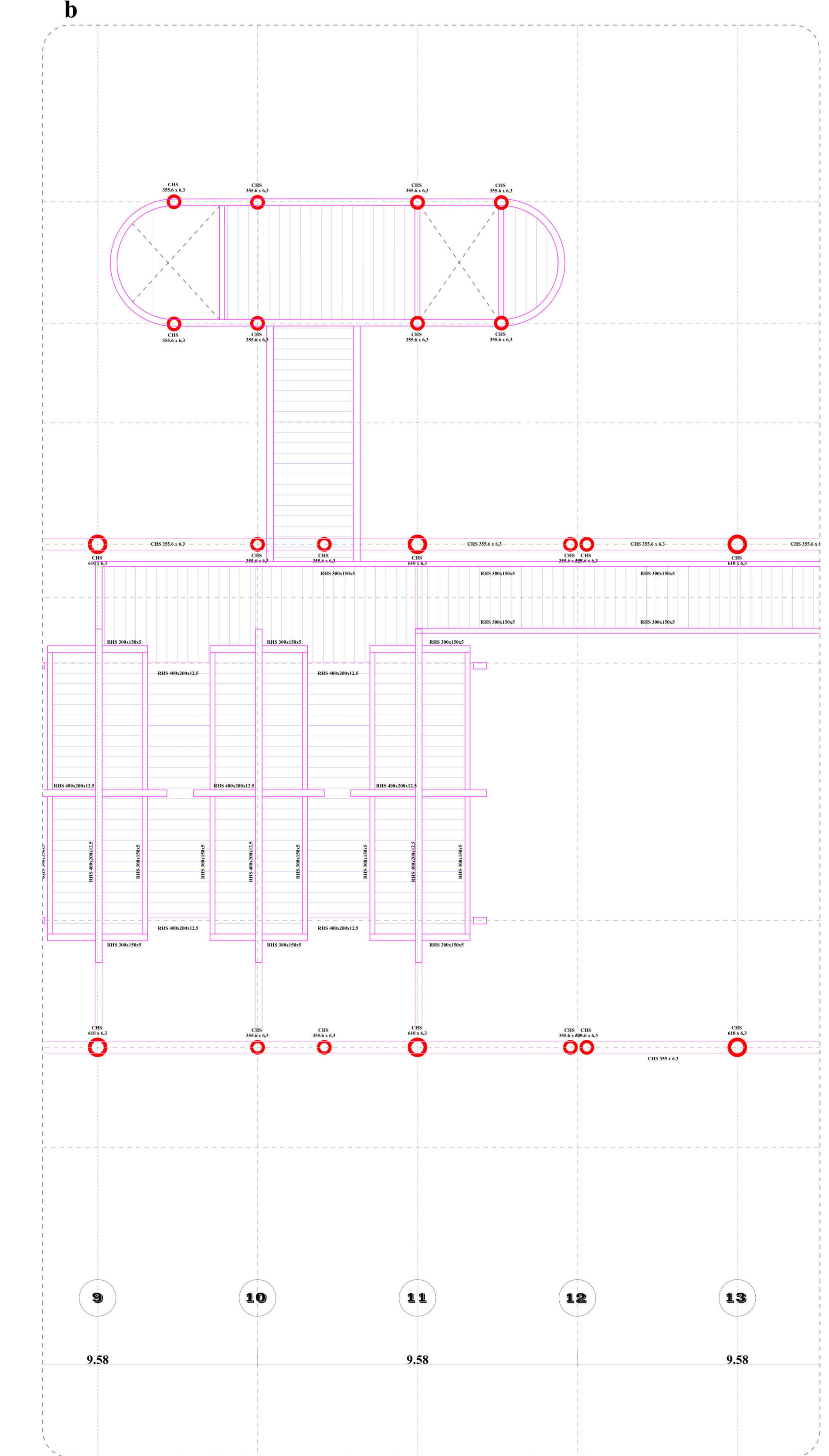
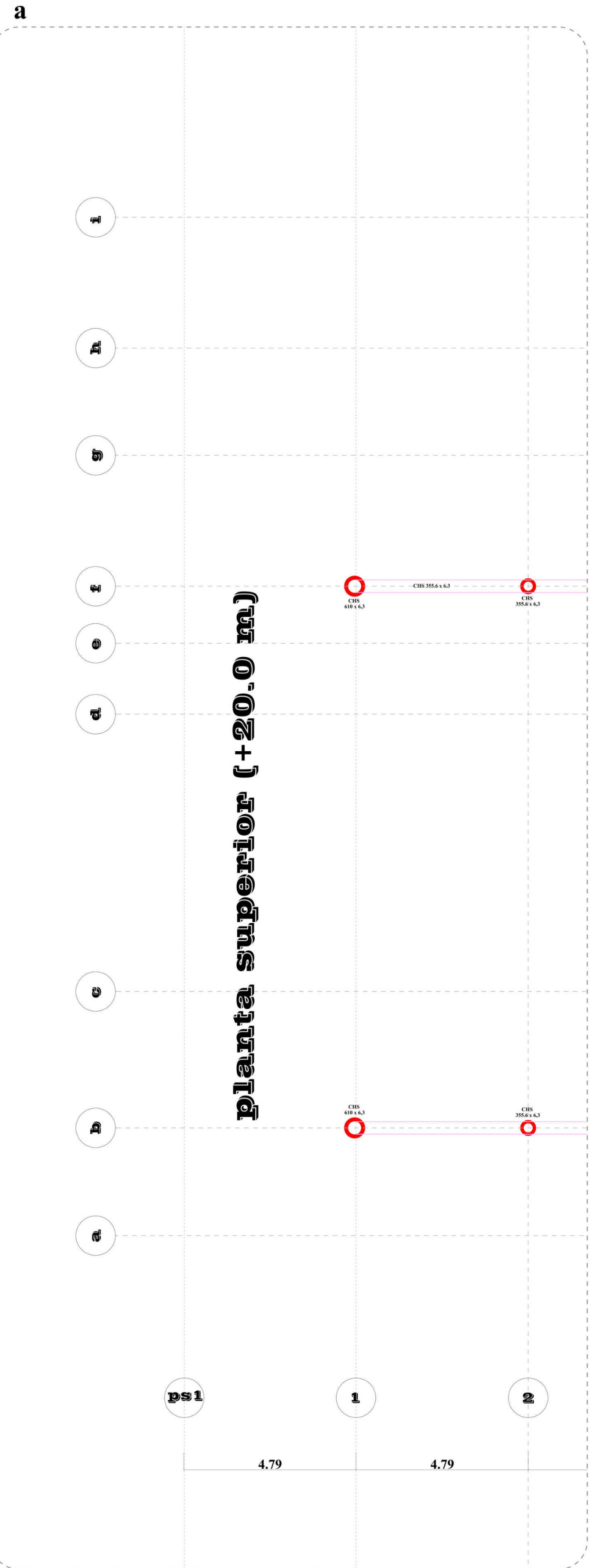
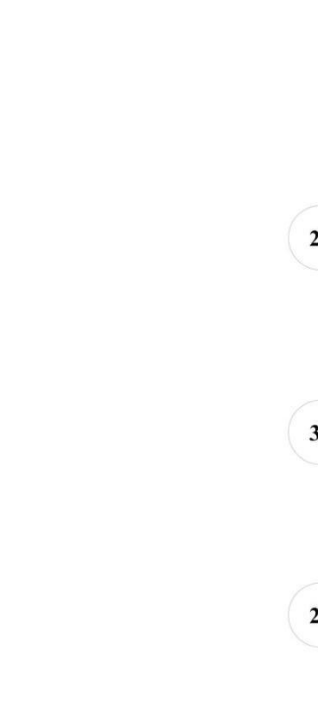
* Se indica que es viable: SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

ACERO ESTRUCTURAL		
	Tipo de elemento	
	Estructura principal	Resto de la obra
Denominación	S 355 JR	S 275 JR
Tensión característica f _{yd} (kN/cm ²)	35,5	27,5
Tensión tangencial de cálculo f _v y _d (kN/cm ²)	19,5	15
Modulo de elasticidad E _k (kN/cm ²)	21000	21000
Coefficiente de seguridad	1,05	1,05

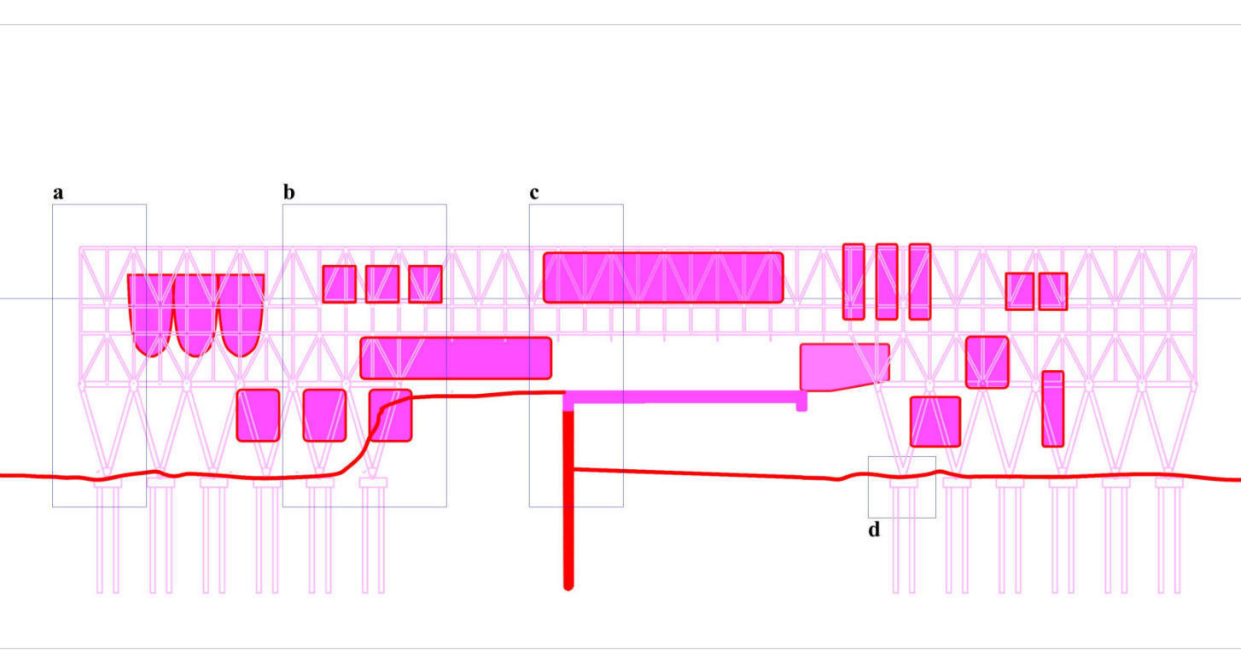
* Se indica que es viable: SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

CARGAS CAJAS PROGRAMÁTICAS		
	Vivienda, zonas comunes	Cocinas y almacenamiento
Subestructura metálica*	2,12	2,12
Envoltorio	0,3	0,3
Forjados**	2	2
Particiones	0,48	0,48
Suelo técnico	0,4	0,4
Cubierta	1,5	1,5
Cubrición textil	0,1	
Tramex	0,58	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	7,70	7,23

CARGAS ESTRUCTURA PUENTE			
	Usos productivos***	Instalaciones*	Pasarelas**
Cajas programáticas	4,42		
Forjados			2
Maquinaria		1	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	4,42	1	2
x1,35 = de CALCULO	5,96	1,35	2,7
S uso***	5	5	5
S nieve	0,2	0,2	0,2
TOTAL variables (kN/m ²)	5,2	5,2	5,2
x1,5 = de CALCULO	7,8	7,8	7,8
TOTAL cargas superficiales (kN/m ²)	13,77	9,15	10,8



- Leyenda**
- 1. Pilar CHS 1210x30
 - 2. Rigidizadores
 - 3. Placa de anclaje
 - 4. Armado de pilar de transición
 - 5. Perno de anclaje
 - 6. Armado encajado Ø 16 mm
 - 7. Armado pilote Ø 16 mm
 - 8. Armado viga de atado Ø 8 mm
 - 9. Hormigón de limpieza
 - 10. Relleno de terreno
 - 11. Hormigón
 - 12. Encajado
 - 13. Pílate
 - 14. Pilarcillo de transición de hormigón
 - 15. CHS 711 x 8
 - 16. Pletina de unión
 - 17. Cabeza de tirante
 - 18. Tirante R 50
 - 19. Cercha piramidal invertida
 - 20. Cartela
 - 21. L. de acero
 - 22. Redondo
 - 23. Perfil soldado
 - 24. CHS 101.6 x 3
 - 25. CHS 271 x 6.3
 - 26. CHS 271 x 6.3 + Perfil T soldado
 - 27. CHS 170 x 3
 - 28. CHS 355 x 6.3
 - 29. Mallazo superior Ø 8mm 20x15
 - 30. Cercha 400x200x12.5
 - 31. Chapa grecada
 - 32. Armado Ø 16 mm



Ricardo Acedo Roca n.exp: 19004
ETSAM Taller de Estructuras / otoño 2025
prof. Jacinto Ruiz Carmona tutor: María Langarita / Aula Tuñón

	HORMIGÓN	
	Cimientos	Resto de la obra
Denominación	HA25 F40/XC2	HA25 F20/XC1
Resistencia característica	25 N/mm ²	25 N/mm ²
Consistencia (fluida) F	(fluida) F	(fluida) F
Límites de asiento	5 - 9 cm	5 - 9 cm
Denominación	40 mm	20 mm
Tipo de árido	silíceo	silíceo
Ambiente	XC2	XC1
Recubrimiento mínimo	70 mm *	15 mm *
Control	Estadístico	Estadístico

* centro al terreno, contra escudado a hormigón de limpieza, 30 mm
 ** el recubrimiento nominal (casual de separador) es 10 mm más

	ACERO DE ARMAR	
	Cimientos	Resto de la obra
Denominación	B 400 S	B 500 SD
Tensión del límite elástico	400 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	por distintivo	por ensayo

S indica que es soldable; SD que admite tanto condiciones adicionales de ductilidad

	ACERO ESTRUCTURAL	
	Estructura principal	Resto de la obra
Denominación	S 355 JR	S 275 JR
Tensión característica f _{yd} (kN/cm ²)	35,5	27,5
Tensión tangencial de cálculo f _{vd} (kN/cm ²)	19,5	15
Modulo de elasticidad E _k (kN/cm ²)	21000	21000
Coefficiente de seguridad	1,05	1,05

S indica que es soldable; SD que admite tanto condiciones adicionales de ductilidad

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

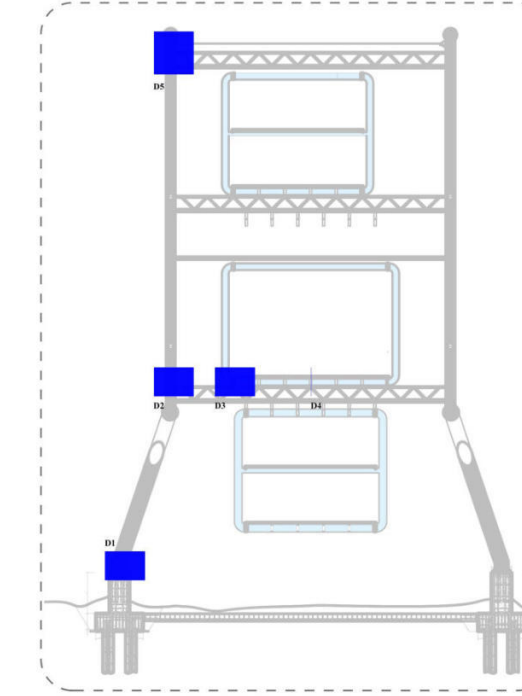
	CARGAS CAJAS PROGRAMÁTICAS	
	Vivienda, zonas comunes	Cocinas y almacenamiento
Subestructura metálica*	2,12	2,12
Envolvente	0,3	0,3
Forjados**	2	2
Particiones	0,48	0,48
Suelo técnico	0,4	0,4
Cubierta	1,5	1,5
Cubrición textil	0,1	
Tramex	0,58	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	7,90	7,23

*Se calcula el peso de la estructura programáticamente de aceros tabulados de perfil R500 400x200x12,5

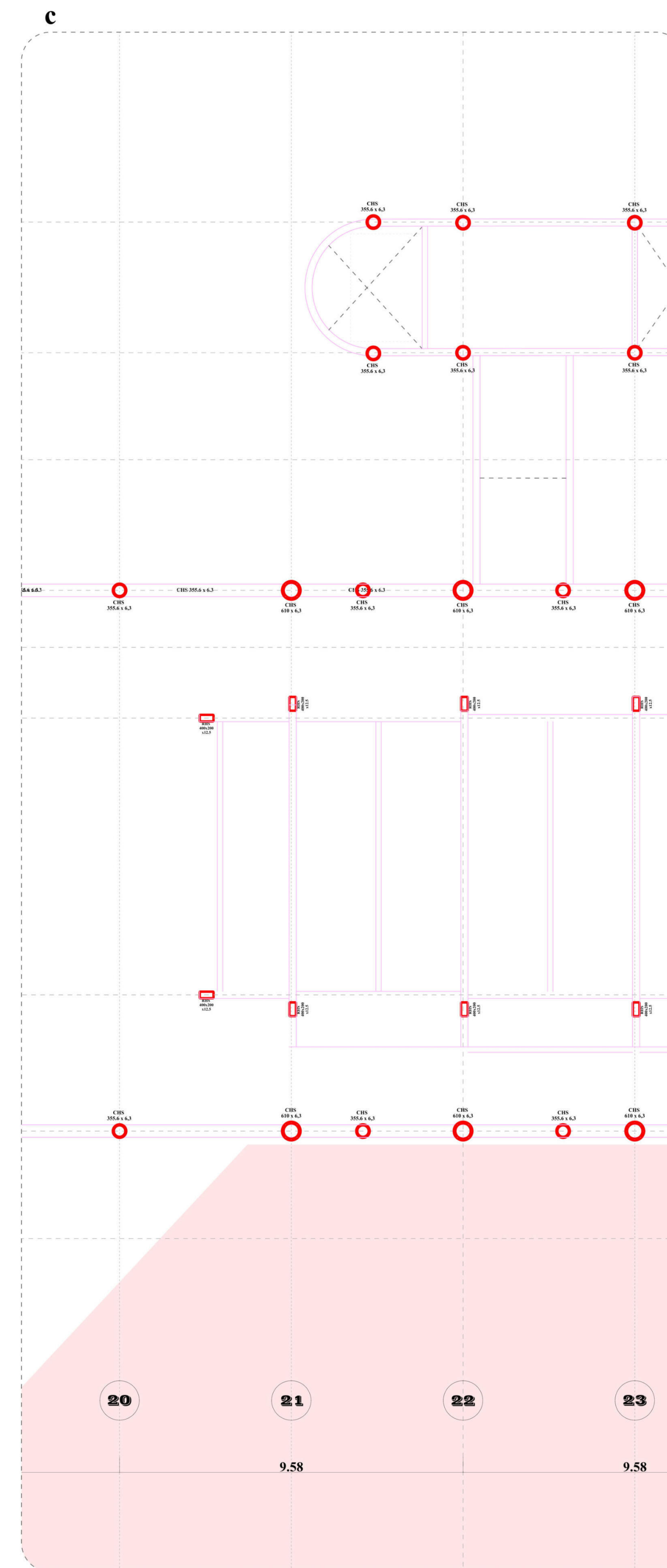
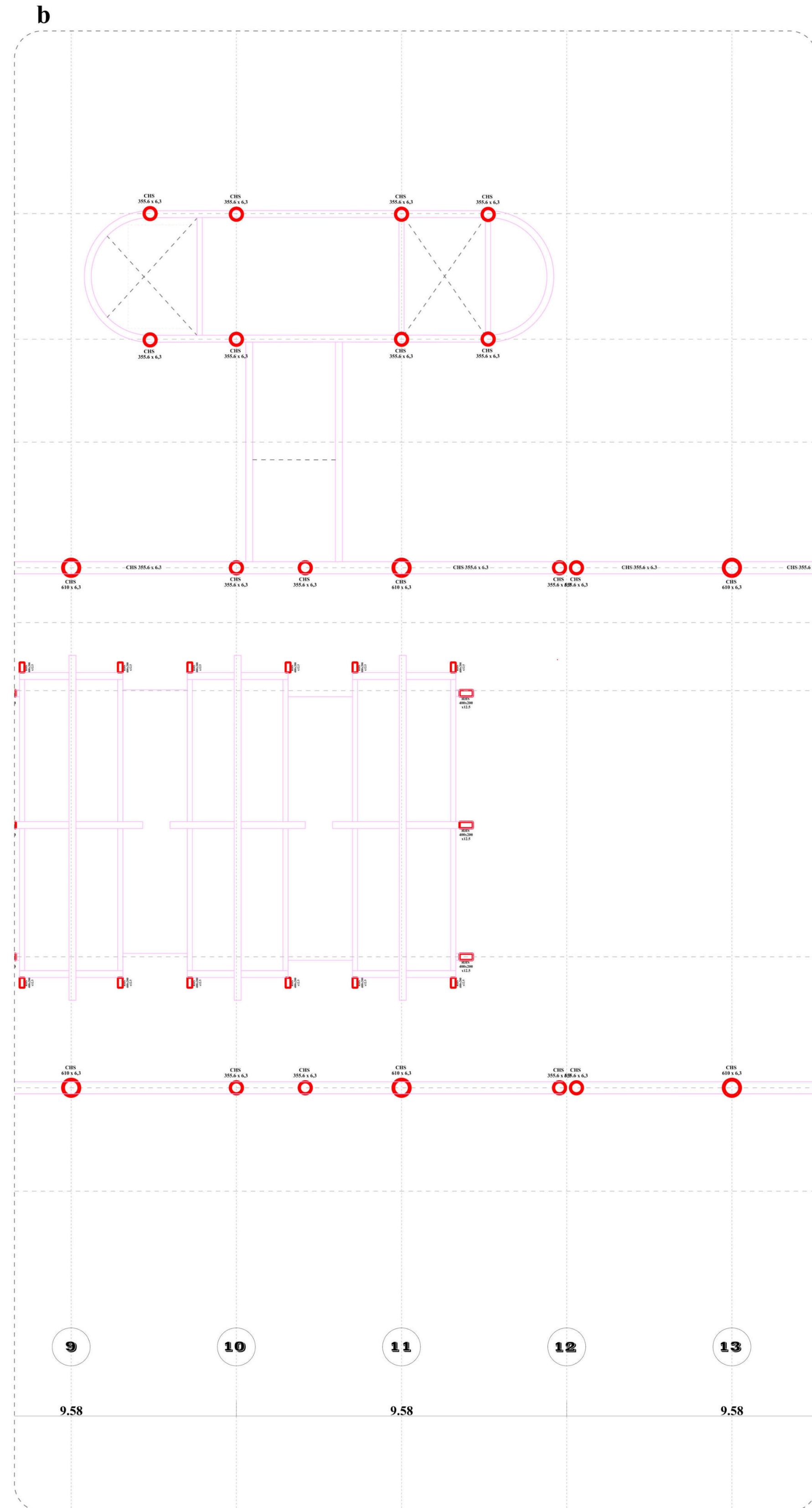
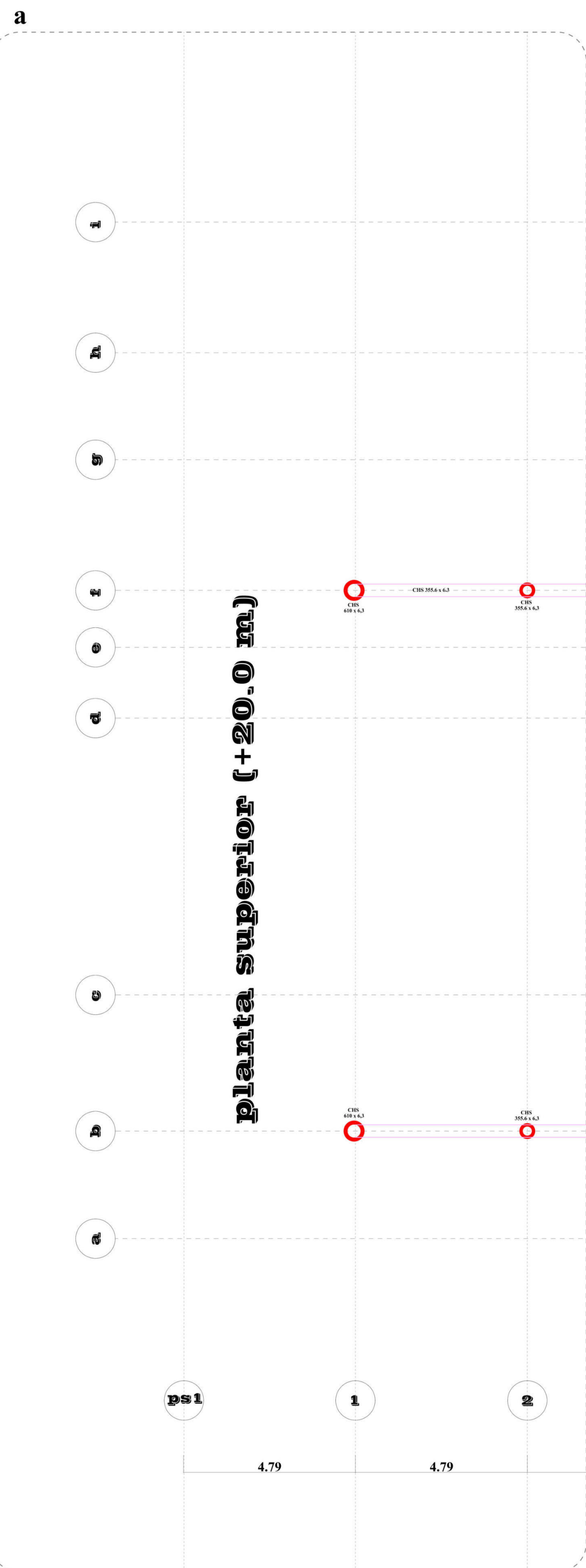
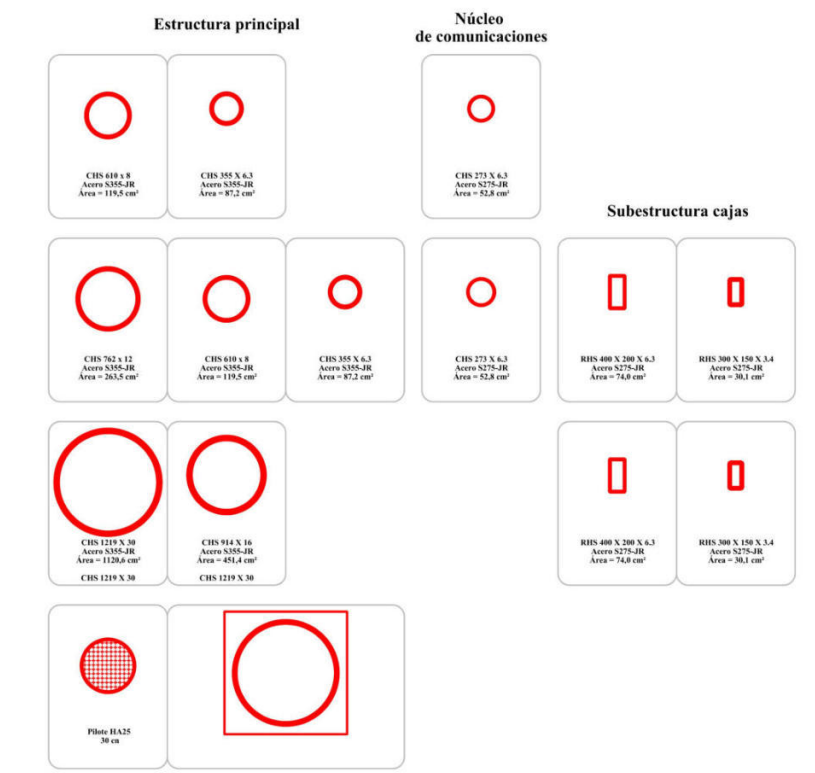
	CARGAS ESTRUCTURA PUENTE		
	Usos productivos***	Instalaciones*	Pasarelas**
Cajas programáticas	4,42		
Forjados			2
Maquinaria		1	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	4,42	1	2
x1,35 = de CALCULO	5,96	1,35	2,7
S uso***	5	5	5
S nieve	0,2	0,2	0,2
TOTAL variables (kN/m ²)	5,2	5,2	5,2
x1,5 = de CALCULO	7,8	7,8	7,8
TOTAL cargas superficiales (kN/m ²)	13,77	9,15	10,5

*Maquinaria e instalaciones industriales que hacen posible la actividad productiva
 **Se calcula el peso de la estructura programáticamente de aceros tabulados de perfil R500 400x200x12,5
 ***Se calcula la estructura contra el exterior combinada de tipo programático de uso productivo (sobrecarga de uso = 5 kN/m²)

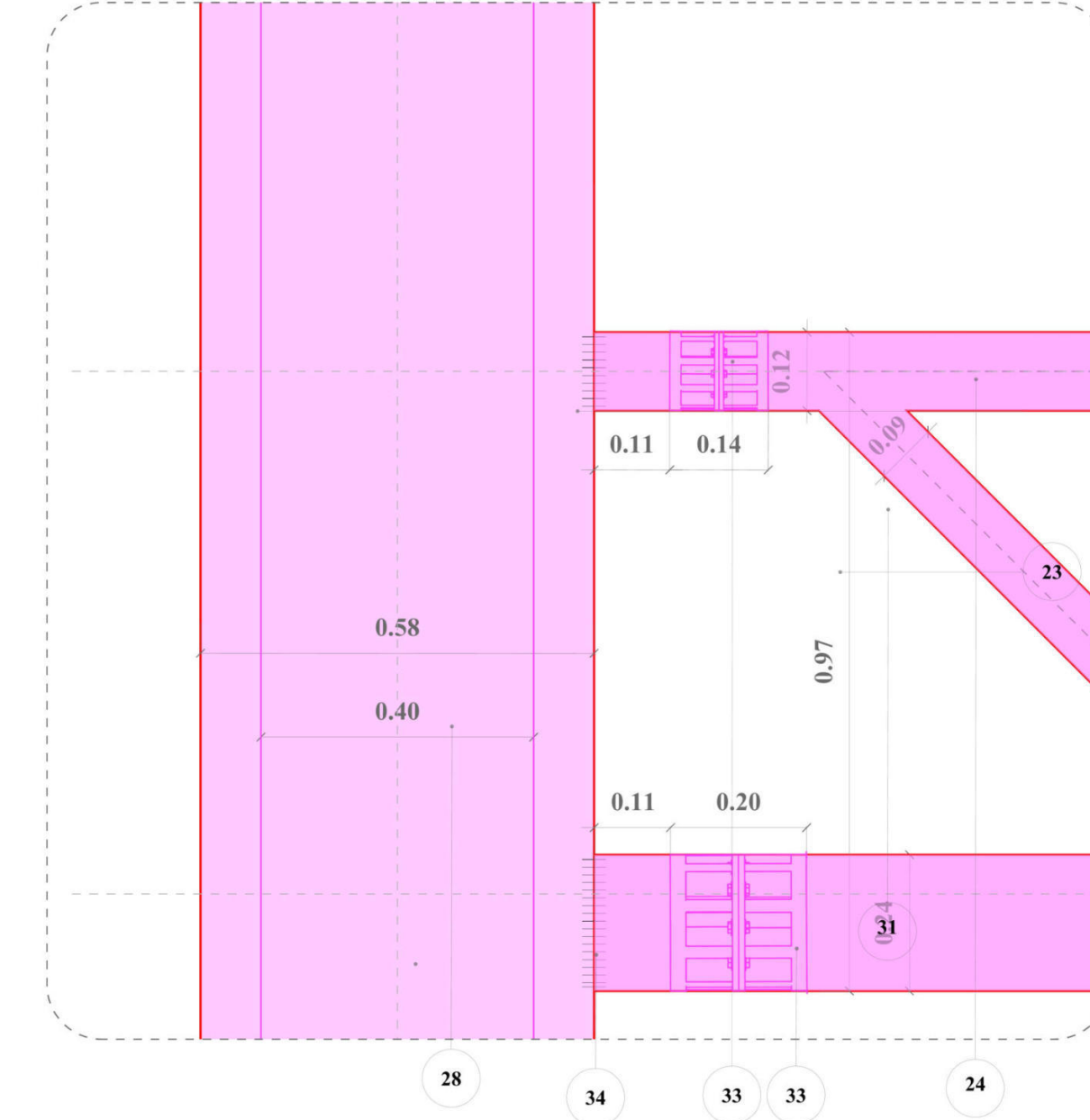
CUADRO DE CARGAS



PERFILES PILARES/ ELEMENTOS VERTICALES

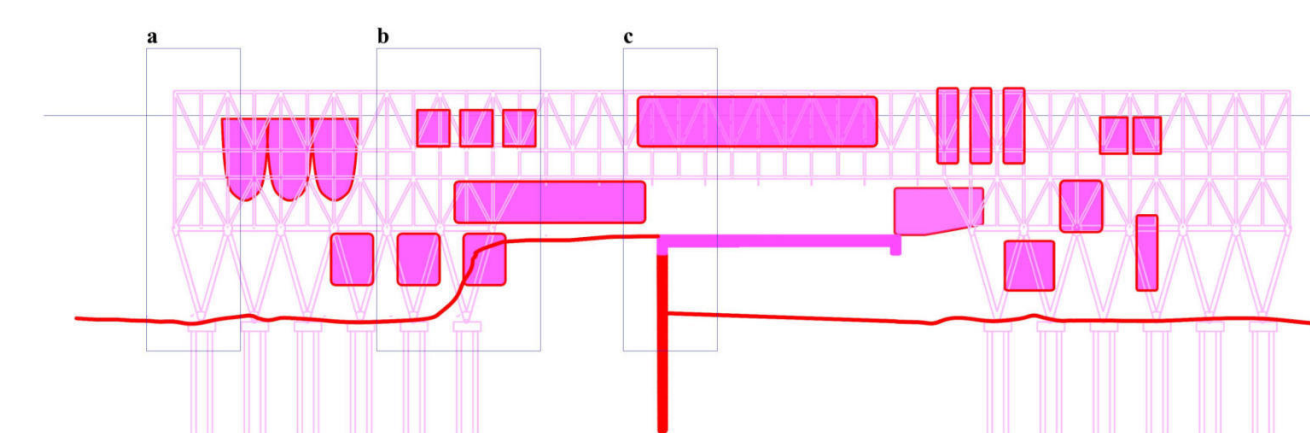


D2_ Encuentro cercha transversal con longitudinal



Leyenda

- 1. Pilar CHS 1210x30
- 2. Rigidizadores
- 3. Placa de anclaje
- 4. Armado de pilar de transición
- 5. Perno de anclaje
- 6. Armado encajado Ø 16 mm
- 7. Armado pilote Ø 16 mm
- 9. Hormigón de limpieza
- 10. Relleno de terreno
- 11. Hormigón
- 12. Encajado
- 13. Pilote
- 14. Pilarcillo de transición de hormigón
- 15. CHS 711 x 8
- 16. Pletina de unión
- 17. Cabeza de tirante
- 18. Tirante R 50
- 19. Cercha piramidal invertida
- 20. Cartela
- 21. L. de acero
- 22. Redondo
- 23. Perfil soldado
- 24. CHS 101.6 x 3
- 25. CHS 271 x 6.3
- 26. CHS 271 x 6.3 + Perfil T soldado
- 27. CHS 170 x 3
- 28. CHS 355 x 6.3
- 29. Malla superior Ø 8mm
- 30. Chapa grecada
- 31. RHS 400x200x12.5
- 32. Armado Ø 16 mm

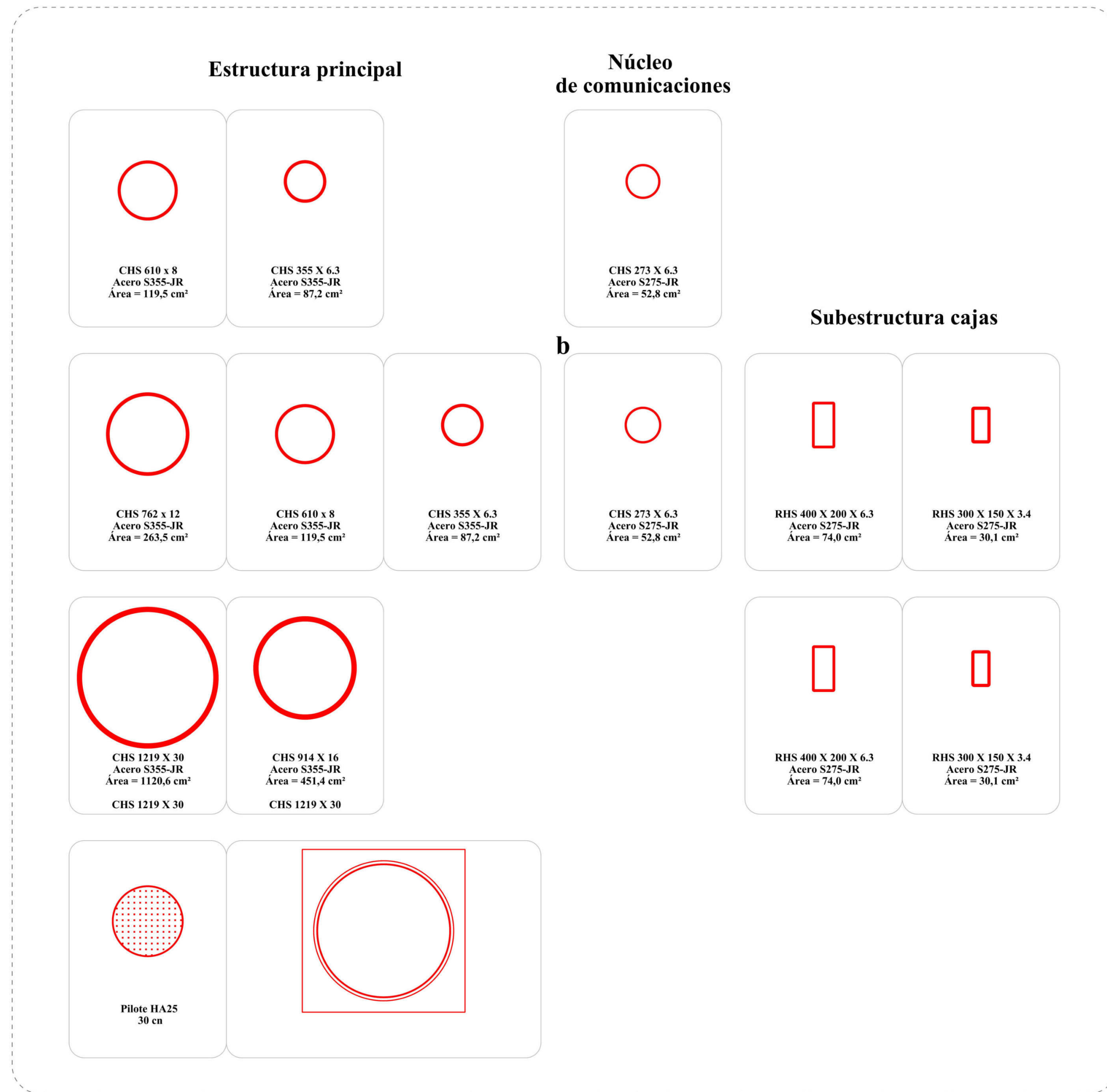


Ricardo Acedo Roca
 ETSAM
 prof. Jacinto Ruiz Carmona

n.exp: 19004
 Taller de Estructuras / otoño 2025
 tutor: María Langarita / Aula Tuñón

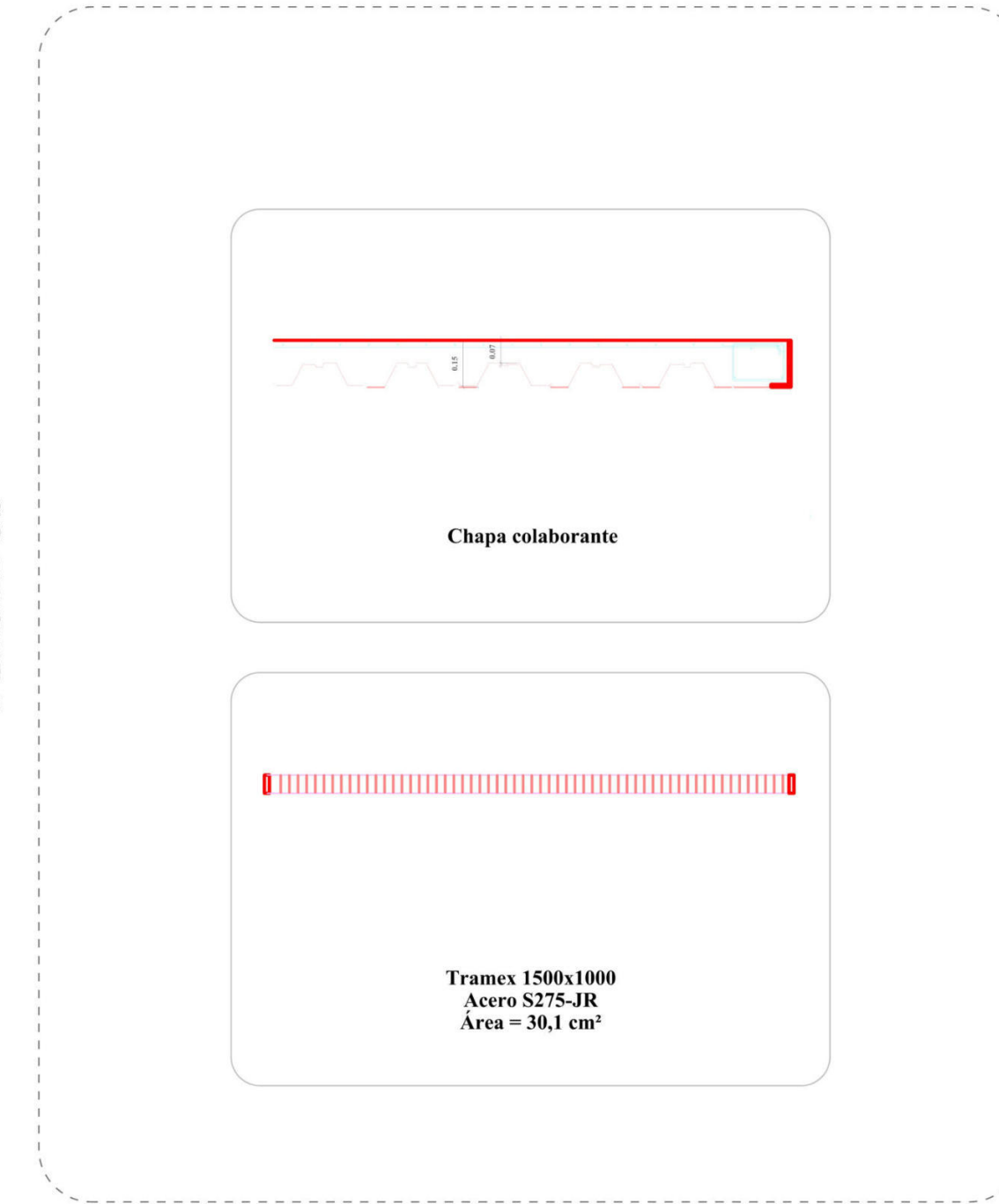
a

PERFILES PILARES / ELEMENTOS VERTICALES



c

FORJADOS

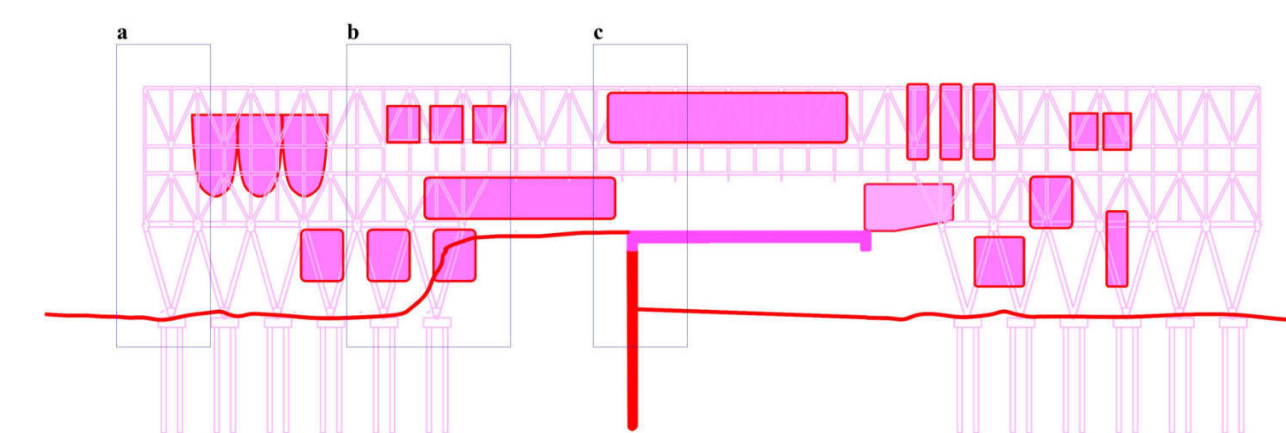


PERFILES VIGAS / ELEMENTOS HORIZONTALES



Leyenda

- | | | |
|----------------------------------|---|--------------------------------------|
| 1. Pilar CHS 1210x30 | 14. Pilarcillo detransición de hormigón | 26. CHS 271 x 6.3 + Perfil T soldado |
| 2. Rigidizadores | 15. CHS 711 x 8 | 27. CHS 170 x 3 |
| 3. Placa de anclaje | 16. Pletina de unión | 28. CHS 355 x 6.3 |
| 4. Armado de pilar de transición | 17. Cabeza de tirante | 29. Mallazo superior Ø 8mm 20x15 |
| 5. Perno de anclaje | 18. Tirante R 50 | 30. Chapa grecada |
| 6. Armado encepado Ø 16 mm | 19. Cercha piramidal invertida | 31. RHS 400x200x12.5 |
| 7. Armado pilote Ø 16 mm | 20. Cartela | 32. Armado Ø 16 mm |
| 8. Armado viga de atado Ø 8 mm | 21. L de acero | |
| 9. Hormigón de limpieza | 22. Redondo | |
| 10. Relleno de terreno | 23. Perfil soldado | |
| 11. Hormigón | 24. CHS 101,6 x 3 | |
| 12. Encepado | 25. CHS 271 x 6.3 | |
| 13. Pilote | | |



Ricardo Acedo Roca

ETSAM
prof. Jacinto Ruiz Carmona

n.exp: 19004

Taller de Estructuras / otoño 2025
tutora: María Langarita / Aula Tuñón

plano de estructuras
cuadro de pilares, vigas y forjados
e.1:30

conservemos la gran vía!
centro de aprovechamiento de excedentes alimentarios

lámina

09

HORMIGÓN		
	Tipo de elemento	
	Cimientos	Resto de la obra
Denominación	HA25 F40/XC2	HA25 F20/XC1
Resistencia característica	25 N/mm ²	25 N/mm ²
Consistencia	(fluida) F	(fluida) F
Límites de asiento	5 - 9 cm	5 - 9 cm
Denominación	40 mm	20 mm
Tipo de árido	silíceo	silíceo
Ambiente	XC2	XC1
Recubrimiento mínimo	70 mm *	15 mm *
Control	Estadístico	Estadístico

ACERO DE ARMAR		
	Tipo de elemento	
	Cimientos	Resto de la obra
Denominación	B 400 S	B 500 SD
Tensión del límite elástico	400 N/mm ²	500 N/mm ²
Control	por distintivo	por ensayo

* indica que es viable: SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

ACERO ESTRUCTURAL		
	Tipo de elemento	
	Estructura principal	Resto de la obra
Denominación	S 355 JR	S 275 JR
Tensión característica fy _d (kN/cm ²)	35,5	27,5
Tensión tangencial de cálculo fy _{td} (kN/cm ²)	19,5	15
Modulo de elasticidad E (kN/cm ²)	21000	21000
Coefficiente de seguridad	1,05	1,05

* indica que es viable: SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

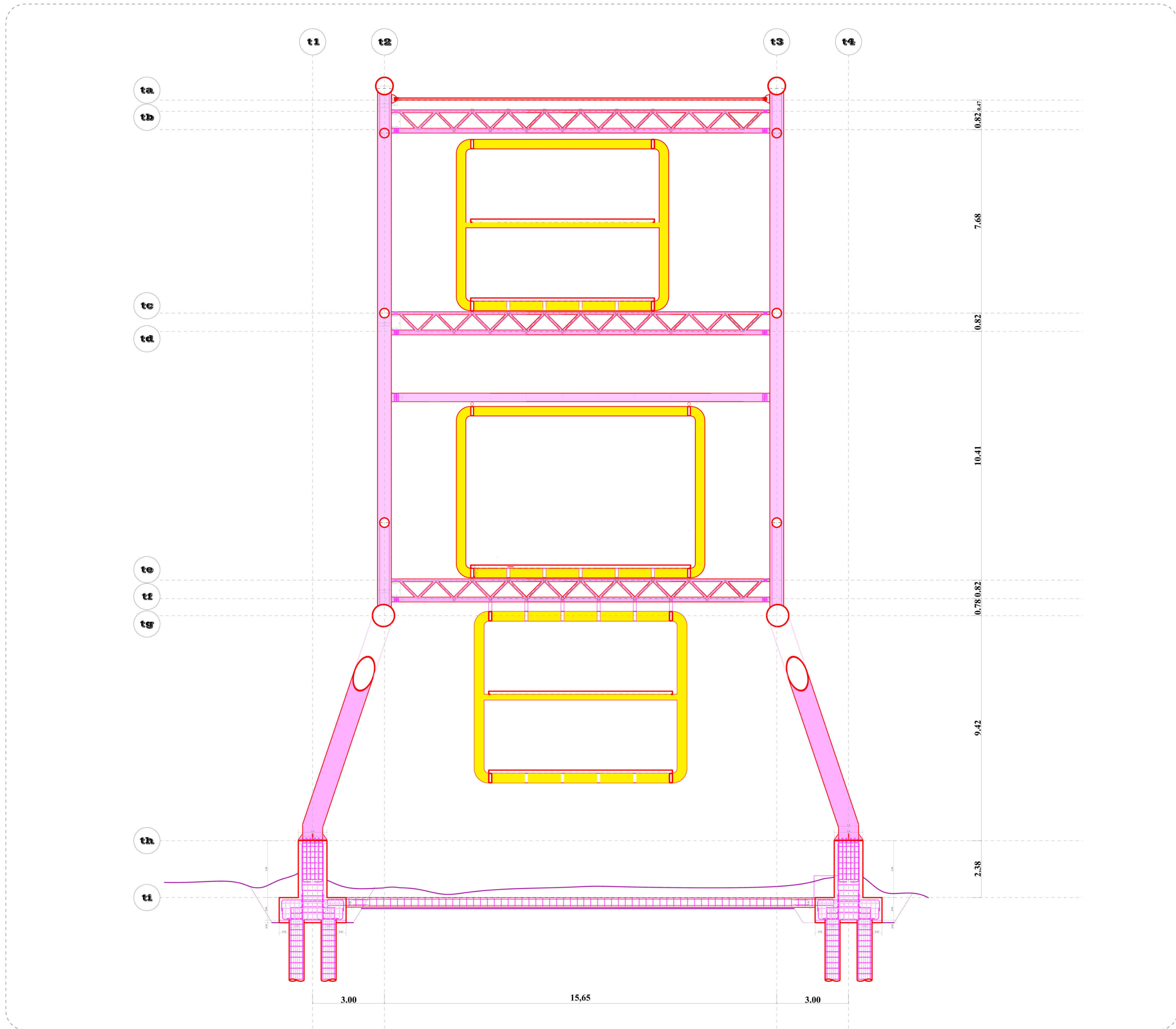
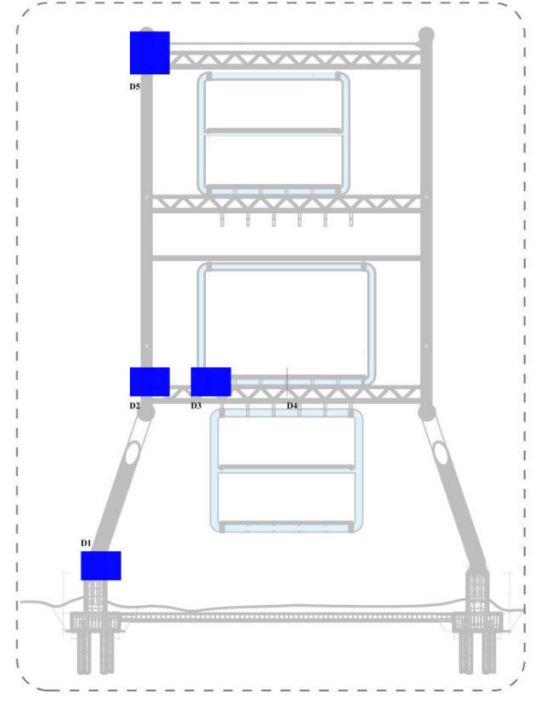
CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

	CARGAS CAJAS PROGRAMÁTICAS		CARGAS ESTRUCTURA PUENTE		
	Vivienda, zonas comunes	Cocinas y almacenamiento	Usos productivos***	Instalaciones*	Pasarelas**
Subestructura metálica*	2,12	2,12	4,42		
Envolvente	0,3	0,3			2
Forjados**	2	2		1	
Particiones	0,48	0,48	4,42	1	2
Suelo técnico	0,4	0,4	5,96	1,36	2,7
Cubierta	1,5	1,5	5	5	5
Cubrición textil	0,1		0,2	0,2	0,2
Tramex	0,58		5,2	5,2	5,2
TOTAL permanentes (kN/m ²)	7,90	7,23	7,8	7,8	7,8
TOTAL cargas superficiales (kN/m ²)			12,77	9,16	10,8

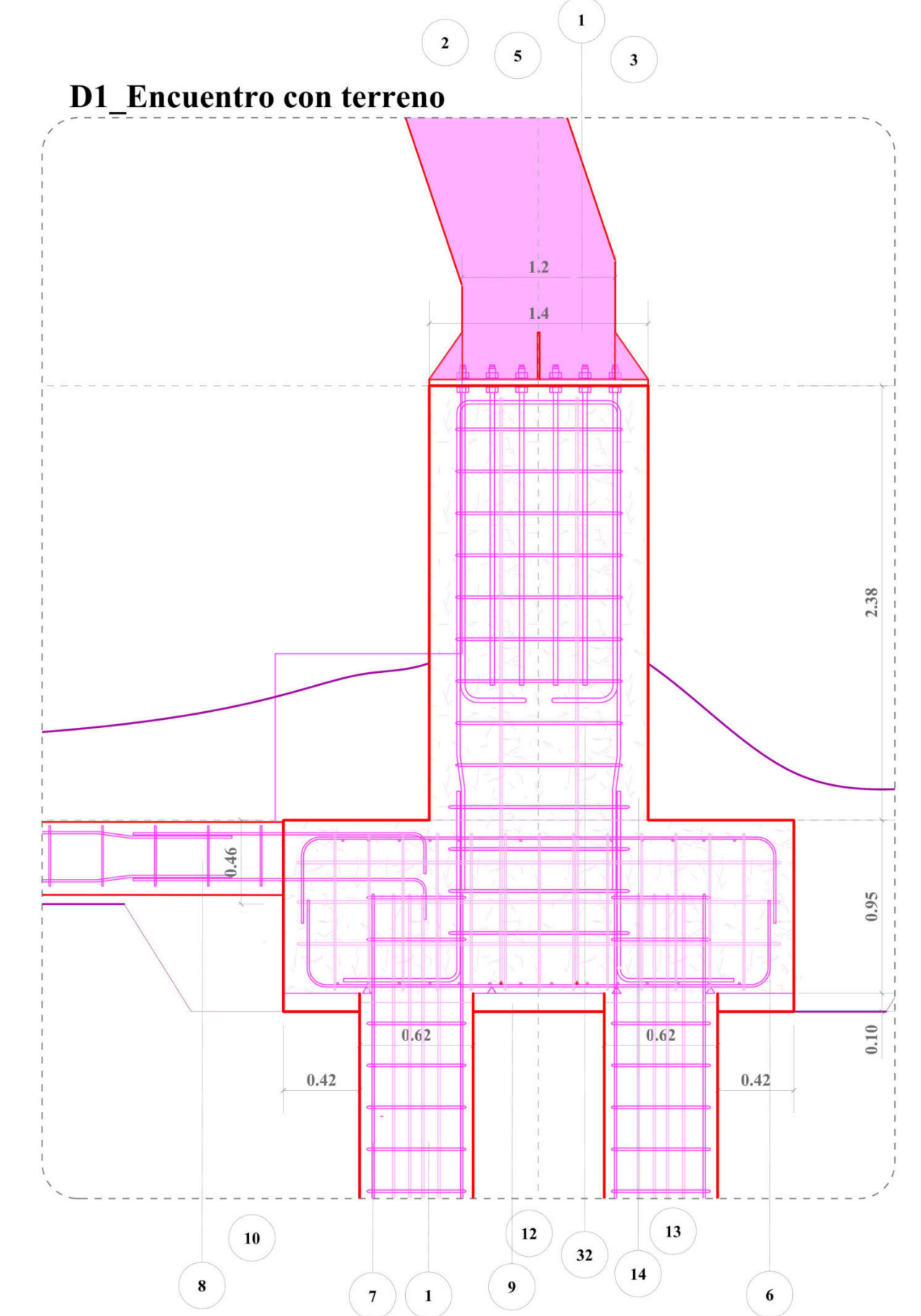
	G	Q	G+Q
Cajas programáticas	4,42		
Forjados			2
Maquinaria		1	
TOTAL permanentes (kN/m ²)	4,42	1	2
x1,35 = de CALCULO	5,96	1,36	2,7
S uso***	5	5	5
S nieve	0,2	0,2	0,2
TOTAL variables (kN/m ²)	5,2	5,2	5,2
x1,5 = de CALCULO	7,8	7,8	7,8
TOTAL cargas superficiales (kN/m ²)	12,77	9,16	10,8

*Materiales e instalaciones industriales que hacen posible la actividad productiva
**Españoles de comunicación: 2 metros de ancho a lo largo de la longitud de la pasarela
***Se calcula la estructura como si estuviera conformada de tipo programático de uso productivo (sobrecarga de uso = 5 kN/m²)

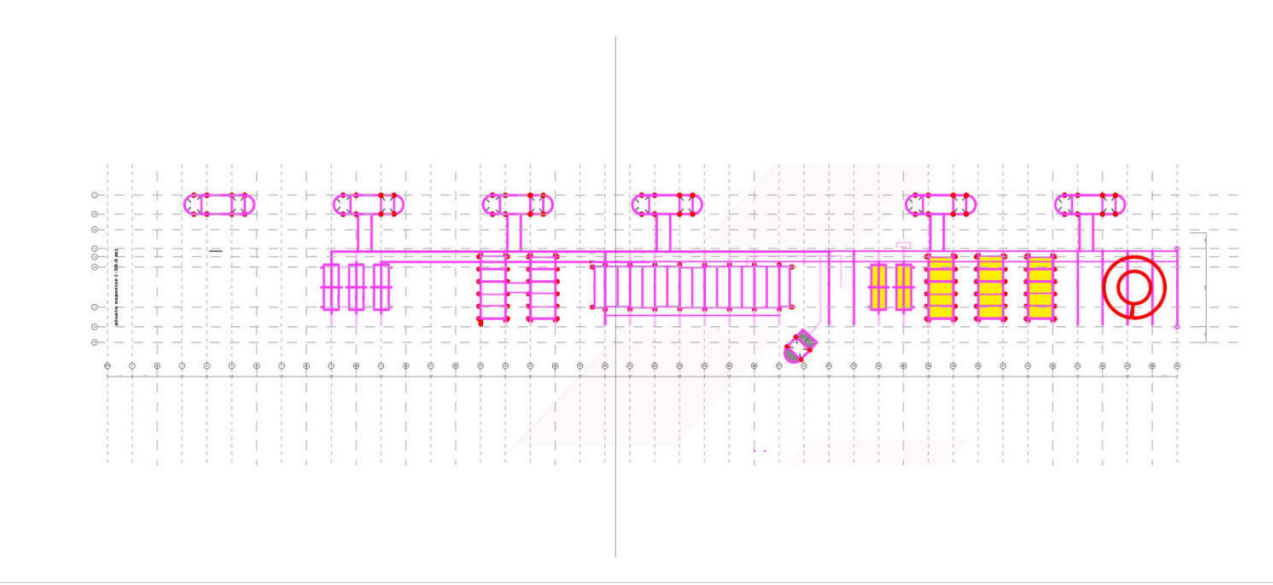
CUADRO DE CARGAS



* es necesario atar la estructura en la cimentación debido a los esfuerzos horizontales divergentes del centro de la estructura transmitidos por los pilares inclinados en V.



- Leyenda**
- 1. Pilar CHS 1210x30
 - 2. Rigidizadores
 - 3. Placa de anclaje
 - 4. Armado de pilar de transición
 - 5. Perno de anclaje
 - 6. Armado encepado Ø 16 mm
 - 7. Armado pilote Ø 16 mm
 - 8. Armado viga de atado Ø 8 mm
 - 9. Hormigón de limpieza
 - 10. Relleno de terreno
 - 11. Hormigón
 - 12. Encepado
 - 13. Pilote
 - 14. Pilarcillo de transición de hormigón
 - 15. CHS 711 x 8
 - 16. Platina de unión
 - 17. Cabeza de tirante
 - 18. Tirante R 50
 - 19. Cercha piramidal invertida
 - 20. Cartela
 - 21. L de acero
 - 22. Redondo
 - 23. Perfil soldado
 - 24. CHS 101,6 x 3
 - 25. CHS 271 x 6,3
 - 26. CHS 271 x 6,3 + Perfil T soldado
 - 27. CHS 170 x 3
 - 28. CHS 355 x 6,3
 - 29. Malla superior Ø 8mm 20x15
 - 30. Chapa grecada
 - 31. RHS 400x200x12,5
 - 32. Armado Ø 16 mm



Ricardo Acedo Roca n.exp: 19004
ETSAM Taller de Estructuras / otoño 2025
prof. Jacinto Ruiz Carmona tutora: María Langarita / Aula Tuñón

HORMIGÓN		ACERO DE ARMAR		ACERO ESTRUCTURAL	
	Cimientos	Tipo de elemento		Tipo de elemento	
	Resto de la obra	Cimientos	Resto de la obra	Estructura principal	Resto de la obra
Denominación	HA25 F/40 XC2	HA25 F/20 XC1			
Resistencia característica	25 N/mm ²	25 N/mm ²			
Consistencia (fluida) F	(fluida) F	(fluida) F			
Límites de asiento	5 - 9 cm	5 - 9 cm			
Denominación	40 mm	20 mm			
Tipo de árido	silíceo	silíceo			
Ambiente	XC2	XC1			
Recubrimiento mínimo	70 mm *	15 mm *			
Control	Estadístico	Estadístico			

ACERO DE ARMAR		ACERO ESTRUCTURAL	
	Cimientos	Tipo de elemento	
	Resto de la obra	Estructura principal	Resto de la obra
Denominación	B 400 S	B 500 SD	
Tensión del límite elástico	400 N/mm ²	500 N/mm ²	
Control	por distintivo	por ensayo	

* indica que es soluble: SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

ACERO ESTRUCTURAL		ACERO ESTRUCTURAL	
	Estructura principal	Resto de la obra	
Denominación	S 355 JR	S 275 JR	
Tensión característica f _y d (kN/cm ²)	355	275	
Tensión tangencial de cálculo f _v yd (kN/cm ²)	19,5	15	
Modulo de elasticidad E (kN/cm ²)	21000	21000	
Coefficiente de seguridad	1,05	1,05	

* indica que es soluble: SD que admite tiene condiciones adicionales de ductilidad

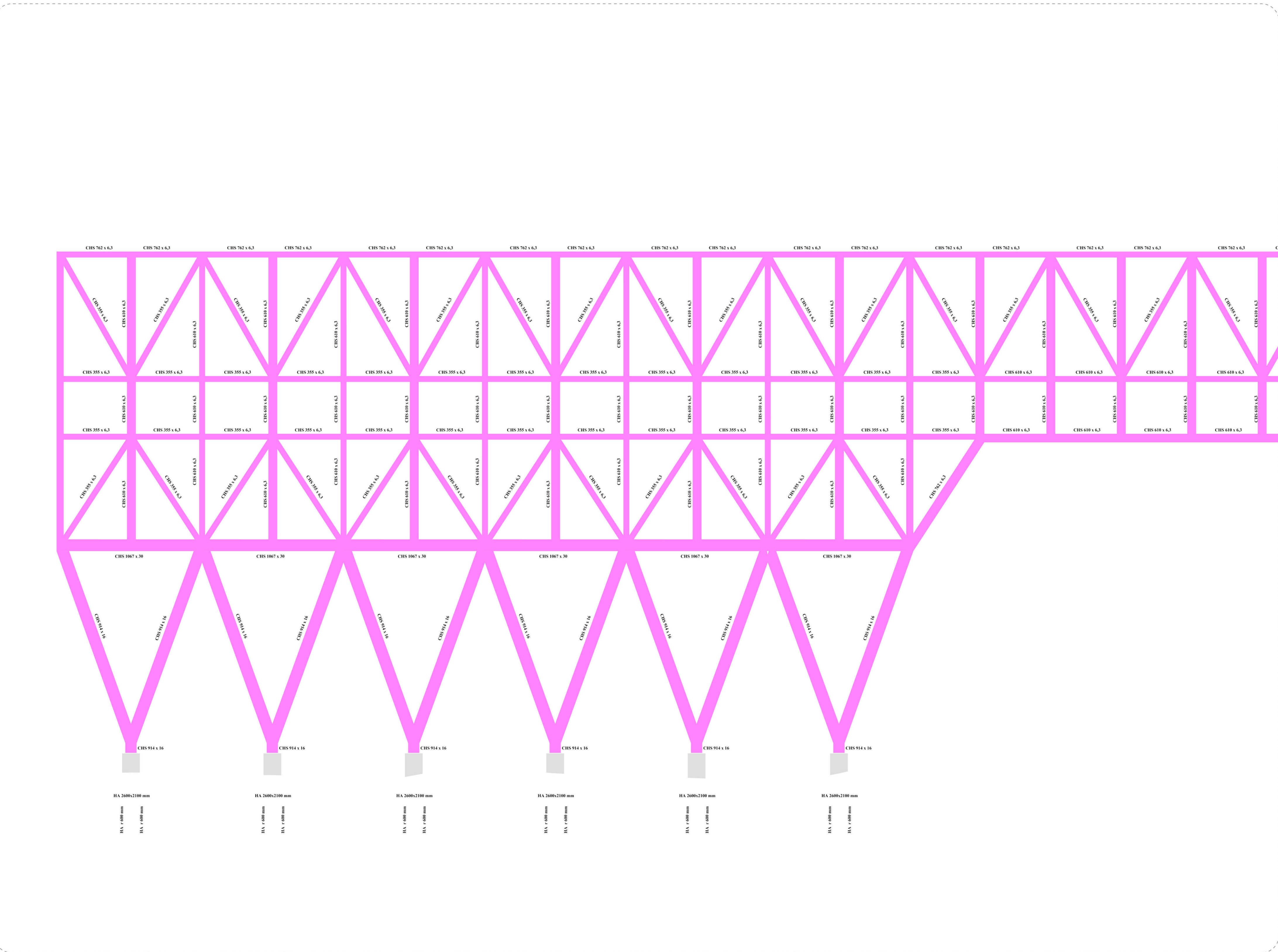
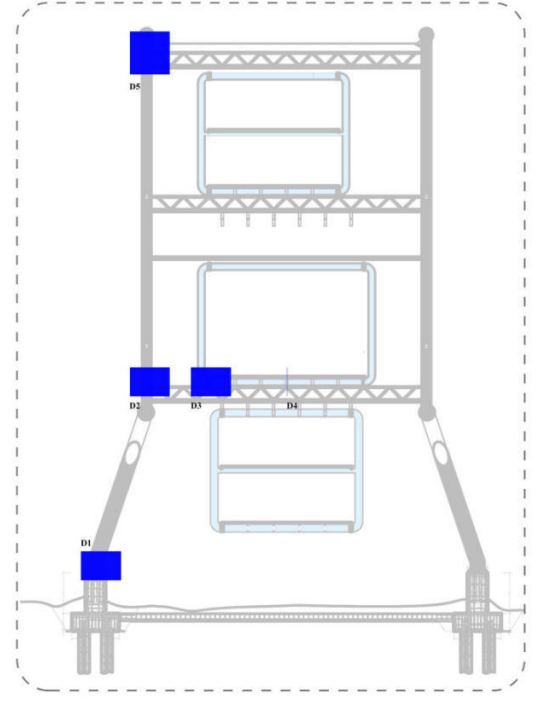
CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

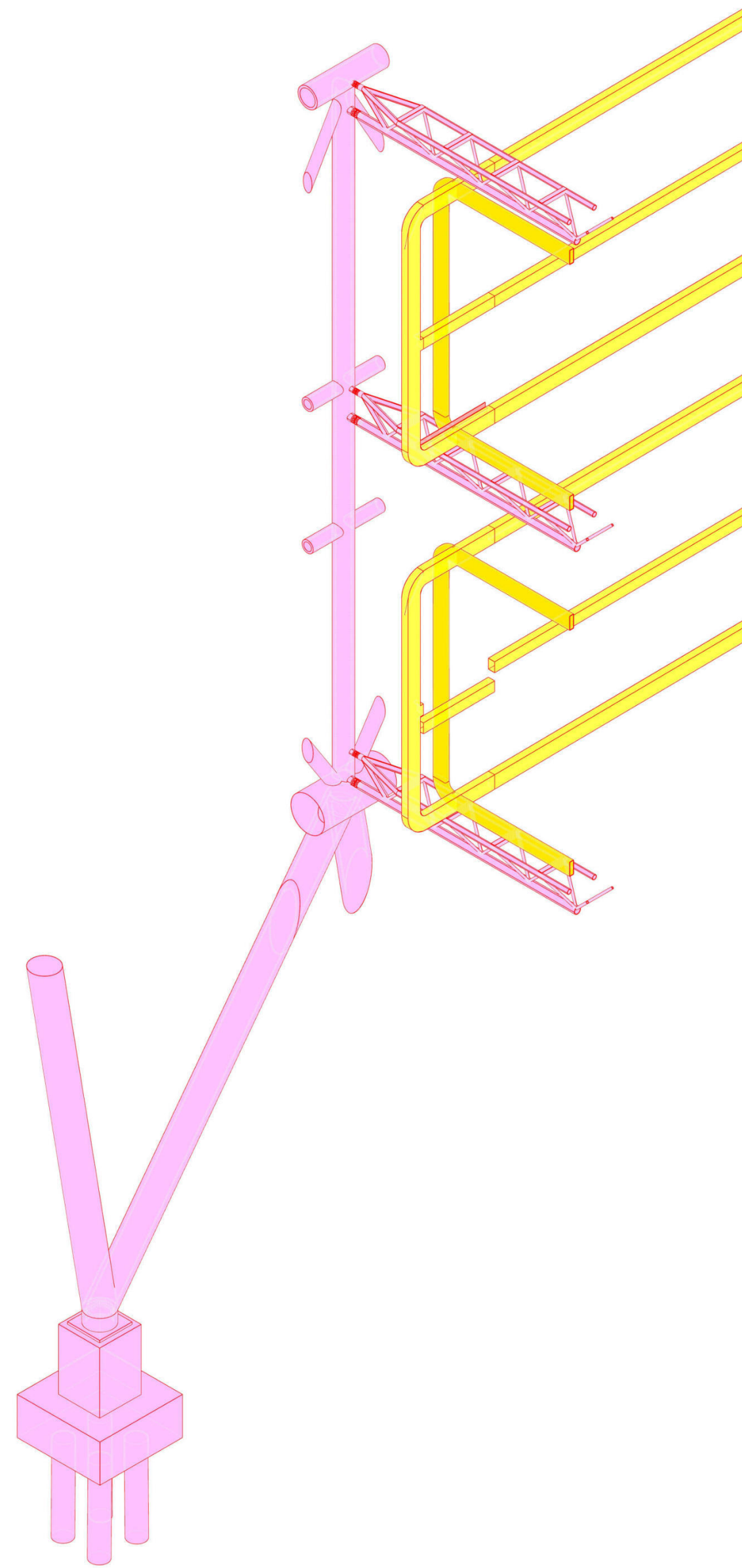
CARGAS CAJAS PROGRAMÁTICAS	Vivienda, zonas comunes		Cocinas y almacenamiento	
Subestructura metálica*	2,12	2,12		
Envoltente	0,3	0,3		
Forjados**	2	2		
Particiones	0,48	0,48		
Suelo técnico	0,4	0,4		
Cubierta	1,5	1,5		
Cubrición textil	0,1			
Tramex	0,58			
TOTAL permanentes (kN/m ²)	7,70	7,23		

CARGAS ESTRUCTURA PUENTE	Usos productivos***		Instalaciones*		Pasarelas**	
Cajas programáticas	4,42					
Forjados					2	
Maquinaria			1			
TOTAL permanentes (kN/m ²)	4,42		1		2	
x1,35 = de CALCULO	5,96		1,35		2,7	
S uso***	5		5		5	
S nieve	0,2		0,2		0,2	
TOTAL variables (kN/m ²)	5,2		5,2		5,2	
x1,5 = de CALCULO	7,8		7,8		7,8	
TOTAL cargas superficiales (kN/m ²)	13,77		13,18		10,8	

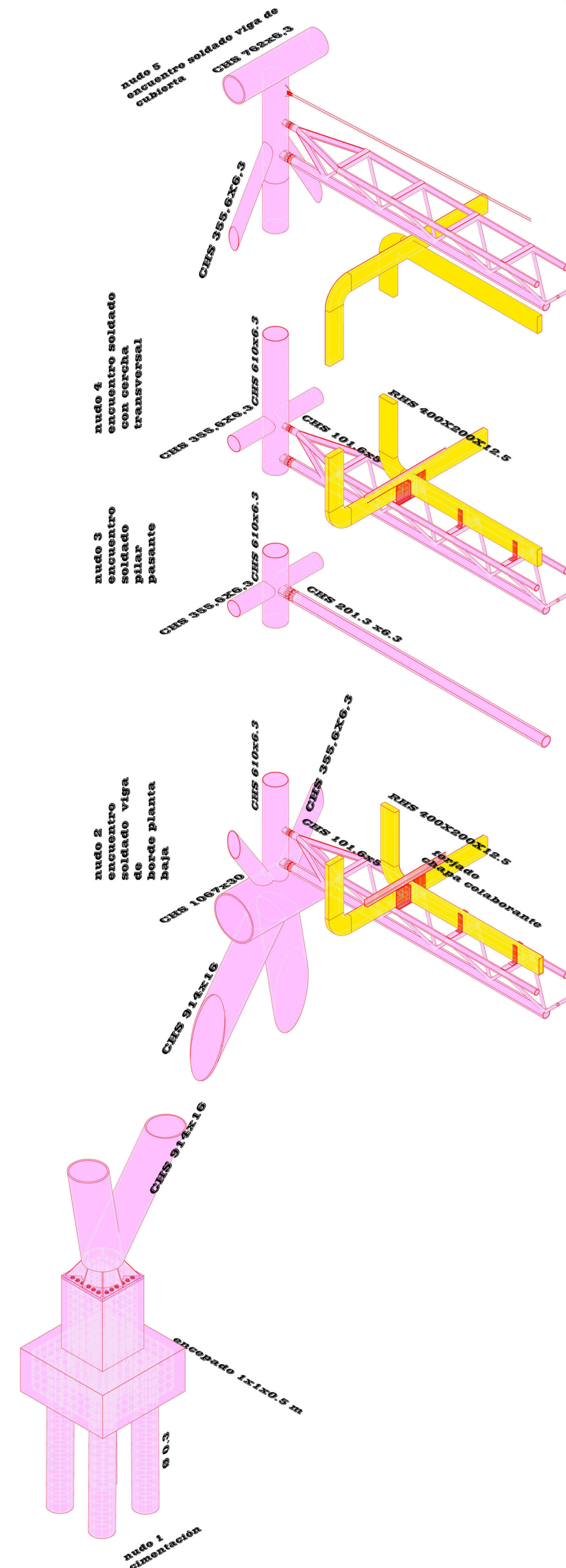
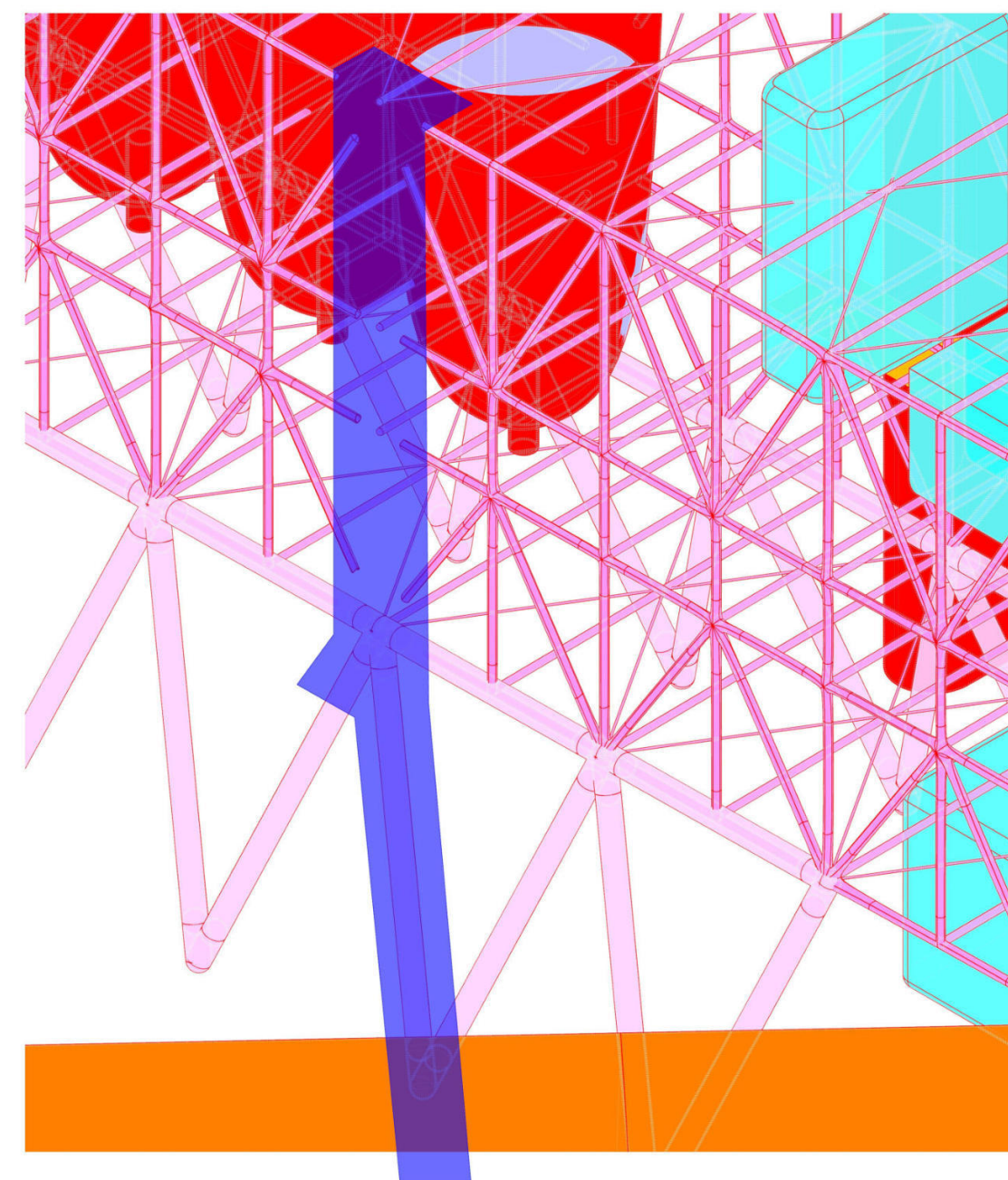
*Máquinas e instalaciones industriales que hacen posible la actividad productiva
**Señales de comunicación: 2 metros de ancho a lo largo de la longitud de la pasilla
***Se calcula la estructura como a estructura combinada de tipo programática de uso productivo (sobrecarga de uso = 5 kN/m²)

CUADRO DE CARGAS

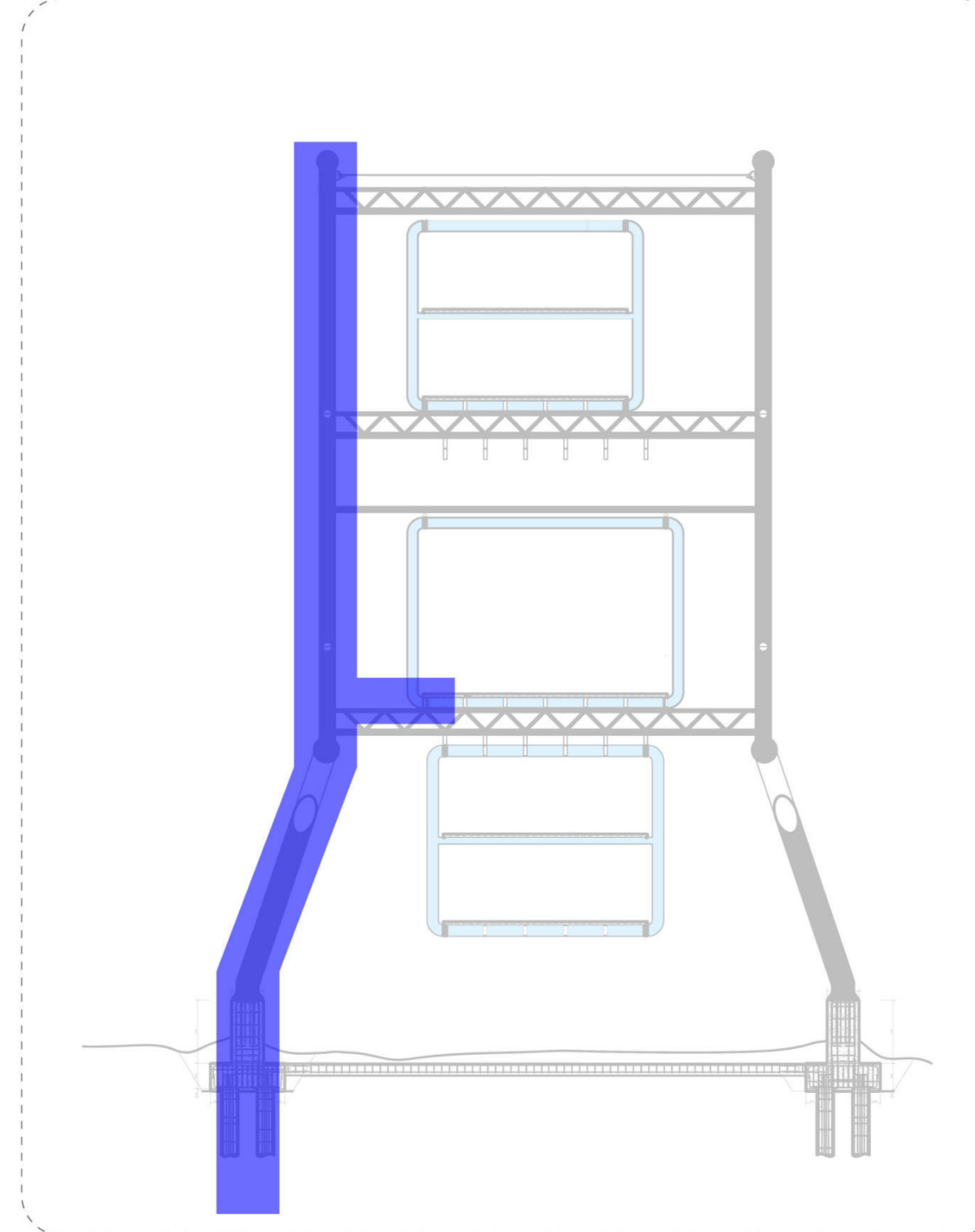




situación en estructura

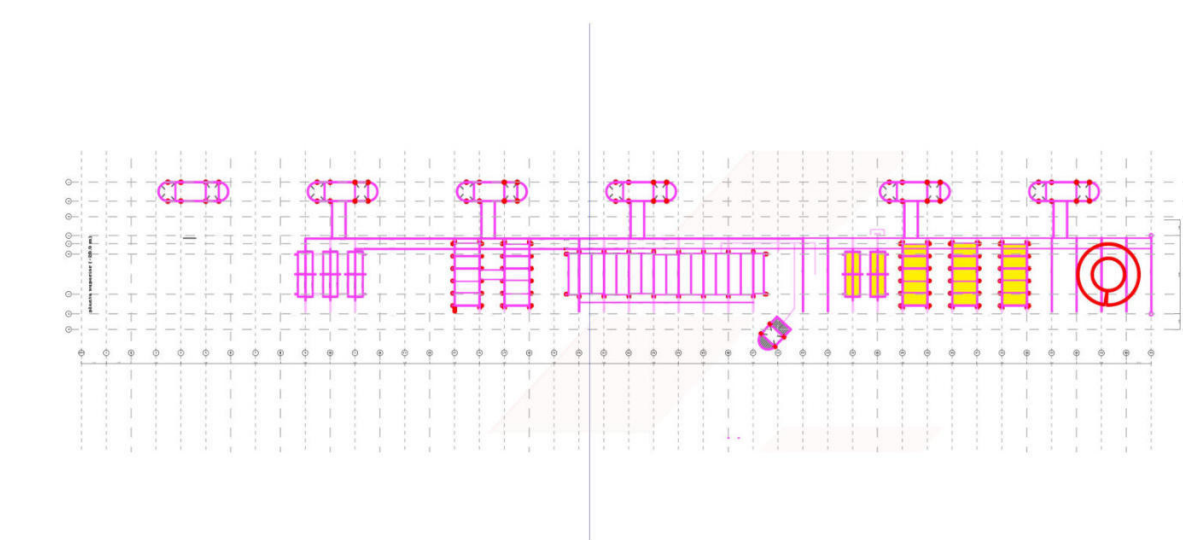


sección transversal



Leyenda

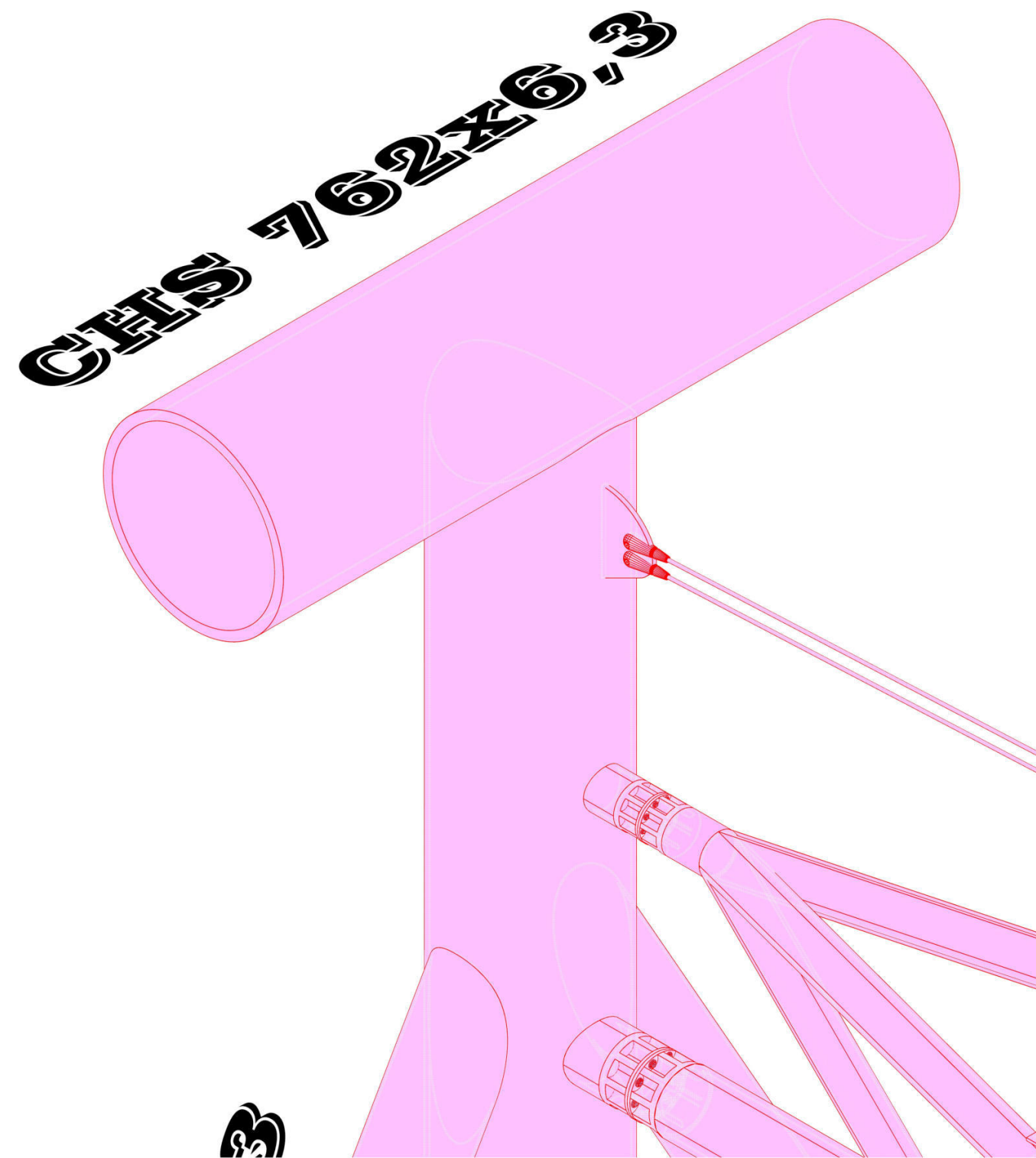
- | | | |
|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1. Pilar CHS 1210x30 | 14. Pilarcillo de transición de hormigón | 26. CHS 271 x 6.3 + Perfil T soldado |
| 2. Rigidizadores | 15. CHS 711 x 8 | 27. CHS 170 x 3 |
| 3. Placa de anclaje | 16. Pletina de unión | 28. CHS 355 x 6.3 |
| 4. Armado de pilar de transición | 17. Cabeza de tirante | 29. Malla superior Ø 8mm 20x15 |
| 5. Perno de anclaje | 18. Tirante R 50 | 30. Chapa grecada |
| 6. Armado encepado Ø 16 mm | 19. Cercha piramidal invertida | 31. RHS 400x200x12.5 |
| 7. Armado pilote Ø 16 mm | 20. Cartela | 32. Armado Ø 16 mm |
| 8. Armado viga de atado Ø 8 mm | 21. L. de acero | |
| 9. Hormigón de limpieza | 22. Redondo | |
| 10. Relleno de terreno | 23. Perfil soldado | |
| 11. Hormigón | 24. CHS 101,6 x 3 | |
| 12. Encepado | 25. CHS 271 x 6.3 | |
| 13. Píote | | |



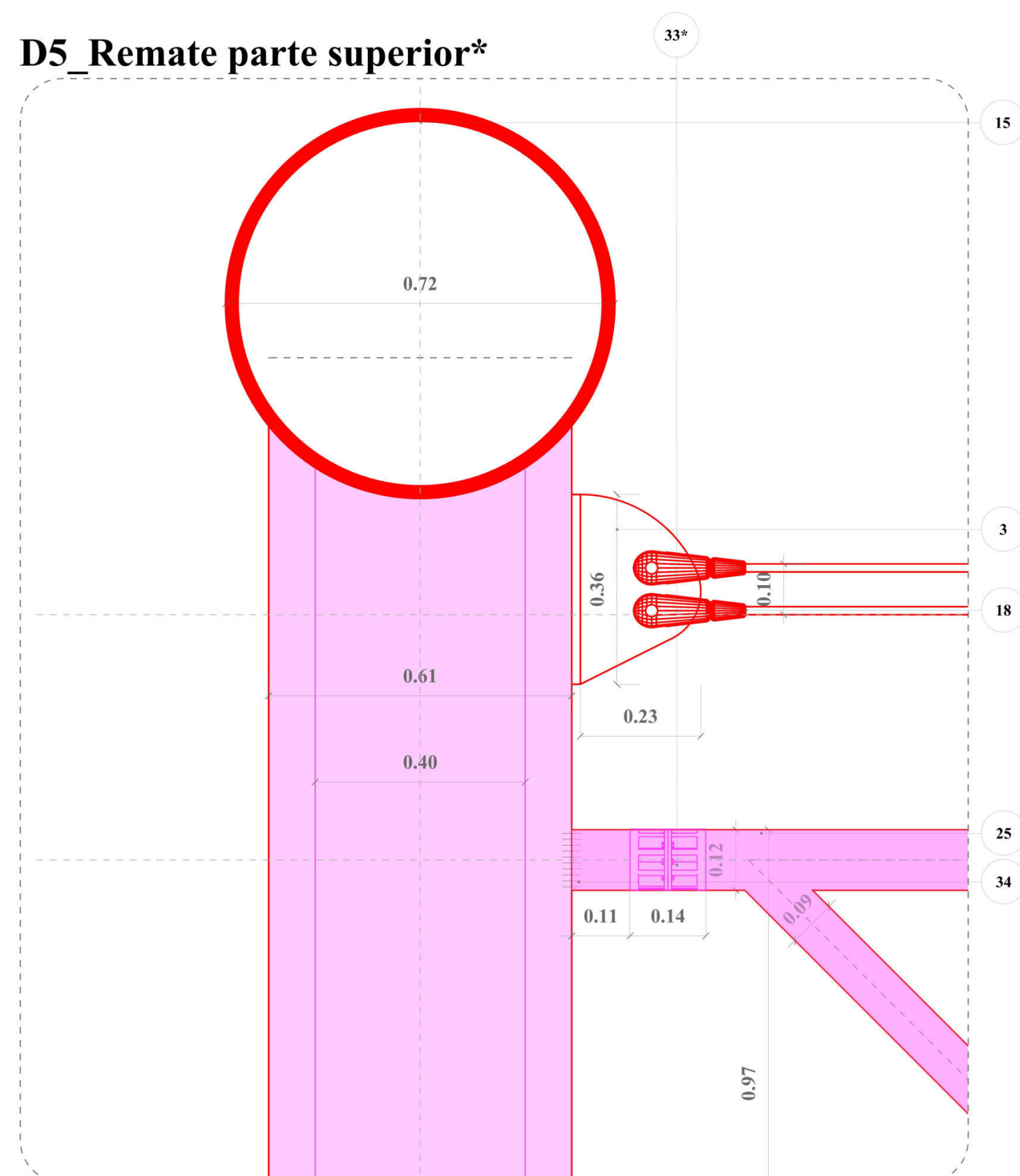
Ricardo Acedo Roca
 ETSAM
 prof. Jacinto Ruiz Carmona

n.exp: 19004
 Taller de Estructuras / otoño 2025
 tutora: María Langarita / Aula Tuñón

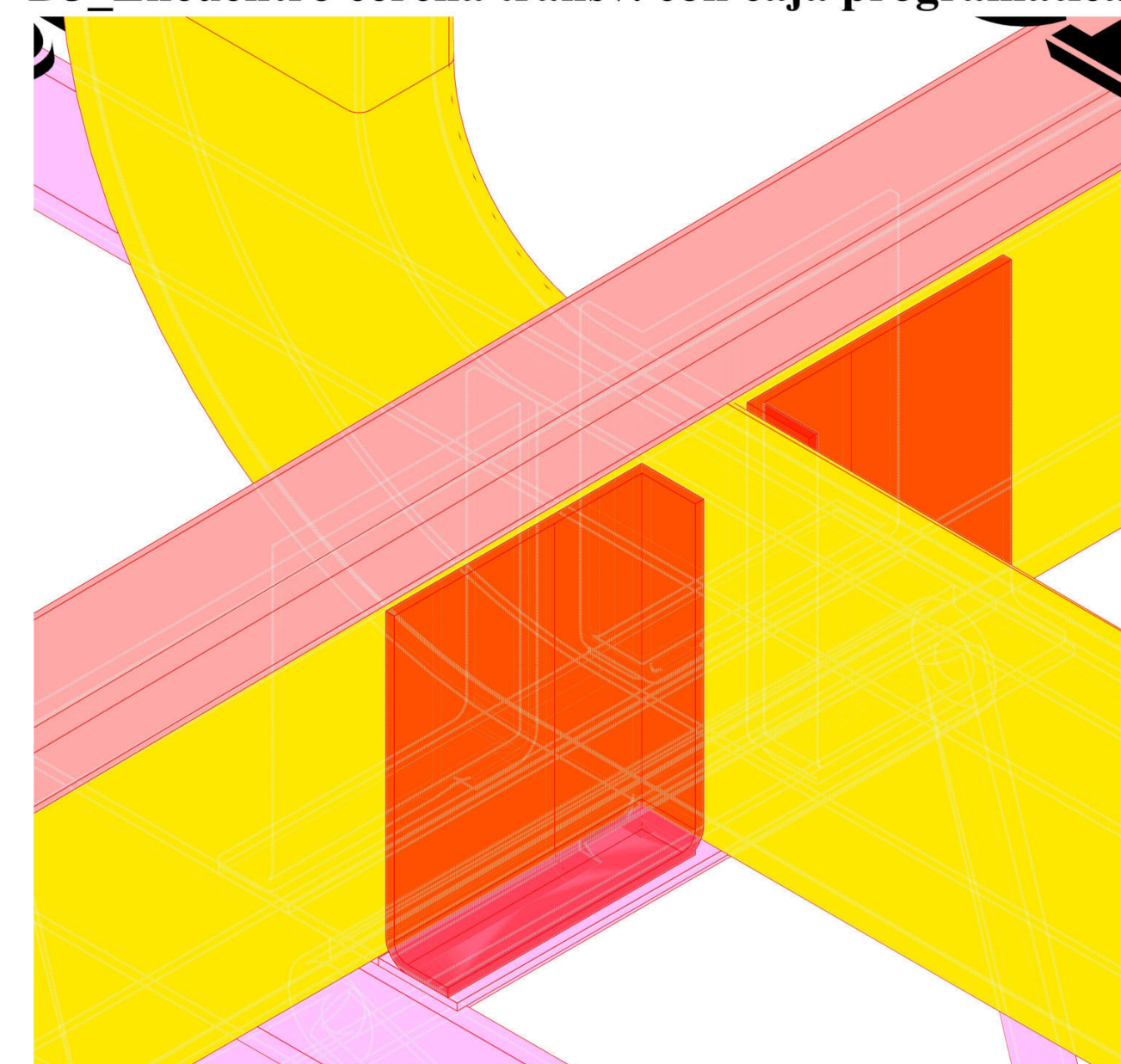
D5_Remate parte superior *



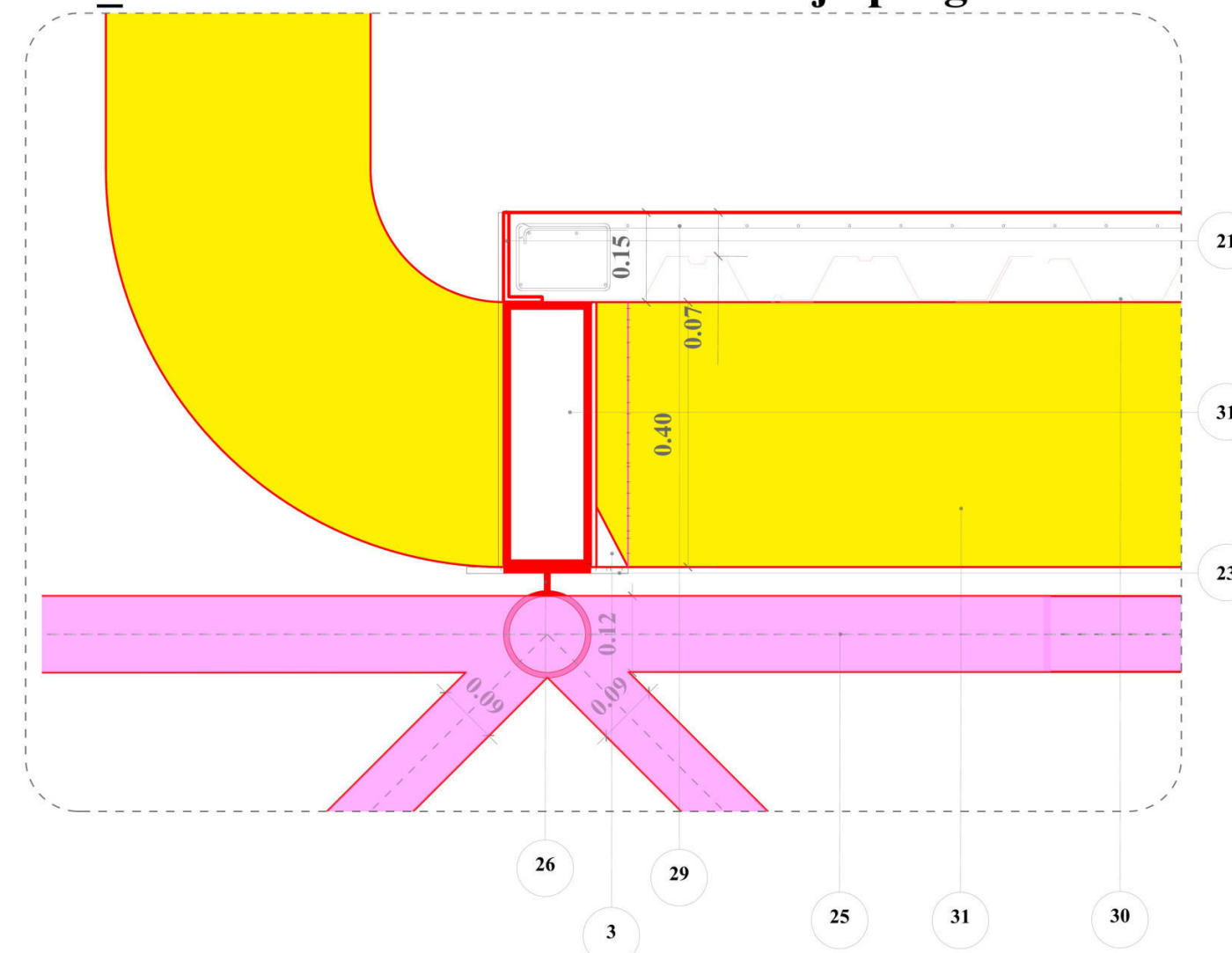
D5_Remate parte superior*



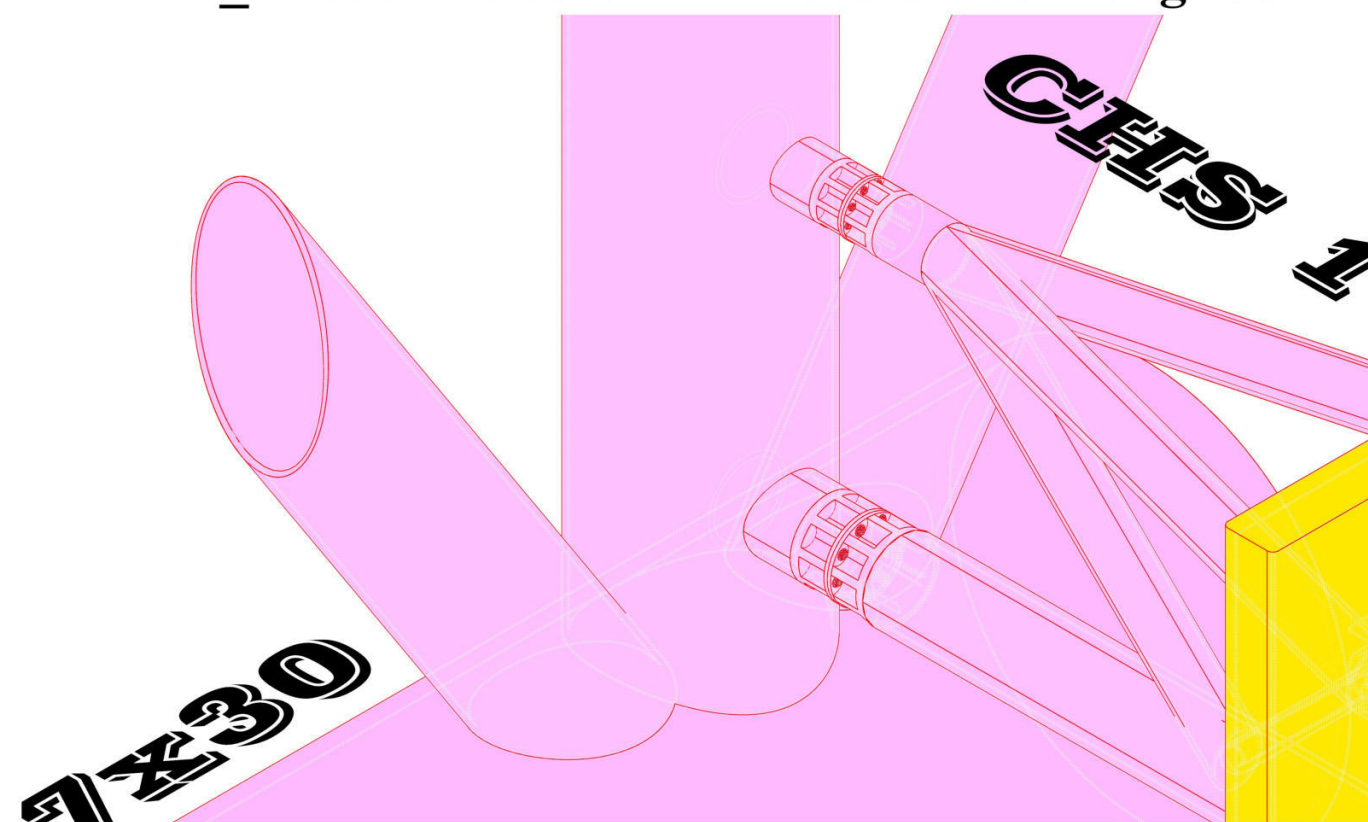
D3_Encuentro cercha transv. con caja programática



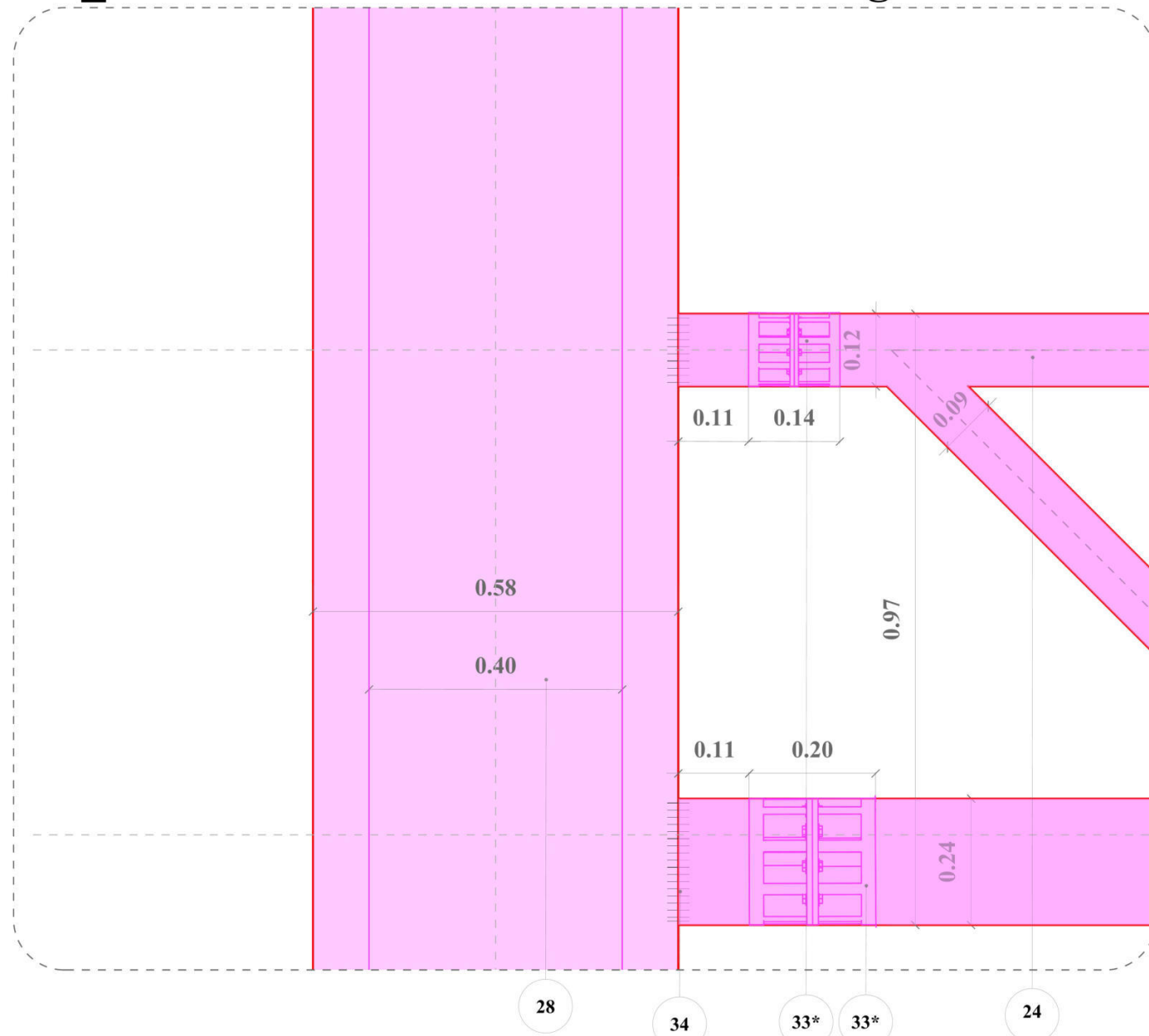
D3_Encuentro cercha transv. con caja programática



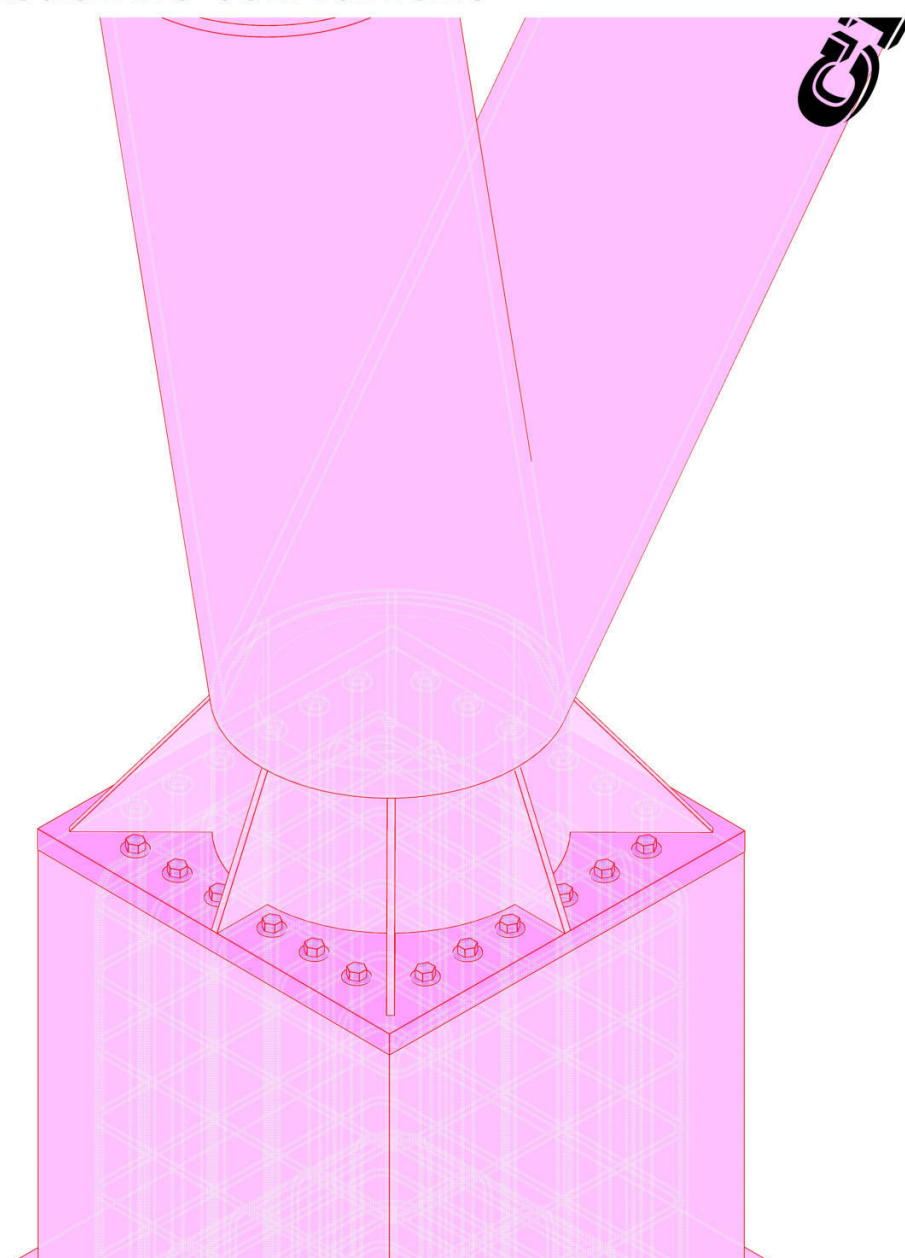
D2_Encuentro cercha transversal con longitudinal *



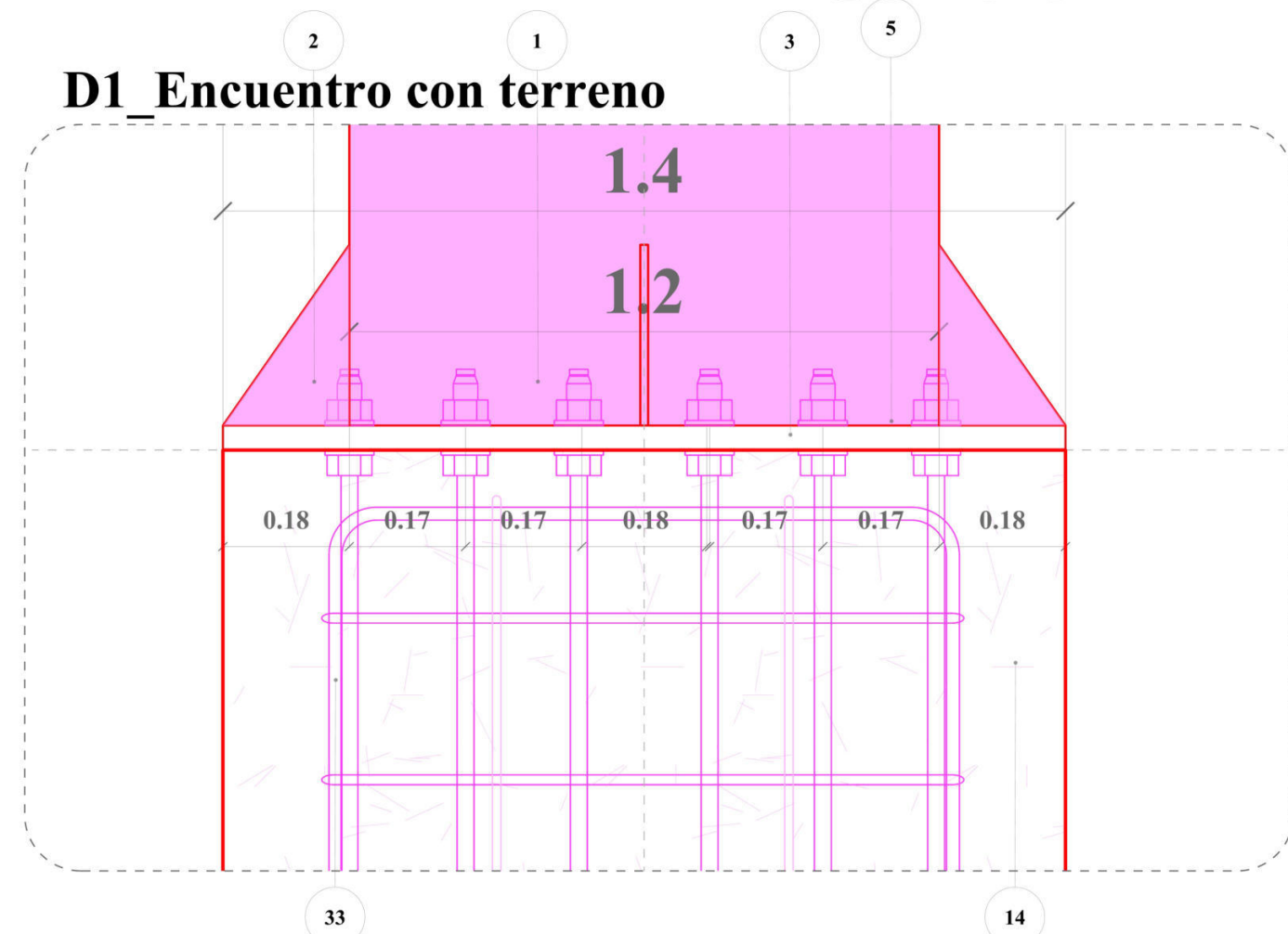
D2_Encuentro cercha transversal con longitudinal *



D1_Encuentro con terreno



D1_Encuentro con terreno



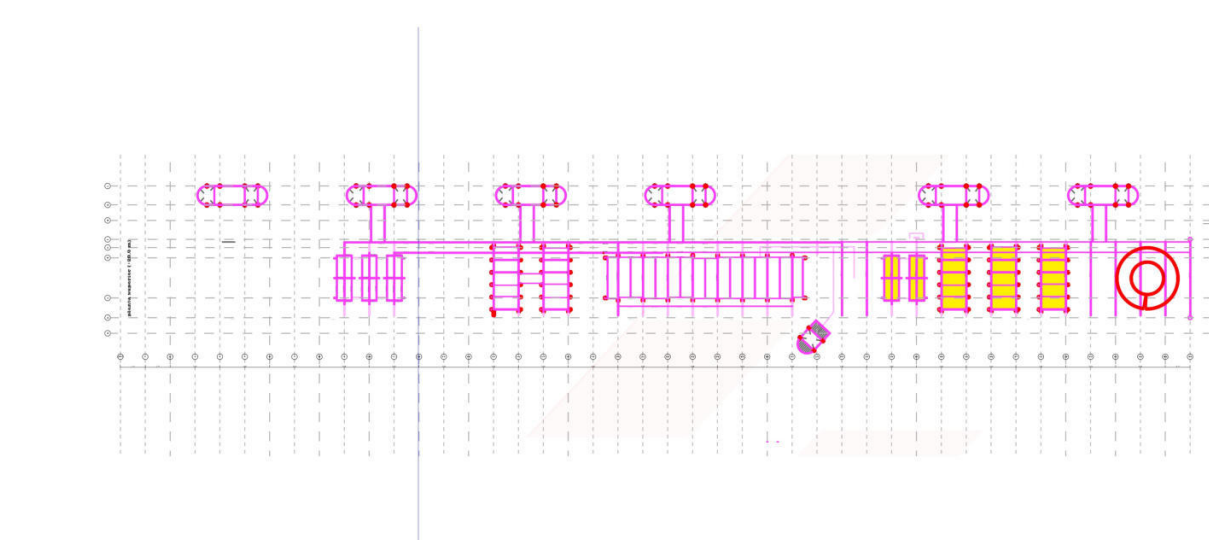
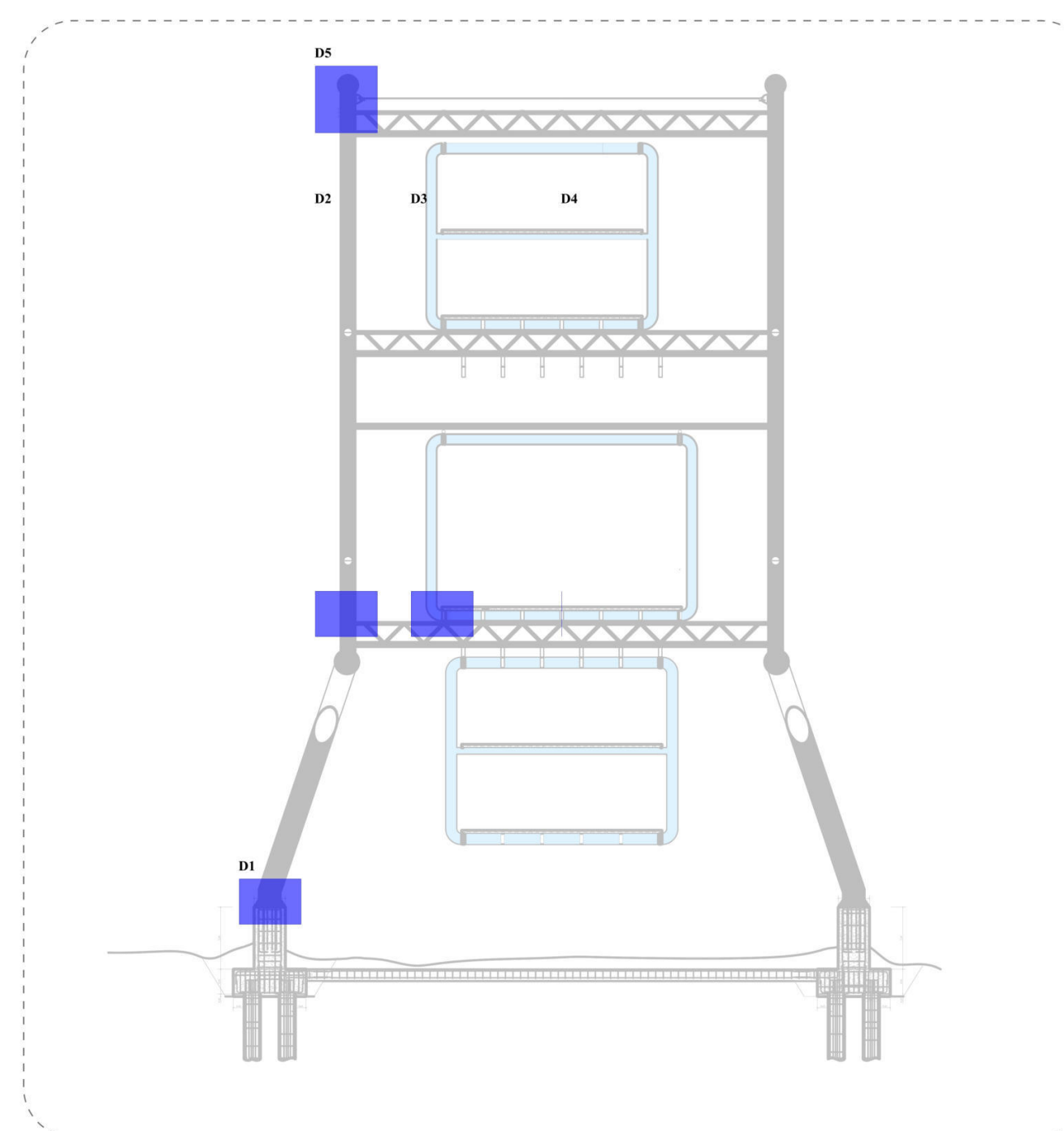
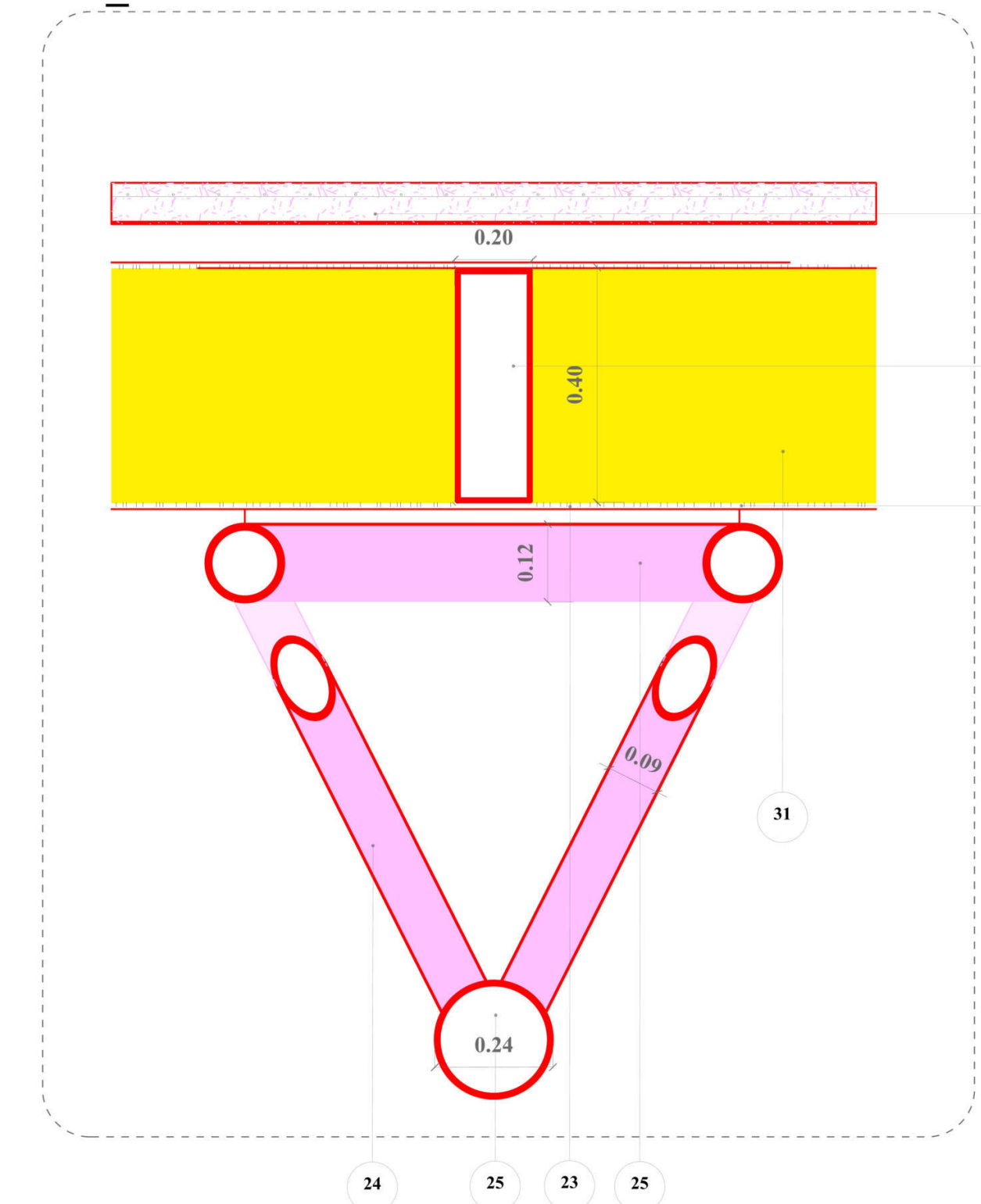
Legenda

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1. Pilar CHS 1210x30 | 14. Pilarcillo de transición de hormigón |
| 2. Rigidizadores | 15. CHS 711 x 8 |
| 3. Placa de anclaje | 16. Pletina de unión |
| 4. Armado de pilar de transición | 17. Cabeza de tirante |
| 5. Perno de anclaje | 18. Tirante R 50 |
| 6. Armado encepado | 19. Cercha piramidal invertida |
| 7. Armado pilote | 20. Cartela |
| 8. Armado viga de atado | 21. L. de acero |
| 9. Hormigón de limpieza | 22. Redondo |
| 10. Relleno de terreno | 23. Perfil soldado |
| 11. Hormigón | 24. CHS 101.6 x 3 |
| 12. Encepado | 25. CHS 271 x 6.3 |
| 13. Pilote | 26. CHS 271 x 6.3 + Perfil T soldado |
| | 27. CHS 170 x 3 |
| | 28. CHS 355 x 6.3 |
| | 29. Malla superior Ø 8mm 20x15 |
| | 30. Chapa grecada |
| | 31. RHS 400x200x12.5 |
| | 32. Armado Ø 16 mm |
| | 33. Unión cercha transversal - cercha longitudinal mediante nodo tubular soldado con caja de anclaje interior |
| | 34. Unión soldada |

* Se utiliza en este punto una unión desmontable para favorecer la variabilidad programática tan relevante en el proyecto.

Si en algún momento es requerida una mayor altura libre entre forjado y forjado, se plantea la retirada de estas piezas. El fin es permitir puntualmente espacios de mayor dimensión dentro de la estructura, como ocurre en ciertos puntos donde se eliminan para introducir piezas como pequeños auditorios.

D4_Cercha transversal en sección



Ricardo Acedo Roca
ETSAM
prof. Jacinto Ruiz Carmona

n.exp: 19004
Taller de Estructuras / otoño 2025
tutora: María Langarita / Aula Tuñón