

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

Terminal de fertilizantes - Puerto de Rosario

ESTUDIANTES

Escandell, Juana	E-1202/5
Grigera, Miguel Pedro	G-5663/4
Marelli, Lourdes	M-6888/8

DIRECTOR:

Ing. Hazan, Andrés

ASESORES:

Ing. Luque, Analía
Ing. Forestieri, Claudia
Ing. Navarro, Raúl
Arq. Cervera, Cristina
Ing. Margarita Portapila
Ing. Raffaelli, Juan Pablo
Ing. Riccardi, Gerardo
Ing. Stagnitta, Estefanía

Trabajo presentado en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de
Ingeniero Civil

Enero 2025

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVOS.....	6
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
2.2. OBJETIVOS PARTICULARES.....	6
2.3. ÁREAS PRINCIPALES.....	6
3. MARCO DE REFERENCIA.....	7
3.1. CONSIDERACIONES PARTICULARES.....	11
3.1.1. CAMINO DE SIRGA.....	11
3.1.2. NIVELES.....	12
4. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	14
4.1. LAYOUT GENERAL.....	14
4.2. ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.....	15
4.3. CIRCULACIÓN VEHICULAR.....	19
4.4. DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA CELDA.....	19
4.5. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CELDA.....	22
4.5.1. MATERIALES EMPLEADOS.....	22
4.5.2. COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA.....	22
5. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y MEMORIA DE CÁLCULO.....	25
5.1. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA DEL TERRENO.....	25
5.2. CONTROL DE INGRESO Y EGRESO.....	29
5.3. CIRCULACIÓN VEHICULAR.....	32
5.3.1. DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO.....	36
5.3.2. PLAYA DE ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS.....	39
5.3.2.1. Análisis del suelo.....	39
5.3.2.2. Metodología R.O.M.....	40
5.4. DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA CELDA.....	43
5.5. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	45
5.5.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE.....	45
5.5.2. NORMAS UTILIZADAS.....	46
5.5.3. MODELO DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES.....	46
5.5.3.1. ESTRUCTURA METÁLICA.....	46
5.5.3.1.1. Análisis de cargas.....	46
5.5.3.1.2. Dimensionamiento de los componentes en estado último.....	53
5.5.3.1.2.1. Celda. Parantes de frontis.....	53
5.5.3.1.2.2. Celda. Viga reticulada de cumbrera a dos aguas.....	56
5.5.3.1.2.3. Estructura del pasillo. Viga laminada de acero.....	60
5.5.3.1.2.4. Estructura del pasillo. Columnas laterales.....	62
5.5.3.1.2.5. Sistema de contraviento. Puntales de Techo.....	64
5.5.3.1.2.6. Sistema de contraviento. Tensores.....	66
5.5.3.1.2.7. Componentes y revestimientos. Correas.....	68
5.5.3.1.3. Verificación en estado límite de servicio.....	71
5.5.3.2. ESTRUCTURA DE HORMIGÓN.....	72

5.5.3.2.1. Análisis de cargas.....	72
5.5.3.2.2. Dimensionamiento de las componentes.....	75
5.5.3.2.2.1. Muros intermedios.....	75
5.5.3.2.2.2. Muros laterales.....	79
5.5.3.2.2.3. Muros de frontis.....	83
5.5.3.2.3. Verificación en estado límite de servicio.....	85
5.5.3.3. FUNDACIONES.....	86
5.5.3.3.1. Análisis de cargas.....	86
5.5.3.3.2. Análisis del suelo de fundación.....	87
5.5.3.3.3. Dimensionamiento de las componentes.....	88
5.5.3.3.3.1. Pilotes - Muros intermedios.....	88
5.5.3.3.3.2. Pilotes - Muros laterales.....	95
5.5.3.3.3.3. Pilotes - Muros de frontis.....	97
5.5.3.3.3.4. Bases centradas - Columnas del pasillo.....	99
6. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	101
6.1. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....	102
6.1.1. Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura.....	102
6.1.2. Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico.....	103
6.1.3. Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento.....	105
6.1.4. Objetivo 1: Fin de la pobreza.....	106
6.1.5. Objetivo 2: Hambre cero.....	107
6.1.6. Objetivo 3: Salud y bienestar.....	107
6.1.7. Objetivo 5: Igualdad de género.....	108
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109
8. BIBLIOGRAFÍA.....	111
9. PLANOS.....	113
10. ANEXOS.....	140
ANEXO 1. ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	141
ANEXO 2. CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	146

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el sector agropecuario ha experimentado una transformación, impulsada por la incorporación de nuevas tecnologías que han aumentado la demanda global de fertilizantes, una tendencia que también se observa en Argentina. Para asegurar la disponibilidad y calidad de estos insumos, resulta importante contar con instalaciones de almacenamiento adecuadas en puntos estratégicos. Dada su relevancia en la logística agrícola, el Puerto de Rosario surge como una ubicación ideal para la construcción de una terminal especializada en fertilizantes.

En Argentina, los fertilizantes juegan un rol fundamental en la agricultura, contribuyendo a mejorar la productividad y calidad de cultivos clave como la soja, el maíz y el trigo. Su uso adecuado permite a las plantas absorber nutrientes esenciales del suelo (principalmente nitrógeno, fósforo y potasio), promoviendo un crecimiento saludable, mayor resistencia a enfermedades y plagas, y maximizando el rendimiento por hectárea. Sin embargo, el país depende en gran medida de la importación de fertilizantes debido a la limitada producción nacional, especialmente de compuestos de alta demanda como el fosfato diamónico y la urea, que se importan de países como Rusia, Estados Unidos, Canadá, China y Marruecos.

La construcción de una terminal de fertilizantes en Rosario representa una inversión estratégica para optimizar la cadena de suministro agrícola en el país. Su ubicación en el centro de la Pampa Húmeda, principal zona productiva de Argentina, la convierte en el punto estratégico para centralizar la entrada y distribución de estos insumos, reduciendo distancias de transporte desde puertos más alejados como Buenos Aires o Bahía Blanca. Esto permitiría abaratar los costos logísticos y mejorar la competitividad del sector agrícola, facilitando a los productores un acceso más rápido y económico a los fertilizantes.

Además de mejorar la eficiencia y estabilidad del suministro, la terminal en Rosario optimizaría la gestión ambiental mediante infraestructura específica para el almacenamiento y transporte seguro de fertilizantes. Estas instalaciones permitirían asegurar la disponibilidad de insumos durante las temporadas agrícolas de mayor demanda, al tiempo que minimizarían el impacto en otros puertos y reducirían el riesgo de contaminación. Asimismo, este proyecto generaría empleo en la región y fortalecería la industria agroindustrial, consolidando a Rosario como un nodo logístico clave para la producción agrícola de Argentina.

Este proyecto se centra en el diseño de una terminal de almacenamiento de fertilizantes en Rosario, con la construcción de celdas especializadas para garantizar la correcta conservación de los productos. También contempla la creación de infraestructura complementaria, como una playa

de estacionamiento para camiones, caminos internos, balanzas, puestos de control, oficinas administrativas y un sistema de drenaje para la evacuación eficiente de agua de lluvia en el predio. Este informe incluye el cálculo y diseño de las principales obras civiles, aunque algunos elementos específicos, como la pileta de sedimentación, así como también la descarga de los efluentes de la misma al Río Paraná, quedan fuera del alcance de este análisis y se abordarán en estudios posteriores. El proyecto alcanza un nivel de ingeniería básica, sobre el cual podrán realizarse futuras ampliaciones y ajustes a medida que avancen los estudios técnicos.

Se aclara que al ser un proyecto académico, no se realizan ciertas tareas que serían necesarias para ejecutar el proyecto propiamente dicho, como un estudio de suelos específico para las fundaciones que se desean realizar y en el lugar exacto en donde se desean colocar.

2. OBJETIVOS

A continuación, se detallan los objetivos a lograr en este proyecto, diferenciando entre un objetivo principal que engloba a distintos objetivos particulares y a distintas áreas de trabajo, las cuales deberán complementarse entre sí para lograr una buena solución.

2.1. OBJETIVO GENERAL

Proyectar y diseñar una nueva terminal portuaria de fertilizantes en la ciudad de Rosario.

2.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- Diseñar una infraestructura para el almacenamiento de **26.000 toneladas** de fertilizante.
- Proyectar un sistema de drenaje pluvial que evite la contaminación del entorno y con los recaudos necesarios previo al volcamiento al Río Paraná.
- Diseñar la infraestructura para alojar **60 camiones aproximadamente** previo a su carga, asegurando un flujo ordenado y seguro dentro de la terminal.
- Analizar los aspectos ambientales del proyecto propuesto.

2.3. ÁREAS PRINCIPALES

- Layout General - Análisis Arquitectónico
- Análisis Hidrológico - Hidráulico
- Análisis Circulación de vehículos
- Análisis Estructural (hormigón + metálico)
- Fundaciones
- Aspectos Ambientales

3. MARCO DE REFERENCIA

Los fertilizantes son sustancias químicas o naturales que proporcionan nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Su uso es muy importante en la agricultura, ya que permite mejorar la productividad y calidad de los cultivos al abastecer deficiencias en el suelo de nutrientes básicos como el nitrógeno, fósforo y potasio. Estos son altamente corrosivos y pueden deteriorar rápidamente diversos tipos de elementos fabricados en acero. Esta agresividad química requiere la implementación de soluciones constructivas que maximicen la durabilidad de las estructuras y minimicen los riesgos asociados al almacenamiento de fertilizantes. Es por eso que el uso de materiales de alta durabilidad, como el hormigón armado con mayores recubrimientos en las áreas expuestas al contacto con el fertilizante, así como también aceros con tratamientos especiales como el galvanizado, han sido una consideración a tener en cuenta en el proyecto para prolongar la vida útil de aquellos componentes expuestos, tanto de manera directa como indirecta, y así reducir los costos de mantenimiento.

En Argentina, la importancia de los fertilizantes es particularmente alta debido a la dependencia de la producción de granos como ya se mencionó anteriormente. Sin embargo, el país no produce suficientes fertilizantes para satisfacer su demanda interna, por lo que debe importarlos.

Según la Bolsa de Comercio (2021), el consumo de fertilizantes en Argentina alcanzó los 5,3 millones de toneladas en el año 2020. De este total, el 54% corresponde a fertilizantes nitrogenados, como la urea y el nitrato de amonio calcáreo, mientras que el 36% está compuesto por fertilizantes fosforados, entre ellos el fosfato monoamónico (MAP) y el fosfato diamónico (DAP).

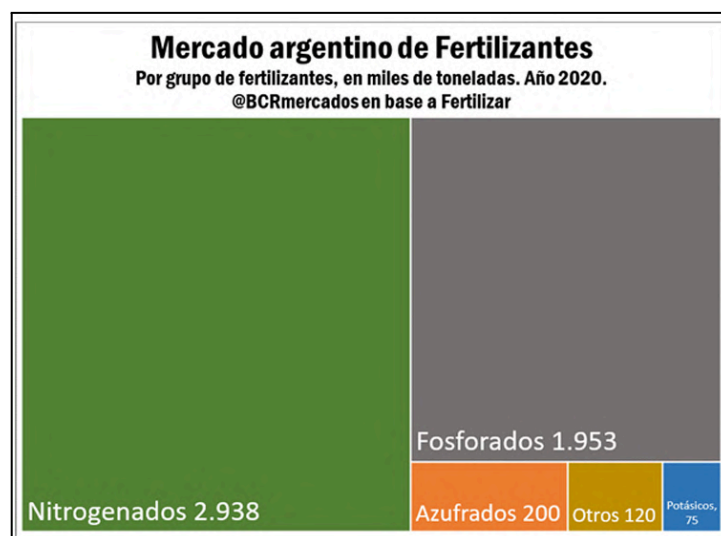


Figura 1. Mercado Argentino de Fertilizantes. Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario (2021).

Por otro lado, un estudio reciente revela la evolución del consumo de fertilizantes en los últimos años. De acuerdo con datos de la CIAFA, el uso de fertilizantes ha experimentado un crecimiento significativo, tal como se ilustra en el siguiente gráfico.

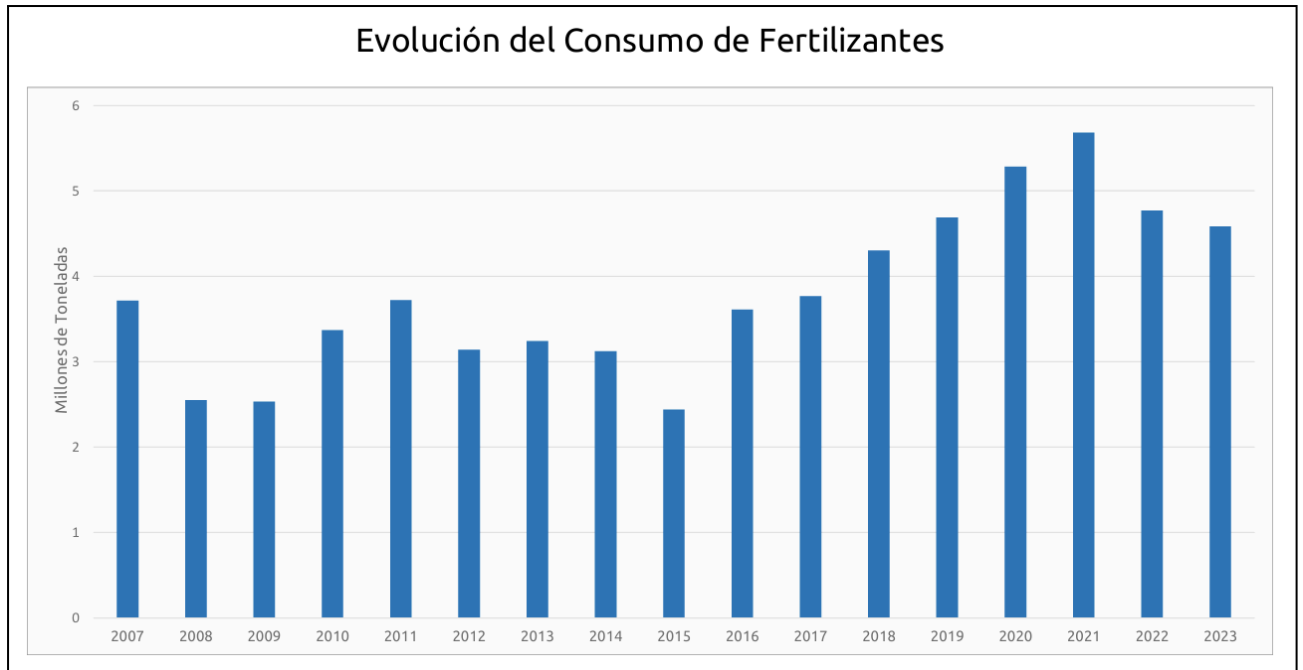


Figura 2. Evolución del consumo de fertilizantes. Fuente: Fertilizar AC - CIAFA

Para comprender mejor la dinámica actual del consumo de fertilizantes en el sector agropecuario, a continuación, se presenta un desglose detallado de los tipos de fertilizantes utilizados en 2023, diferenciando entre importaciones y producción local.

CONSUMO DE FERTILIZANTES EN EL AGRO 2023						
	NITROGENADOS ¹	FOSFATADOS ²	AZUFRADOS ³	POTASICOS ⁴	OTROS ⁵	TOTAL
Consumo Agropecuario	2.583.202	1.684.722	151.705	58.615	105.508	4.583.752
Importaciones	1.198.968	1.257.936	35.055	42.678	56.432	2.591.069
Producción Local	1.170.000	470.457	111.925	3.685	0	1.756.067
Oferta al Mercado	2.368.968	1.728.393	146.980	46.363	56.432	4.347.136
Exportaciones	-	131.170	3.438	-	-	134.608

*Los valores se encuentran en Toneladas.

- 1: Urea - UAN – Nitrato de Amonio - Nitrato de Amonio Calcareo - Otros Nitrogenados
 2: MAP - DAP - SPS - SPT Ca - MAP 15 - MAP S - Otros fosfatados (tienen NP)
 3: Sulfato de Amonio - TSA (Tiosulfato de Amonio) - Yeso agrícola y mineral- Otros Azufrados
 4: Cloruro de Potasio - Nitrato de Potasio - Sulfato de Potasio - TSK (Tiosulfato de potasio) - Otros Potásicos
 5: Otros.

Figura 3. Consumo de fertilizantes en el agro en 2023. Fuente: Fertilizar AC - CIAFA

El alto porcentaje de fertilizantes importados, que representa el 56% del consumo total en 2023 (Fuente: Fertilizar AC - CIAFA), pone en evidencia una dependencia importante del mercado internacional. Con el crecimiento sostenido en la demanda de fertilizantes en los últimos años, y considerando que esta tendencia probablemente continuará, se hace evidente que las instalaciones actuales ya no son suficientes. Esto resalta la necesidad de expandir la infraestructura portuaria en puntos estratégicos como lo es la ciudad de Rosario, para garantizar un suministro eficiente de fertilizantes.

Rosario, ubicada sobre el río Paraná, juega un rol clave en la economía nacional como centro logístico y exportador. Su puerto, con calado adecuado para buques marítimos, es fundamental para la exportación de productos y abastecimiento de la región agrícola más productiva del país. Sin embargo, carece de una terminal de acopio de fertilizantes, lo cual limita la eficiencia en el abastecimiento de estos insumos a las áreas productivas de su entorno. Según un artículo de La Nación (2024), cerca del 70% de las divisas generadas por exportaciones argentinas provienen de los puertos de la provincia de Santa Fe, como los de Rosario, Timbúes y San Lorenzo, por lo que contar con una infraestructura dedicada a fertilizantes en el Puerto de Rosario podría fortalecer la cadena de suministro, reducir costos logísticos y consolidar el papel de la región como un pilar para el crecimiento económico del país.

Para su localización, se opta por un terreno perteneciente a la empresa “Terminales y Servicios S.A.” que actualmente es la empresa a cargo de la concesión del Puerto de Rosario. El terreno en cuestión se ubica río abajo respecto a la ubicación de las terminales existentes.

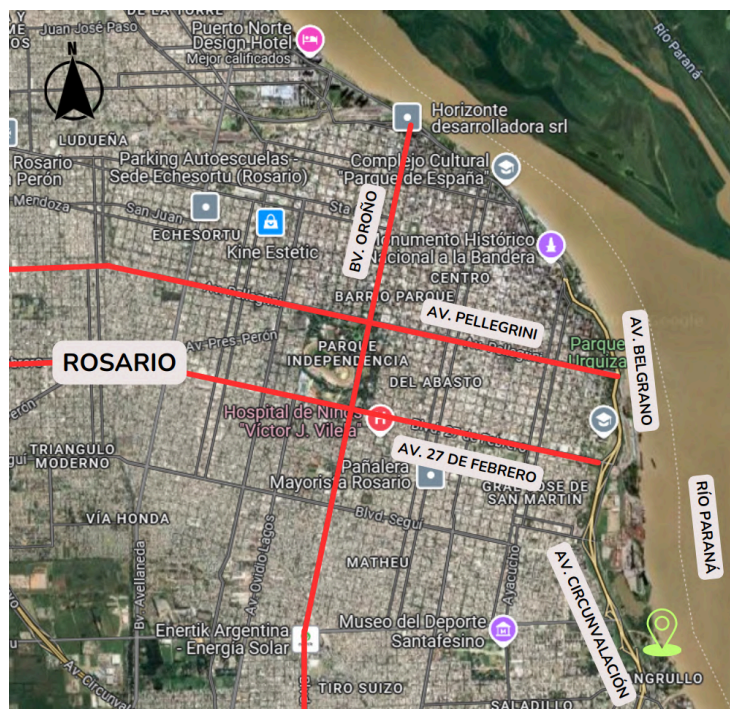


Figura 4. Ubicación del terreno dentro de la ciudad de Rosario. Fuente: Google Maps.



Figura 5. Ubicación del terreno. Fuente: Google Maps.

El acceso a dicho predio se da por un camino colector que se desarrolla a un costado de la Av. Circunvalación 25 de Mayo, desde donde se puede bajar hacia la colectorá por salidas señalizadas.



Figura 6. Salida desde Av. Circunvalación hacia la calle colectorá. Fuente: Google Street View.

Con respecto al origen de dicho terreno, consultando con investigadores del Departamento de Hidráulica de la FCEIA-UNR, se obtuvo que en el año 1899 aproximadamente, el Río Paraná a dicha altura tenía un ancho de más de tres kilómetros, conformando el lugar una zona de expansión de flujo y posterior sedimentación, que había generado un gran banco (denominado Banco del Oeste Santafesino: BOS), adosado sobre margen derecha, el cual sin emerger involucraba más del 60% del ancho del río.

En 1977, en ese tramo la sedimentación había seguido y el BOS comienza a emerger levemente, observándose islotes dispersos. Algunas partes del BOS inicial, quedaron semi-adosadas sobre margen derecha, y se transformaron en islotes, que luego esos islotes se transformaron en islas, y las islas se adosaron a la margen.

El río en esa zona se bifurcó (formó dos brazos), dejando la mayor parte del BOS en la zona central del cauce. En 1987, el BOS emergió, totalmente expuesto formando una isla. Actualmente, ya consolidado con vegetación, se llama Isla Ing. Sabino Corsi.

No se obtuvo información sobre si en esa zona hubo aporte externo de material en años posteriores.

3.1. CONSIDERACIONES PARTICULARES

3.1.1. CAMINO DE SIRGA

Un detalle importante a tener en cuenta es el llamado “Camino de Sirga”. El mismo es un camino o calle que deben dejar los propietarios ribereños a ríos o canales para uso público, originado por cuestiones de navegación, a lo largo de la orilla de un río, lago o canal, sin recibir a cambio ninguna indemnización.

El camino de sirga tiene sus orígenes en la navegación fluvial tradicional, mucho antes de la mecanización de los barcos. Surgió como una necesidad práctica ya que era una franja de tierra junto a los ríos destinada al paso de personas o animales que, con sogas (llamadas sirgas), remolcaban embarcaciones río arriba. Esto era especialmente útil en áreas donde las corrientes del río dificultaban la navegación o donde no existían embarcaciones con propulsión propia.

El uso de la “sirga” es tan antiguo como la navegación y se remonta a épocas en las que los ríos eran las principales vías de transporte y comercio. Aunque no se tiene una fecha exacta de inicio, esta práctica comenzó en Europa en la Edad Media y fue trasladada al continente americano por medio de los colonizadores españoles.

En Argentina, la noción de camino de sirga fue regulada desde el Código Civil original de 1869, donde se establecía un derecho de paso público de 35 metros desde la ribera de los ríos navegables. En el Código Civil y Comercial de la Nación de 2015, esta distancia fue reducida a 15 metros.

La Municipalidad de Rosario mediante el Decreto 32209 del año 1948 estableció la línea de costa ribereña en el nivel +4,16 en base al hidrómetro ubicado en el muelle nacional. A partir de esta línea de referencia la Municipalidad exige que se dejen 15 metros libres para la circulación

libre de los ciudadanos en las zonas urbanas. A continuación se exhibe la documentación brindada por la cátedra que se define como base para establecer la línea de ribera en la ciudad de Rosario:

<u>LINEA DE RIBERA EN ROSARIO</u>					
<u>DETERMINACION DE LA COTA DE LINEA DE RIBERA (LR)</u>					
Decreto P.E.N.		Cota L.R. (m)	Tipo	Localización (Progresiva- km)	Tramo de validez (km)
Nº	Fecha				
¿?	26/07/1900	+ 4,20 ⁽¹⁾	¿?	Pto. Rosario	Sin definir
32.209	21/21/49	+ 4,16 ⁽²⁾	DEFINITIVA	420	415,0 / 425,0
6.599	11/09/67	+ 4,30	PROVISORIA	431	429,5 / 432,5
9.157	14/12/67	+ 4,25 ⁽⁴⁾	PROVISORIA	426	424,5 / 427,5

(1): Relacionada al cero del Mareógrafo del Riachuelo; hidrógrafo en Rosario desaparecido. Dirección de Navegación y Puertos. Ing. Lorenzo Amespil.
 (2) Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables.
 (3): Referida al cero del hidrómetro de Puerto Rosario.

Progresiva Km 420: Aproximadamente coincidente con la sección transversal al Río Paraná a la altura del Monumento Nacional a la Bandera.
Progresiva Km 426: Sección desembocadura Arroyo Ludueña.
Progresiva Km 0.00: Puerto de Buenos Aires.

Figura 7. Línea de ribera en Rosario. Fuente: Dirección Nacional de las Vías Navegables.

En base a esta información, se define la distancia libre que constituye el “camino de sirga” para poder colocar de manera correcta las edificaciones pertinentes.

3.1.2. NIVELES

Se analizan los datos históricos de los niveles del Río Paraná a la altura de Rosario, siendo su máximo nivel histórico +6,97 metros respecto al hidrómetro de Rosario (+9,99 IGN) en el año 1983, según información brindada por docentes de la asignatura “Obras Hidráulicas” de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - UNR.

Así mismo, se analizaron los niveles del terreno en donde se emplazará el proyecto, los cuales fueron brindados por la empresa “Terminales y Servicios S.A.”. Los mismos se pueden observar en la figura a continuación.

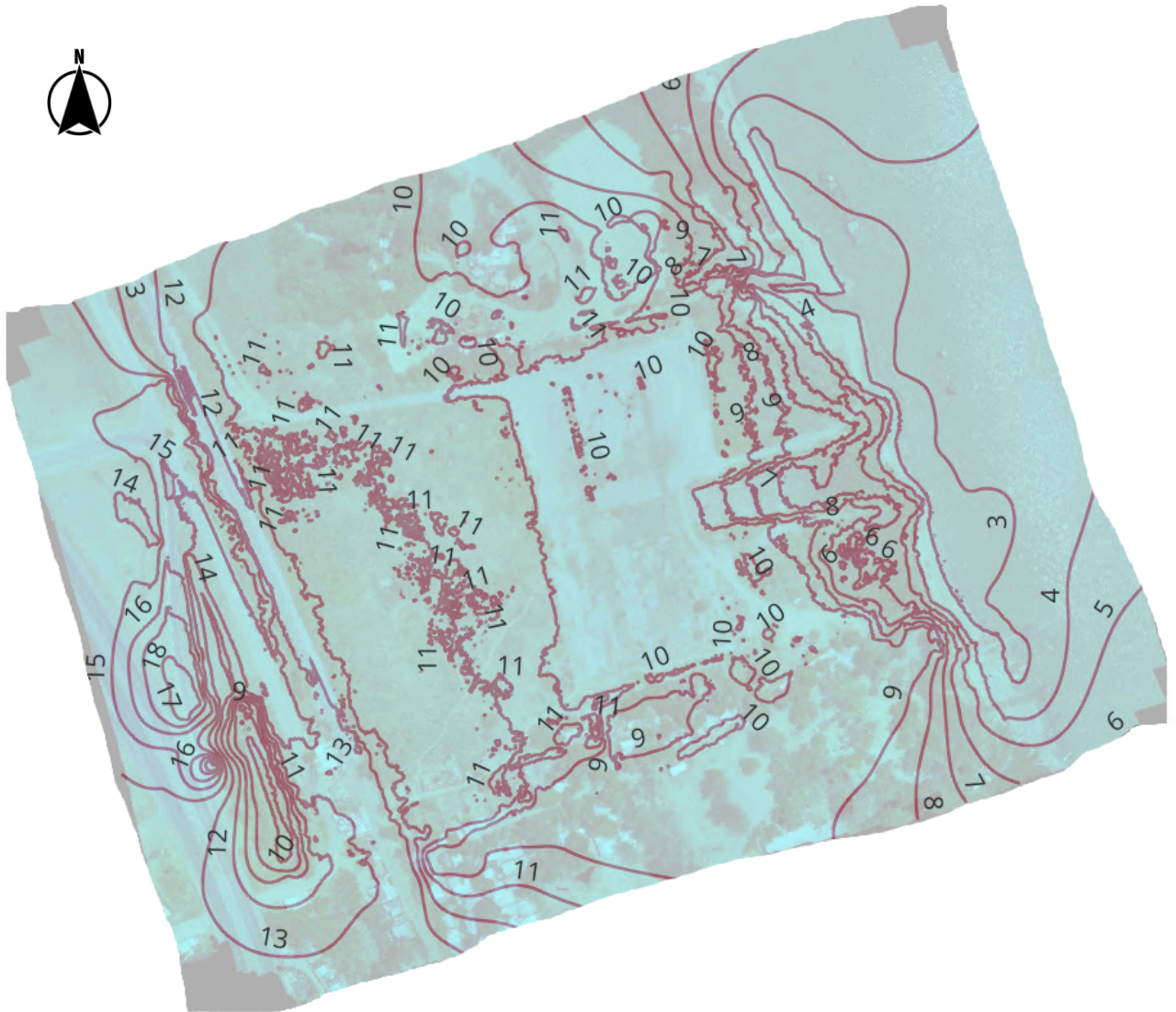


Figura 8. Curvas de nivel. Ortofoto. Fuente: Terminales y Servicios S.A.

Teniendo en cuenta esta información se propone que el nivel interior de los silos celda, se encuentre a +9,60 IGN, estando a cubierto de crecidas importantes, pero no así de una crecida extraordinaria como la del año 1983, debiéndose tomar las precauciones pertinentes. En el plano 03.2 *Sistema de Desagüe* se encuentran los niveles adoptados para el resto del predio.

4. MEMORIA DESCRIPTIVA

4.1. LAYOUT GENERAL

El diseño del layout de la terminal se desarrolló teniendo en cuenta múltiples factores clave para asegurar una operación eficiente y segura. Para definir la disposición de las distintas infraestructuras, se analizaron proyectos previos de terminales de fertilizantes y cereales, adoptando las mejores prácticas en términos de logística y funcionalidad, y aplicando ajustes específicos para maximizar la eficiencia operativa en el contexto del Puerto de Rosario.

Uno de los aspectos fundamentales fue la circulación de camiones, para lo cual se diseñaron caminos internos que facilitan el tránsito fluido y seguro de vehículos pesados. Se prestó especial atención a los radios de giro, asegurando que las dimensiones de las curvas permitieran maniobras cómodas para camiones de gran tamaño, evitando atascos y optimizando las operaciones. Además, se priorizó la seguridad y el control de acceso, ubicando una única garita de control en una posición estratégica para gestionar de manera eficiente el ingreso y salida de vehículos y personal.

Se consideraron las características naturales del terreno, incluyendo su pendiente, para optimizar el flujo del agua hacia un sistema de drenaje eficiente. Esto garantiza que, incluso durante lluvias intensas, no se generen zonas de acumulación de agua que puedan afectar las operaciones o la seguridad de la terminal. Además, considerando que los fertilizantes son productos potencialmente tóxicos, se diseñó una pileta de sedimentación a la salida de los desagües pluviales para evitar la contaminación del curso receptor, asegurando así la protección del entorno natural.

El proyecto también se diseñó pensando en la accesibilidad para futuras expansiones, permitiendo que nuevas celdas de almacenamiento y ampliaciones de la playa de estacionamiento puedan llevarse a cabo sin afectar el funcionamiento actual de la terminal.

El layout adoptado para este proyecto incluye una celda de almacenamiento con capacidad para 26,000 toneladas, con posibilidad de ampliación a tres celdas en el futuro. Además, se ha diseñado una playa de estacionamiento con capacidad para alojar hasta 60 camiones, también con posibilidad de expansión. El acceso al predio contará con una garita de control, y se han proyectado oficinas administrativas para la gestión de la terminal. El sistema de pesaje estará compuesto por dos balanzas: una ubicada a la salida del predio y otra situada luego de la playa de estacionamiento, antes del proceso de carga de los camiones. Los caminos internos estarán completamente pavimentados para garantizar el tránsito eficiente y seguro de los

vehículos pesados. Se proyectó también un estacionamiento de vehículos particulares y un camino peatonal para acceder a las oficinas.

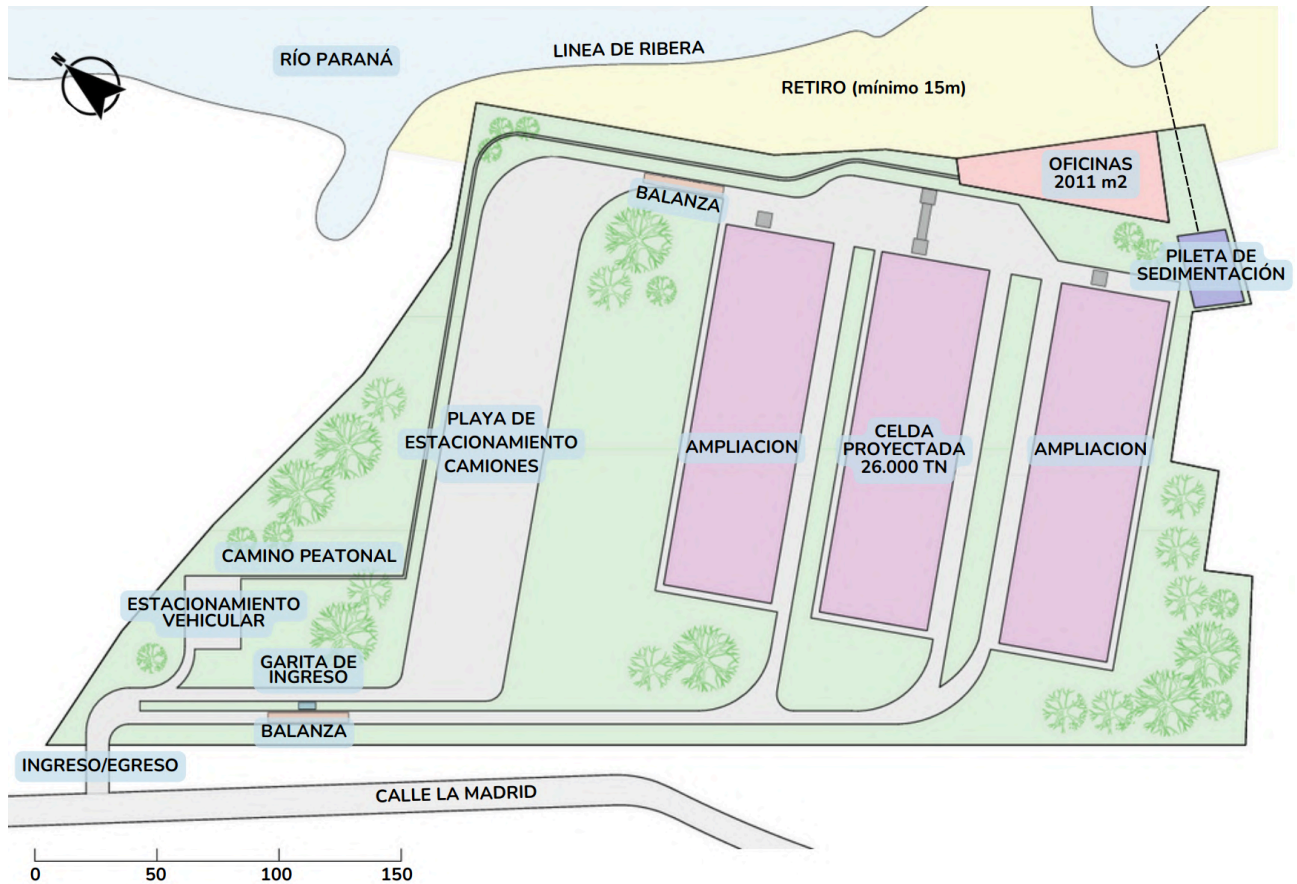


Figura 9. Layout general. Fuente: elaboración propia.

4.2. ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Como se mencionó anteriormente, se establece que, por razones medioambientales, es necesario incluir en el proyecto integral una pileta de sedimentación al final del sistema de desagües pluviales. Esta estructura tiene como objetivo reducir el impacto ambiental y cumplir con los límites establecidos para el volcado de aguas pluviales, ya que estas se contaminan con fertilizantes presentes en el lugar. La pileta permitirá que los sólidos suspendidos en el agua sedimenten en el fondo, facilitando su posterior remoción.

Asimismo, para el volcado del agua al río, será necesario incluir en el diseño un dissipador de energía de caída dentada, para minimizar la erosión de la barranca. Este dissipador estará conformado por una superficie de hormigón con bloques que disiparán la energía del agua a través del impacto, reduciendo su velocidad y fuerza erosiva.

El caudal total a descargar será la suma de los caudales individuales que confluyen en la pileta de sedimentación. Por esta razón, el diseño del sistema ha contemplado que la red de cañerías y acequias dirija todos los flujos hacia dicha pileta, lo que ha condicionado directamente el trazado de estos elementos.

A continuación, se detalla el diseño adoptado, incluyendo los sentidos de escurrimiento que dirigen el flujo hacia la pileta de sedimentación.

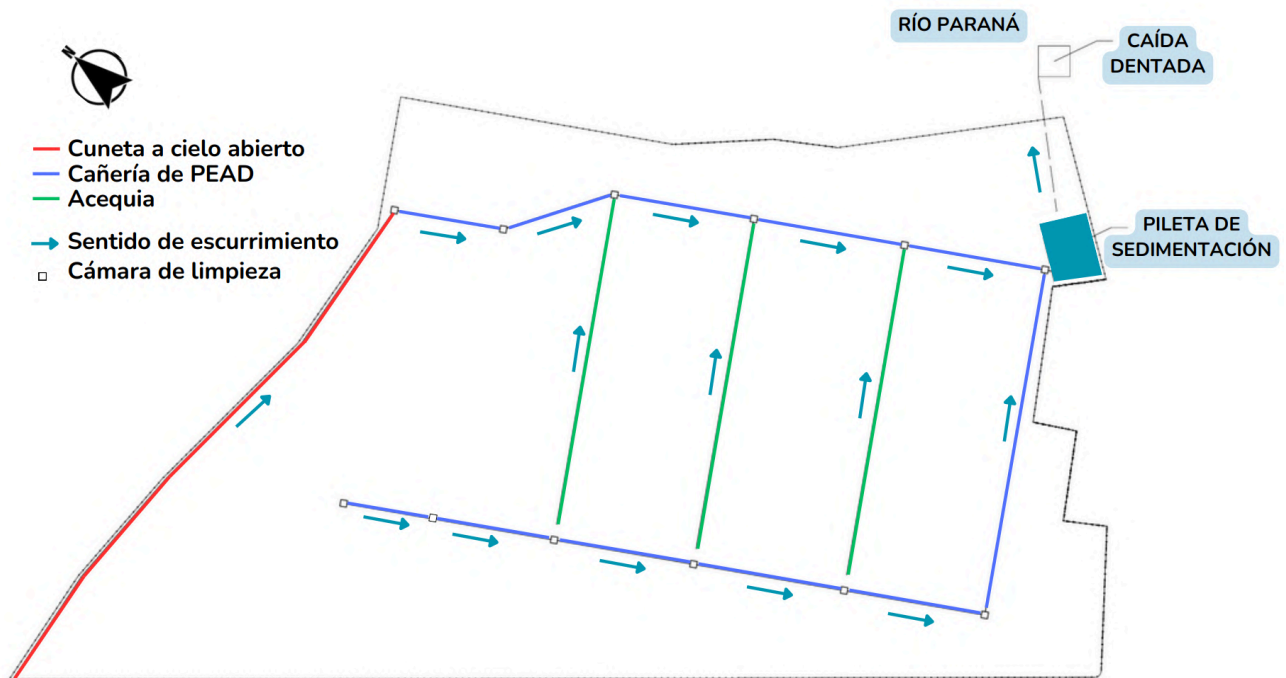


Figura 10. Diseño adoptado. Sentidos de escurrimiento. Fuente: elaboración propia.

Se procede con el dimensionamiento del sistema de escurrimiento superficial de agua pluvial dentro del predio donde se desarrolla el proyecto. El mismo se llevó a cabo con la utilización del Método Racional, para el cual se tienen las siguientes hipótesis:

- Área del terreno: 9,5 hectáreas.
- Lluvia media anual: 868 mm/año.
- No hay aportes externos al terreno.
- Los coeficientes de esorrentía adoptados corresponden a la bibliografía "Ven Te Chow".
- El tiempo mínimo de duración de la tormenta adoptado es de 5 minutos.
- La división de las cuencas se puede observar en el plano 03.1 *Plano de cuencas*, mientras que sus áreas, intensidades y caudales se muestran en las tablas del ANEXO 1.

A continuación, se observa en una planta el recorrido de los conductos, con sus respectivos diámetros.

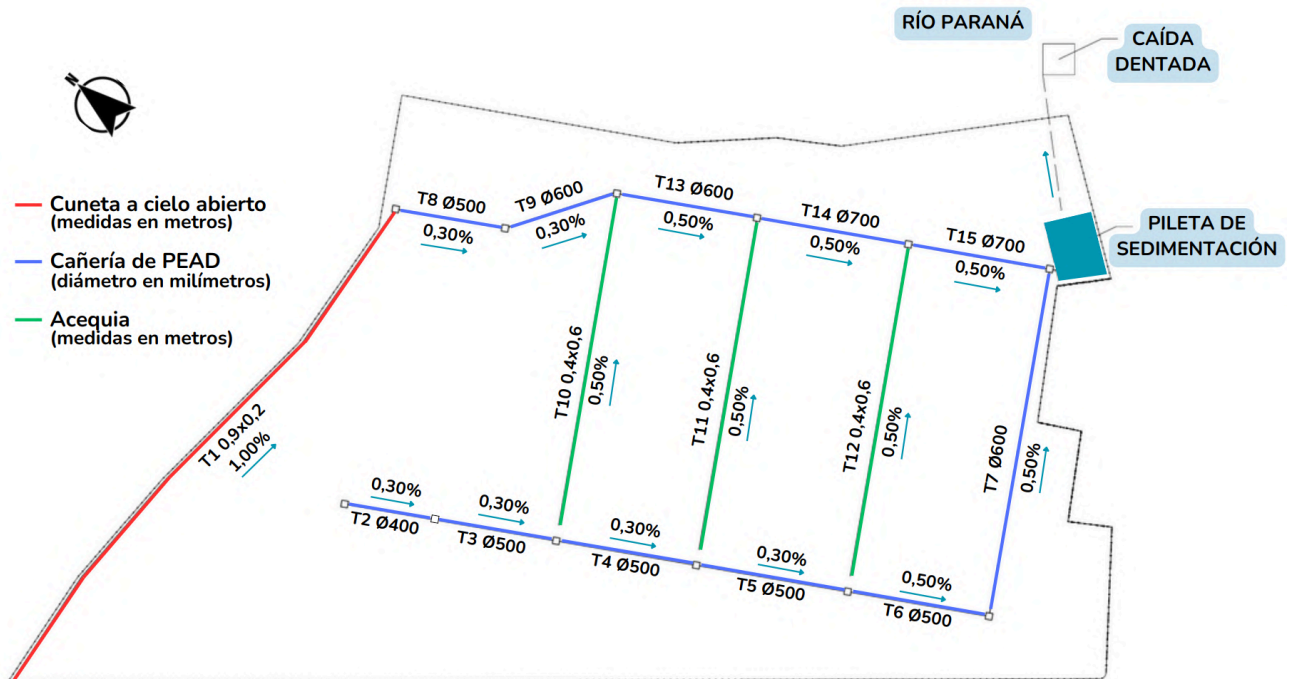


Figura 11. Desagües pluviales internos propuestos del predio. Fuente: elaboración propia.

En cada lugar donde se da un cambio de tramo, se opta por colocar una cámara de limpieza que responde al PT 135-M3 de la Secretaría de Obras Públicas de la Municipalidad de Rosario (plano 03.4 PT 135-M3).

Las pendientes de los conductos son de entre 0,3% y 0,5%, y favorecen el escurrimiento del agua hacia la zona donde se encuentra la pileta de sedimentación.

Para materializar las acequias, se opta por una sección rectangular de hormigón de 40 centímetros de ancho y una profundidad de 60 centímetros, con una rejilla de acero galvanizado, apta para resistir cargas de vehículos pesados que pasan sobre la misma.

A continuación, se observa un corte de la sección transversal de la acequia, de la cañería de PEAD y de la cuneta a cielo abierto.

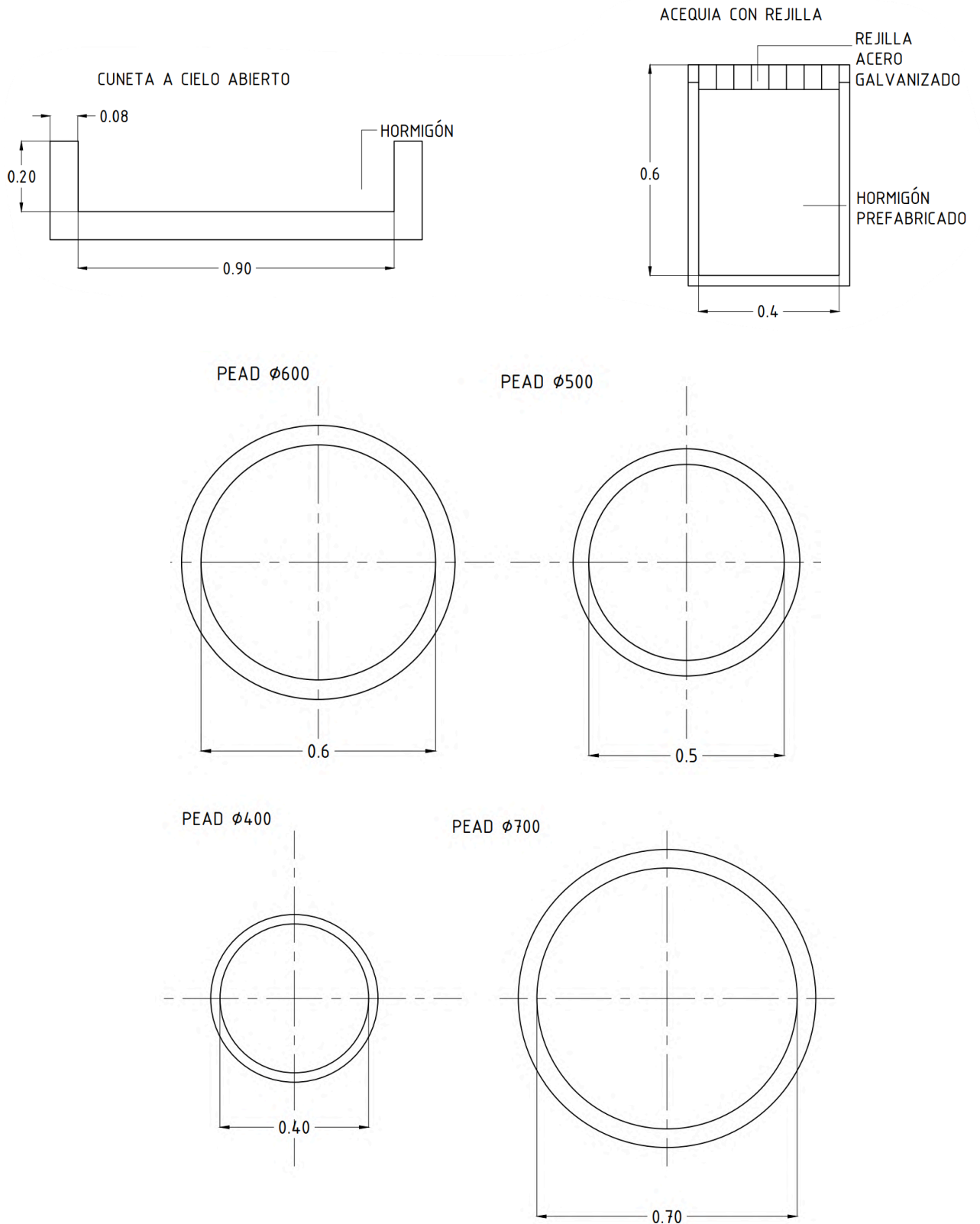


Figura 12. Secciones transversales propuestas. Fuente: elaboración propia. Diámetros en milímetros. Medidas en metros.

4.3. CIRCULACIÓN VEHICULAR

Luego de analizar los anchos reglamentarios de giro, necesidades de los vehículos dentro del predio, maniobrabilidad en su entrada y salida del mismo y necesidad de recibirlos, pesarlos y cargarlos, se llegó a la siguiente solución para los caminos internos y lugares de estacionamiento. En el punto 5.3 CIRCULACIÓN VEHICULAR se describe más en detalle.

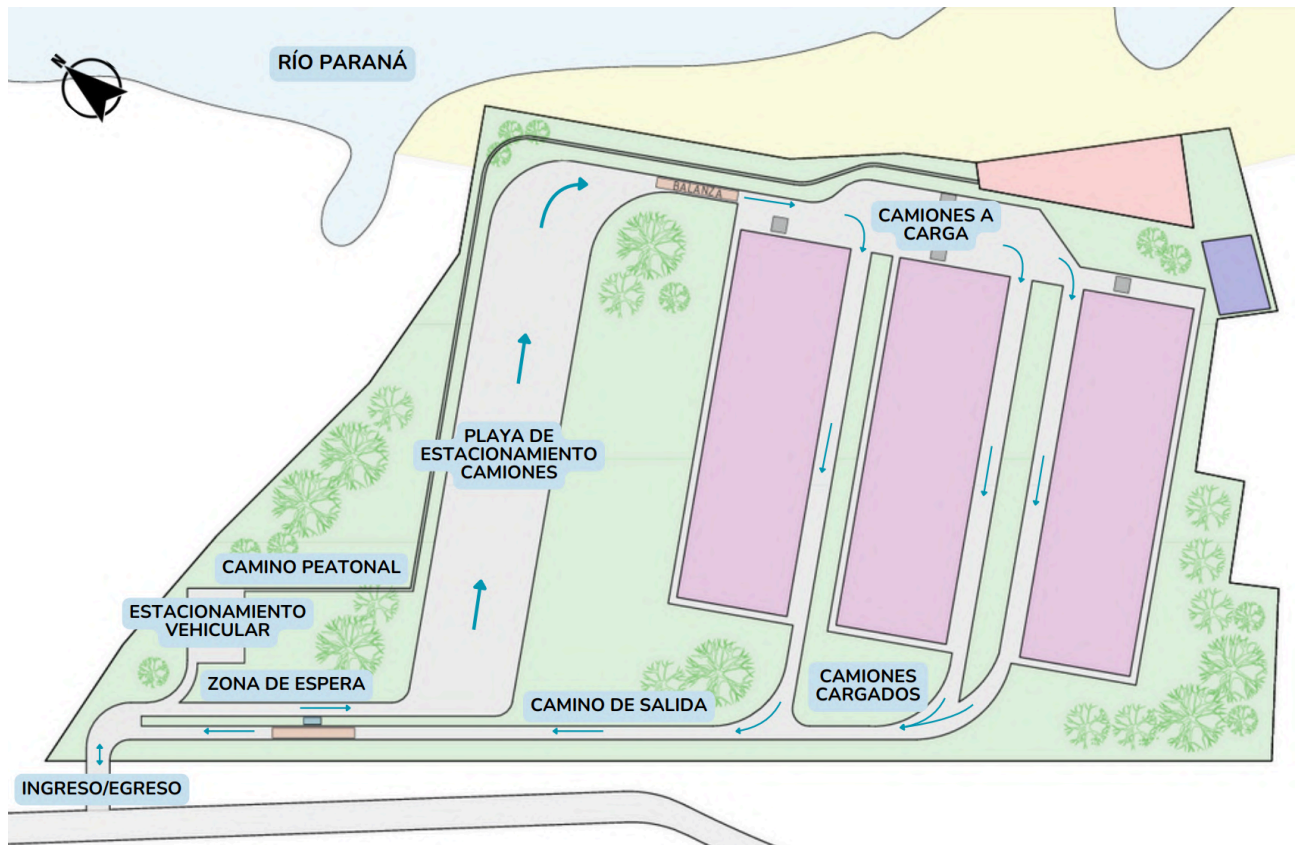


Figura 13. Caminos internos y zonas de estacionamiento. Fuente: elaboración propia.

4.4. DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA CELDA

La metodología de almacenamiento de una celda es de “atmósfera normal”, se trata de que el aire que rodea el fertilizante tiene la misma composición que el aire atmosférico. El principio de un buen almacenamiento es mantener el material lo más seco, limpio y sano posible, para que mantenga su calidad original hasta el despacho. Para lograr esto, los pisos, paredes y techos deberán ser impermeables al agua y no se debe permitir el ingreso de posibles alteraciones del material, como lo serían los animales.

Para celdas ubicadas en las cercanías del río, como es el caso, se recomienda que sea de fondo plano, por la posible cercanía en profundidad de la napa freática, lo cual podría condicionar la presencia de un túnel de descarga. Por este motivo, se utilizará el fondo plano y la descarga del material se realiza por medios mecánicos mediante una cargadora frontal.

A continuación se observa la planta y el corte típico de la celda proyectada.

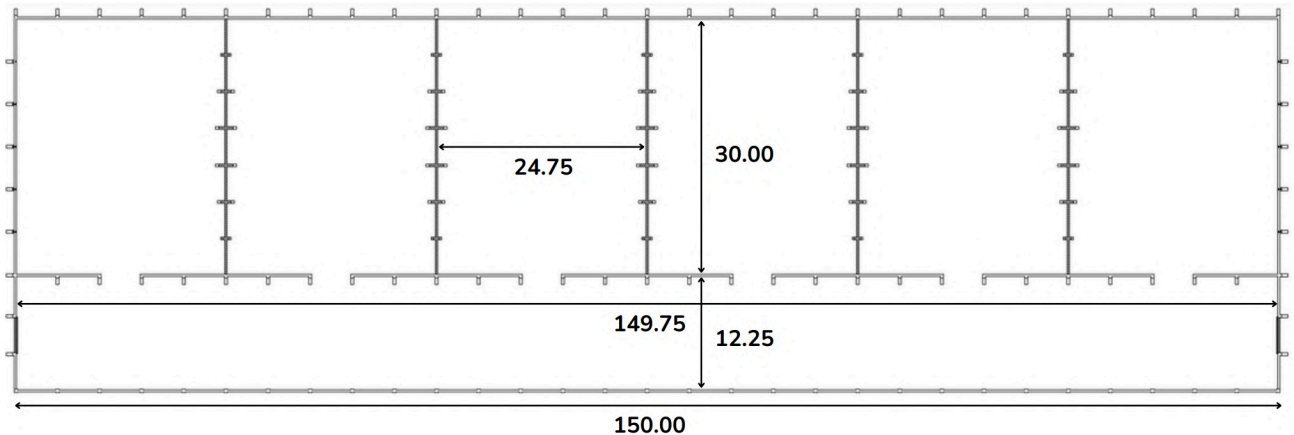


Figura 14. Planta celda de almacenamiento. Fuente: elaboración propia. Medidas en metros.

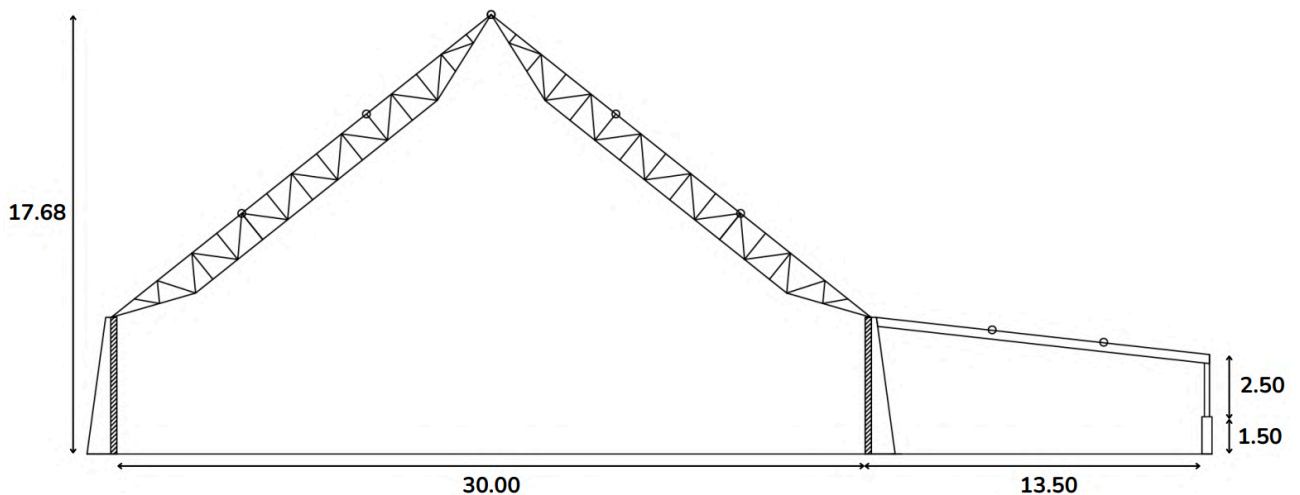


Figura 15. Corte típico celda de almacenamiento. Fuente: elaboración propia. Medidas en metros.

Respecto a las dimensiones totales de la celda, las mismas serán de 43,5 metros de ancho por 150 metros de longitud, la cual se divide en seis módulos de 30 metros de ancho y 25 metros de longitud cada uno. Estas divisiones responden a la necesidad de gestionar diferentes tipos de fertilizantes o volúmenes a lo largo de distintas fases operativas. Cada módulo está separado por muros de hormigón armado con contrafuertes, los cuales proporcionan la estabilidad estructural necesaria.

Los muros de separación alcanzan una altura de 12,5 metros en la sección central, y su geometría se ha adaptado de acuerdo al ángulo de reposo del fertilizante. Los contrafuertes, ubicados estratégicamente en los puntos de mayor esfuerzo, aseguran que la estructura resista las presiones ejercidas por el material y mantenga su integridad a lo largo del tiempo.

Para la estructura de la cubierta, se adoptó una cercha metálica reticulada, con el fin de reducir el peso propio de la misma, en comparación de una cercha de alma llena. La misma tiene una altura de 12.18 metros.

Para permitir una circulación eficiente de la maquinaria de extracción y garantizar un flujo continuo en las operaciones, se ha diseñado un pasillo con un ancho libre de 13,25 metros. Este espacio facilita la entrada, maniobra y salida de maquinaria pesada utilizada para la carga y descarga de fertilizantes, optimizando los tiempos de operación y asegurando el acceso a todos los módulos de almacenamiento. Para complementar esta disposición, se ha establecido una altura libre mínima de 3,75 metros, lo que permite la circulación segura y sin restricciones del tractor, incluso con el cargador frontal en uso.

Asimismo, en la entrada de la celda se construirá una rampa que salvará el desnivel existente de 80 cm entre el nivel del piso terminado dentro de la celda y el nivel exterior, garantizando una transición adecuada y funcional para la maquinaria.

El proceso de almacenamiento y extracción del fertilizante está diseñado para maximizar la eficiencia operativa. El fertilizante será ingresado en los módulos mediante un tripper, que distribuye el material uniformemente dentro de cada módulo, permitiendo su acumulación en función del ángulo de reposo previamente considerado. Este método de carga asegura una distribución adecuada del material en cada sección de la celda, aprovechando al máximo el espacio disponible. Posteriormente, el fertilizante será extraído utilizando la maquinaria pesada, como el tractor Massey Ferguson 1700M, que se encargará de retirar el material y trasladarlo fuera de la celda para su distribución o venta.

La geometría general de la celda se puede observar en la figura a continuación.

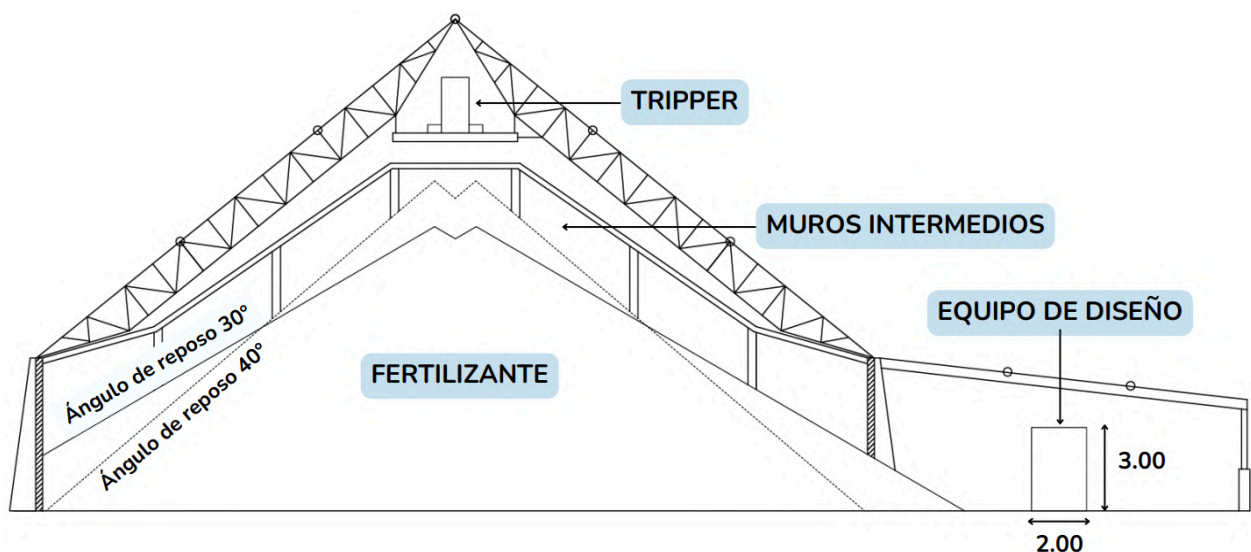


Figura 16. Corte transversal. Fuente: elaboración propia. Medidas en metros.

4.5. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CELDA

4.5.1. MATERIALES EMPLEADOS

Como se mencionó anteriormente, debido a la agresividad de los fertilizantes, para la estructura de la cubierta se adoptó por implementar perfiles de acero, sometidos a un proceso de galvanizado, procurando que los mismos sean menos susceptibles a la corrosión del fertilizante. Respecto a los muros con contrafuertes laterales y los intermedios, serán materializados con hormigón armado H-30 con acero ADN 420, considerando los recubrimientos mínimos reglamentarios para proteger a la armadura contra la corrosión. Para el fondo de la celda, se proyecta una platea de hormigón armado H-30 con acero ADN 420.

4.5.2. COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA

Para la **estructura principal del pórtico** se adoptó lo siguiente:

- Viga de techo reticulada de acero galvanizado
 - Largo total: 19.50 m
 - Separación cordones: 1.35 m
 - Perfiles adoptados
 - Cordones: UPN 180
 - Diagonales y Montantes: 2 L 51 x 51 x 4,8
- Tabiques de hormigón armado con contrafuertes
 - Tabiques
 - Espesor: 0.25 m
 - Alto: 5.50 m
 - Ancho: 5 m
 - Contrafuertes de hormigón armado
 - Base inferior: 1.20 m
 - Base superior: 0.45 m
 - Espesor: 0.35 m
- Viga de techo del pasillo
 - Largo: 13.55 m
 - Perfil adoptado: W 360 x 51
- Columna lateral
 - Largo: 2.5 m
 - Perfil adoptado: W 150 x 24
- Tabique de hormigón armado

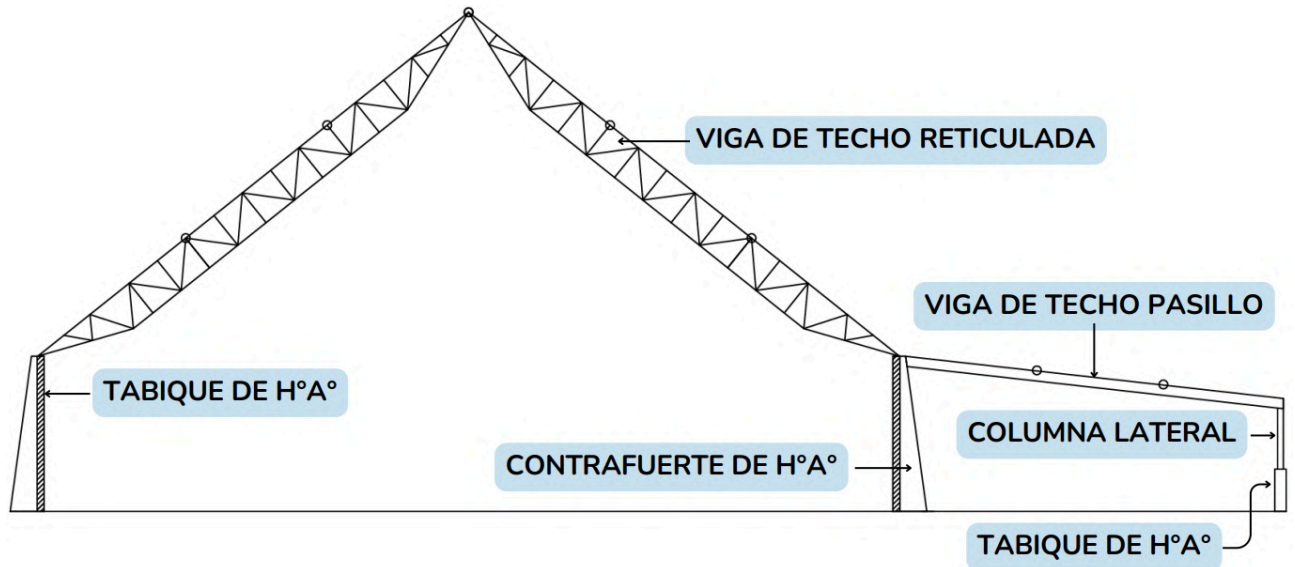


Figura 17. Estructura resistente. Fuente: elaboración propia.

Para la **estructura del frente y contrafrente** se adoptó lo siguiente:

- Parantes de frontis (central, intermedio, exterior)
 - Largos:
 - C1: 12.18 m
 - C2: 8.18 m
 - C3: 4.18 m
 - Perfil adoptado: W 310 x 52
- Puntales de frontis
 - Perfil adoptado: 2 L 76 x 76 x 12,7 (empresillados en cruz)
- Sistema de contraviento
 - Puntales de cubierta
 - Perfil adoptado: 2 L 76 x 76 x 12,7 (empresillados en cruz)
 - Tensores
 - Perfil adoptado: L 152 x 152 x 9,5
- Muro de frontis
 - Tabique de hormigón armado
 - Espesor: 0.25 m
 - Alto: 5.50 m
 - Ancho: 5 m
 - Contrafuertes de hormigón armado
 - Base inferior: 1.20 m
 - Base superior: 0.45 m
 - Espesor: 0.35 m

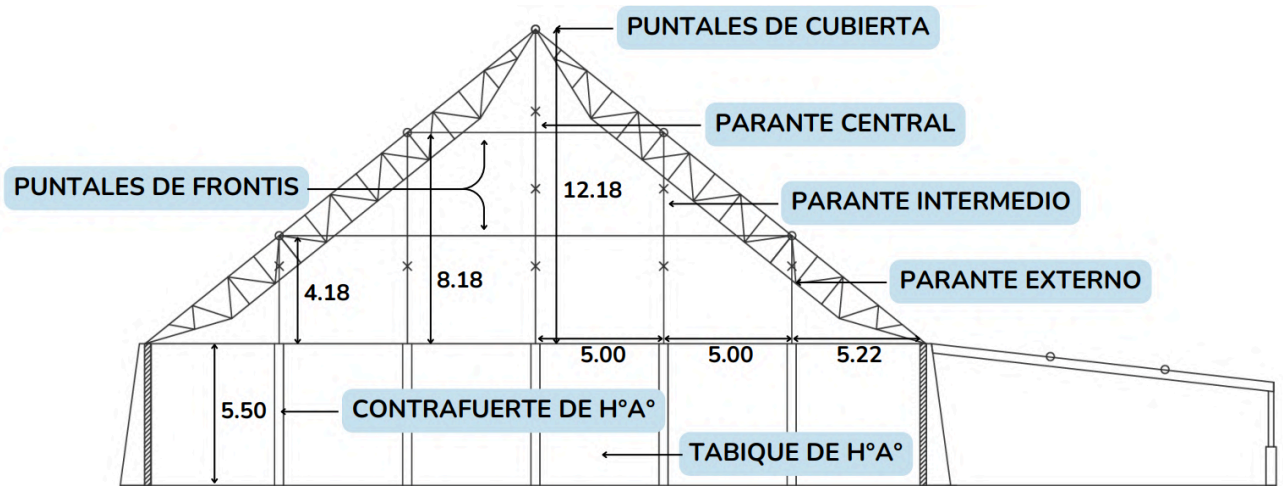


Figura 18. Estructura de frontis. Fuente: elaboración propia. Medidas en metros.

5. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y MEMORIA DE CÁLCULO

5.1. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA DEL TERRENO

El predio consta de 9,5 hectáreas (95000 m²) y como se ha mencionado anteriormente, se localiza en la ciudad de Rosario.

Comenzando con el análisis hidrológico de la zona, se concluye que el terreno no cuenta con aportes externos, debido a que río arriba se encuentra un conducto que descarga al río de manera directa (proveniente de la red de drenajes pluviales de la ciudad de Rosario) y Río Paraná abajo se trata de una zona urbanizada que posee un propio sistema de drenajes que es volcado en un brazo del Arroyo Saladillo (más conocido como el “Brazo Seco”), el cual se observa en la Figura 22.

A continuación, se observa un figura de implantación del terreno de proyecto dentro de un plano de planta de ubicación del Emisario Sur correspondiente a la Ciudad de Rosario, dando cuenta de que al norte del terreno no habrá aportes externos, por lo que se procede a dimensionar un sistema de desagüe independiente exclusivo del terreno en estudio. En rojo, se observa el trazado del Emisario Sur, mientras que en color anaranjado se observa la implantación del terreno.

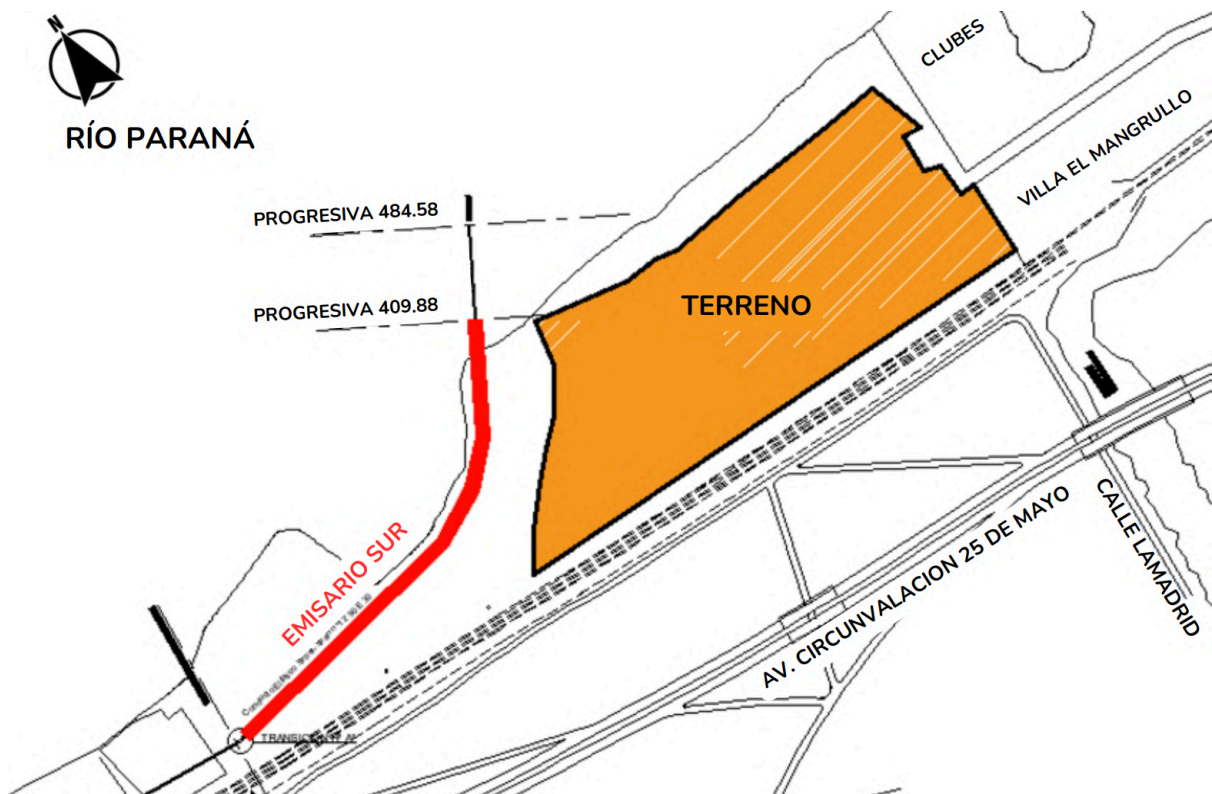


Figura 19. Implantación del terreno en el plano de ubicación del Emisario Sur. Fuente: Dirección de Hidráulica - Municipalidad de Rosario.

Del Plan Integral de Desagües Pluviales de la Ciudad de Rosario se obtuvo un plano de planta de los desagües pluviales existentes y/o proyectados en la zona próxima al proyecto, observándose que el terreno queda exento de aportes externos, como se menciona anteriormente.

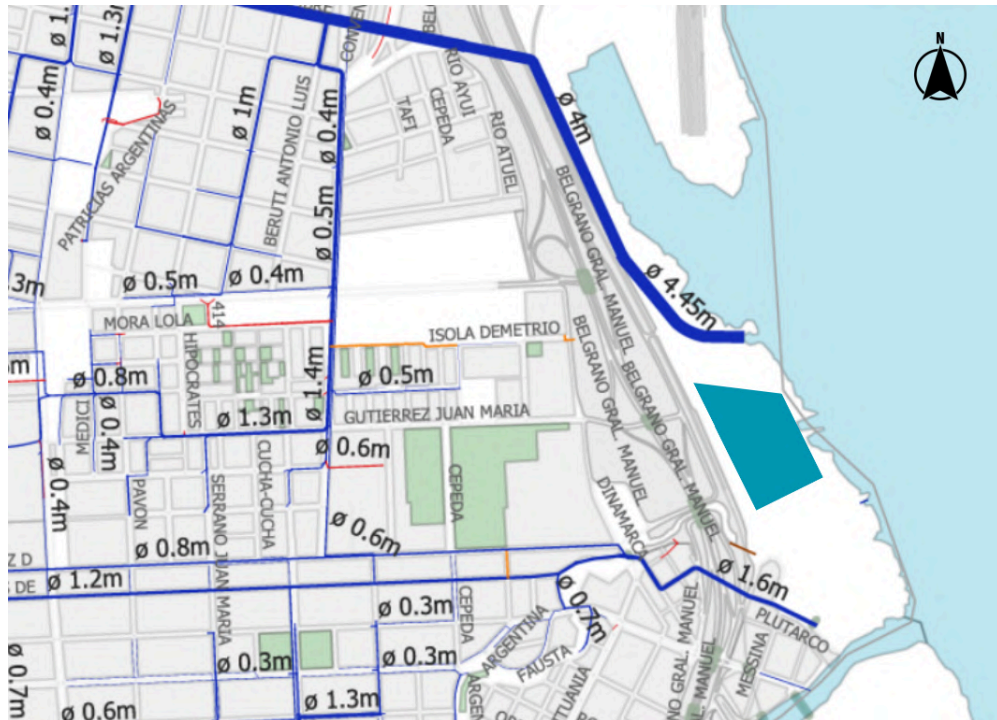


Figura 20. Implantación del terreno en el plano del Plan Director de desagües pluviales de la ciudad de Rosario. Fuente: Plan Integral de Desagües Pluviales de Rosario - Conductos existentes (azul) y/o proyectados.

Tampoco habrá aportes de la Av. Circunvalación 25 de Mayo, ya que paralelo a la misma se encuentra una cuneta que transporta el agua hacia la zona del Saladillo, como se observa en la Figura 15.



Figura 21. Imagen desde la Av. Circunvalación 25 de Mayo. Fuente: Google Maps.

Teniendo en cuenta que se busca diseñar el sistema de drenaje pluvial interno, el mismo se dimensiona con una recurrencia¹ de 5 años mediante el Método Racional Modificado.

La fórmula correspondiente a dicho método es la siguiente:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

Donde: Q: caudal máximo de diseño [m3/s],

C: coeficiente de escorrentía adimensional, obtenido de la bibliografía "Ven Te Chow",

i: intensidad de la lluvia [mm/h], calculadas para un tiempo de concentración mínimo de 5 minutos,

A: área de cada subcuenca en estudio [km2].

El mismo se basa en realizar un trazado de la red de drenaje y posterior división del terreno en subcuencas de aporte a los tramos de dicha red. En este caso, se obtuvieron 17 subcuencas de aporte a la red, y para la materialización de la misma se utilizaron cañerías entubadas, una cuneta a cielo abierto y acequias con rejas que permiten la limpieza a lo largo de todo el tramo en cuestión. Esto se puede observar en la figura a continuación.

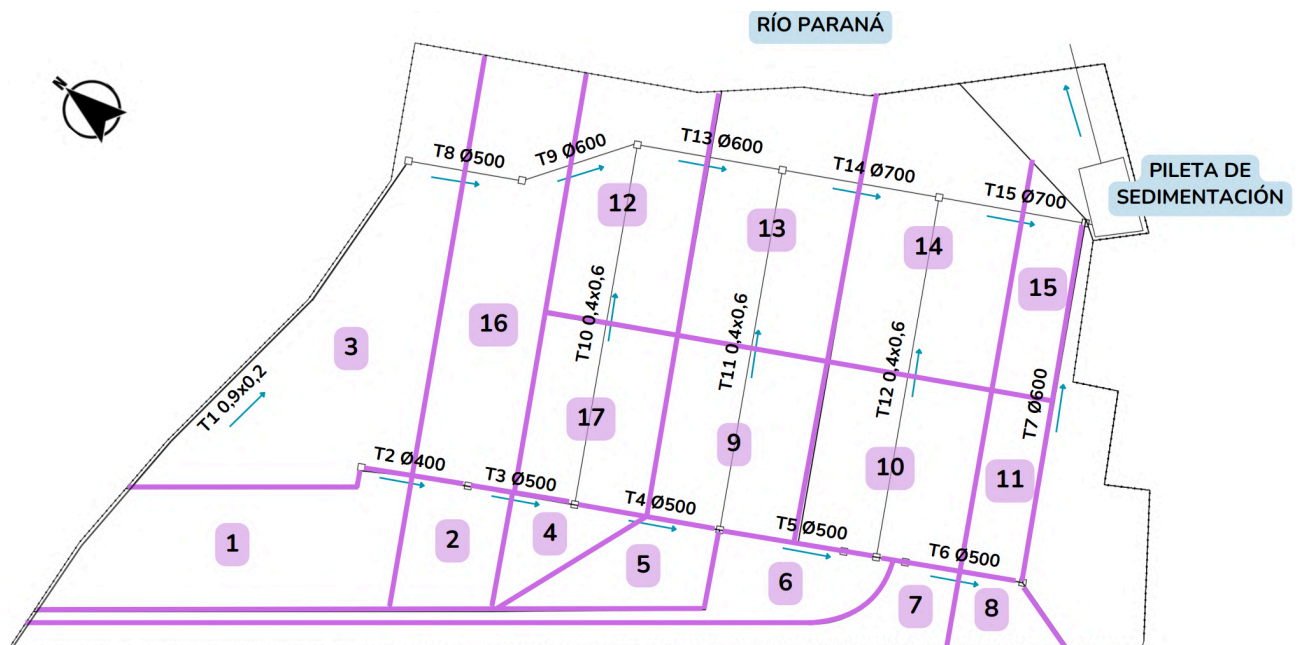


Figura 22. Plano de cuencas. Fuente: elaboración propia.

¹ Recurrencia: se refiere a los años en los que se espera que determinada marca sea superada en al menos una vez.

Para la determinación del valor del coeficiente de escurrimiento adoptado, se adoptó como fuente el Decreto 4841/2012 dictado por el Poder Ejecutivo Provincial y correspondiente a Recursos Hídricos - Sistema del Arroyo Ludueña, que se condice con los valores que arroja la bibliografía “Ven Te Chow, 1987” y son los siguientes:

SUPERFICIE DE ESCURRIMIENTO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO					
	Recurrencias (años)					
	2	5	10	25	50	100
AREAS DESARROLLADAS						
Superficies asfálticas	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95
CONCRETO / TECHO	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97
ZONAS VERDES (jardines, parques)						
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)						
Plano : 0-2%	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47
Promedio : 2-7%	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53
Pendiente superior a 7%	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)						
Plano : 0-2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41
Promedio : 2-7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53
Condición buena (cubierta de pasto mayor al 75% del área)						
Plano : 0-2%	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36
Promedio : 2-7%	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46
Pendiente superior a 7%	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51

Figura 23. Coeficientes de escurrimiento. Fuente: Decreto 4841/2012

Cabe destacar que en las zonas verdes se optó por definir una condición pobre en lo que respecta a la cubierta de pasto ya que es una zona muy expuesta a vientos, circulación de vehículos y demás factores que no favorecen una cubierta vegetal importante. Por lo anteriormente mencionado, para estas zonas se adoptó $C=0,34$, mientras que para las zonas impermeables y techos se adoptó 0,8.

Se obtiene un porcentaje del terreno que es permeable y otro porcentaje que es impermeable, para realizar una ponderación del valor del coeficiente de escurrimiento C. Luego, para cada subcuenca se calcula una intensidad de lluvia, la cual depende del tiempo de concentración, que a su vez está relacionado con la distancia máxima a recorrer por el agua dentro de la cuenca, la velocidad de la misma y la duración de la tormenta (mínimo 5 minutos, dato de la Municipalidad de Rosario). Con toda esta información se procede al cálculo del caudal de diseño de cada cuenca.

Luego, se traza una red de desagües tentativa y se determina la sección necesaria para cumplir con los requerimientos hidráulicos. En este proyecto se adoptaron tanto tramos enterrados de material PEAD², tramos de cuneta a cielo abierto y tramos de acequias con rejillas que permiten el ingreso del agua a lo largo de toda su longitud.

La pendiente elegida para los conductos, como se mencionó anteriormente, es variable, entre el 0,3% y el 0,5%.

En el ANEXO 1 podemos encontrar el dimensionamiento completo.

5.2. CONTROL DE INGRESO Y EGRESO

Los camiones no pueden esperar afuera del predio, debido a que por el límite del mismo circula el ferrocarril, hecho que no garantiza la seguridad de los mismos. Por ello, se debe brindar un espacio donde los mismos puedan esperar a ser atendidos por el personal del ingreso en el caso de que lleguen varios camiones a la vez, por lo que se propone una circulación recta de 71,5 metros de longitud, donde se puede alojar a 3 camiones con una aceptable distancia entre los mismos antes de ser atendidos por el personal del puerto. A continuación, se observa el esquema del ingreso:

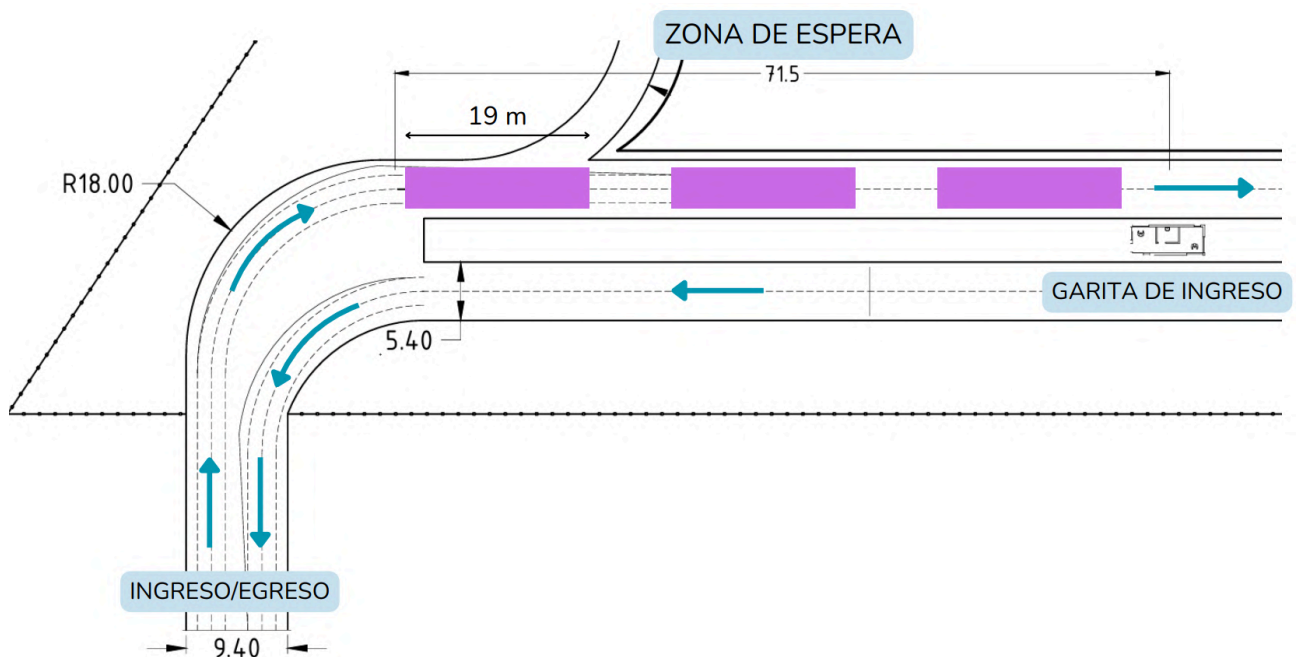


Figura 24. Esquema de ingreso. Fuente: elaboración propia. Medidas en metros.

En esta instancia se plantea una garita de ingreso, que pueda atender a los vehículos que entran al predio y también a los que salen en su paso por la balanza. Para ello, se diseñó un

² PEAD, polietileno de alta densidad - https://es.wikipedia.org/wiki/Polietileno_de_alta_densidad

espacio adecuado siguiendo las recomendaciones de la bibliografía “Arte de proyectar en arquitectura - Ernst Neufert”.

Por un lado, se necesita personal encargado de supervisar el ingreso de los camiones. Para optimizar este proceso, se asignará a una persona que controle el ingreso de camiones y otra el egreso de los mismos, ambas con la posibilidad de trabajar de manera cómoda desde un escritorio. Para ello, se tomaron en cuenta las medidas que se detallan en la figura a continuación.

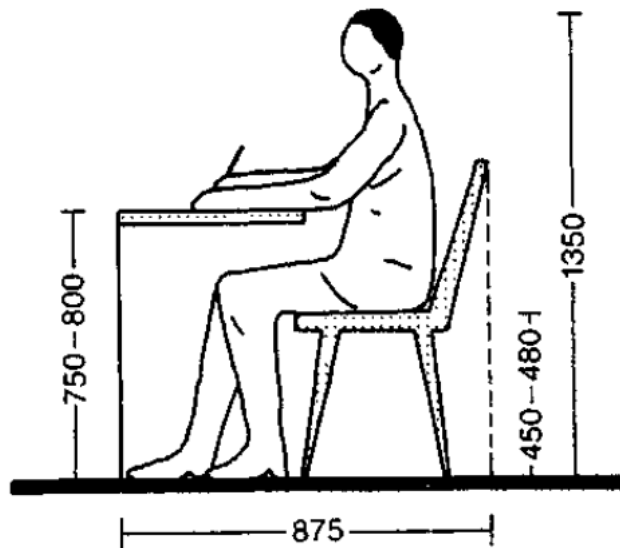


Figura 25. Medidas mínimas recomendadas (en milímetros). Fuente: Neufert.

Se observa que se necesitan 875 milímetros de mínima para que el trabajador pueda obrar sin problemas, por lo que se adopta un ancho de 2,4 metros para brindarle un cómodo paso por detrás del espacio de trabajo.

Por otro lado, es importante que los operadores cuenten con una buena visión de los vehículos que se dirigen hacia ellos y que puedan dialogar de manera cómoda y segura con los mismos. Por ello se diseñan ventanas en forma de “L” para ofrecerles una visión panorámica de la zona de la que proceden los vehículos.

Además, estas personas deben contar con un espacio para poder ir al baño e higienizarse las manos en caso de ser necesario, por lo que se adoptaron 2,4 metros de ancho y 6,5 de largo (medidas internas), con la siguiente disposición:

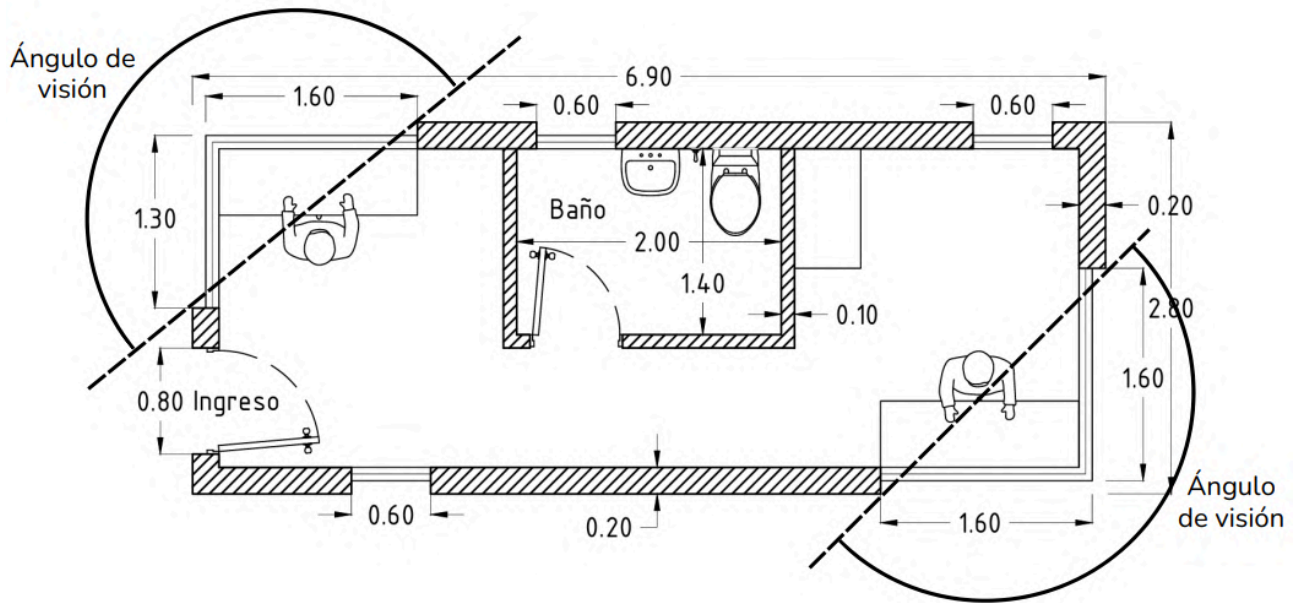


Figura 26. Garita de control de ingresos y egresos.

Se dispone además en dicha garita de ingreso de un mueble para guardar pertenencias y/o electrodomésticos necesarios para brindarle comodidad a los trabajadores del lugar.

5.3. CIRCULACIÓN VEHICULAR

Se plantea una circulación vehicular adecuada dentro del terreno en el cual se lleva a cabo la construcción de la terminal de fertilizantes con motivo de generar mayor fluidez en la carga del fertilizante a los vehículos, intentando que los mismos no generen interferencias en el normal funcionamiento de la terminal.

A continuación, se observan los caminos de circulación de vehículos y de estacionamiento de los mismos en planta.

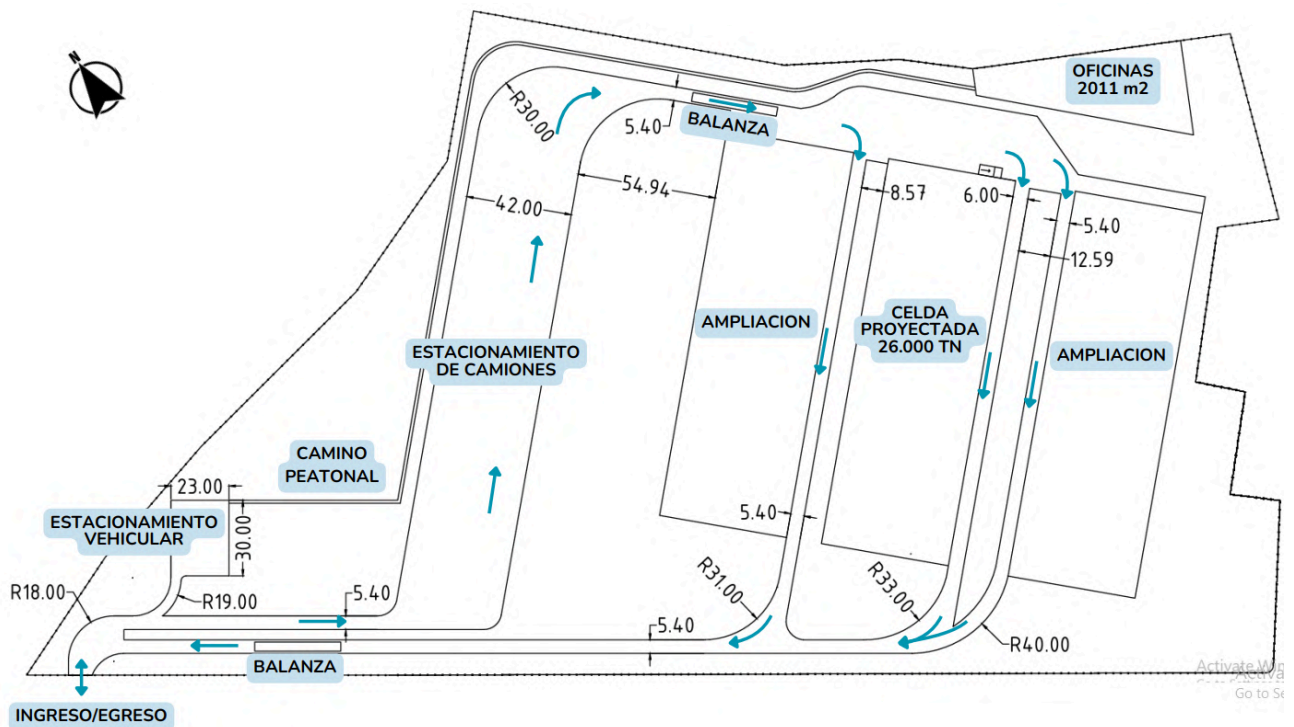


Figura 27. Esquema de circulación. Fuente: elaboración propia. Medidas en metros.

Para ello, se ubica el ingreso al lugar en una zona que se cree conveniente para garantizar que los radios de giro de los vehículos pesados tengan un margen de seguridad y así evitar siniestros entre los mismos. El vehículo tipo (o de diseño) que se considera es el camión S1-D1-D1-D2.

Las recomendaciones para los radios de giro de los vehículos pesados se obtienen de la Dirección Nacional de Vialidad “DNV – Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial”. La bibliografía indica los sobrecanchos a tener en cuenta según la medida de los vehículos y el ángulo con el que giran los mismos.

Siguiendo estos lineamientos en base al vehículo de diseño, se adoptaron radios de giro mayores a 15 metros, teniendo así un margen de seguridad.

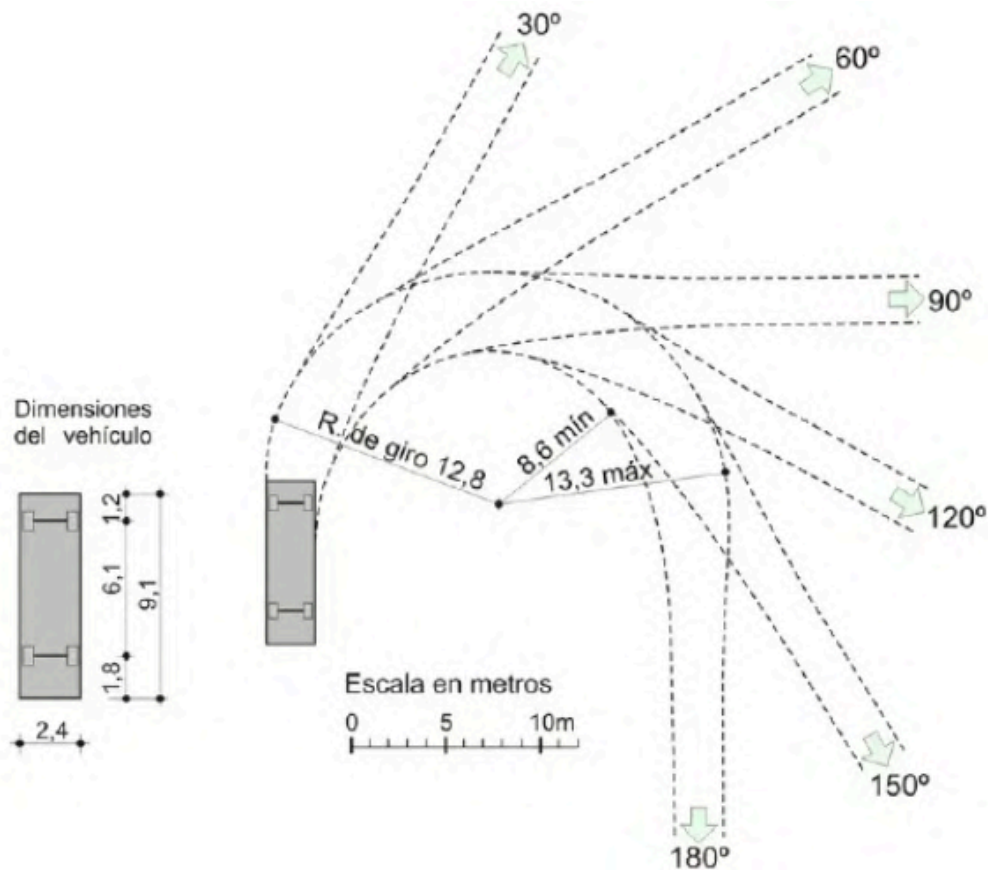


Figura 28. Radios de giro. Fuente: Plano DNV.

Luego de ser aceptado su ingreso al predio, los camiones son guiados por personal del lugar para esperar ser cargados. Esta espera se da en una playa de estacionamiento de camiones con capacidad para 60 camiones en filas de 10 vehículos. A medida que los camiones son habilitados a cargar, pasan a la balanza, donde se pesan vacíos para poder conocer el peso del fertilizante que les fue cargado una vez que salen del predio. Una vez superada la balanza, se pasa a la zona de las celdas, donde pueden ser cargados directamente de la torre o ser cargados por una tolva al costado de las celdas.

La playa de estacionamiento se diseñó con capacidad para 60 camiones considerando un escenario ideal en el que la celda de almacenamiento pudiera vaciarse en un solo día, aunque en la práctica esto rara vez sucede. Esta cantidad se determinó en función de la capacidad total de la celda y del flujo operativo necesario para una descarga eficiente. La distribución en filas de 10 vehículos permite un avance ordenado hacia la balanza para el pesaje en vacío y posteriormente hacia la zona de carga. Además, la playa cuenta con espacio adicional, pensado para una futura ampliación que permita aumentar la capacidad operativa si fuera necesario.

La circulación de salida de los camiones se da en línea recta paralelos a la celda de almacenamiento, donde luego efectúan otro giro a 90° con radios de giro superiores a los mínimos recomendados, para evitar cualquier tipo de inconveniente. Posterior al giro vuelven a ser pesados

en una balanza, donde el personal les brinda la información de cuántas toneladas de fertilizante llevan cargados, y además se certifica dicha información.

Algo importante a destacar es que el personal de la balanza es responsable de que el vehículo no exceda su peso máximo (el mismo depende de la configuración de ejes del camión en cuestión), por lo que no se debe permitir el sobrepeso del material cargado.

Como resultado del proceso mencionado anteriormente, se obtiene un layout del lugar, ilustrándose en el plano *02.2 Layout general*.

Con respecto al ancho de los caminos de circulación de los vehículos, se consultó el *Plano Tipo OB 2* de la Dirección Nacional de Vialidad, el cual en su Tabla I arroja los valores de ancho de camino según las consideraciones y necesidades del mismo. En zonas donde no se permiten sobrepasos se adoptó un ancho de camino de 5,4 metros y en zonas donde sí está permitido el sobrepaso de vehículos detenidos se adoptaron 6 metros, considerando siempre el radio de giro de 15 metros.

Cabe destacar que en muchos casos los radios de giro adoptados son mayores a 15 metros, pero para estar del lado de la seguridad ante maniobras desafortunadas desarrolladas por los vehículos, se adoptó ese radio, el cual es el más restrictivo en cuanto a los anchos a adoptar.

A continuación se adjunta la información utilizada:

TABLA I – ANCHOS DE PAVIMENTO DE RAMAS Y/O CAMINOS DE ENLACE

RADIO DEL BORDE INTERNO DEL PAVIMENTO	CASO I 1 CARRIL 1 SENTIDO DE MARCHA S/ SOBREPASO DE VEHICULO DETENIDO			CASO II 1 CARRIL 1 SENTIDO DE MARCHA C/ SOBREPASO DE VEHICULO DETENIDO			CASO I 2 CARRILES 1 ó 2 SENTIDOS DE MARCHA		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	15	5.50	5.50	7.00	7.00	7.50	8.75	9.50	10.50
20	4.75	5.25	5.75	6.25	7.00	8.25	8.75	10.00	11.25
30	4.50	4.75	5.50	6.00	6.75	7.50	8.50	9.50	10.50
45	4.25	4.75	5.25	5.75	6.25	7.25	8.25	9.00	10.00
60	4.00	4.75	4.75	5.75	6.25	7.00	8.25	8.75	9.50
90	4.00	4.50	4.75	5.50	6.00	6.75	8.00	8.50	9.00
120	4.00	4.50	4.75	5.50	6.00	6.75	8.00	8.50	8.75
150	3.65	4.50	4.50	5.50	6.00	6.75	8.00	8.50	8.75
RECTA	3.65	4.50	4.50	5.25	5.75	8.25	7.50	8.25	8.25
MODIFICACION DEL ANCHO SEGUN EL TRATAMIENTO LATERAL USADO									
BANQUINA NO ESTABILIZADA	NINGUNA			NINGUNA			NINGUNA		
CORDON MONTABLE									
CORDON NO MONTABLE *									
1 LADO	AUMENTAR EN 0.25			NINGUNA			AUMENTAR EN 0.25		
2 LADOS	AUMENTAR EN 0.50			AUMENTAR EN 0.25			AUMENTAR EN 0.50		
BANQUINA ESTABILIZADA EN UNO O AMBOS LADOS	NINGUNA			DEDUCIR EL ANCHO DE LA BANQUINA ESTABILIZADA DEL PAV. MIN. ABSOLUTO= CASO I			DISMINUIR EN 0.50 CON BANQUINA DE 1.20 O MAYOR		

Figura 29. Tabla I OB 2. Fuente: Dirección Nacional de Vialidad.

Otro factor a tener en cuenta fue el ingreso de la retro pala a la celda debido a la diferencia de niveles entre el pavimento de la celda (9,60 m) con el nivel superior de hormigón intertrabado

(+8,80 m). Según la normativa de la Municipalidad de Rosario, las pendientes máximas para rampas para vehículos o rampas de servicio es del 20%. Luego, se adopta una pendiente del 13,3%, y un ancho de rampa de 4 metros, brindando libertad de circulación a la retropala que debe ingresar a la celda. A continuación se indica la rampa en planta, en detalle con su sentido de circulación y en vista.

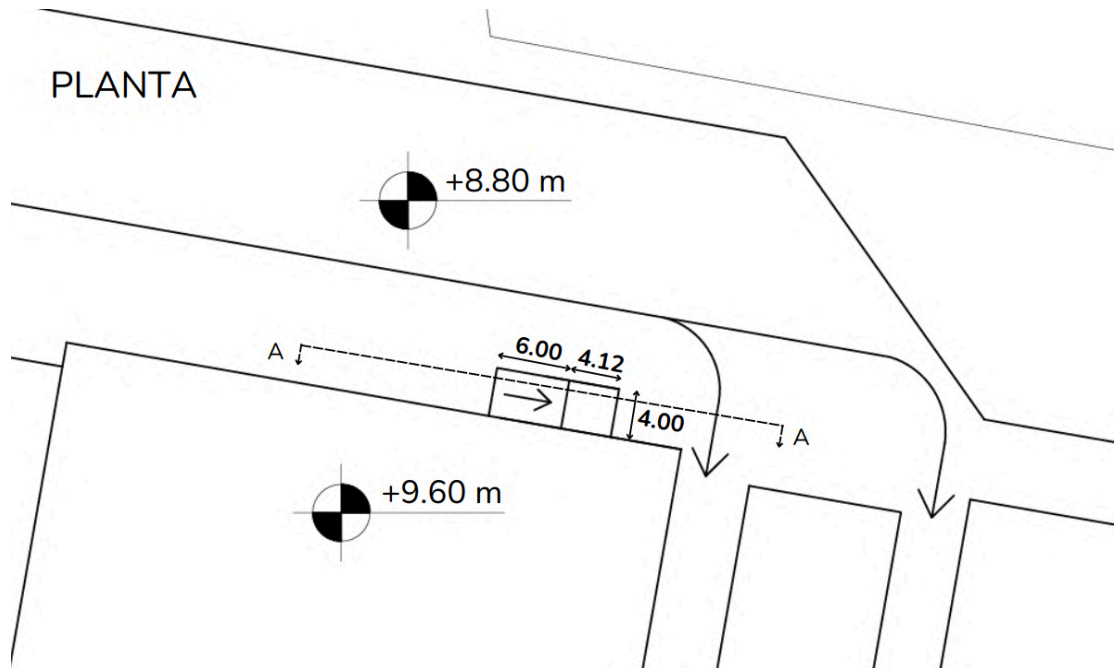


Figura 30. Detalle de rampa en planta. Fuente: elaboración propia.

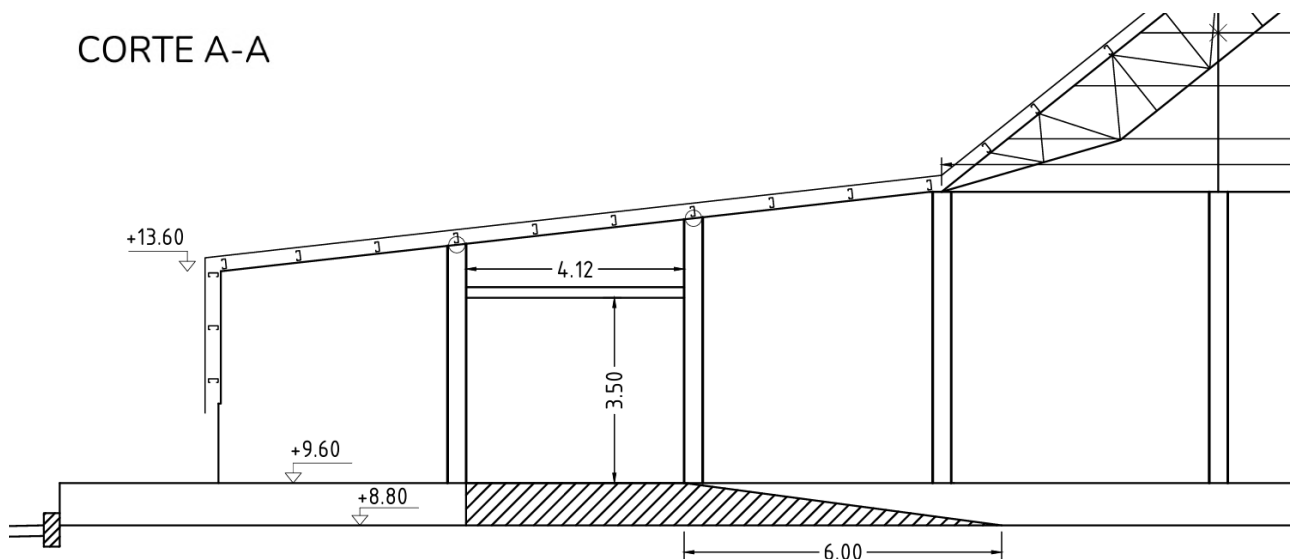


Figura 31. Vista rampa y acceso a la celda de almacenamiento. Fuente: elaboración propia.

5.3.1. DISEÑO PAVIMENTO RÍGIDO

Los caminos internos del proyecto se ejecutan con pavimento rígido de hormigón debido a su alta resistencia estructural, capaz de soportar el tránsito constante de vehículos pesados sin deformaciones. Su durabilidad es superior al asfalto, con una vida útil de 30 a 40 años frente a los 10-15 años del pavimento flexible, reduciendo la necesidad de intervenciones.

El diseño de pavimentos rígidos se realizó con el software “Pavement Designer” perteneciente a la PCA (Cement Portland Association).

Para el diseño del mismo se introduce el espectro de cargas esperado, la vida útil de la estructura y la confiabilidad. Con respecto al espectro de cargas, se utilizan los vehículos de diseño (camiones S1-D1-D1-D2) con su respectiva carga por eje máxima. En cuanto a la vida útil de la estructura, se adopta 30 años, lo cual surge de recomendaciones usuales para pavimentos rígidos, al igual que la confiabilidad del 80% para el cálculo.

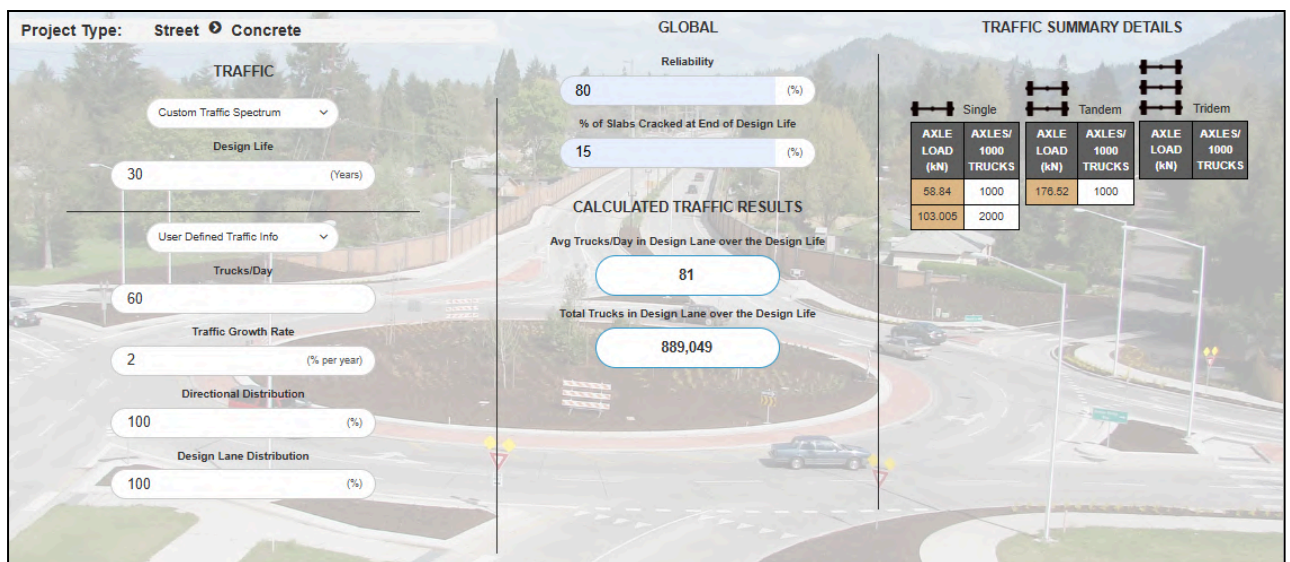


Figura 32. Diseño de pavimento rígido con el Software “Pavement Designer”: Datos. Fuente: Cement Portland Association.

Posteriormente, se introducen los datos del suelo que actúa como subrasante, como el Valor Soporte Relativo, y los datos del hormigón que se utiliza para el pavimento. Además, se debe seleccionar el material de la subbase, para lo cual se opta por una subbase de hormigón pobre de 20 centímetros con un módulo elástico de 10342 MPa.

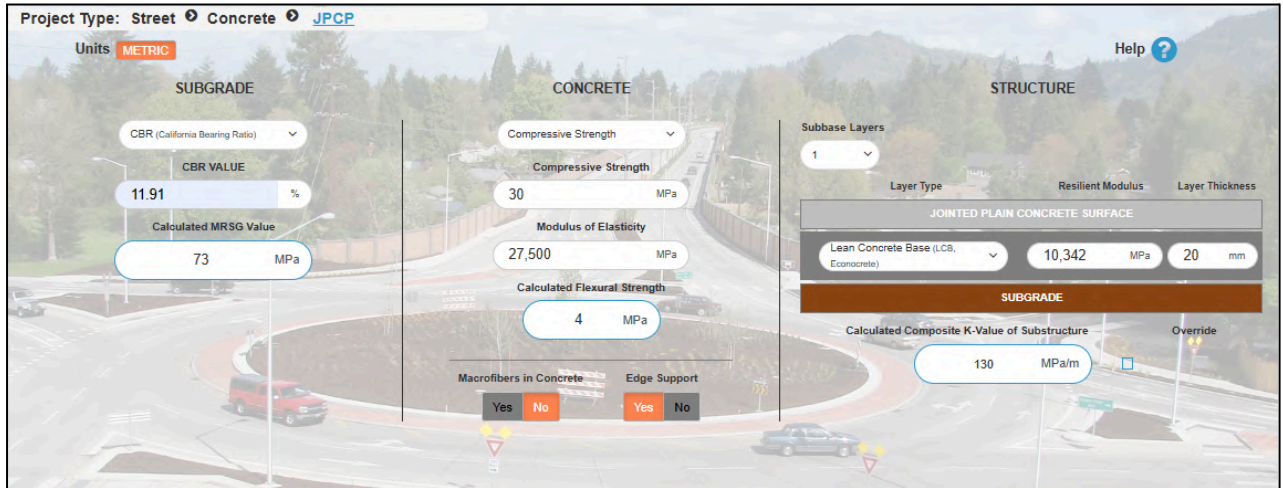


Figura 33. Diseño de pavimento rígido con el Software “Pavement Designer”: Características. Fuente: Cement Portland Association.

Luego, el software brinda los espesores de la losa de hormigón que constituye el pavimento rígido y la separación de juntas recomendada. Como se observa, recomienda un espesor de 19,1 centímetros, por lo que se adopta 20 centímetros, espesor que resulta lógico por cuestiones constructivas. Por otro lado, la separación máxima de juntas arroja un valor de 3,11 metros, pero en este aspecto la metodología es demasiado conservadora, por lo que se toma como referencia las recomendaciones de la Asociación del Cemento Portland Argentino, que recomienda una separación de juntas de entre 3,5 y 4 metros.

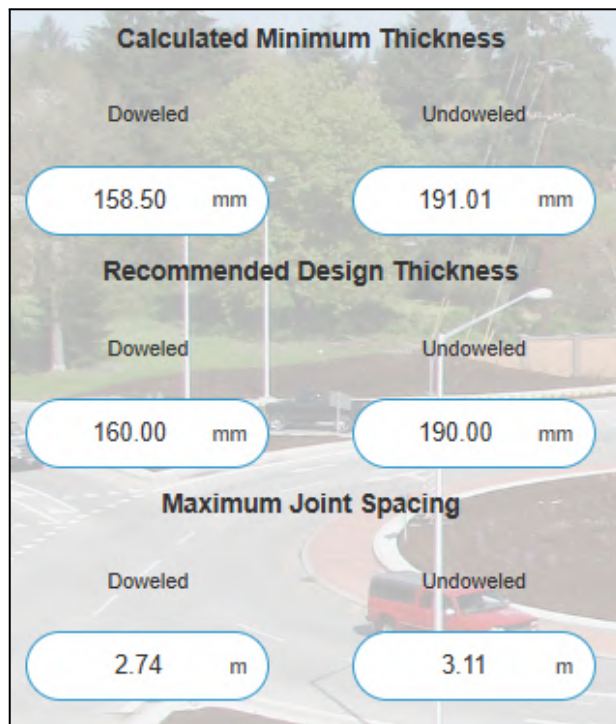


Figura 34. Diseño de pavimento rígido con el Software “Pavement Designer”: Resultados. Fuente: Cement Portland Association.

A continuación, se observa el consumo por fatiga y por erosión, estando ambos muy próximos al 100%, lo cual significa que el pavimento tendrá una estructura funcional.

TOTAL FATIGUE USED %: 96.13 TOTAL EROSION USED %: 99.43

Figura 35. Diseño de pavimento rígido con el Software "Pavement Designer": Consumos por fatiga y erosión. Fuente: Cement Portland Association.

El paquete estructural definido es el que se observa a continuación.

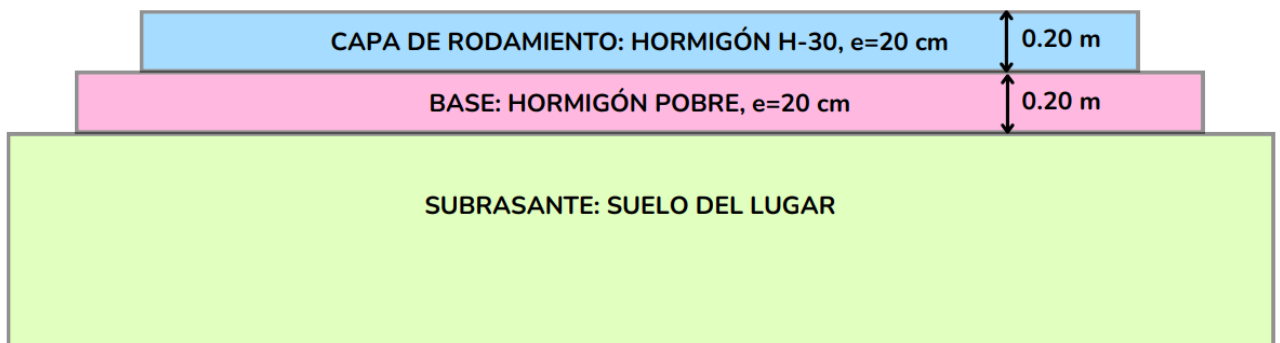


Figura 36. Paquete estructural del pavimento. Fuente: Elaboración propia.

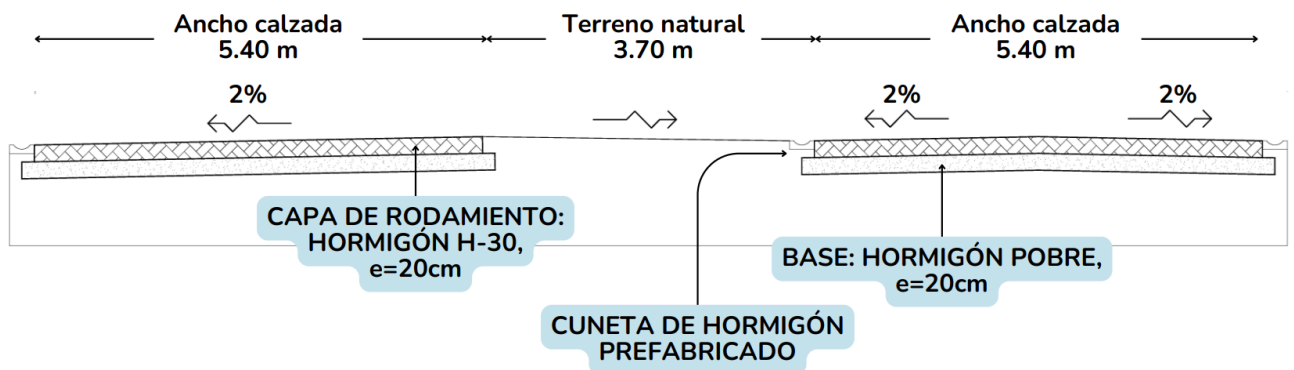


Figura 37. Perfil tipo correspondiente al ingreso a la terminal. Fuente: Elaboración propia.

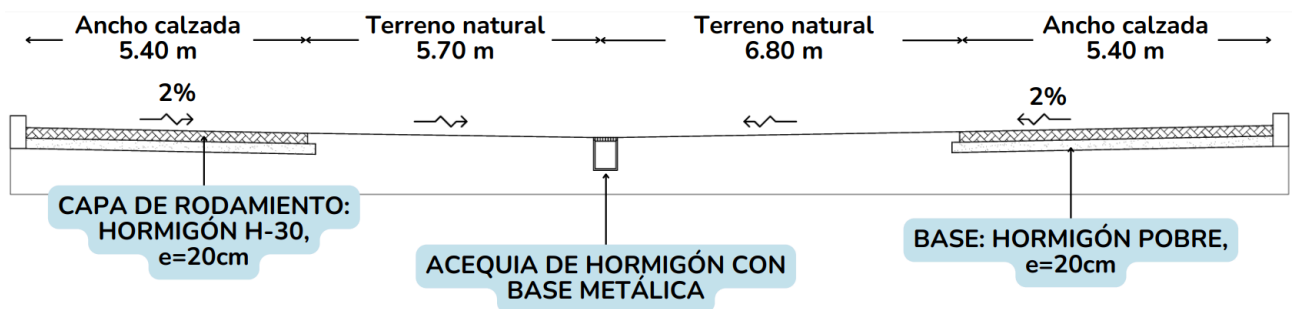


Figura 38. Perfil tipo correspondiente al camino interno entre las celdas. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, se debe realizar un diseño de juntas para el pavimento rígido de hormigón, las cuales se realizan bajo los lineamientos del Instituto del Cemento Portland Argentino, que brinda manuales de realización de las mismas, sobre todo en intersecciones de caminos.

El objetivo de dichas juntas es copiar el patrón de fisuración que naturalmente desarrolla el pavimento en servicio mediante un adecuado diseño y ejecución de juntas transversales y longitudinales, e incorporar en las mismas mecanismos apropiados para la transferencia de cargas.

Estas juntas ayudan a evitar estas fisuras, resistir las cargas dinámicas a las cuales están sometidas y previenen el ingreso de agua bajo el pavimento, lo cual genera fallas en el mismo. Para ello se colocan juntas de contracción (longitudinales y transversales), de construcción y de aislación (frente a otras estructuras), las cuales se observan en los planos *03.5 Diseño de juntas - pavimento rígido*, *03.6 Diseño de juntas - pavimento rígido* y *03.7 Plano de detalle - diseño de juntas*.

5.3.2. PLAYA DE ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS

Para el dimensionamiento de esta zona se utilizó la metodología Recomendaciones para Obras Marítimas (R.O.M) de diseño de pavimentos portuarios, emprendido por el estado Español a través de Puertos del Estado (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2018).

Este método brinda una metodología para obtener estructuras con una vida útil que ronda entre los 15 y 25 años. Para ello, se adoptan soluciones de catálogo brindadas por el método, con entornos de espesores de las capas, y posibilidad de realizar algún cambio por conveniencia de materiales del lugar o alguna razón externa.

5.3.2.1. Análisis del suelo

Del análisis del estudio de suelos se observa que hasta una profundidad de 3,5 metros se halla una arena pobremente graduada, medio densa, con un número de golpes de 17 hasta una profundidad de 1,5 metros. Con el dato del número de golpes se puede hacer una correlación para obtener el CBR de este suelo, y así analizar su capacidad resistente como subrasante.

Se utiliza la ecuación de Livneh e Ishai (1987) que se expresa de la siguiente manera:

$$\log CBR = -5,13 + 6,55 \cdot (\log N)^{-0,26}$$

$$N = 17$$

$$CBR = 11,91$$

El valor de CBR que arroja esta correlación es el esperado para una arena medio densa pobremente graduada, según la bibliografía consultada. Se utiliza este suelo como subrasante del paquete estructural, debido a su aceptable comportamiento.

5.3.2.2. Metodología R.O.M.

Se utiliza la metodología correspondiente al almacenamiento de contenedores, debido a que se adapta perfectamente a cargas estáticas producidas por camiones estacionados, con 4 puntos de apoyo al igual que los contenedores.

En primer lugar, se debe determinar la carga de cálculo ejercida por los vehículos. La misma es determinada por la masa de los vehículos descargados (14 tn) y por la presión ejercida en sus puntos de apoyo (en este caso, las ruedas del camión). Se obtiene una carga de cálculo media, donde:

$$100 \text{ kN} \leq Qv \leq 1200 \text{ kN}$$

$$4 \text{ MPa} \leq pv \leq 10 \text{ MPa}$$

Luego, se procede a calcular el índice de intensidad de uso del lugar, que da una idea del número de veces que durante la vida útil se aplican determinadas cargas en superficie.

Se define una intensidad de uso media, dentro del rango de 2 y 20 tn/m². Con este dato y la carga de cálculo, se define un tránsito B (pesado).

Por último, se procede a analizar la “explanada” o subrasante, que como fue mencionado, se utiliza el suelo existente en el lugar. Se comienza definiendo al relleno como relleno bueno consolidado, haciendo referencia a su bajo contenido de finos y a la vez a su característica “medio densa”.

Luego, se determina que la coronación se materializa con suelos seleccionados y luego se procede a caracterizar la explanada según la tabla que brinda el método:

Tabla 1. Caracterización de la explanada o subrasante.

Coronación	Relleno					
	MNC (*)	RNC (*)	BNC (*)	MC	RC	BC
Suelo adecuados	E0	E0	E0	E1	E1	E1
Suelos seleccionados	E1	E1	E1	E1	E2	E2
Cantera	E1	E1	E1	E2	E2	E3
Suelos CBR>20	E1	E1	E2	E2	E3	E3

Se observa que nuestra explanada se clasifica como E2, correspondiendo a una clasificación “buena”.

Resumiendo,

- El suelo del lugar posee un Valor Soporte Relativo (CBR) de 11,91.
- La carga de cálculo es media.
- La intensidad de uso es media.
- La explanada (o subrasante) se clasifica como E2, es decir, “buena”.

El método recomienda la solución de adoquines prefabricados de hormigón para zonas compatibles con la del proyecto, por lo que se adopta dicha solución, mientras que los espesores son función de la clasificación del tránsito y de la explanada.

Por ende, se procede a elegir la materialidad y espesores que se muestran a continuación:

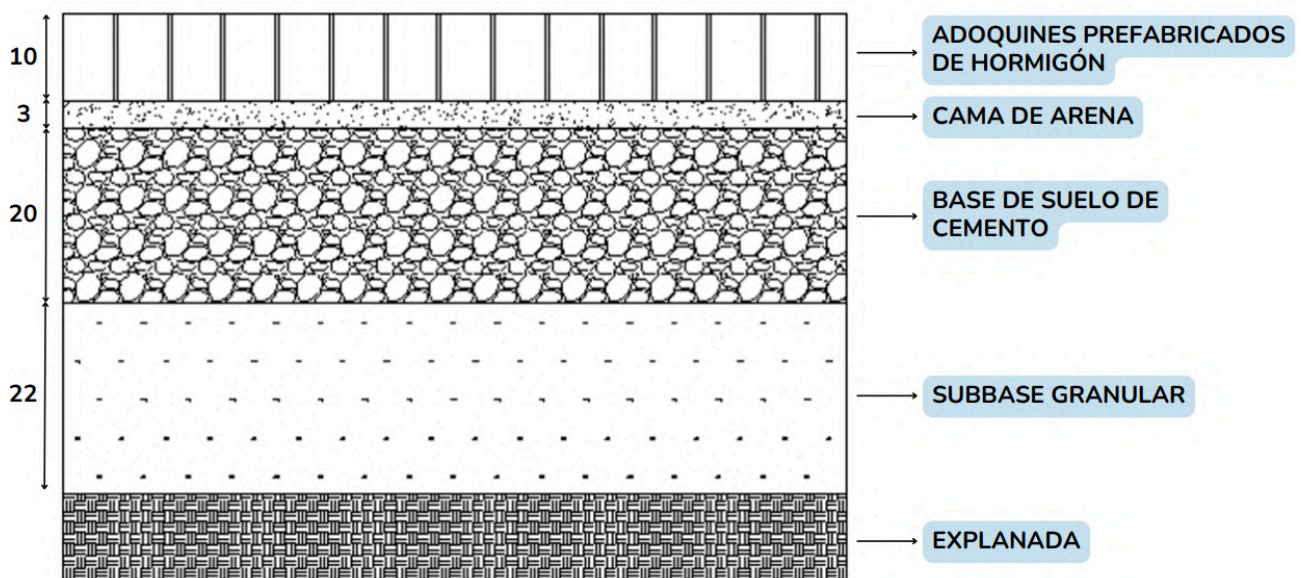


Figura 39. Paquete estructural de la playa de estacionamiento. Fuente: elaboración propia.

Las capas sobre la explanada o subrasante se deben colocar como relleno, luego de excavar hasta la profundidad necesaria para completar dicho paquete estructural (55 centímetros). Por este motivo, es necesario transportar a la obra los materiales, ya sean suelos seleccionados o adoquines prefabricados.

A continuación se observa el perfil tipo de obra correspondiente a la playa de estacionamiento.

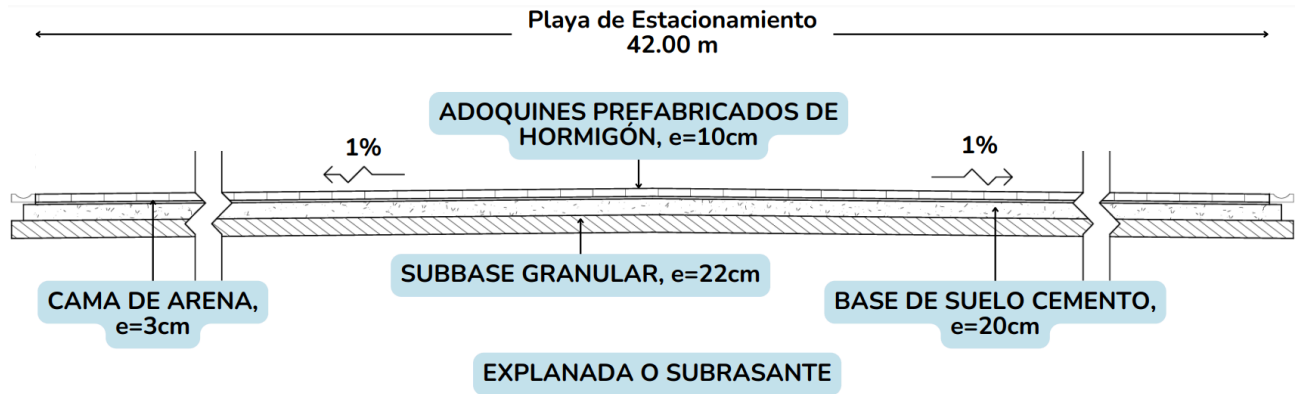


Figura 40. Perfil tipo correspondiente a la playa de estacionamiento. Fuente: Elaboración propia.

5.4. DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA CELDA

El diseño de la celda de almacenamiento de fertilizantes ha sido concebido en función de una serie de requerimientos técnicos y operativos, considerando tanto la naturaleza del material almacenado como las exigencias operativas de la maquinaria involucrada en el proceso. Los aspectos considerados en el diseño arquitectónico incluyen:

- **Capacidad de almacenamiento:** La celda tiene una capacidad total de 26,000 toneladas, distribuida en seis módulos. Cada módulo tiene una capacidad de 4353.4 toneladas, lo que asegura una distribución eficiente del material y facilita la gestión operativa. Si bien el objetivo inicial era que la celda contará con una capacidad de 30,000 toneladas, la solución propuesta cumple con los requerimientos planteados y las necesidades operativas del proyecto, optimizando el espacio disponible y los costos de construcción.

Las dimensiones aproximadas de la celda se encontraban predefinidas por lo que para lograr la mayor capacidad posible por módulo, se fue ajustando el ancho de los módulos y la altura que el fertilizante alcanzaría en las paredes. Este proceso permitió maximizar la capacidad de almacenamiento en cada módulo, manteniendo al mismo tiempo la estabilidad estructural y operativa de la celda.

- **Ángulo de reposo del fertilizante:** El ángulo de reposo está afectado por variables como el tamaño, forma de la partícula y su textura. Para los fertilizantes, estos valores pueden variar entre los 25° y 40°, dependiendo de dichas características. Los valores para cada fertilizante se plasman en la Tabla 2. Sin embargo, para el diseño de esta celda se tomó un ángulo de reposo promedio de 30 grados, que representa una situación estándar. Adicionalmente, debido a la humedad, el ángulo de reposo del fertilizante puede aumentar hasta en 10 grados, alcanzando un máximo de 40 grados. Por ello, se ha verificado que las dimensiones de la celda sean adecuadas incluso bajo estas condiciones, asegurando que la geometría interna permita el almacenamiento seguro en situaciones de mayor ángulo de reposo.

Tabla 2. Ángulos de reposo de distintos fertilizantes.

Fertilizer		Angle of Repose,
Type	Grade	Degrees
Prilled Urea	46-0-0	27-28
Granular Urea	46-0-0	34-38
Granular Ammonium Sulfate	21-0-0	36-38
Prilled Ammonium Nitrate	34-0-0	29-38
Granular Diammonium Phosphate	18-46-0	27-37
Granular Monoammonium Phosphate	11-52-0	28-37
Granular Triple Superphosphate	0-46-0	28-35
Granular Potassium Chloride	0-0-60	32-41

El ángulo de reposo del material fue un factor crucial para determinar la geometría de los contrafuertes, así como la altura que estos debían alcanzar. Este parámetro también permitió calcular las solicitaciones generadas tanto sobre los contrafuertes como sobre las paredes laterales de la estructura, asegurando su estabilidad y resistencia frente a las cargas impuestas por el material almacenado.

- **Movilidad de la maquinaria:** Para la operación interna de la celda, se ha tomado como referencia el tractor Massey Ferguson 1700M con cargador frontal modelo FL. Las dimensiones generales del tractor son:
 - Longitud total: Aproximadamente 3,175 mm (125 pulgadas).
 - Ancho total: Aproximadamente 1,870 mm (73.6 pulgadas) sin cargador.
 - Altura total: Aproximadamente 2,580 mm (101.6 pulgadas) sin cargador.

El cargador frontal FL presenta las siguientes especificaciones:

- Altura máxima de descarga: Aproximadamente 2,800 mm (110 pulgadas).
- Ancho del cargador: Aproximadamente 1,800 mm (71 pulgadas) con cubo.
- Radio de giro con cargador: Generalmente entre 3.2 a 3.5 metros, permitiendo un adecuado margen de maniobra dentro de la celda.

La movilidad de la maquinaria fue considerada para el cálculo de la altura libre mínima, tomando en cuenta la altura del tractor con el cargador frontal de 3 metros y añadiendo un margen de seguridad del 25%, lo que resultó en una altura libre mínima requerida de 3.75 metros. Asimismo, se tuvo en cuenta el radio de giro de 3.5 metros de la máquina para determinar tanto el ancho del pasillo como las aberturas de la celda, garantizando que la maquinaria pudiera circular, girar y retroceder adecuadamente dentro del espacio disponible.

5.5. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL

5.5.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE

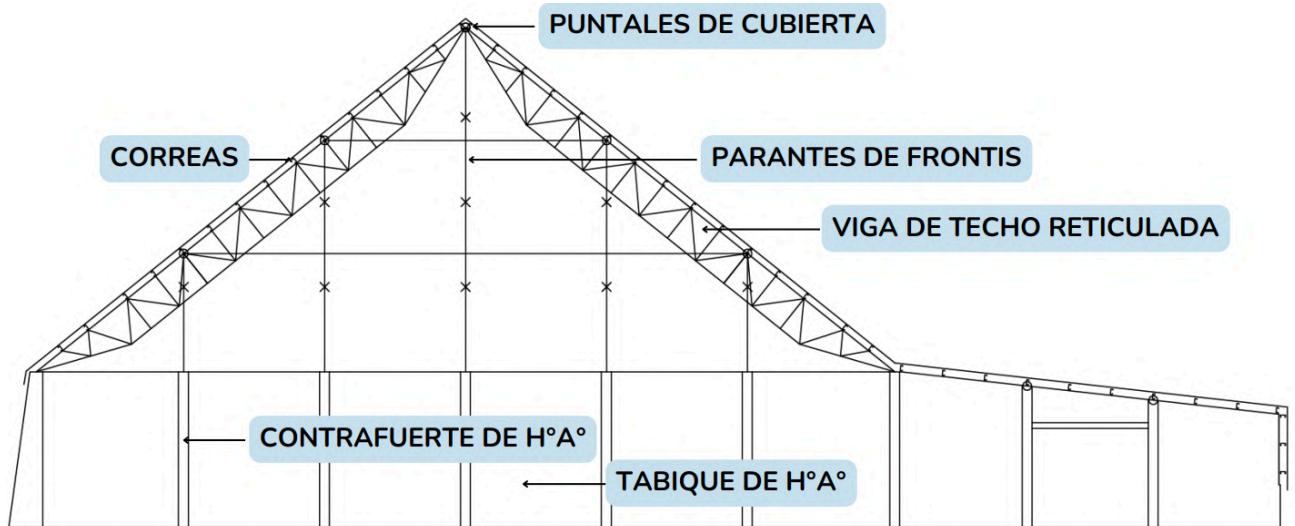


Figura 41. Esquema de la estructura. Fuente: elaboración propia.

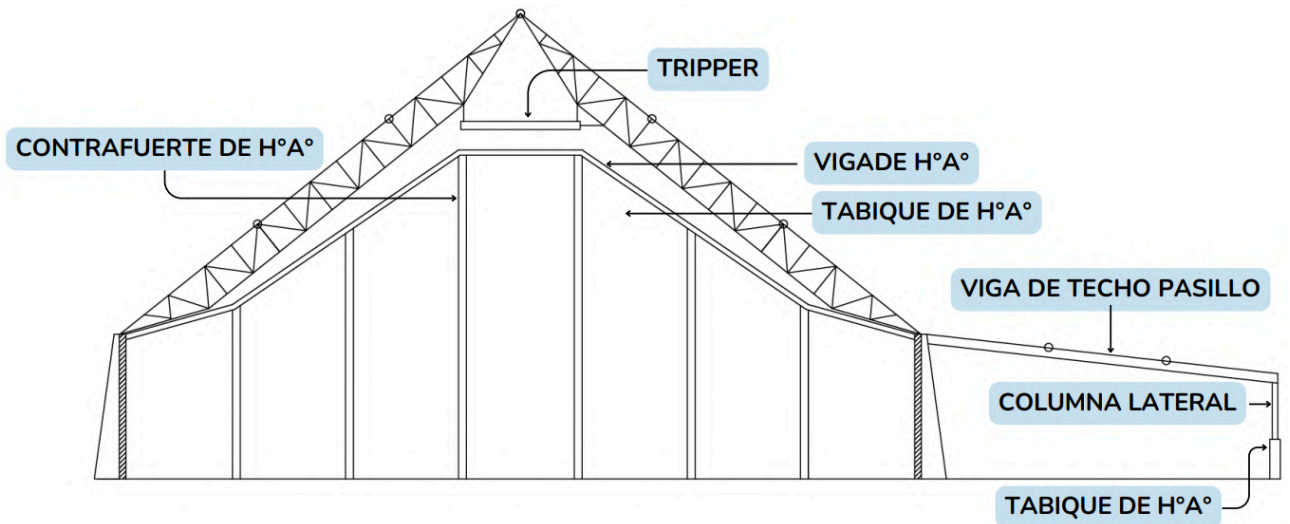


Figura 42. Esquema de la estructura. Fuente: elaboración propia.

La estructura resistente de la celda de almacenamiento se compone de pórticos formados por cerchas metálicas a dos aguas, que se apoyan sobre contrafuertes unidos por tabiques de hormigón. Para permitir la circulación eficiente de la maquinaria de extracción y asegurar un flujo continuo en las operaciones, se ha dispuesto un pasillo lateral de 13,25 metros de ancho. Este pasillo está conformado por una viga de techo de acero, que se apoya en un lado sobre el mismo contrafuerte que soporta la cercha metálica, y en el otro extremo sobre una columna de acero.

Esta columna se apoya, a su vez, sobre columnas de hormigón unidas por tabiques, proporcionando una base sólida y estable.

Los pórticos están vinculados longitudinalmente mediante los tabiques de hormigón y un sistema de contraviento, compuesto por puntales y tensores, que aseguran la estabilidad y dan resistencia frente a cargas horizontales. Este diseño integral permite una distribución eficiente de las cargas y garantiza la resistencia de la estructura bajo diversas condiciones operativas, asegurando la durabilidad y seguridad del sistema.

Por otro lado, se materializó la separación de los módulos internos mediante muros con contrafuertes, los cuales soportarán el empuje realizado por los fertilizantes almacenados.

5.5.2. NORMAS UTILIZADAS

- Reglamento CIRSOC 101: “Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras”
- Reglamento CIRSOC 102: “Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones”
- Reglamento CIRSOC 201: “Reglamento argentino de estructuras de hormigón”
- Reglamento CIRSOC 301: “Reglamento argentino de estructura de acero para edificios”
- Reglamento CIRSOC 303: “Reglamento argentino de elementos estructurales de acero de sección abierta conformados en frío”

5.5.3. MODELO DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES

5.5.3.1. ESTRUCTURA METÁLICA

5.5.3.1.1. Análisis de cargas

Para determinar las acciones a las cuales está sometida la estructura se toman de base los reglamentos “CIRSOC 101 y 102”. Se realizaron modelos de elementos finitos de la estructura utilizando el software Staad.PRO.

A. Cargas permanentes (D)

Se considera únicamente el peso propio de la estructura. Para el sistema principal resistente el peso propio se ingresa automáticamente al modelo de cálculo utilizando el comando *selfweight*. En el caso de las chapas y las correas, el peso se calcula manualmente y se introduce como carga en el modelo. A continuación, se detallan los valores considerados para el peso

propio de estos elementos. Se ha tomado un ancho de influencia de 5 m, correspondiente a la separación entre pórticos.

$$q_{PP\ CORREAS} = 0.08\text{ kN/m}^2$$

$$q_{PP\ CHAPAS} = 0.07\text{ kN/m}^2$$

B. Sobrecarga mínima de cubierta (Lr)

Dado que no existen sobrecargas de uso en la estructura, se considera únicamente una sobrecarga mínima de cubierta dispuesta por el reglamento. Para obtener las peores condiciones se consideró la cubierta con sobrecarga de un solo lado, por lo que se obtuvieron dos estados de sobrecarga:

- Lr 1: cubierta con sobrecarga del lado derecho
- Lr 2: cubierta con sobrecarga del lado izquierdo

Siendo,

$$Lr = 0.96 \times R_1 \times R_2 \quad \text{con } 0.58 \leq Lr \leq 0.96$$

Tabla 3. Sobrecarga Lr.

Chapas y Correas		Sistema Principal		
Luz correas	5	Luz pórticos	30	m
Separación correas	1.00	Separación pórticos	5.00	m
At	5.00	At	150.00	m ²
R1	1	R1	0.6	
Pendiente	73	Pendiente	73	%
F	8.76	F	8.76	
R2	0.76	R2	0.76	
Lr	0.73	Lr	0.44	kN/m ²

C. Carga de viento (W)

La presión dinámica del viento depende de la zona de emplazamiento del edificio, de la categoría e importancia del mismo, de la topografía y de la exposición, entre otros factores. Se calculó la presión de viento tanto para el sistema principal resistente, como así también para los componentes y revestimientos.

La misma se determinó para la celda a la altura media $H_m = 11.32\text{ m}$ y para el pasillo a una altura $H = 4\text{ m}$ mediante la siguiente ecuación,

$$q_z = 0.613 \times k_z \times k_{zt} \times k_d \times V^2 \times I$$

Tabla 4. Geometría de la estructura.

Geometría general de la estructura			
Edificio		Cerrado	
Ubicación		Rosario	
Largo nave		150	m
Separación entre pórticos		5	m
Celda	Ancho	30	m
	Altura de las paredes	5.5	m
	Pendiente de la cubierta θ	39	°
	Altura de la cumbrera	12.18	m
Pasillo	Ancho	13.5	m
	Altura pared	4	m
	Pendiente de la cubierta θ	6	°
	Altura del alero	4	m
Categoría		II	
Exposición		D	

Tabla 5. Presión de viento - Método analítico.

Metodo analítico	Celda	Pasillo
Velocidad [m/s]	50	
Kd (factor direccionalidad)	0.85	
Kzt (factor topográfico)	1	
Kh = Kz (coef. de exposición)	1.2	1.05
I	1	
G	0.85	
GCpi (coef. de presión interna)	0.18	
	-0.18	
qz (presión dinámica) [N/m2]	1563.15	1367.76
qz (presión dinámica) [kN/m2]	1.56	1.37

A continuación se detallan los esquemas con los resultados obtenidos, la resolución detallada se encuentra en el ANEXO 2.

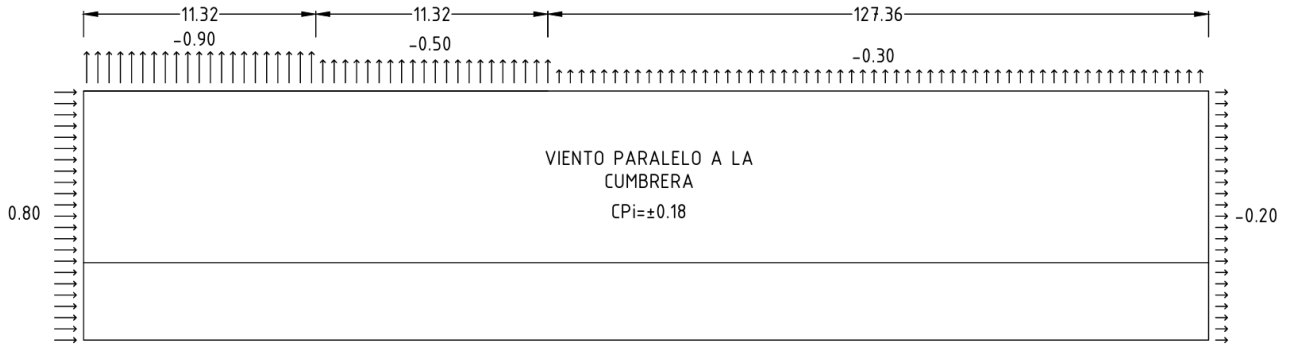


Figura 43. Viento paralelo a la cumbrera - Vista Lateral. Valores de C_p .

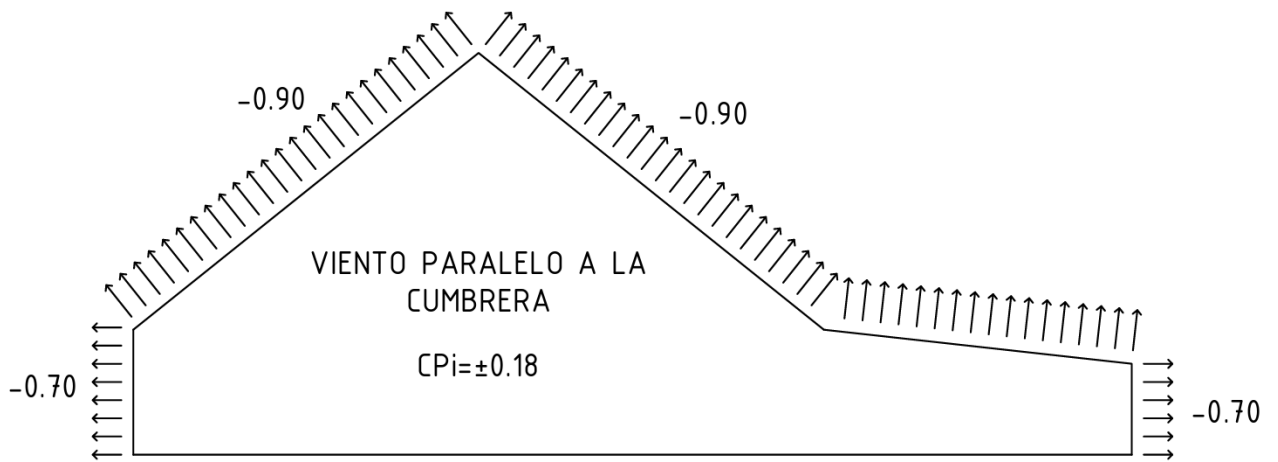


Figura 44. Viento paralelo a la cumbrera. Valores de C_p .

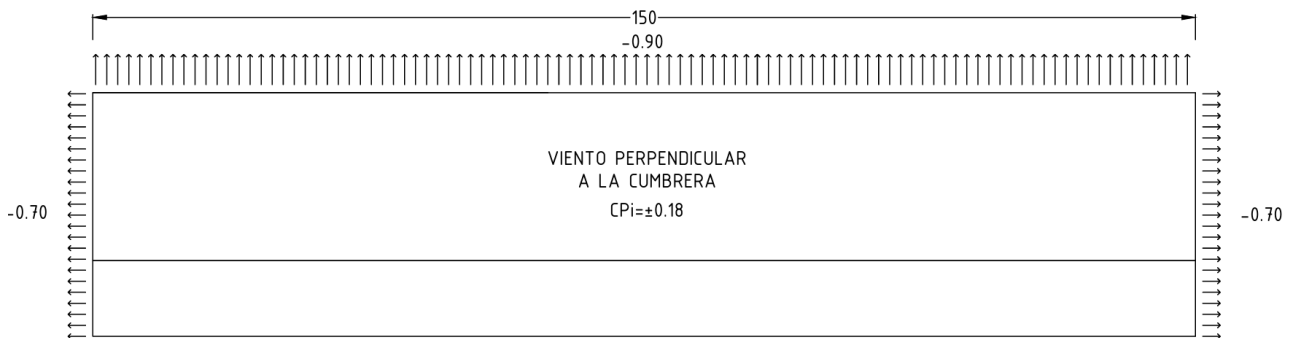


Figura 45. Viento perpendicular a la cumbrera - Vista Lateral. Valores de C_p .

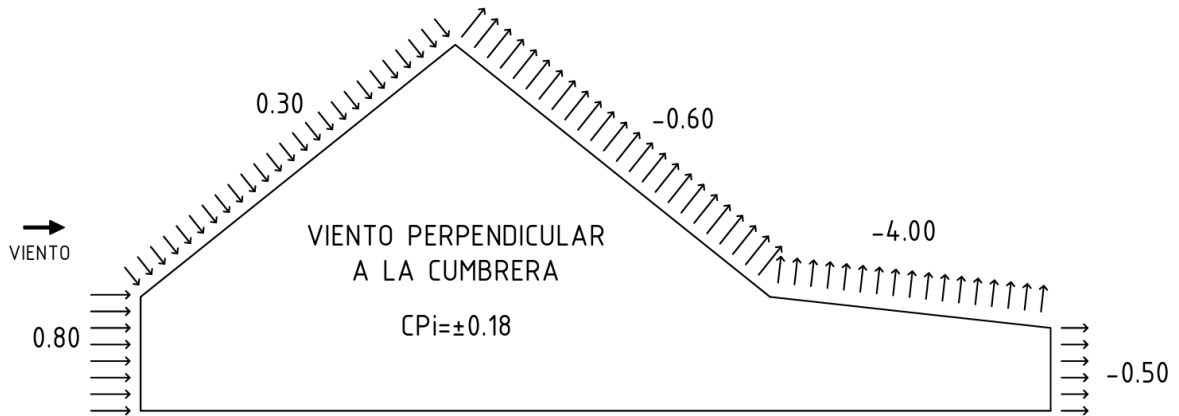


Figura 46. Viento perpendicular a la cumbrera. Valores de C_p .

Los valores de las presiones, considerando un ancho de influencia de 5 m, resultaron:

1. Viento paralelo a la cumbrera - Succión interna

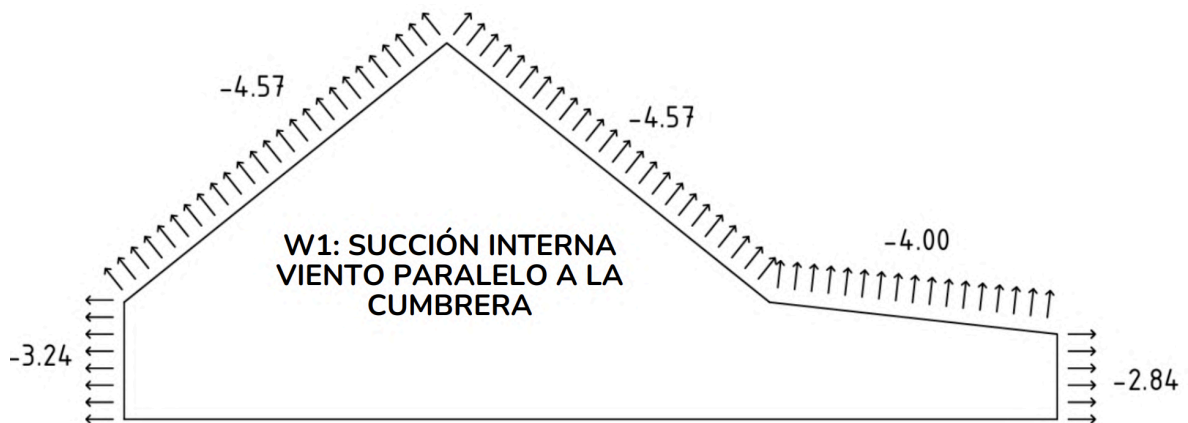


Figura 47. Viento paralelo a la cumbrera - Succión interna. Valores en kN/m.

2. Viento paralelo a la cumbrera - Presión interna

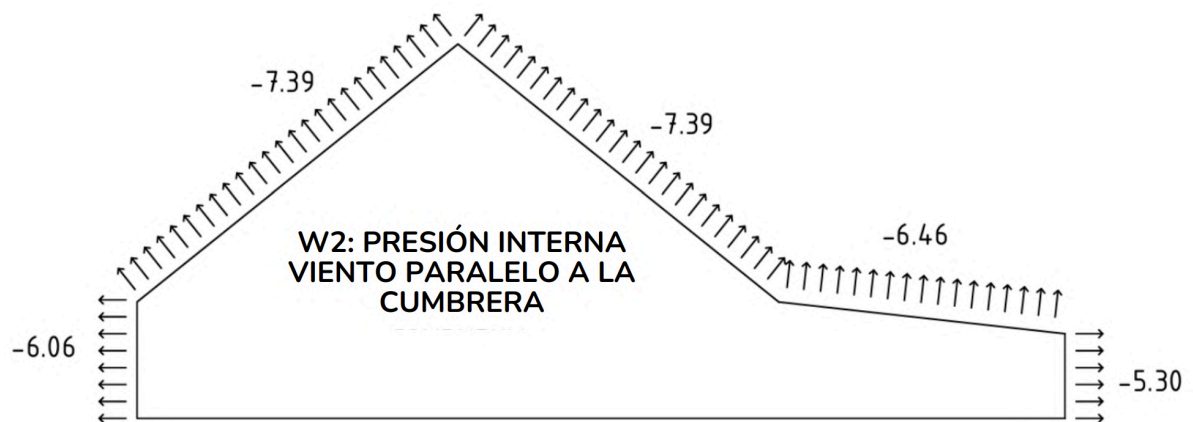


Figura 48. Viento paralelo a la cumbrera - Presión interna. Valores en kN/m.

3. Viento O-E perpendicular a la cumbrera - Succión interna

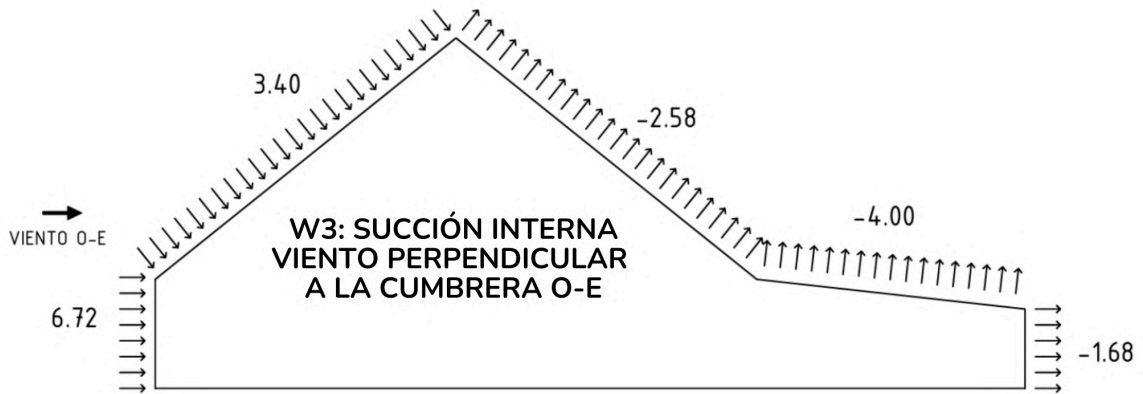


Figura 49. Viento O-E perpendicular a la cumbrera - Succión interna. Valores en kN/m.

4. Viento O-E perpendicular a la cumbrera - Presión interna

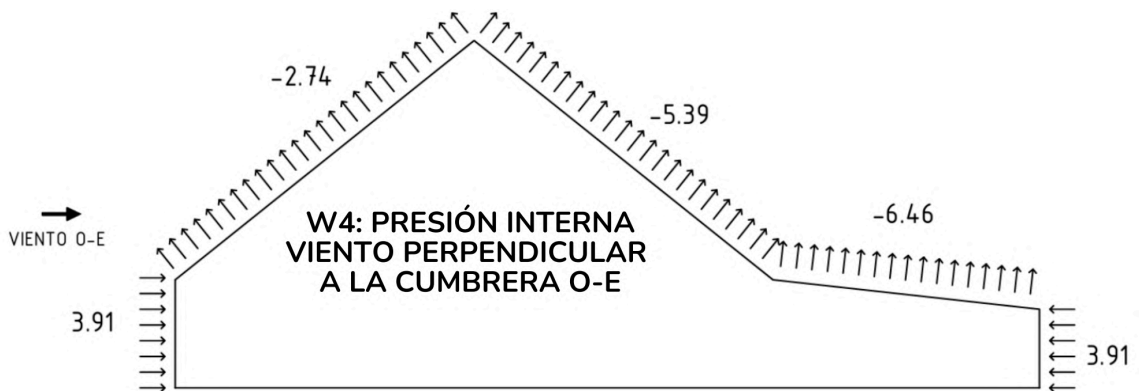


Figura 50. Viento O-E perpendicular a la cumbrera - Presión interna. Valores en kN/m.

5. Viento E-O perpendicular a la cumbrera - Succión interna

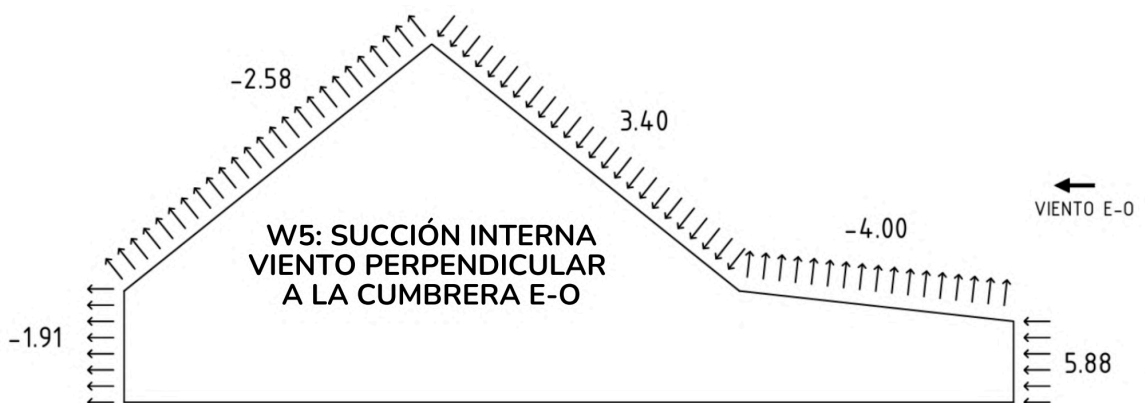


Figura 51. Viento E-O perpendicular a la cumbrera - Succión interna. Valores en kN/m.

6. Viento E-O perpendicular a la cumbrera - Presión interna

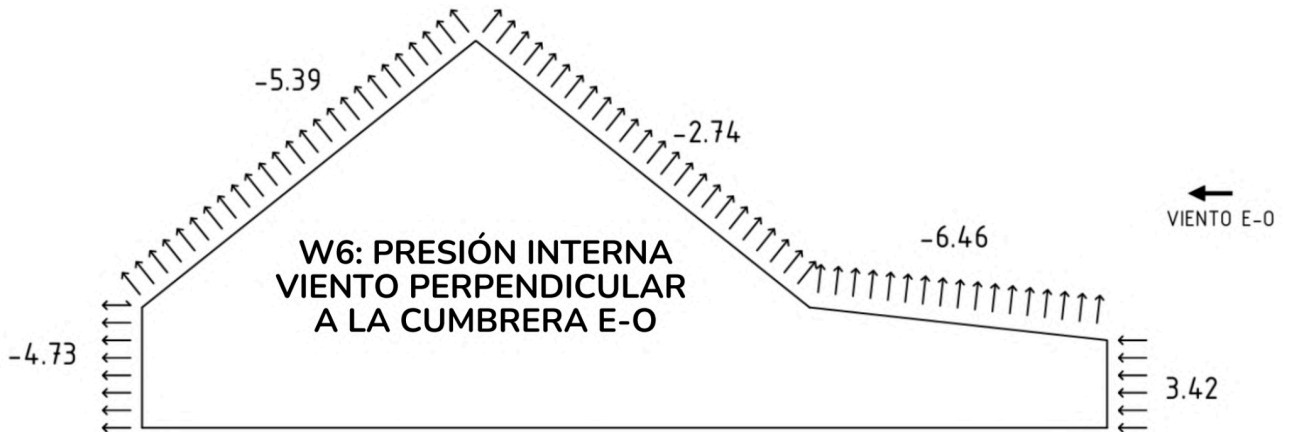


Figura 52. Viento E-O perpendicular a la cumbrera - Presión interna. Valores en kN/m.

D. Temperatura (T)

No se consideraron los efectos de contracción y dilatación por temperatura debido a que el sistema de arriostramiento se encuentra ubicado en el centro de la nave.

E. Sobrecarga del tripper (L)

Se consideró la sobrecarga generada por el tripper, el cual se apoya en una viga que, a su vez, está vinculada a la cercha metálica mediante tensores y puntales. Dicha sobrecarga se modeló como dos cargas puntuales, representando las ruedas del tripper, separadas entre sí por una distancia de 1 metro. Asimismo, se incluyó el peso propio de la viga de apoyo, constituida por un perfil W 310 x 44.5.

Tabla 6. Carga del Tripper.

Carga Tripper L			
L : Tripper (c/rueda)	24.500		kN
Pp	Peso propio	Selfweight	kN/m

F. Combinaciones de carga

En la Tablas 7 se detallan las combinaciones de carga utilizadas.

Tabla 7. Combinaciones de carga

Combinaciones de Carga Estructura Metálica
1.4 D
1.2 D + 1.6 L + 0.5 Lr
1.2 D + 1.6 Lr + 0.8 W

$1.2 D + 1.6 Lr + L$
$1.2 D + 0.5 Lr + 1.5 W + 0.5 L$
$0.9 D + 1.5 W$
$1.2 D + 1.6 L + 0.5 Lr + 0.8 W$
S: $D + W$
S: $D + 0.7 (Lr + L + W)$
S: $D + Lr + L$

5.5.3.1.2. Dimensionamiento de los componentes en estado último

5.5.3.1.2.1. Celda. Parantes de frontis

Se realizaron las verificaciones correspondientes según el “Reglamento CIRSOC 301”. Los parantes de frontis se consideraron como barras simplemente apoyadas, las cuales están sometidas a cargas verticales y horizontales. En el ANEXO 2 podemos encontrar el cálculo en detalle.

Tabla 8. Longitudes parantes de frontis.

Long C1	12.18	m
Long C2	8.18	m
Long C3	4.18	m

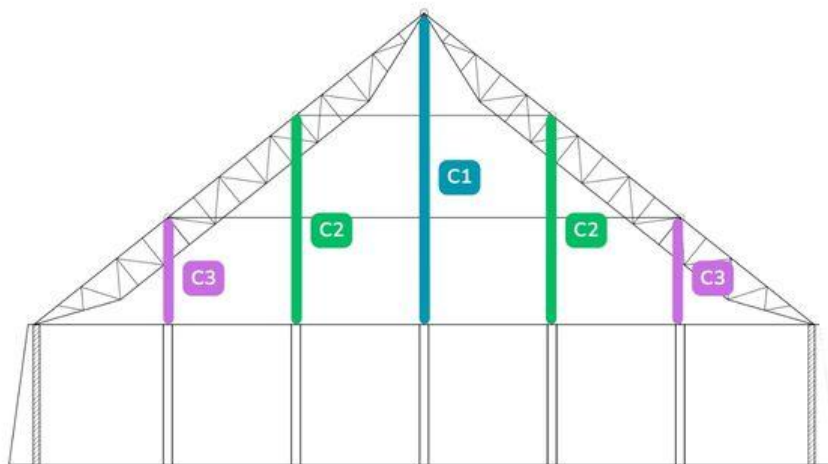


Figura 53. Parantes de frontis. Fuente: elaboración propia.

Se consideraron parantes articulados en ambos extremos, tal como se indica en la figura a continuación.

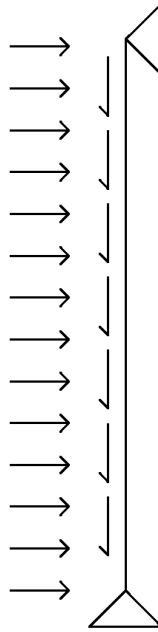


Figura 54. Vinculación parantes de frentes. Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Parante C1

Estados de Carga en ELU		
Cargas Verticales (generan compresión/tracción)		
E1=1.4D	20.86	kN
E2=1.2D	17.88	kN
Cargas Longitudinales (generan flexión)		
E3=1.5W	10.08	kN/m
E3 Mmax	186.97	kNm

Tabla 10. Parante C2

Estados de Carga en ELU		
Cargas Verticales (generan compresión/tracción)		
E1=1.4D	21.09	kN
E2=1.2D	18.08	kN
Cargas Longitudinales (generan flexión)		
E3=1.5W	10.08	kN/m
E3 Mmax	84.33	kNm

Tabla 11. Parante C3

Estados de Carga en ELU		
Cargas Verticales (generan compresión/tracción)		
E1=1.4D	16.63	kN
E2=1.2D	14.25	kN

Cargas Longitudinales (generan flexión)		
E3=1.5W	10.08	kN/m
E3 Mmax	22.02	kNm

Perfil Adoptado	W 310 x 52,0
-----------------	--------------

Tabla 12. Verificación C1

FLEXIÓN		VERIFICA
Plastificación		
Mp [kNm]	290.7	
My [kNm]	259.2	
1,5 My [kNm]	388.8	
Mp [kNm]	290.66	
Pandeo lateral torsional tramo superior		
Cb	1.14	
Lb [cm]	300	
Lp [cm]	150	
Lr [cm]	308	
Lp<Lb<Lr		
Fr [Mpa]	69.00	
Mr [kNcm]	207.39	
X1 [Mpa]	16959.2	
Mcr [kNm]	240.2	
Pandeo lateral torsional tramo inferior		
Cb	1.14	
Lb [cm]	246.00	
Lp [cm]	150	
Lr [cm]	308	
Lp<Lb<Lr		
Fr [Mpa]	69.00	
Mr	207.39	
X1 [Mpa]	16959.2	
Mcr [kNm]	272.6	
Flexión		
Mn [kNm]	240.2	

ϕ	0.9	
Md [kNm]	216.2	
Mu/Md	0.86	

VERIFICACIÓN COMBINADA 1,2D+1,5W		
Pu (E2) [kN]	17.88	VERIFICA
ϕ Pn [kN]	914	
Pu (E2)/ ϕ Pn	0.020	
Mu (E3) [kNm]	186.97	
ϕ Mn [kNm]	216.2	
Mu (E3)/ ϕ Mn	0.86	
Verificación	0.875	

VERIFICACIÓN A CORTE		
Vmax [Kn]	40.93	VERIFICA
Aw = d*tw	22.116	
hw/tw	38.29	
hw/tw < 260		
$2,45*(E/Fy)^{0,5}$	58.99	
Límite 1 > hw/tw		
Vn [KN]	457.8	
ϕ	0.9	
Vd [kN]	412.0	

Se adoptó el mismo perfil para las C2 y C3. La verificación de las mismas se encuentra en el ANEXO 2.

5.5.3.1.2.2. Celda. Viga reticulada de cumbrera a dos aguas

Para la viga reticulada se adoptó por un diseño formado por cordones materializados con perfiles UPN y con diagonales y montantes materializados con 2 L en cruz. La modelización se llevó a cabo utilizando el software STAAD para calcular las solicitaciones en cada uno de los elementos estructurales. Se consideró que los elementos trabajan solo a esfuerzos axiales, por lo que pasa el modelado se utilizaron barras con la función "TRUSS". La cercha se consideró apoyada en ambos extremos, y articulada en el extremo superior. En la figura a continuación podemos observar el modelo.

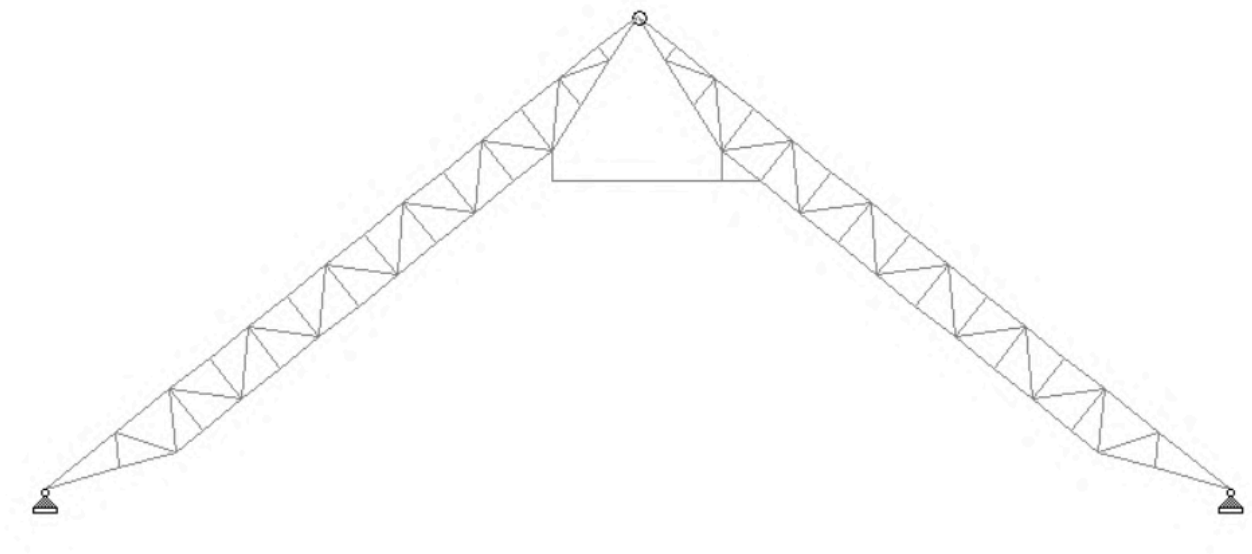


Figura 55. Modelo de la cercha metálica. Modelización en STAAD.Pro. Fuente: elaboración propia.

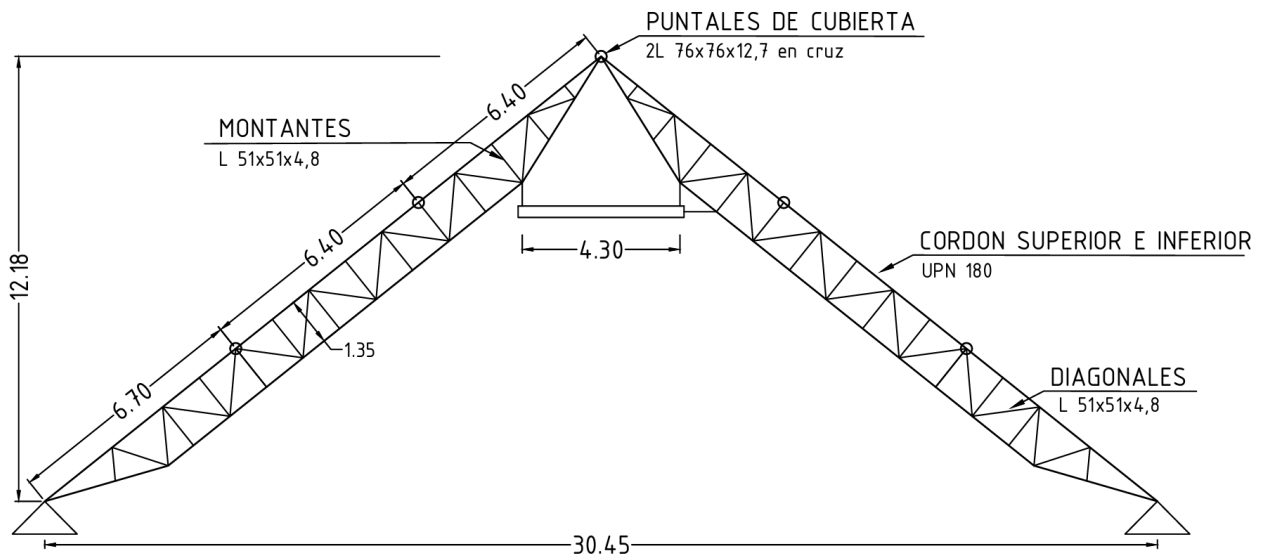


Figura 56. Esquema de la cercha metálica. Secciones adoptadas. Fuente: elaboración propia.

El cálculo en detalle se encuentra en el ANEXO 2. A continuación podemos ver en resumen el dimensionamiento de la misma.

Tabla 13. Cargas cordón superior

Dimensionamiento cordón superior			
Carga	kN	Barra	Estado de carga
Carga máxima de compresión (Pu)	315.87	55	14
Carga máxima de tracción (Tu)	412.14	56	27

Tabla 14. Cargas cordón inferior

Dimensionamiento cordón inferior			
Carga	kN	Barra	Estado de carga
Carga máxima de compresión (Pu)	341.51	40	27
Carga máxima de tracción (Tu)	298.09	41	14
Perfil Adoptado UPN		180	

Tabla 15. Verificación cordón superior e inferior

Pandeo global - Eje x		Pandeo global - Eje x	
kx	1	kx	1
Lx [cm]	128	Lx [cm]	134
λ_x	63.37	λ_x	66.34
Pandeo global - Eje y		Pandeo global - Eje y	
ky	1	ky	1
Ly [cm]	640	Ly [cm]	134
λ_y	92.09	λ_y	19.28

Resistencia de diseño a Compresión		Resistencia de diseño a Compresión	
λ_{det}	92.09	λ_{det}	66.34
λ_c	1.00	λ_c	0.72
$\sqrt{Q} \cdot \lambda_c$	1.00	$\sqrt{Q} \cdot \lambda_c$	0.72
Fcr	15.40	Fcr	18.87
ϕ_c	0.85	ϕ_c	0.85
Pn	431.24	Pn	528.44
Pd	366.55	Pd	449.17
Pu	315.87	Pu	341.51
Pu/Pd	0.86	Pu/Pd	0.76
VERIFICA		VERIFICA	

Resistencia de diseño a tracción		Resistencia de diseño a tracción	
Fluencia en la sección bruta		Fluencia en la sección bruta	
ϕ_t	0.90	ϕ_t	0.90
Tn [KN]	658.00	Tn [KN]	658.00
Td [KN]	592.20	Td [KN]	592.20
Rotura en la sección neta		Rotura en la sección neta	
ϕ_t	0.75	ϕ_t	0.75
Tn [KN]	1036	Tn [KN]	1036
Td [KN]	777	Td [KN]	777
Td determinante [KN]	592.20	Td determinante [KN]	592.20
Tu [KN]	412.14	Tu [KN]	298.09
Tu/Td	0.70	Tu/Td	0.50
VERIFICA		VERIFICA	

Tabla 16. Cargas diagonales

Diagonales			
Carga	kN	Barra	Estado de carga
Máxima Compresión (Pu)	65.8	127	27
Máxima Tracción (Tu)	75.57	16	27

Tabla 17. Cargas montantes

Montantes			
Carga	kN	Barra	Estado de carga
Máxima Compresión (Pu)	11	12	14
Máxima Tracción (Tu)	13	9	27

Perfil Adoptado	L 51 x 51 x 4,8*
-----------------	------------------

Tabla 18. Verificación diagonales y montantes

Diagonales		Montantes	
Resistencia de diseño a Compresión		Resistencia de diseño a Compresión	
λ_{det}	120.78	λ_{det}	87.66
λ_c	1.32	λ_c	0.96
$\sqrt{Q} \cdot \lambda_c$	1.32	$\sqrt{Q} \cdot \lambda_c$	0.96
Fcr	11.36	Fcr	16.02
ϕ_c	0.85	ϕ_c	0.85
Pn	53.62	Pn	75.63
Pd	45.58	Pd	64.29
Pu	32.90	Pu	5.50
Pu/Pd	0.72	Pu/Pd	0.09
VERIFICA		VERIFICA	

Resistencia de diseño a Tracción		Resistencia de diseño a Tracción	
Fluencia en la sección bruta		Fluencia en la sección bruta	
ϕ_t	0.90	ϕ_t	0.90
Tn [KN]	110.92	Tn [KN]	110.92
Td [KN]	99.83	Td [KN]	99.83
Rotura en la sección neta		Rotura en la sección neta	
ϕ_t	0.75	ϕ_t	0.75
Tn [KN]	174.64	Tn [KN]	174.64
Td [KN]	130.98	Td [KN]	130.98
Td determinante [KN]	99.83	Td determinante [KN]	99.83
Tu [KN]	37.79	Tu [KN]	6.50
Tu/Td	0.38	Tu/Td	0.07
VERIFICA		VERIFICA	

5.5.3.1.2.3. Estructura del pasillo. Viga laminada de acero

Para el pasillo se optó por una viga y una columna utilizando perfiles laminados W. El sistema se modeló en Staad.PRO considerando que del lado izquierdo, la viga apoya en el mismo contrafuerte que la cercha metálica, y del lado derecho se articula a la columna lateral. En la figura a continuación podemos ver el modelo.

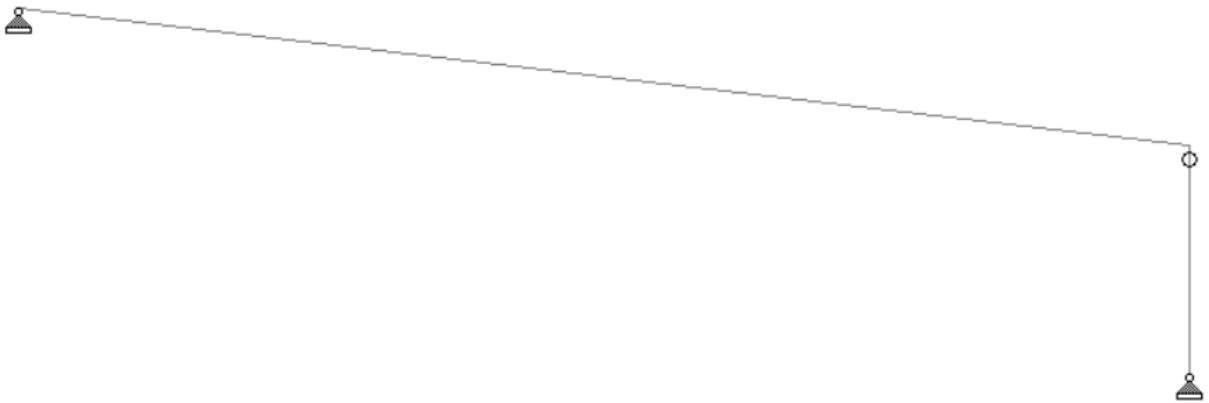


Figura 57. Modelo del pasillo. Modelización en STAAD.Pro. Fuente: elaboración propia.

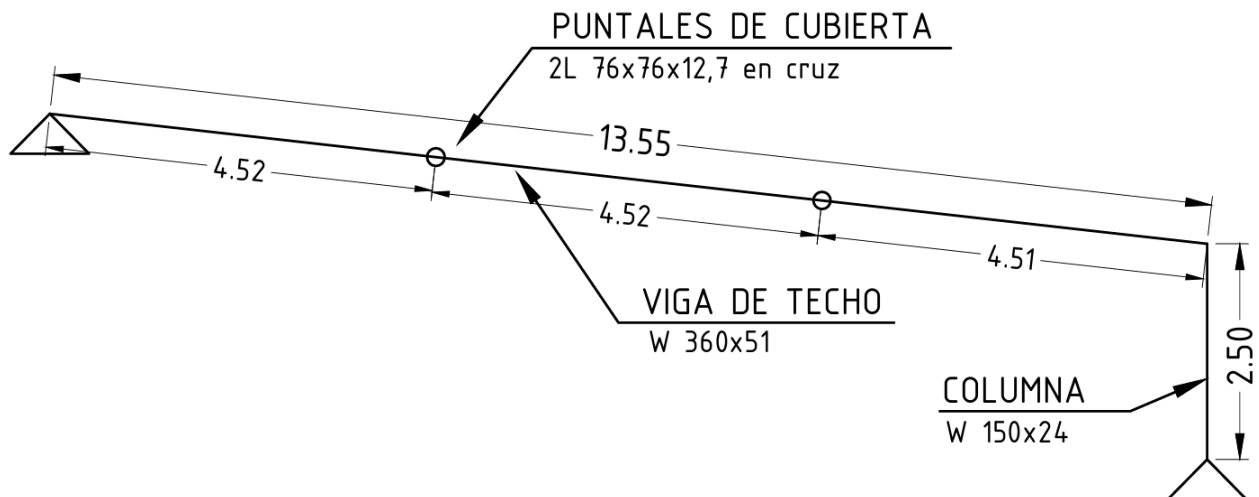


Figura 58. Modelo del pasillo. Secciones adoptadas Fuente: elaboración propia.

La viga tiene una longitud de 13.55 m y la columna una altura de 2.50 m. A continuación podemos encontrar las tablas resumen del dimensionamiento, en el ANEXO 2 se encuentra el análisis detallado.

Tabla 19. Solicitaciones viga

Solicitaciones máximas	
Estado de carga	30 - 0.9 D + 1.5 W2
Pu [kN]	18.12
Mu [kNm]	197.65
Vu [kN]	58.38

Perfil Adoptado	W 360 x 51,0
-----------------	--------------

Tabla 20. Verificación viga

Flexión	
Mn [kNm]	300.51
ϕ	0.90
Md [kNm]	270.46
Mu/Md	0.73
VERIFICA	

Resistencia al corte	
ϕ_v	0.90
h/tw	46.11
Cv1	1.00
Cv2	0.63
Cv3	0.49
lim 1	29.01
lim 2	36.13
Vn [kN]	757.65
Vd [kN]	681.89
Vu/Vd	0.09
VERIFICA	

5.5.3.1.2.4. Estructura del pasillo. Columnas laterales

En el ANEXO 2 se encuentra el dimensionamiento completo.

Tabla 21. Solicitaciones columna

Solicitaciones máximas flexocompresión	
Estado de carga	13 - 1.2 D + 1.6 LR + 0.8 W3
Pu [kN]	30.29
Mu [kNm]	1.05
Vu [kN]	1.68
Solicitaciones máximas flexotracción	
Estado de carga	30 - 0.9 D + 1.5 W2
Tu [kN]	59.84
Mu [kNcm]	6.21
Vu [kN]	9.94

Perfil Adoptado	W 150 x 24,0
-----------------	--------------

Tabla 22. Solicitaciones columna

Flexión	
Mn [kNm]	68.17

Resistencia flexocompresión	
λ_c	1.37
Fcr [kN/cm ²]	15.67
ϕ_c	0.85
ϕ_b	0.90
Pn [kN]	493.56
$P_u/(\phi_c \cdot P_n)$	0.07
$M_u/(\phi_b \cdot M_n)$	0.02
Ratio	0.05
VERIFICA	

Resistencia flexotracción	
ϕ_t	0.90
ϕ_b	0.90
Tn [kN]	1086.75
$T_u/(\phi_c \cdot T_n)$	0.06
$M_u/(\phi_b \cdot M_n)$	0.02
Ratio	0.05
VERIFICA	

Resistencia al corte	
ϕ_v	0.90
h/tw	21.06
Cv1	1.00
Cv2	1.38
Cv3	2.37
lim 1	29.01
lim 2	36.13
Vn [kN]	633.60
Vd [kN]	570.24
V_u/V_d	0.02
VERIFICA	

5.5.3.1.2.5. Sistema de contraviento. Puntales de Techo

Para el sistema de contraviento, se utilizan puntales que vincularan los pórticos longitudinalmente, absorbiendo parte de la carga de los parantes de frontis, y transmitiendola a los contrafuertes laterales mediante los tensores en cruz. El mismo se encuentra en la mitad de la nave. Se realizó un modelo en Staad.Pro, el cual se puede observar en la imagen a continuación.

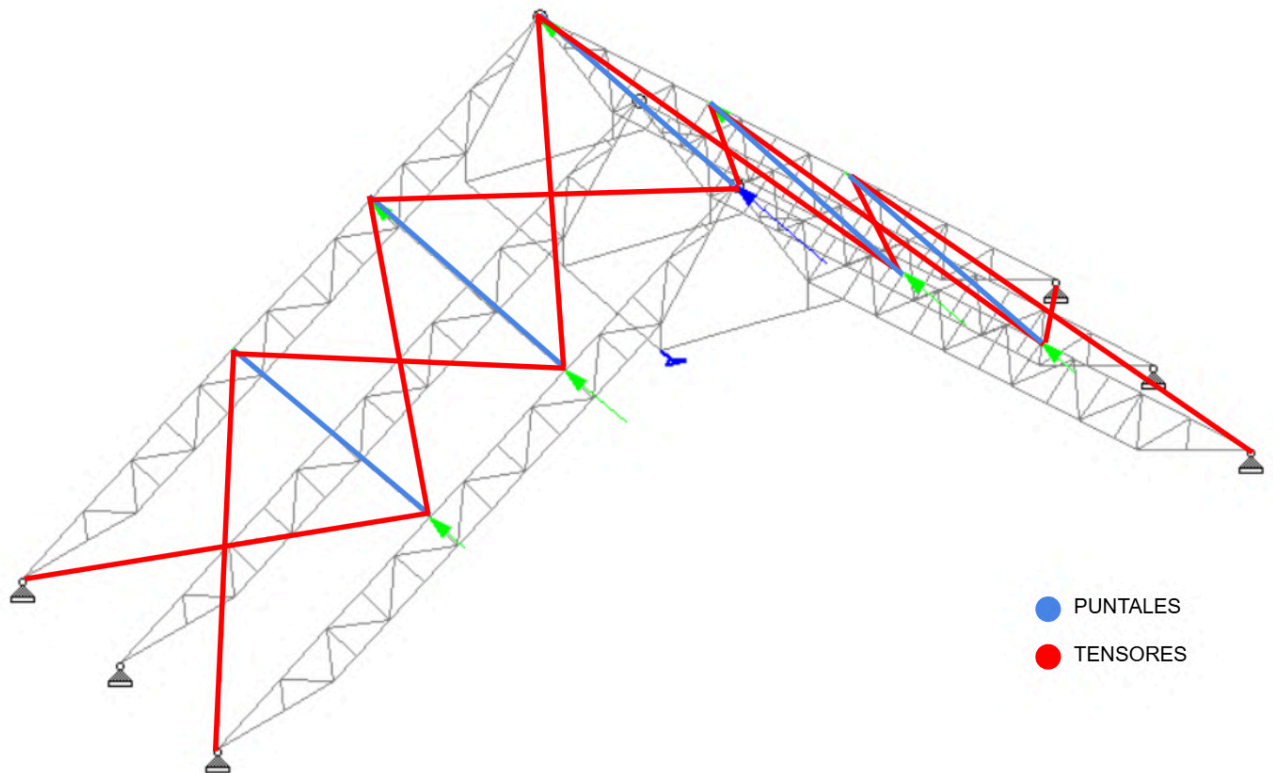


Figura 59. Modelo del sistema de contraviento. Modelización en STAAD.Pro. Fuente: elaboración propia.

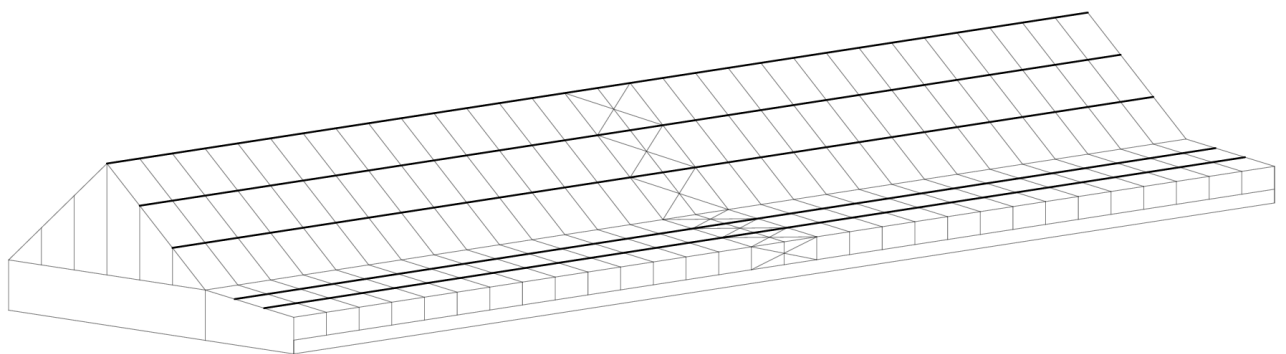


Figura 60. Puntales de techo. Fuente: elaboración propia.

Tabla 23. Dimensionamiento puntales de techo

Puntales		
2 Perfil L empresillados en X		
Long	5.00	m

Carga Última (1.5W)		
Pu	135.12	kN

Propiedades del Perfil		
Perfil Adoptado	L 76 x 76 x 12,7	8
Ag	17.8	cm ²
b	7.62	cm
t	1.27	cm
Iz	142.95	cm ⁴
Iv	37.35	cm ⁴
Ix = Iy	90.15	cm ⁴
ex = ey	2.34	cm
Separación	0.8	cm
Material		
Acero F-24		
Fy	235	MPa
E	200000	MPa
γ	77.3	kN/m ³
G	77200	MPa
Long. Puntal	500	cm

Dimensionamiento			
Pandeo local			
Ar	13.13	Tabla B.4.1.a Caso 3	
bf/tf	6.00	VERIFICA	
Q = 1			
Comportamiento entre presillas			
rv	1.45	cm	No es necesario verificar Eje Inmaterial
Presillas	4		
a	100.00	cm	
Troglia - a<70ri	101.40	cm	
Pandeo global - Según eje z			
I	285.9	cm ⁴	VERIFICA
A	35.6	cm ²	
r	2.83	cm	
k	1		
λ	176.44		
λc	1.93		
Verificación a Compresión			
λdet	1.93		VERIFICA
Fcr	5.56	KN/cm2	
Ø	0.85		
Pd	168.28	kN	
Pu/Pd	0.803		
Verificación de esbeltez localizada			
a/ri	69.03		VERIFICA
3/4 λ	132.33		

5.5.3.1.2.6. Sistema de contraviento. Tensores

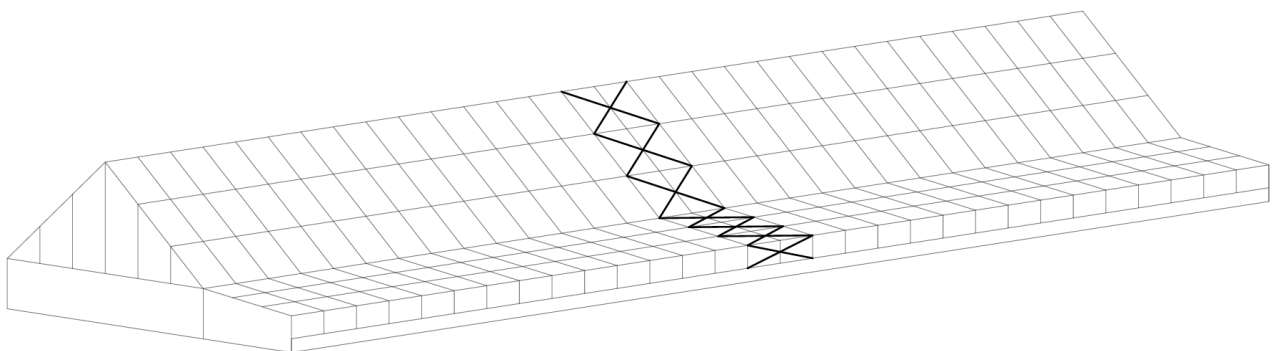


Figura 61. Tensores. Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Dimensionamiento tensores de techo

Tensores - Diagonales		
2 Perfil L empresillados en X		
Long	6.30	m
Carga Última		
Tu	174.20	kN
Propiedades		
Perfil Adoptado	L 76 x 76 x 6,4*	5
Ag	9.43	cm ²
b	7.62	cm
t	0.64	cm
rx	2.31	cm
rv	1.44	cm
Ix = Iy	50.39	cm ⁴
Iz	81.3	cm ⁴
ex = ey	2.09	cm
Separación	0.8	cm
2 L empresillados en X		
Ix = Iy	112.85	cm ⁴
Ag	18.86	cm ²
rx	2.45	cm
Iz	162.6	cm ⁴
rz	2.94	cm
Material		
Acero F-24		
Fy	235	MPa
E	200000	MPa
γ	77.3	kN/m ³
G	77200	MPa
Long. Tensor	630	cm

Dimensionamiento			
λ_x	257.55	VERIFICA	
Fluencia del área bruta			
F_y	23.50	kN/cm ²	VERIFICA
ϕ_1	0.90		
A_e	18.86	cm ²	
R_{d1}	398.89	kN	
Rotura del área bruta			
F_u	37.00	kN/cm ²	VERIFICA
ϕ_2	0.75		
R_{d2}	523.37	kN	

5.5.3.1.2.7. Componentes y revestimientos. Correas

Se consideran elementos simplemente apoyados con una luz de 5.00m. En la cubierta de la celda y el pasillo, las correas son arriostradas al medio mediante tillas, esto es así ya que para lograr que las mismas verifiquen las cargas de succión sin una riostra, se necesitan perfiles con aproximadamente el doble de peso que si se adopta la solución con tillas.

El dimensionamiento en detalle se puede encontrar en el ANEXO 2. A Continuación se muestra un resumen del mismo.

Perfil C adoptado	200 - 80 - 30 - 3.2
-------------------	---------------------

Tabla 25. Correas de cubierta

Correas - Celda Cubierta		
Luz	5	m
Separación	1.77	m

Tabla 26. Zona 1

Verificación flexión			
Arriostramiento	M_u [kNcm]	M_d [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	704.10	1657.10	SI
	-1344.06	1077.12	NO
Tillas 1/2 luz	-1344.06	1657.10	SI

Tabla 27. Zona 2

Verificación flexión			
Arriostramiento	Mu [kNcm]	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	704.10	1657.10	SI
	-1603.45	1077.12	NO
Tillas 1/2 luz	-1603.45	1616.12	SI

Tabla 28. Zona 3

Verificación flexión			
Arriostramiento	Mu [kNcm]	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	704.10	1657.10	SI
	-1603.45	1077.12	NO
Tillas 1/2 luz	-1603.45	1616.12	SI

Tabla 29. Correas del frontis

Correas - Frontis		
Luz	5	m
Separación	1	m

Tabla 30. Zona 4

Verificación flexión			
Arriostramiento	Mu [kNcm]	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	725.40	1657.10	SI
	-745.18	1077.12	SI
Tillas 1/2 luz	-745.18	1616.18	SI

Tabla 31. Zona 5

Verificación flexión			
Arriostramiento	Mu [kNcm]	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	725.40	1657.10	SI
	-857.29	1077.12	SI
Tillas 1/2 luz	-857.29	1616.18	SI

Tabla 32. Correas cubierta de pasillo

Correas - Cubierta Pasillo		
Luz	5	m
Separación	1.51	m

Tabla 33. Zona 1

Verificación flexión			
Arriostramiento	Mu [kNcm]	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	658.01	1657.10	SI
	-1143.92	1077.12	NO
Tillas 1/2 luz	-1143.92	1648.68	SI

Tabla 34. Zona 2

Verificación flexión			
Arriostramiento	Mu [kNcm]	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	658.01	1657.10	SI
	-1365.20	1077.12	NO
Tillas 1/2 luz	-1365.20	1616.12	SI

Tabla 35. Zona 3

Verificación flexión			
Arriostramiento	Mu [kNcm]	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	658.01	1657.10	SI
	-1365.20	1077.12	NO
Tillas 1/2 luz	-1365.20	1616.12	SI

Tabla 36. Correas Pasillo laterales

Correas - Pasillo Laterales		
Luz	5	m
Separación	1	m

Tabla 37. Zona 4

Verificación flexión			
Arriostramiento	Mu [kNcm]	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	725.40	1657.10	SI
	-745.18	1077.12	SI

Tabla 38. Zona 5

Verificación flexión			
Arriostramiento	Mu [kNcm]	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	725.40	1657.10	SI
	-857.29	1077.12	SI

5.5.3.1.3. Verificación en estado límite de servicio

Se analizan los desplazamientos verticales y horizontales y se comparan con los valores admisibles que brinda el “Reglamento CIRSOC 301”.

Tabla 39. Combinaciones de carga en Servicio

Combinaciones en Servicio
S: D + W
S: D + 0.7 (Lr + W)
S: D + Lr + L

Para los elementos metálicos se utilizó la Tabla L.3.1. del Reglamento CIRSOC 301.

Tabla 40. Valores límites para deformaciones y desplazamientos laterales

EDIFICIOS INDUSTRIALES				
	Elemento	Flecha total	Flecha por carga variable	
			debida a:	Valor
Deformaciones verticales	Miembros soportando cubiertas rígidas	L/200	Sobrecarga Útil	L/240
	Miembros soportando cubiertas flexibles	L/150	Sobrecarga Útil	L/180
	Miembros soportando pisos	L/250	Sobrecarga Útil	L/300
	Vigas carril para grúas de capacidad $\geq 200 \text{ kN}$		Rueda sin impacto	L/800 ^(c)
	Vigas carril para grúas de capacidad $< 200 \text{ kN}$		Rueda sin impacto	L/600 ^(c)
Desplazamiento lateral ^(d)	Vigas carril		Frenado transversal	L/600 ^(c)
	Desplazamiento de columnas con respecto a la base por acción de viento	H/150	Viento	H/160
	Desplazamiento de columnas con respecto a base por acción de puente grúa		Frenado puente Grúa	H/400 ^(c)

Para la cercha reticulada, se analiza el desplazamiento del nodo central, el cual se observa marcado en rojo en la figura a continuación. En la Tabla 6 se encuentra la verificación.

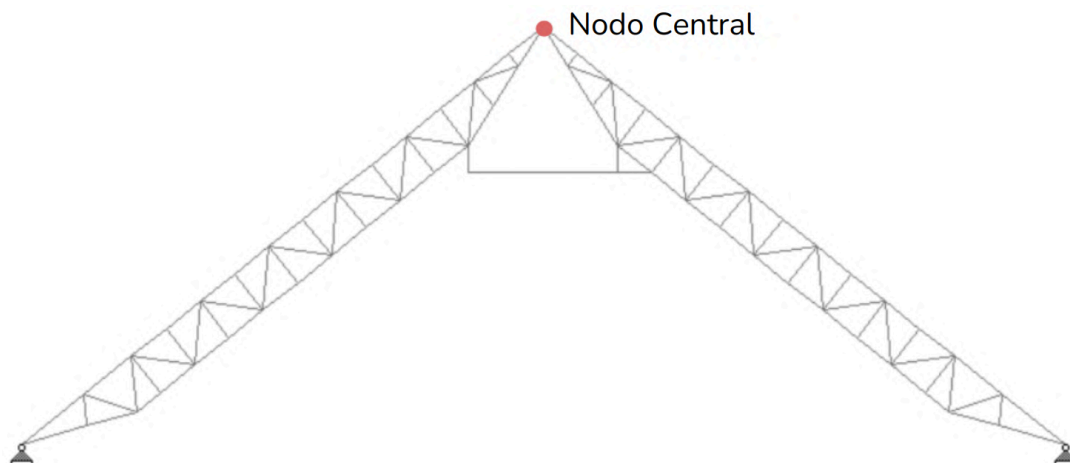


Figura 62. Nodo estudiado. Fuente: elaboración propia.

Tabla 41. Verificación de deformaciones - Cercha reticulada.

Verificación de deformaciones - Cercha reticulada								
Sentido	Sector	Flecha [mm]		L [m]	Estado de carga [m]	Flecha admisible [mm]		Verificación
		Carga Total	Carga Variable			Carga Total	Carga Variable	
Vertical	Nodo central viga de techo	18.435	11.591	30.46	S: D + W4 (t) S: D + 0.7 (LR + W4) (v)	203.07	169.22	VERIFICA

Para la viga de techo del pasillo, se analizó el desplazamiento a la mitad de la luz. En la Tabla 7 se encuentra la verificación realizada.

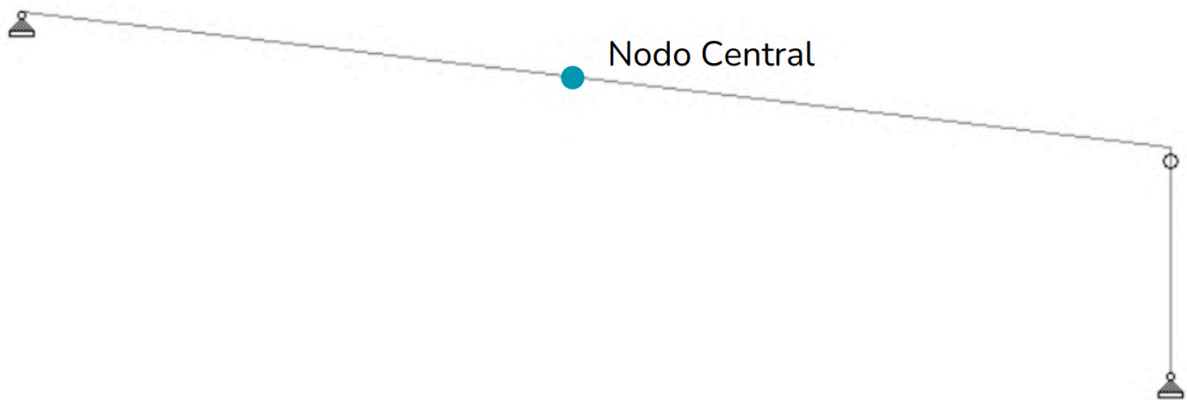


Figura 63. Nodo estudiado. Fuente: elaboración propia.

Tabla 42. Verificación de deformaciones - Viga de techo del pasillo.

Verificación de deformaciones - Viga de techo del pasillo								
Sentido	Sector	Flecha [mm]		L [m]	Estado de carga [m]	Flecha admisible [mm]		Verificación
		Carga Total	Carga Variable			Carga Total	Carga Variable	
Vertical	Nodo central viga de techo	79.16	72.501	13.55	S: D + W4 (t) S: D + 0.7 (LR + W4) (v)	90.33	75.28	VERIFICA

5.5.3.2. ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

5.5.3.2.1. Análisis de cargas

Para determinar las acciones a las cuales está sometida la estructura se toman de base los reglamentos "CIRSOC 101 y 102". Se realizaron modelos de elementos finitos de la estructura utilizando el software Staad.PRO.

A. Cargas permanentes (D)

Se considera únicamente el peso propio de la estructura. Para todas las componentes de hormigón el peso propio se ingresa automáticamente al modelo de cálculo utilizando el comando *selfweight*.

B. Empuje del fertilizante (H)

Las paredes con contrafuertes estarán sometidas a los empujes generados por el fertilizante, los cuales dependen de la altura de apoyo del fertilizante sobre la pared, de su peso específico y del coeficiente de empuje activo. Este coeficiente se determinará en función del ángulo de fricción interna del fertilizante. Para definir el peso específico y el ángulo de fricción, se seleccionaron los fertilizantes más representativos y se promediaron sus propiedades. Se tomó un peso específico promedio de 10 kN/m³ y un ángulo de fricción interna promedio de 30 grados.

Tabla 43. Propiedades del fertilizante.

Propiedades del fertilizante		
Peso específico fertilizante	10	kN/m ³
Angulo de friccion interna	30.00	grados
Ka: Coeficiente de empuje activo	0.33	

Luego, el empuje del fertilizante máximo (sobre la base) se calculará de la siguiente manera:

$$E_a = K_a \times h \times \gamma_f$$

Esta carga tendrá una distribución triangular como se muestra en el siguiente esquema:

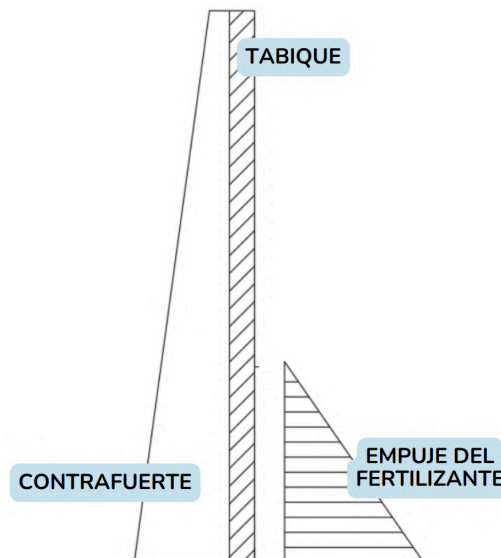


Figura 64. Esquema de empuje del fertilizante sobre una pared de contrafuertes. Fuente: elaboración propia.

C. Cargas provenientes de la cercha metálica

Las cargas provenientes de la cercha metálica se consideran como datos y se aplican a la estructura en el extremo superior de los contrafuertes, representadas mediante dos cargas puntuales: una horizontal y otra vertical, que corresponden a las componentes de la carga diagonal transmitida desde la cercha, la cual llega al contrafuerte con la pendiente específica de esta última. A continuación se muestra un esquema representativo:

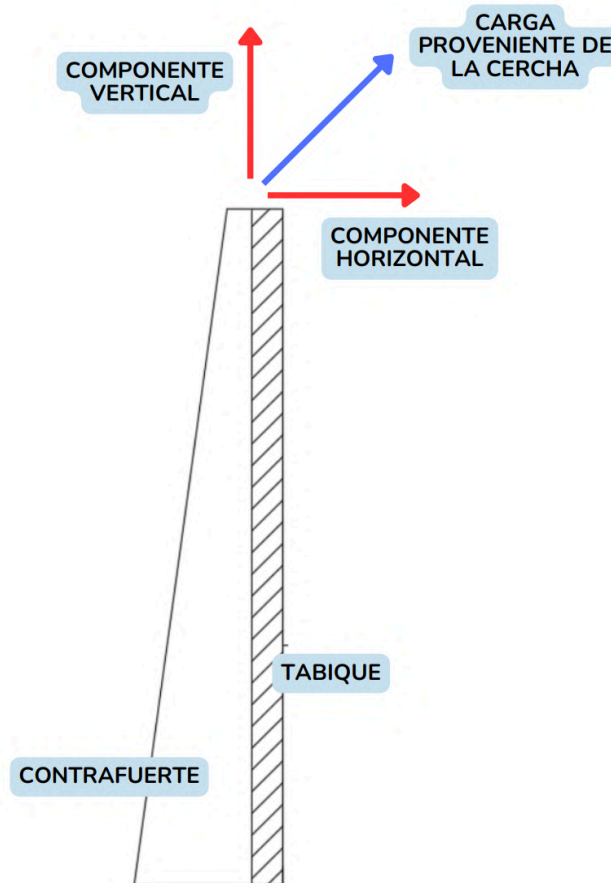


Figura 65. Esquema de cargas provenientes de la cercha aplicadas sobre una pared de contrafuertes.
Fuente: elaboración propia.

D. Combinaciones de carga

Tabla 44. Combinaciones de carga en Estado Límite Último

Combinaciones de Carga ELU - Estructura de Hormigón
EU1: 1.4 D
EU2: 0.9 D + 1.6 H + 1.6 W
EU3: 1.2 D + 1.6 Lr + L
EU4: 1.2 D + 1.6 L + 1.6 H + 0.5 Lr + 0.8 W

Tabla 45. Combinaciones de carga en Estado Límite de Servicio

Combinaciones en Estado Límite de Servicio - Estructura de Hormigón
ES1: $D + L + H + L_r$
ES2: $D + W$
ES3: $D + 0.7 (L + L_r + H) + 0.7 W$

5.5.3.2.2. Dimensionamiento de las componentes

5.5.3.2.2.1. Muros intermedios

Los muros intermedios se materializaron mediante tabiques con contrafuertes, diseñados para soportar las cargas generadas por el material almacenado. A este sistema se le añadió una viga perimetral superior para incrementar la rigidez del conjunto, especialmente en la parte central del muro, que alcanza alturas de hasta 12.5 metros. A continuación se muestra una representación gráfica del muro.

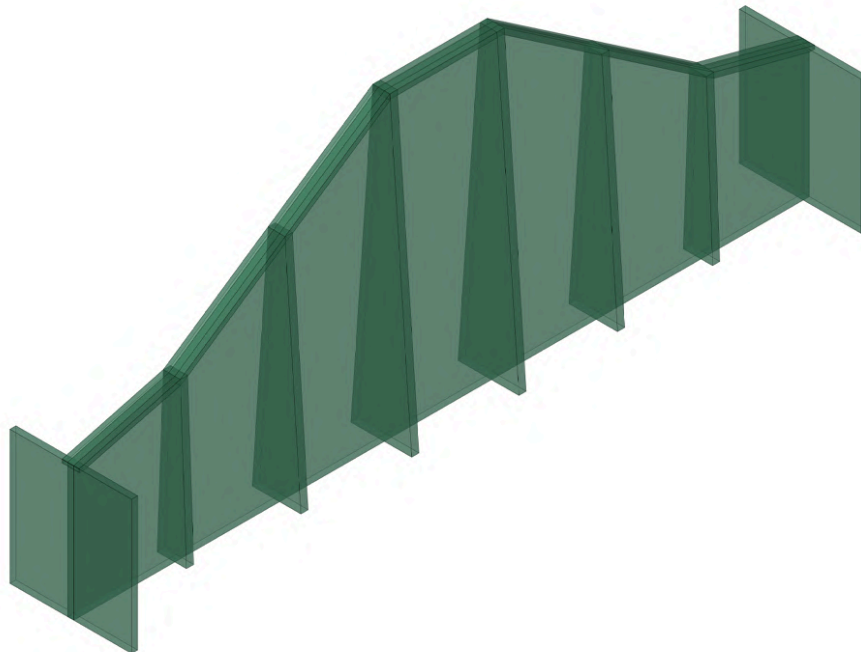


Figura 66. Axonometría del muro intermedio. Fuente: elaboración propia.

Los cálculos estructurales se realizaron bajo la hipótesis de que un módulo de la celda estaría lleno mientras el otro permanecería vacío, de modo que el empuje del fertilizante se generara desde un solo lado del muro, evitando que los empujes de ambos módulos se contrarresten entre sí. Esta metodología asegura que la estructura pueda resistir de manera eficiente las cargas asimétricas, garantizando la estabilidad y seguridad del sistema.

Para el modelo de cálculo, los contrafuertes fueron considerados como barras empotradas en su extremo inferior y vinculadas en la parte superior por una viga perimetral continua a lo largo de toda su longitud. Esta viga presenta apoyos fijos en sus extremos, los cuales corresponden a su conexión con los tabiques laterales. Los tabiques del muro se consideraron como losas simplemente apoyadas sobre los contrafuertes, lo que permitió determinar los empujes que cada contrafuerte tendría que soportar.

La modelización se llevó a cabo utilizando el software STAAD para calcular las solicitaciones en cada uno de los elementos estructurales. En este análisis, únicamente se modelizaron los contrafuertes y las vigas como barras, permitiendo una representación simplificada y efectiva del sistema. La modelización y las cargas actuantes se observan en la siguiente figura:

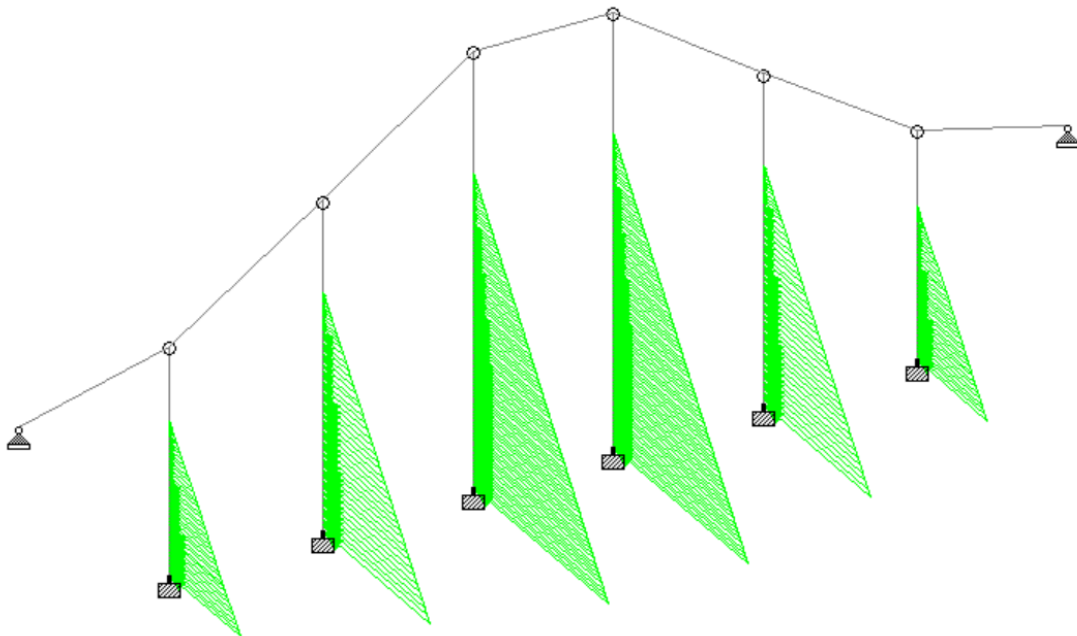


Figura 67. Modelo de cálculo del muro intermedio. Modelización en STAAD.Pro. Fuente: elaboración propia.

Como datos de partida, en lo que respecta a las propiedades del fertilizante y los materiales utilizados, se emplearon aquellos detallados a continuación:

Tabla 46. Datos.

Datos		
Fertilizante		
Peso específico fertilizante	10	kN/m ³
Angulo de fricción interna	30	grados
Ka: Coef. de empuje activo	0.33	

Materiales			
Hormigón H-30	f _c	30	Mpa
Acero ADN 420	f _y	420	Mpa

Se comienza con el dimensionamiento de los tabiques, el cual incluye el cálculo de los empujes activos correspondientes a cada altura de fertilizante sobre cada pantalla, las solicitaciones resultantes de un análisis considerando los tabiques como losas simplemente apoyadas, y las armaduras necesarias para garantizar la resistencia estructural. La combinación de carga determinante fue EU4.

Tabla 47. Dimensionamiento de tabiques.

Dimensionamiento tabiques					
Tabique	1	2	3	4	
Geometría					
Espesor	0.25	0.25	0.25	0.25	m
Recubrimiento	5.00	5.00	5.00	5.00	cm
d	0.20	0.20	0.20	0.20	m
Ancho	4.10	4.33	4.33	4.33	m
Cargas actuantes					
H: altura de fertilizante promedio	9.22	7.97	5.68	3.18	m
Empuje activo del fertilizante	49.17	42.48	30.27	16.93	kN/m ²
Solicitaciones					
Mu	103.33	99.69	71.03	39.74	kNm/m
Vu	90.97	83.54	59.52	33.30	kN/m
Dimensionamiento a flexión					
Mn	0.11	0.11	0.08	0.04	MN/m
As necesaria > As min	14.54	13.99	9.79	5.38	cm ² /m
Se adopta en dirección principal	ø20/20	ø20/20	ø16/20	ø12/20	
Se adopta en dirección secundaria	ø10/25	ø10/25	ø10/25	ø10/25	
Dimensionamiento a corte					
Vn	0.12	0.11	0.08	0.04	kN/m
Vc	0.18	0.18	0.18	0.18	kN/m
Vs	0.00	0.00	0.00	0.00	kN/m
No se coloca armadura de corte					

Seguidamente, se presenta el dimensionamiento de los contrafuertes. Los empujes sobre los contrafuertes se derivan de los empujes calculados sobre los tabiques. La tabla incluye las solicitaciones sobre los contrafuertes, así como las armaduras necesarias para asegurar la resistencia estructural adecuada. El estado de carga determinante fue nuevamente EU4.

Tabla 48. Dimensionamiento de contrafuertes.

Dimensionamiento contrafuerte				
Contrafuerte	1	2	3	
Geometría				
H: altura	12.50	9.50	6.57	m
h: base adoptada	3.00	2.50	1.50	m
b: espesor	0.30	0.30	0.30	m
Cargas actuantes				
Empuje del fertilizante	125.55	99.66	65.70	
Solicitaciones				
Mu	2.71	1.30	0.33	MNm
Vu	0.06	0.04	0.03	MN
Dimensionamiento a flexión				
Mn	3.014	1.449	0.363	MN
mn	0.056	0.042	0.031	
As adopt	30.321	19.072	11.248	cm ²
Armadura vertical en cada cara	10ø20	10ø16	6ø16	
Dimensionamiento a corte				
Vn	1.21	0.74	0.31	MN
Vc	0.67	0.53	0.31	MN
Vs	0.54	0.20	0.00	MN
Av min/s	5.78	4.60	2.71	cm ² /m
	ø12/10 c/cara	ø10/20 c/cara	ø8/35 c/cara	

Además, a los contrafuertes se les incorpora una armadura vertical constructiva que no debe superar una separación de 30 cm, equivalente al espesor del contrafuerte, conforme a la práctica habitual. Esta armadura, según el contrafuerte específico al que se haga referencia, tendrá un diámetro menor o igual al requerido para resistir los esfuerzos de corte. Nuevamente, el detalle de armadura se encuentra en el Plano 04.9 *Detalle muros intermedios*.

En lo que respecta al dimensionamiento de la viga, se buscó que esta proporcionara una mayor rigidez al conjunto, asegurando que las deflexiones permanecieran dentro de límites admisibles. El dimensionamiento detallado se presenta en la siguiente tabla. Las solicitaciones fueron obtenidas a partir del análisis realizado en el software STAAD.Pro, tomando como determinante a la combinación de cargas EU4.

Tabla 49. Dimensionamiento de vigas.

Dimensionamiento viga					
Viga	1	2	3	4	
Geometría					
h: altura resistente	0.70	0.70	0.70	0.70	m
b: espesor	0.20	0.20	0.20	0.20	m
Solicitaciones					
Mu	0.119	0.366	0.368	0.179	MNm
Vu	0.029	0.033	0.033	0.039	MN
Dimensionamiento a flexión					
Mn	0.132	0.407	0.408	0.199	MNm
As adoptado	5.01	16.66	16.74	7.65	cm ²
Se adopta en cada cara de la viga	3ø16	3ø20	3ø20	4ø12	
Dimensionamiento a corte					
Vn	0.04	0.04	0.04	0.05	MN
Vc	0.12	0.12	0.12	0.12	MN
Vs	0.00	0.00	0.00	0.00	MN
Av min/s	1.02	1.02	1.02	1.02	cm ² /m
	ø8/33 c/cara	ø8/33 c/cara	ø8/33 c/cara	ø8/33 c/cara	

Finalmente, el detalle del cálculo de armadura se encuentra en el ANEXO 2.

5.5.3.2.2.2. Muros laterales

En cuanto a los muros laterales, estos tienen una altura de 5.5 metros y están compuestos por tabiques de 25 cm de espesor, reforzados con contrafuertes dispuestos cada 5 metros, con una base inferior de 1.2 metros de longitud y un espesor de 35 cm.

Las cargas actuantes sobre los tabiques incluyen el viento y el empuje del fertilizante hasta una altura de 2 metros. En lo que respecta a los contrafuertes, estos deben soportar tanto el empuje del fertilizante como las cargas de viento transferidas desde los tabiques. Además, sobre ellos descansan las vigas metálicas principales del sistema de pórtico. A continuación se presenta un esquema representativo de la situación mencionada:

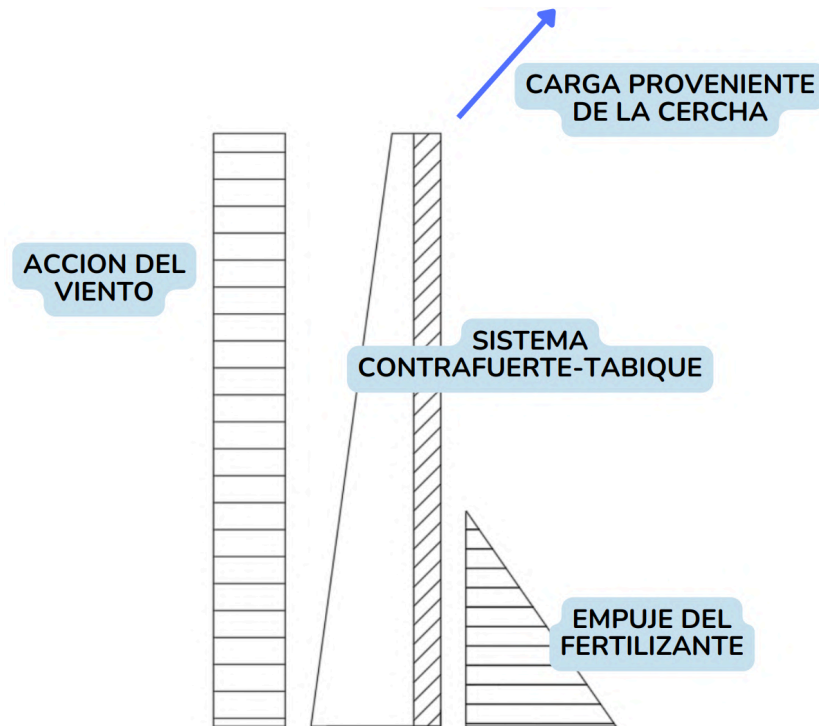


Figura 68. Esquematación sistema pantalla-contrafuerzas con cargas actuantes. Fuente: elaboración propia.

Para un mayor entendimiento se puede consultar el corte transversal de la celda con el fertilizante almacenado en la Figura 18.

El modelo de cálculo se basa en representar al contrafuerte como una barra empotrada en su base. A este se le aplican las cargas de viento y el empuje del fertilizante provenientes de los tabiques, junto con dos cargas concentradas que corresponden a las reacciones verticales y horizontales generadas por la cercha.

El dimensionamiento del tabique se realiza considerando el estado de carga EU2, identificado como el más crítico. En este escenario, la acción del viento corresponde a una succión generada por un viento paralelo a la cumbrera, considerando succión interna. Dado que esta carga actúa como una fuerza de succión, se suma al empuje del fertilizante, incrementando así las solicitaciones sobre el tabique. A continuación, se presenta en la tabla el dimensionamiento de la pantalla.

Tabla 50. Dimensionamiento de tabique.

Dimensionamiento tabique		
Geometría		
Espesor pantalla	0.25	m
H: altura pantalla	5.50	m
Cargas actuantes		
Empuje del fertilizante	6.67	kN/m ²
Viento	-1.21	kN/m ²
Solicitaciones		
Mu	39.39	kNm/m
Vu	28.99	kN/m
Dimensionamiento a flexión		
Mn	0.044	MN/m
As adoptada	5.327	cm ² /m
Se adopta en dirección principal	ø10/15	en cada cara
As secundaria	1.065	cm ² /m
Se adopta en dirección secundaria	ø6/15	en cada cara
Dimensionamiento a corte		
Vn	0.04	kN/m
Vc	0.18	kN/m
Vs	0.00	kN/m
Sin Av/s		

Para los contrafuertes, el estado de carga más crítico fue el EU4, que contempla la acción del viento como una succión generada por un viento perpendicular a la cumbrera en sotavento, considerando presión interna. En la siguiente tabla se detalla el dimensionamiento de los contrafuertes bajo este estado de carga.

Tabla 51. Dimensionamiento de contrafuertes.

Dimensionamiento contrafuerte			
Geometría			
H: altura contrafuerte		5.50	m
h: base		1.20	m
b: espesor		0.35	m
Cargas			
Empuje del fertilizante - Ea		33.33	kN/m
Viento		-1.91	kN/m ²
Carga proveniente de la cercha metálica	x	100.50	kN
	y	75.48	kN
Solicitaciones			
Mu		0.6782	MNm
Pu		0.1198	MN
Vu		0.1744	MN
Dimensionamiento a flexo compresión			
γ		0.917	
m		1.346	MPa
n		0.285	MPa
ρ		0.010	
Ast		42.000	cm ²
Se adopta en cada cara		12ø16	
Dimensionamiento a corte inferior			
Vn		0.233	MN
Vc		0.367	MN/m
Vs		0.000	MN/m
Armadura mínima: Estribos ø6/19			
Dimensionamiento a corte superior			
Vn		0.150	MN
Vc		0.128	MN/m
Vs		0.023	MN/m
Armadura mínima: Estribos ø6/19			

Al igual que para los muros intermedios, a los contrafuertes se les incorpora una armadura vertical constructiva.

Los cálculos más específicos de cada elemento, que incluyen todos los estados de carga analizados, se detallan en el ANEXO 2.

5.5.3.2.2.3. Muros de frontis

Los muros de frontis tienen una geometría similar a la de los muros laterales, con una altura de 5.5 metros y un espesor de tabique de 25 cm. Cada contrafuerte tiene una base de 1.2 metros y un espesor de 35 cm, y están dispuestos a intervalos de 5 metros, proporcionando estabilidad estructural y soportando las cargas aplicadas.

La principal diferencia entre estos muros y los muros laterales, además de las cargas de viento, es que sobre los contrafuertes de los muros de frontis se apoyan los parantes de la estructura metálica. Adicionalmente, en este caso, el empuje del fertilizante alcanza una altura de 5 metros. Esto genera cargas diferentes que resultan en mayores solicitaciones a considerar en el análisis. No obstante, el modelo de cálculo empleado es el mismo que el utilizado para los contrafuertes laterales, consistiendo en una barra empotrada en su extremo inferior.

El análisis comienza con el dimensionamiento de los tabiques, identificando la combinación de cargas EU2 como la más crítica. En este caso, la acción del viento se presenta como una succión sobre el muro, generada por un viento que actúa sobre los laterales de la celda y considerando succión interna. Dado que esta acción actúa en la misma dirección que el empuje del fertilizante, ambas fuerzas se suman, incrementando significativamente las solicitaciones sobre el muro. Los resultados del análisis se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 52. Dimensionamiento de tabiques.

Dimensionamiento tabique		
Geometría		
Espesor pantalla	0.25	m
H pantalla	5.50	m
Cargas actuantes		
Empuje del fertilizante - Ea	15.00	kN/m ²
Viento	-1.21	kN/m ²
Solicitaciones		
Mu	81.06	kNm/m
Vu	59.66	kN/m
Dimensionamiento a flexión		
Mn	0.090	MN/m
As adoptada	11.242	cm ² /m
Se adopta en dirección principal	ø16/18	en cada cara
As secundaria	2.248	cm ² /m
Se adopta en dirección secundaria	ø8/20	en cada cara

Dimensionamiento a corte		
Vn	0.08	Area [cm ²]
Vc	0.18	kN/m
Vs	0.00	kN/m
Sin Av/s		

En cuanto a los contrafuertes, los parantes de frontis le transmiten una carga vertical de peso propio y una carga horizontal correspondiente al viento. Se presenta a continuación el dimensionamiento de los contrafuertes.

Tabla 53. Dimensionamiento de contrafuertes.

Dimensionamiento contrafuerte				
Contrafuerte	1	2	3	
Geometría				
H: altura contrafuerte	5.50	5.50	5.50	m
h: base	1.20	1.20	1.20	m
b: espesor	0.35	0.35	0.35	m
Cargas				
Empuje del fertilizante - Ea	75.00	75.00	75.00	kN/m ²
Viento - W6	-6.06	-6.06	-6.06	kN/m ²
Parante frontis - D	13.01	9.94	7.07	kN
Parante frontis - W	-34.71	-23.71	-12.72	kN
Estado de carga determinante				
E1: 0.9D+1.6(H+W)				
Solicitaciones - E4				
Mu	0.8482	0.7514	0.6546	MNm
Pu	0.0454	0.0427	0.0401	MN
Vu	0.3759	0.3583	0.3407	MN
Dimensionamiento a flexo compresión				
γ	0.917	0.917	0.917	
m	1.683	1.491	1.299	MPa
n	0.108	0.102	0.095	MPa
ρ	0.010	0.010	0.010	
As adoptada	42.000	42.000	42.000	cm ²
Se adopta en cada cara	12ø16	12ø16	12ø16	

Dimensionamiento a corte inferior				
Vn	0.501	0.478	0.454	MN
Vc	0.367	0.367	0.367	kN/m
Vs	0.134	0.110	0.087	kN/m
	ø6/18 c/cara	ø6/18 c/cara	ø6/18 c/cara	
Dimensionamiento a corte superior				
Vn	-0.333	-0.309	-0.286	MN
Vc	0.128	0.128	0.128	kN/m
Vs	0.000	0.000	0.000	kN/m
Armadura mínima: Estribos ø6/19				

Se evaluaron tres posibles configuraciones de contrafuertes, con diferentes solicitaciones derivadas de las cargas transmitidas por los parantes, siendo las del parante central las que generaban mayores esfuerzos. Sin embargo, debido a las restricciones de cuantía mínima, se terminó adoptando la misma geometría y disposición de armadura para todos los contrafuertes del frontis.

Los contrafuertes llevarán una armadura vertical constructiva al igual que en los casos anteriores. Se puede observar un detalle de esta armadura en el plano *04.9 Detalle paredes de frontis*.

Los cálculos más específicos de cada elemento se detallan en el ANEXO 2.

5.5.3.2.3. Verificación en estado límite de servicio

Se analizan las deflexiones en los extremos superiores de los muros, comparándolas con una deflexión admisible igual a $L/240$, donde L representa la altura del muro. Esta deflexión se considera admisible debido a que las vinculaciones entre estos muros y los demás elementos son isostáticas mediante articulaciones, lo que permite un cierto grado de deformación sin comprometer el funcionamiento adecuado de la estructura. A continuación, se presentan las tablas de verificación correspondientes a cada elemento estructural.

Tabla 54. Verificación deflexiones - Muros intermedios

Verificación deflexiones - Muros intermedios				
Combinación de cargas	ES1: D + L + H + Lr			
Deflexión admisible	5.21	3.96	2.74	cm
Deflexión máxima	0.65	0.36	0.14	cm
Verificación deflexiones	Verifica	Verifica	Verifica	

Tabla 55. Verificación deflexiones - Paredes laterales

Verificación deflexiones - Paredes laterales		
Combinación de cargas	ES3: $D + 0.7 (L + Lr + H) + 0.7 W$	
Deflexión admisible	2.29	cm
Deflexión máxima	0.70	cm
Verifica		

Tabla 56. Verificación deflexiones - Paredes de frontis

Verificación deflexiones - Paredes de frontis		
Combinación de cargas	ES3: $D + 0.7 (L + Lr + H) + 0.7 W$	
Deflexión admisible	2.29	cm
Deflexión máxima	0.46	cm
Verifica		

5.5.3.3. FUNDACIONES

5.5.3.3.1. Análisis de cargas

Las cargas utilizadas para el dimensionamiento de las fundaciones serán las provenientes de los contrafuertes.

A continuación, se presentan las combinaciones de carga que se emplearán tanto para determinar la geometría de las fundaciones en el estado límite de servicio como para el dimensionamiento de las armaduras en el estado límite último.

Tabla 57. Combinaciones de carga en Estado Límite de Servicio.

Combinaciones de Carga Fundaciones - Estado Límite de Servicio
ES1: $D + L + H + Lr$
ES2: $D + W$
ES3: $D + 0.7 (L + Lr + H) + 0.7 W$

Tabla 58. Combinaciones de carga en Estado Límite Último.

Combinaciones de Carga Fundaciones - Estado Límite Último
EU1: $1.4 D$
EU2: $0.9 D + 1.6 H + 1.6 W$
EU3: $1.2 D + 1.6 Lr + L$
EU4: $1.2 D + 1.6 L + 1.6 H + 0.5 Lr + 0.8 W$

5.5.3.3.2. Análisis del suelo de fundación

El perfil del terreno presenta las siguientes características estratigráficas:

El primer estrato, ubicado en la superficie, está compuesto por una arcilla de baja plasticidad con una potencia de 2,5 m. Por debajo, se encuentra un segundo estrato formado por una arena de mediana plasticidad con una potencia de 3,5 m.

A continuación, se presenta el perfil estratigráfico, acompañado de una tabla que detalla sus parámetros más representativos. La perforación utilizada en el análisis corresponde a la P1.

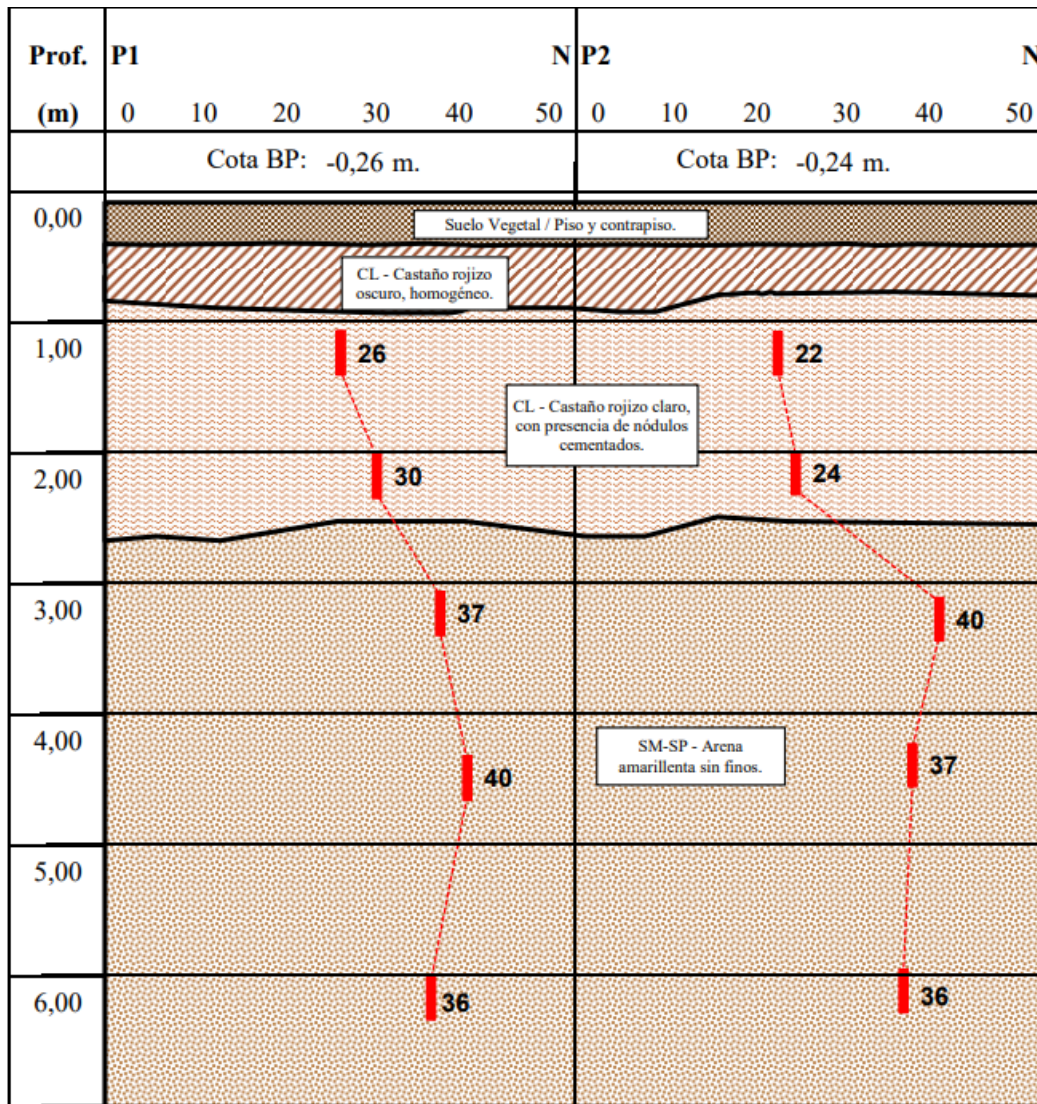


Figura 69. Perfil estratigráfico del terreno.

Tabla 59. Parámetros resistentes de los estratos.

Estrato	Profundidad [m]	Capacidad por Punta [kg/cm ²]	Capacidad por fricción lateral [kg/cm ²]	Capacidad por Punta [kN/m ²]	Capacidad por fricción lateral [kN/m ²]	Cohesión [kg/cm ²]	Fricción [°]	Densidad [kg/dm ³]
E1	0 a 2.5	-	0.46	-	46	0.55	19	1.85
E2	2.5	4	0.5	400	50	0	39	1.85
	4	6.57	0.54	657	54	0	39	1.85
	5	8.28	0.57	828	57	0	39	1.85
	6	10	0.6	1000	60	0	39	1.85

5.5.3.3.3. Dimensionamiento de las componentes

Para el dimensionamiento de las fundaciones se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Longitud del pilote \geq 10 diámetro del pilote
- Para considerar la tensión de punta en un estrato, la punta del pilote debe ingresar por lo menos dos diámetros en dicho estrato.

Dado que los pilotes estarán fundados en el segundo estrato, cumplirán con la condición de penetrar al menos dos diámetros en dicho material. No obstante, para satisfacer la condición 1, considerando diámetros de 50 o 60 cm, los pilotes deberán tener una longitud de 5 metros, aprovechando la totalidad del estrato.

5.5.3.3.3.1. Pilotes - Muros intermedios

Para los muros intermedios se presentan tres configuraciones diferentes de fundaciones, correspondientes a los tres tipos de contrafuertes existentes en ellos.

Debido a su gran altura y a las elevadas solicitaciones, los contrafuertes centrales (Contrafuertes 1) requerirán cuatro pilotes, todos dispuestos en posición vertical. Estos pilotes serán dimensionados para resistir tanto esfuerzos de tracción como de compresión, ya que la dirección del esfuerzo dependerá del lado desde el cual actúe la presión del fertilizante. A continuación, se presenta un esquema ilustrativo de la solución adoptada.

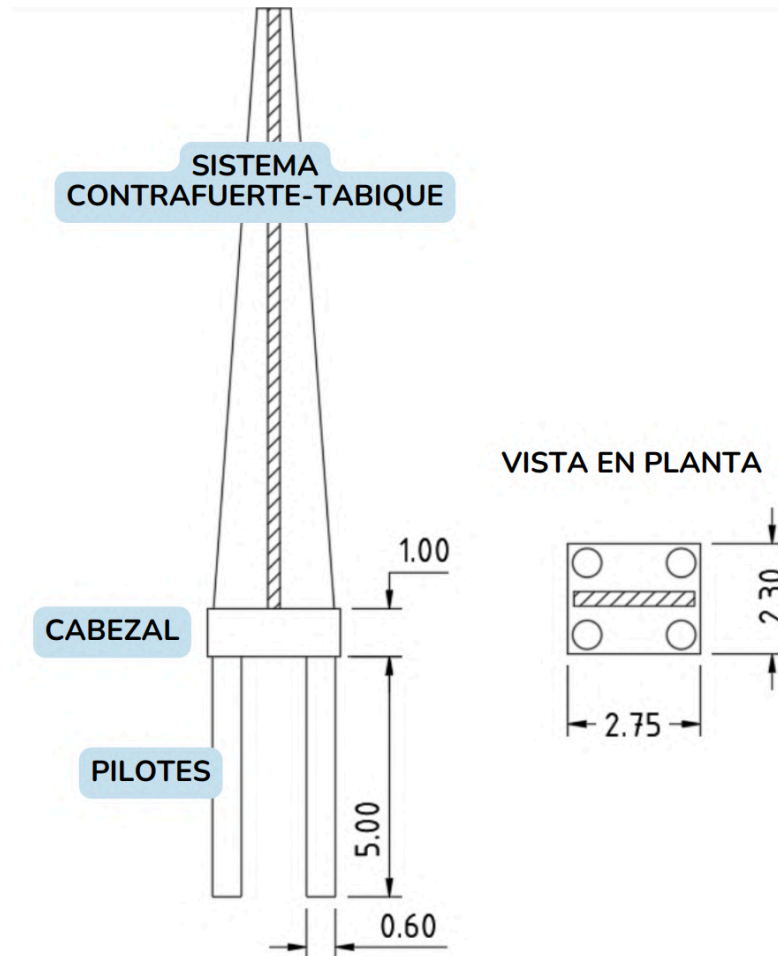


Figura 70. Esquematación fundaciones - Contrafuerte 1. Fuente: Elaboración propia. Medidas en metros

A continuación, se detallan en una tabla los resultados obtenidos del análisis numérico, que respaldan la solución adoptada. La combinación de cargas en servicio determinante fue la ES1.

Tabla 60. Dimensionamiento en servicio de fundaciones de muros intermedios - Contrafuerte 1.

Dimensionamiento pilotes - Muros intermedios - Contrafuerte 1		
D pilote	0.6	m
Cantidad	4	
Dimensionamiento cabezal		
Nivel sup. cabezal	0	m
Dimensión (A)	2.75	m
Dimensión (B)	2.30	m
h adopt	1	m
Dimensionamiento pilotes		
Long. adopt.	5.00	m
Nivel inf. fund. (-)	6.00	m

Verificación pilote más comprimido		
Ps1 (-)	647.00	kN
P adm	797.34	kN
Verifica		
Verificación pilote más traccionado		
Ts2 (+)	429.00	kN
T adm	514.59	kN
Verifica		

En cuanto al dimensionamiento de las armaduras, se consideró como combinación crítica, la combinación en estado límite último EU4.

Tabla 61. Dimensionamiento de armaduras de fundaciones de muros intermedios - Contrafuerte 1.

Dimensionamiento armadura fundaciones		
Dimensionamiento armadura pilotes		
Área de armadura necesaria a compresión		
Pu cada pilote	985.33	kN
Agnec ($A_{st}=0.01A_g$)	605.67	cm ²
A _g adoptada [cm ²]	2827.43	cm ²
Verifica		
Asmin1 ($A_{st}=0.01A_{gnec}$)	6.06	cm ²
Asmin2 ($A_{st}=0.005A_{gadopt}$)	14.14	cm ²
As1 nec	14.14	cm ²
Área de armadura necesaria a tracción		
Tu	0.723	MN
As2 nec	19.13	cm ²
Armadura principal		
As nec	19.13	cm ²
Se adopta como armadura principal 6Ø20		
Armadura de corte		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		

Dimensionamiento armadura cabezal		
Pu	0.99	MN
As (armadura ppal)	9.24	cm ²
Se adopta	9Ø12	
As* (armadura superior)	1.85	cm ²
Se adopta	2Ø12	
Estribos (mínimos)	1Ø8 c/15 o 1Ø10 c/20	
Armadura de piel	0.74	cm ²
Se adopta	1Ø10	

Las fundaciones de los Contrafuertes 2 y 3 consistirán en un cabezal que conectará dos pilotes verticales de 5 metros de longitud cada uno. Ambos pilotes estarán diseñados para resistir tanto esfuerzos de tracción como de compresión. Aunque ambas fundaciones tendrán la misma geometría, presentarán diferencias en la disposición y cantidad de armaduras, ajustándose a las solicitaciones específicas de cada caso, con mayores exigencias en los Contrafuertes 2. A continuación, se presenta un esquema ilustrativo de ambos casos.

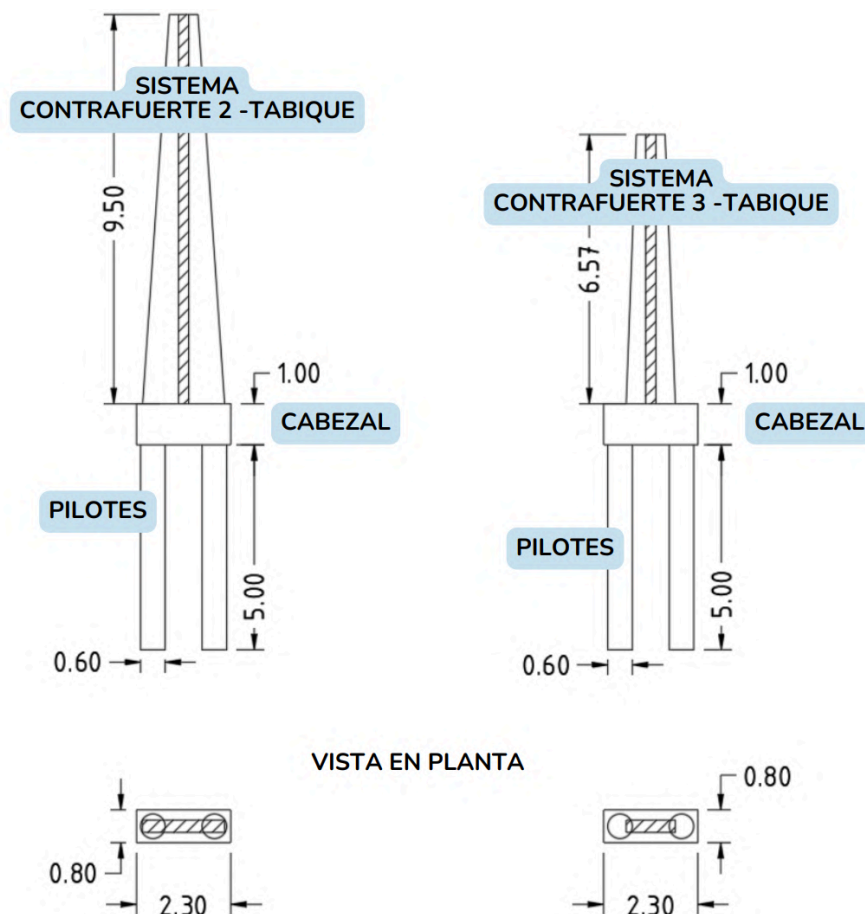


Figura 71. Esquematación fundaciones - Contrafuertes 2 y 3. Fuente: Elaboración propia. Medidas en metros

A continuación, se muestran los resultados del análisis numérico de las fundaciones de los Contrafuertes 2, que respaldan la solución adoptada. La combinación de cargas en servicio más crítica fue la ES1.

Tabla 62. Dimensionamiento en servicio de fundaciones de muros intermedios - Contrafuerte 2.

Dimensionamiento pilotes - Muros intermedios - Contrafuerte 2		
D pilote	0.6	m
Cantidad	2	
Dimensionamiento cabezal		
Nivel sup. cabezal	0	m
Dimensión (A)	2.3	m
Dimensión (B)	0.80	m
h adopt	1	m
Dimensionamiento pilotes		
Long. adopt.	5.00	m
Nivel inf. fund. (-)	6.00	m
Verificación pilote más comprimido		
Ps1 (-)	720.00	kN
P adm	797.34	kN
Verifica		
Verificación pilote más traccionado		
Ts2 (+)	435.00	kN
T adm	514.59	kN
Verifica		

Para el dimensionamiento de las armaduras, se tomó como combinación crítica la combinación en estado límite último EU4. Se detalla la armadura adoptada a continuación.

Tabla 63. Dimensionamiento de armaduras de fundaciones de muros intermedios - Contrafuerte 2.

Dimensionamiento armadura fundaciones		
Dimensionamiento armadura pilotes		
Área de armadura necesaria a compresión		
Pu cada pilote	1110.00	kN
Ag nec ($A_{st}=0.01A_g$)	682.31	cm ²
Ag adoptada [cm ²]	2827.43	cm ²
Verifica		

Asmin1 (Ast=0.01Agnec)	6.82	cm2
Asmin2 (Ast=0.005Aadopt)	14.14	cm2
As1 nec	14.14	cm2
Área de armadura necesaria a tracción		
Tu	0.87215	MN
As2 nec	23.07	cm2
Armadura principal		
As nec	23.07	cm2
Se adopta como armadura principal 7Ø20		
Armadura de corte		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		
Dimensionamiento armadura cabezal		
Pu	1.11	MN
As (armadura ppal)	6.34	cm2
Se adopta	4Ø16	
As* (armadura superior)	1.27	cm2
Se adopta	2Ø12	
Estribos (mínimos)	1Ø8 c/15 o 1Ø10 c/20	
Armadura de piel	0.51	cm2
Se adopta	1Ø10	

Finalmente, se presentan los resultados obtenidos en el dimensionamiento de las fundaciones de los contrafuertes tipo 3. Para el dimensionamiento geométrico, se utilizó la combinación de cargas ES1, mientras que para el diseño de la armadura se consideró como combinación crítica la EU4.

Tabla 64. Dimensionamiento en servicio de fundaciones de muros intermedios - Contrafuerte 3.

Dimensionamiento pilotes - Muros intermedios - Contrafuerte 3		
D pilote	0.6	m
Cantidad	2	
Dimensionamiento cabezal		
Nivel sup. cabezal	0	m
Dimensión (A)	2.3	m
Dimensión (B)	0.80	m
h adopt	1	m

Dimensionamiento pilotes		
Long. adopt.	5.00	m
Nivel inf. fund. (-)	6.00	m
Verificación pilote más comprimido		
Ps1 (-)	302.00	kN
P adm	797.34	kN
Verifica		
Verificación pilote más traccionado		
Ts2 (+)	148.00	kN
T adm	514.59	kN
Verifica		

Tabla 65. Dimensionamiento de armaduras de fundaciones de muros intermedios - Contrafuerte 3.

Dimensionamiento armadura fundaciones		
Dimensionamiento armadura pilotes		
Área de armadura necesaria a compresión		
Pu cada pilote	445.67	kN
Ag nec ($A_{st}=0.01A_g$)	273.95	cm ²
Ag adoptada [cm ²]	2827.43	cm ²
Verifica		
As min1 ($A_{st}=0.01A_{g nec}$)	2.74	cm ²
As min2 ($A_{st}=0.005A_{g adopt}$)	14.14	cm ²
As1 nec	14.14	cm ²
Área de armadura necesaria a tracción		
Tu	0.26085	MN
As2 nec	6.90	cm ²
Armadura principal		
As nec	14.14	cm ²
Se adopta como armadura principal 7Ø16		
Armadura de corte		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		

Dimensionamiento armadura cabezal		
Pu	0.45	MN
As (armadura ppal)	2.54	cm ²
Se adopta	3Ø12	
As* (armadura superior)	0.51	cm ²
Se adopta	2Ø12	
Estribos (mínimos)	1Ø8 c/15 o 1Ø10 c/20	
Armadura de piel	0.20	cm ²
Se adopta	1Ø10	

El cálculo más detallado se presenta en el ANEXO 2.

5.5.3.3.3.2. Pilotes - Muros laterales

Las fundaciones de los contrafuertes de los muros laterales estarán compuestas por dos pilotes. Uno de ellos, diseñado para resistir esfuerzos de compresión, estará inclinado a un ángulo de 15 grados, permitiendo además la absorción de los esfuerzos de corte generados por el contrafuerte. El segundo pilote, dispuesto de forma vertical, estará diseñado para resistir esfuerzos de tracción.

El pilote vertical tendrá una longitud de 5 m, mientras que el pilote inclinado tendrá una longitud de 5,17 m. A continuación se muestra una imagen esquemática de la situación descrita.

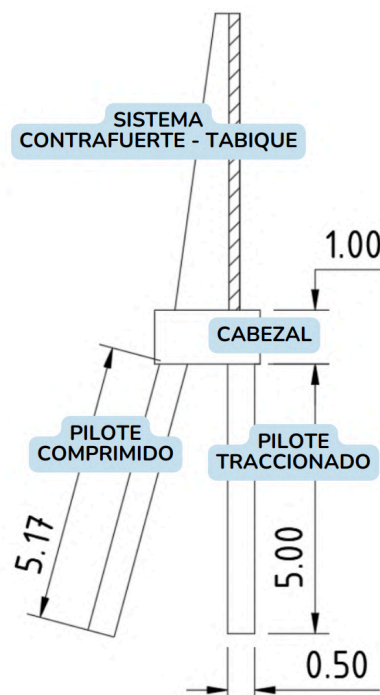


Figura 72. Esquemización sistema pantalla-contrafuertes con fundaciones. Fuente: elaboración propia.

Para definir las dimensiones de los cabezales y pilotes se tuvo en cuenta la combinación de carga en servicio ES1. A continuación se plasman los resultados obtenidos en la tabla.

OBS.: Los niveles se encuentran referidos al estudio de suelos analizado en el apartado anterior.

Tabla 66. Dimensionamiento en servicio de fundaciones de muros laterales.

Dimensionamiento pilotes - Muros laterales		
D pilote	0.5	m
Cantidad	2	
Dimensionamiento cabezal		
Nivel sup. cabezal	0	m
Dimensión (A)	1.95	m
Dimensión (B)	0.70	m
h adopt	1	m
Dimensionamiento pilotes		
Long. adopt.	5.00	m
Nivel inf. fund. (-)	6.00	m

Verificación pilote más comprimido		
Ps1 (-)	498.57	kN
P adm	625.18	kN
Verifica		
Verificación pilote más traccionado		
Ts2 (+)	317.86	kN
T adm	428.83	kN
Verifica		
Verificación al corte		
Ps1 x (-)	139.22	kN
P adm x	161.81	kN
Verifica		

Luego, para el cálculo de armadura se utilizaron combinaciones en estado límite último siendo la más determinante EU4. Se detallan los resultados obtenidos en la siguiente tabla.

Tabla 67. Dimensionamiento de armaduras en estado límite último de fundaciones de muros laterales.

Dimensionamiento armadura fundaciones		
Dimensionamiento armadura pilote comprimido		
Pu	837.73	kN
Ag _{nec} (Ast=0.01Ag)	514.94	cm ²
Ag adoptada	1963.50	cm ²
Verifica		
As _{min1} (Ast=0.01Ag _{nec})	5.15	cm ²
As _{min2} (Ast=0.005Ag _{adopt})	9.82	cm ²
As _{1 nec}	9.82	cm ²
Se adopta como armadura principal 5Ø16		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		
Dimensionamiento armadura pilote traccionado		
Tu	0.61	MN
As _{2 nec}	16.22	cm ²
Se adopta como armadura principal 5Ø20		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		
Dimensionamiento armadura cabezal		
Pu	0.84	MN
As (armadura ppal)	4.77	cm ²
Se adopta	5Ø12	
As* (armadura superior)	0.95	cm ²
Se adopta	2Ø12	
Se adopta estribos mínimos	1Ø8 c/15 o 1Ø10 c/20	
Armadura de piel	0.38	cm ²
Se adopta	1Ø10	

El cálculo más detallado se presenta en el ANEXO 2.

5.5.3.3.3. Pilotes - Muros de frontis

Las fundaciones de los contrafuertes de los muros de frontis siguen la misma solución geométrica que las correspondientes a los muros laterales. Cada contrafuerte contará con dos pilotes: uno vertical y otro inclinado a 15°.

El pilote vertical, de 5 m de longitud, está diseñado para soportar esfuerzos de tracción. El pilote inclinado, de 5,17 m, resistirá esfuerzos de compresión y cortantes, asegurando estabilidad al conjunto.

A continuación, se detalla el dimensionamiento en servicio de estas fundaciones, considerando la combinación más crítica, ES3.

Tabla 68. Dimensionamiento en servicio de fundaciones de muros de frontis.

Dimensionamiento pilotes - Muros de frontis		
D pilote	0.5	m
Cantidad	2	
Dimensionamiento cabezal		
Nivel sup. cabezal	0	m
Dimensión (A)	1.95	m
Dimensión (B)	0.70	m
h adopt	1	m
Dimensionamiento pilotes		
Long. adopt.	5.00	m
Nivel inf. fund. (-)	6.00	m
Verificación pilote más comprimido		
Ps1 (-)	427.81	kN
P adm	625.18	kN
Verifica		
Verificación pilote más traccionado		
Ts2 (+)	326.56	kN
T adm	428.83	kN
Verifica		
Verificación al corte		
Ps1 x (-)	52.24	kN
P adm x	161.81	kN
Verifica		

Seguidamente, se lleva a cabo el dimensionamiento de las armaduras en el estado límite último, considerando la combinación de cargas EU2.

Tabla 69. Dimensionamiento de armaduras en estado límite último de fundaciones de muros laterales.

Dimensionamiento armadura fundaciones		
Dimensionamiento armadura pilote comprimido		
Pu cada pilote	893.64	kN
Ag nec (Ast=0.01Ag)	549.31	cm ²
Ag adoptada [cm ²]	1963.50	cm ²
Verifica		

Dimensionamiento armadura pilote comprimido		
Asmin1 (Ast=0.01Agnec)	5.49	cm2
Asmin2 (Ast=0.005Agadopt)	9.82	cm2
As1 nec	9.82	cm2
Se adopta como armadura principal 5Ø16		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		
Dimensionamiento armadura pilote traccionado		
Tu	0.79	MN
As2 nec	21.01	cm2
Se adopta como armadura principal 7Ø20		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		
Dimensionamiento armadura cabezal		
Pu	0.89	MN
As (armadura ppal)	5.09	cm2
Se adopta	5Ø12	
As* (armadura superior)	1.02	cm2
Se adopta	2Ø12	
Se adopta estribos mínimos	1Ø8 c/15 o 1Ø10 c/20	
Armadura de piel	0.41	cm2
Se adopta	1Ø10	

El cálculo más detallado se presenta en el ANEXO 2.

5.5.3.3.3.4. Bases centradas - Columnas del pasillo

Para las columnas del pasillo, debido a las bajas solicitaciones, se optó por instalar bases centradas, desestimando las solicitaciones de momento que eran del orden de 0,1 toneladas. Aunque los pilotes y bases pueden experimentar asentamientos diferenciales, lo que generalmente desaconseja la combinación de estas fundaciones, en este caso se decidió proceder con esta opción, ya que la celda es una estructura isostática debido a las articulaciones definidas. Por lo tanto, se pueden considerar como estructuras independientes, y los asentamientos diferenciales no afectarán la integridad estructural de la celda.

A continuación, se presentan en una tabla los resultados obtenidos del dimensionamiento de las bases. Para el análisis, se consideró como combinación en servicio crítica la ES2 y como combinación límite última crítica la EU2.

Tabla 70. Dimensionamiento de bases centradas - Columnas de pasillo

Dimensionamiento base centrada		
Ps	0.035	MN
Dimensiones de la solera		
ax adop.	0.6	m
ay adop.	0.6	m
hadop	0.400	m
Dimensionamiento de armaduras		
qu	0.16	MN/m ²
Asy	0.02	cm ²
Amin	7.200	cm ²
Anec	7.200	cm ²
Se adopta en ambas direcciones $\phi 16 / 25$		

El cálculo más detallado se presenta en el ANEXO 2.

6. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

El proyecto en su totalidad está vinculado con la necesidad de minimizar su impacto ambiental, lo cual hace fundamental realizar un análisis preliminar para reducir en la medida de lo posible los posibles focos de contaminación. Dado que la terminal de fertilizantes se localiza cerca del Río Paraná, es prioritario mantener la calidad del agua que se vierte en él, con un enfoque especial en el tratamiento de las aguas pluviales antes de su descarga al río.

El terreno donde se ubica la terminal es una zona expuesta a fuertes vientos, lo que aumenta el riesgo de que partículas de fertilizante y polvo contaminen el agua de escorrentía en el área del proyecto. Para mitigar este riesgo, se ha propuesto una pileta de sedimentación, que permite que el agua decante y se filtren las partículas de fertilizante antes de llegar al cauce del río, para así cumplir con los límites de volcado que muestra la RESOLUCIÓN 1089/82 “REGLAMENTO PARA EL CONTROL DEL VERTIMIENTO DE LÍQUIDOS RESIDUALES” de la provincia de Santa Fe. La resolución mencionada tiene como objetivos:

- A. Obtener que los efluentes no contengan sustancias contaminantes, tendiendo fundamentalmente a asegurar:
 - 1. El saneamiento integral de las poblaciones
 - 2. La no contaminación de las aguas en general.
- B. Orientar las tareas inherentes al proyecto y construcción de las instalaciones internas de carácter industrial y de las instalaciones para la conducción del efluente, no participando en la aprobación de planos. Quedando como únicos responsables del proyecto y construcción de las obras el propietario del establecimiento y el matriculado, exigiéndose solamente la presentación de planos esquemáticos y de la documentación mínima indispensable.

El cumplimiento de estas normativas fue fundamental para definir el sistema de desagües pluviales del predio. Fue necesario seleccionar una ubicación adecuada para instalar la pileta de sedimentación, estimada en dimensiones de 20 x 30 metros, y diseñar el sistema de drenaje para canalizar el agua hacia dicho punto. Las dimensiones de la pileta son aproximadas y se han tomado como referencia las de la pileta ubicada en el puerto de Profertil en Puerto General San Martín. Cabe destacar que el funcionamiento detallado de la misma no forma parte de los alcances de esta etapa del proyecto, sino que se desarrollará en una fase futura.

6.1. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

A continuación, se presenta un análisis detallado de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en la Agenda 2030 de la ONU, ordenados según su importancia o relevancia para nuestro proyecto de la terminal de fertilizantes. En este apartado se identifican aquellos objetivos que se vinculan directamente con nuestra iniciativa y a los cuales podríamos contribuir de manera significativa. Para cada objetivo relevante, se destacan las metas más representativas en términos de nuestro potencial de aporte y se ofrece una explicación de cómo la terminal de fertilizantes puede contribuir a su cumplimiento, promoviendo un desarrollo más sostenible en sus aspectos económicos, sociales y ambientales.



Figura 73. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: Naciones Unidas.

6.1.1. Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura

El Objetivo 9, que busca construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación, está alineado con el desarrollo de nuestra terminal de fertilizantes, especialmente en tres de sus metas clave.

9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos

9.2 Promover una industrialización inclusiva y sostenible y, de aquí a 2030, aumentar significativamente la contribución de la industria al empleo y al producto interno bruto, de acuerdo con las circunstancias nacionales, y duplicar esa contribución en los países menos adelantados

9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas

En primer lugar, la meta **9.1** de crear infraestructuras confiables, sostenibles y resilientes se refleja en el diseño de la terminal, que aspira a ser una estructura de alta calidad que impulse el desarrollo económico de la región, brindando un acceso equitativo y asequible. Al fortalecer la infraestructura regional, se favorece el flujo seguro y eficiente de fertilizantes, apoyando la productividad agrícola y el bienestar de las comunidades cercanas.

Por otro lado, la meta **9.2**, orientada a promover una industrialización inclusiva y sostenible, encuentra una relación directa en nuestro proyecto, ya que la terminal generará empleos y contribuirá significativamente al crecimiento económico local, integrándose en la cadena de valor industrial. Este proyecto impulsará tanto el empleo directo en el área de operación y mantenimiento, como el empleo indirecto en sectores vinculados, ayudando a diversificar y a fortalecer la economía de la zona.

Finalmente, la meta **9.4**, que aboga por modernizar la infraestructura hacia una sostenibilidad industrial, se refleja en los esfuerzos por implementar tecnologías de eficiencia y procesos ambientalmente responsables en la terminal. Al incluir prácticas como el manejo responsable de residuos y el uso de materiales duraderos, se busca reducir el impacto ambiental y optimizar el consumo de recursos, asegurando una operación más limpia y acorde a las capacidades y metas sostenibles de la región.

6.1.2. Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico

El Objetivo 8, que busca promover un crecimiento económico inclusivo y sostenible, fomentar el empleo y garantizar trabajo decente para todos, es uno de los más relevantes para nuestro proyecto. Este objetivo está estrechamente relacionado con diversas metas, las cuales se detallarán a continuación:

8.1. Mantener el crecimiento económico per cápita de conformidad con las circunstancias nacionales y, en particular, un crecimiento del producto interno bruto de al menos el 7% anual en los países menos adelantados

8.2. Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra

8.3. Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros

8.4. Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados

8.5. De aquí a 2030, lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor.

8.8. Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios

En primer lugar, la terminal puede contribuir al **crecimiento económico per cápita** (meta 8.1) al generar empleo directo e indirecto en la región. Este tipo de proyectos puede ser un motor clave para las economías locales, especialmente en ciudades como Rosario, donde se impulsaría tanto el sector industrial como los servicios asociados a la distribución de insumos agrícolas, contribuyendo al crecimiento del producto interno bruto de la zona. Además, el empleo generado en la terminal puede fomentar el crecimiento económico en otras áreas relacionadas, como la logística, el transporte y la comercialización de productos agrícolas.

Por otro lado, el proyecto puede incrementar la productividad económica mediante la modernización tecnológica y la innovación (meta 8.2). La terminal no solo facilitaría el acceso a fertilizantes de alta calidad para los agricultores locales, sino que también podría incorporar tecnologías innovadoras en su operación, optimizando los procesos de carga, descarga y distribución de productos. Esto promovería la diversificación y el uso más eficiente de los recursos en el sector agrícola, contribuyendo a la mejora de la productividad en las zonas rurales.

Además, la creación de puestos de trabajo decentes (meta 8.3) y el fomento del empleo pleno y productivo (meta 8.5) están directamente relacionados con el tipo de empleos que la

terminal generará, tanto en la construcción como en la operación de la terminal, priorizando la contratación de personal local, con énfasis en la inclusión de jóvenes y personas en situación de vulnerabilidad.

En cuanto a la protección de los derechos laborales y un entorno de trabajo seguro (meta 8.8), la terminal de fertilizantes deberá cumplir con las normativas laborales nacionales e internacionales, ofreciendo un ambiente de trabajo libre de riesgos para todos los empleados, incluidos los trabajadores temporales o aquellos en situaciones de vulnerabilidad. Esto no solo protegerá los derechos de los trabajadores, sino que también contribuirá al bienestar y la estabilidad social en la comunidad.

Por último, en relación con la mejora de la eficiencia en el uso de recursos y la desvinculación del crecimiento económico de la degradación ambiental (meta 8.4), la terminal tiene el potencial de implementar prácticas sostenibles en su operación. La instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, junto con la gestión eficiente de recursos, como la incorporación de energías renovables en sus procesos, contribuirá a minimizar el impacto ambiental. Estas acciones no solo favorecerán la sostenibilidad del proyecto, sino que también promoverán un desarrollo económico responsable, alineado con los objetivos de protección ambiental.

6.1.3. Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento

El Objetivo 6, que tiene como finalidad garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, se vincula directamente con el proyecto a través de su meta 6.3.

6.3. De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial

La meta 6.3 del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, está directamente relacionada con el proyecto de la terminal de fertilizantes a través de varias prácticas de manejo ambiental. La terminal tiene la responsabilidad de implementar sistemas de tratamiento adecuados para las aguas residuales generadas por sus operaciones. En este sentido, la instalación de una pileta de sedimentación para tratar los desagües pluviales antes de su vertido al río es una medida clave para reducir el riesgo de contaminación del agua.

Este sistema de tratamiento contribuye a filtrar cualquier residuo potencial de fertilizantes y productos químicos, evitando que lleguen directamente al río. Al minimizar la emisión de contaminantes y asegurar que las aguas residuales sean adecuadamente tratadas antes de su liberación al entorno natural, el proyecto se alinea con la meta de reducir a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar. Además, se puede incorporar un proceso de reciclado y reutilización del agua tratada dentro de las instalaciones de la terminal, lo que ayuda a reducir el consumo de agua fresca y fomenta un uso más eficiente de los recursos hídricos. Con estas medidas, la terminal contribuye a la mejora de la calidad del agua en la región y se asegura de operar de manera responsable y sostenible.

6.1.4. Objetivo 1: Fin de la pobreza

La creación de una terminal de fertilizantes en Rosario se encuentra alineada con el objetivo 1, “Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo”, en particular con su meta 1.2.:

1.2. Para 2030, reducir al menos a la mitad la proporción de hombres, mujeres y niños y niñas de todas las edades que viven en la pobreza en todas sus dimensiones con arreglo a las definiciones nacionales.

Este proyecto puede generar una cantidad significativa de empleos locales, proporcionando ingresos estables y dignos a personas de comunidades vulnerables. Además de ofrecer puestos de trabajo en áreas como operación, logística y administración, la terminal tiene la capacidad de priorizar la contratación de personal de comunidades cercanas, contribuyendo directamente a mejorar las condiciones de vida de la región y reduciendo la pobreza.

Además, la terminal puede implementar programas de capacitación para los empleados, lo que les permite mejorar sus habilidades y aumentar su empleabilidad a largo plazo. Estas oportunidades de formación técnica benefician especialmente a quienes enfrentan barreras económicas que limitan su acceso a educación y desarrollo profesional, ayudándoles a construir una base de habilidades valiosa para su futuro. De esta manera, la terminal de fertilizantes no sólo ayuda a reducir la pobreza mediante la generación de empleo, sino que también fomenta el crecimiento económico inclusivo y el desarrollo profesional, apoyando así los objetivos de desarrollo sostenible en la región.

6.1.5. Objetivo 2: Hambre cero

Dentro de este objetivo, se consideran las siguientes metas como las más aplicables a nuestro proyecto:

2.3. Para 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los pastores y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos de producción e insumos, conocimientos, servicios financieros, mercados y oportunidades para la generación de valor añadido y empleos no agrícolas.

2.4. Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra.

Estas metas se ven abordadas en nuestro proyecto ya que la terminal de fertilizantes en Rosario facilitará el acceso a insumos de calidad a precios asequibles para los agricultores locales, especialmente pequeños productores que suelen enfrentar dificultades para obtener fertilizantes de forma segura y económica. Esto optimiza la distribución y reduce los costos de transporte, disminuyendo así el precio final del producto y mejorando la productividad agrícola y la disponibilidad de alimentos en la región. Además, la terminal puede impulsar programas de cooperación y alianzas con cooperativas agrícolas, facilitando la compra de fertilizantes en condiciones ventajosas y promoviendo prácticas de venta directa y acuerdos en volumen. Esto no solo beneficia a los agricultores, sino que también amplía sus oportunidades en el mercado, aportando valor agregado y apoyando a la economía local.

6.1.6. Objetivo 3: Salud y bienestar

El objetivo 3, que promueve garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades se encuentra relacionado a la terminal de fertilizantes principalmente por su meta 3.9.:

3.9. Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo.

La terminal de fertilizantes propuesta puede contribuir a esta meta mediante la implementación de prácticas rigurosas de manejo seguro de insumos y sustancias químicas. Esto incluye el uso de sistemas de contención, almacenamiento especializado y un monitoreo constante de las condiciones ambientales, lo que ayuda a minimizar el riesgo de contaminación del suelo, el agua y el aire. Al evitar incidentes de derrame o filtración, la terminal puede reducir la exposición de trabajadores y comunidades locales a sustancias potencialmente dañinas, protegiendo así la salud de todos los involucrados.

Además, la terminal puede adoptar protocolos avanzados de manejo de residuos y monitoreo ambiental, lo cual ayuda a prevenir la contaminación del entorno. Con medidas como la correcta disposición de residuos, el uso de sistemas de contención y la capacitación en seguridad ambiental, la terminal puede contribuir activamente a la protección del aire, el agua y el suelo de la región. Estas acciones no solo benefician la salud de quienes trabajan en la terminal, sino también la de la población local, promoviendo un entorno más saludable y seguro.

6.1.7. Objetivo 5: Igualdad de género

El Objetivo 5, enfocado lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas, guarda una relación estrecha con la terminal de fertilizantes, especialmente a través de su meta 5.1.:

5.1. Poner fin a todas las formas de discriminación contra todas las mujeres y las niñas en todo el mundo

Esta meta se relaciona con el proyecto de la terminal de fertilizantes mediante la promoción de un entorno de trabajo inclusivo y equitativo. En el diseño y operación de la terminal, se puede establecer una política de contratación y condiciones laborales que prioricen la igualdad de género, garantizando que las mujeres tengan las mismas oportunidades de empleo y crecimiento profesional que los hombres. Esto es particularmente relevante en el sector industrial, donde históricamente las mujeres han enfrentado barreras para acceder a empleos y ascender a posiciones de liderazgo.

Además, el proyecto puede incluir programas de capacitación específicos para mujeres en áreas técnicas y de gestión, abriendo más espacios para su participación en roles tradicionalmente ocupados por hombres. Al implementar estas medidas, la terminal no solo contribuye al desarrollo económico de las mujeres en la región, sino que también se convierte en un modelo de inclusión y respeto por la diversidad de género en el ámbito laboral. Así, el proyecto de la terminal de fertilizantes en Rosario apoya directamente la meta 5.1, contribuyendo a un cambio cultural hacia una mayor igualdad y respeto por los derechos de todas las personas.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este presente proyecto se abordó el diseño y construcción de una Terminal de Fertilizantes en el Puerto de Rosario. La ubicación del proyecto en el Puerto de Rosario, en el corazón de la Pampa Húmeda, consideramos que ha sido una decisión acertada debido a su papel central en la logística nacional, respondiendo a las necesidades actuales del sector agroindustrial argentino. Este emplazamiento permite optimizar tiempos y costos de transporte, acercando los fertilizantes a las zonas de mayor producción agrícola.

El diseño de infraestructura funcional, que incluye celdas de almacenamiento, caminos internos, una playa de estacionamiento para camiones y sistemas de control de ingreso y egreso, mejora significativamente la eficiencia operativa de la terminal. Estas características aseguran un flujo ordenado y seguro de vehículos y productos, cumpliendo con las exigencias del sector.

En cuanto a la sostenibilidad ambiental, el proyecto incorpora un sistema de drenaje pluvial con una pileta de sedimentación que minimiza el impacto ambiental, mitigando la contaminación del entorno natural. Este enfoque respalda el compromiso del proyecto con las buenas prácticas ambientales y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Desde el punto de vista técnico, el trabajo establece una base sólida para el desarrollo futuro, abarcando análisis estructurales, hidráulicos y arquitectónicos. Aunque el proyecto se limita a un nivel de ingeniería básica, ofrece las directrices necesarias para futuras ampliaciones y ajustes.

Por último, la implementación de esta terminal -en el caso que el presente proyecto académico pudiera desarrollarse en un futuro a nivel de proyecto ejecutivo- contribuirá significativamente al desarrollo económico regional, generando empleo y fortaleciendo la economía local. Esto consolidará al Puerto de Rosario como un nodo logístico clave en la agroindustria argentina.

Con respecto a las recomendaciones, el principal problema que enfrentan este tipo de terminales es la falta de previsión de los costos para su mantenimiento, tanto en los caminos y sistemas de desagüe como en las celdas de almacenamiento. Por lo tanto, es fundamental establecer un mantenimiento regular que garantice la durabilidad de las estructuras metálicas y de hormigón, especialmente aquellas que están expuestas a condiciones corrosivas debido al contacto con fertilizantes.

Además, se debe prestar especial atención a la correcta implementación de equipos de seguridad e higiene para todo el personal que trabaja en contacto con fertilizantes, con el objetivo de minimizar los riesgos para su salud y garantizar un entorno de trabajo seguro.

Finalizando este trabajo, se concluye que la implementación de la Terminal de Fertilizantes en el Puerto de Rosario representaría una solución estratégica para mejorar la logística agroindustrial del país. A través del diseño de infraestructura eficiente y sostenible, junto con el compromiso de mantener estándares adecuados de seguridad, higiene y mantenimiento, este proyecto tiene el potencial de generar un impacto positivo tanto en el desarrollo económico regional como en la optimización de las operaciones agrícolas.

8. BIBLIOGRAFÍA

Bolsa de Comercio de Rosario. (2021, junio 25). *Fertilizantes: panorama y oportunidades para la Argentina*. Bolsa de Comercio de Rosario. Recuperado el 16 de noviembre de 2024, de <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/fertilizantes>

Fertilizar AC & CIAFA. (2023). *Consumo de fertilizantes en el agro 2023*. Fertilizar AC - CIAFA.

La Nación. (2024). *Viaje al corazón agroexportador de la Argentina: dónde los granos salen al mundo por caminos de oro*. Recuperado el 26 de noviembre de 2024 de <https://www.lanacion.com.ar/economia/comercio-exterior/viaje-al-corazon-agroexportador-de-la-argentina-donde-los-granos-salen-al-mundo-por-caminos-de-nid19092024/>

Infobae. (2020, 24 de julio). *El Gran Rosario se posicionó como el nodo portuario agroexportador más importante del mundo*. Infobae. Recuperado el 19 de noviembre de 2024, de <https://www.infobae.com/economia/2020/07/24/el-gran-rosario-se-posiciono-como-el-nodo-portuario-agroexportador-mas-importante-del-mundo/>

Rodríguez, A. (2022). *Neufert - El arte de proyectar en arquitectura*. Recuperado el 16 de noviembre de 2024, de https://www.academia.edu/84093028/Neufert_EL_ARTE_DE_PROYECTAR_EN_ARQUITECTURA_Texto_AF

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2018). *ROM 4.1-18. Infraestructuras portuarias. Requisitos técnicos para la construcción de muelles y embarcaderos* (Rev. 1). Recuperado el 27 de enero de 2025, de https://widispe.puertos.es/rom/storage/public/docROM/ROM%204_1-18.pdf

Fertilizar Asociación Civil. (2011). *Materiales para silos y galpones para fertilizantes*. Recuperado el 16 de noviembre de 2024, de <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/02/2011-no-20-Materiales-para-silos-y-galpones-para-fertilizantes.pdf>

Municipalidad de Rosario. (s.f.). V.C.2.2. *Rampas*. Nuevo reglamento de edificación. Recuperado el 27 de enero de 2025, de <https://www.rosario.gob.ar/mr/normativa/nuevo-reglamento-de-edificacion/seccion-5-de-los-reglamentos-tecnicos-especiales/v.c.-tipos-de-circulaciones-y-medios-de-escape/v.c.2.circulaciones-verticales.-rutas-verticales-de-escape/v.c.2.2.-rampas>

Gobierno de la Provincia de Santa Fe. (1982). *Resolución N° 1089-82*. Recuperado el 27 de enero de 2025, de <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/22767/111069/file/Resoluci%C3%B3n%20N%C2%BA%201089-82.pdf>

Centro de Investigación de los Reglamentos Argentinos de Seguridad para las Construcciones [CIRSOC]. (2005). *CIRSOC 101: Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras*. Buenos Aires, Argentina.

Centro de Investigación de los Reglamentos Argentinos de Seguridad para las Construcciones [CIRSOC]. (2005). *CIRSOC 102: Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones*. Buenos Aires, Argentina.

Centro de Investigación de los Reglamentos Argentinos de Seguridad para las Construcciones [CIRSOC]. (2005). *CIRSOC 201: Reglamento argentino de estructuras de hormigón*. Buenos Aires, Argentina.

Centro de Investigación de los Reglamentos Argentinos de Seguridad para las Construcciones [CIRSOC]. (2005). *CIRSOC 301: Reglamento argentino de estructura de acero para edificios*. Buenos Aires, Argentina.

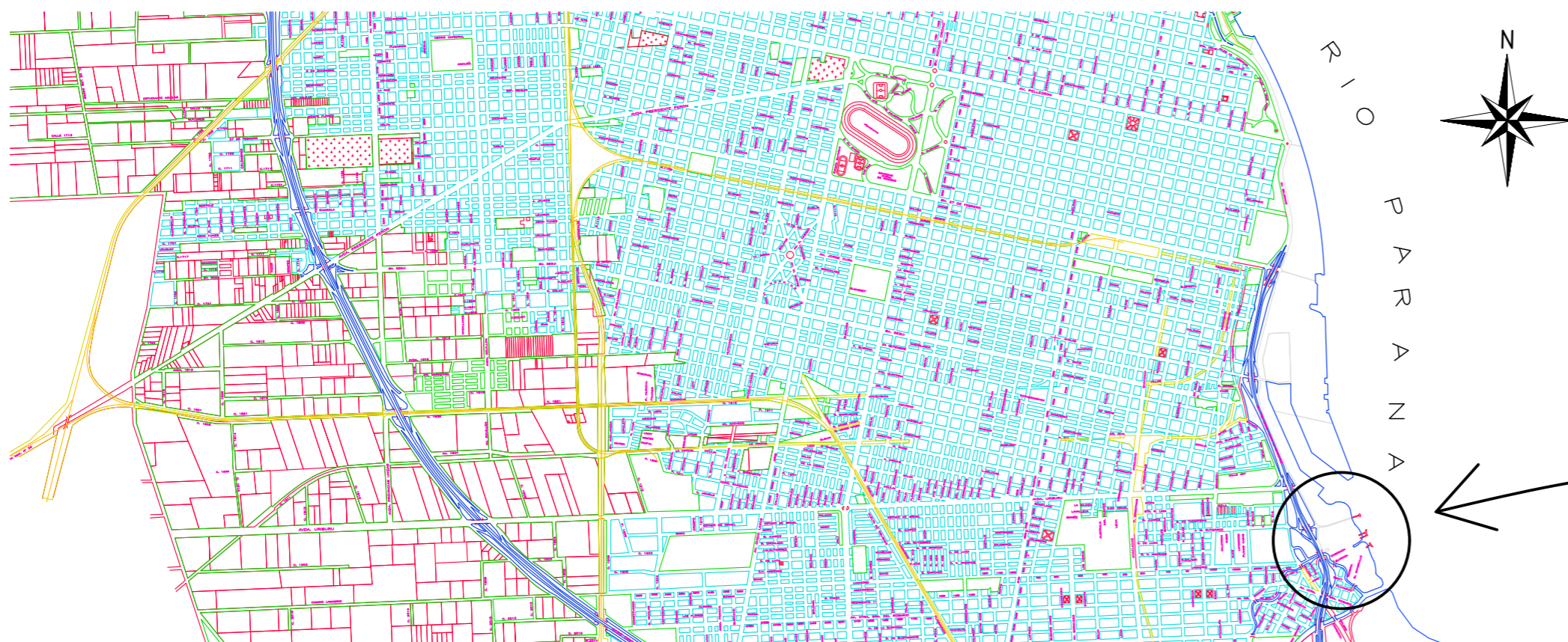
Centro de Investigación de los Reglamentos Argentinos de Seguridad para las Construcciones [CIRSOC]. (2009). *CIRSOC 303: Reglamento argentino de elementos estructurales de acero de sección abierta conformados en frío*. Buenos Aires, Argentina.

Google Earth. (s.f.). *Sitio web oficial*. Recuperado el 16 de noviembre de 2024, de <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>.

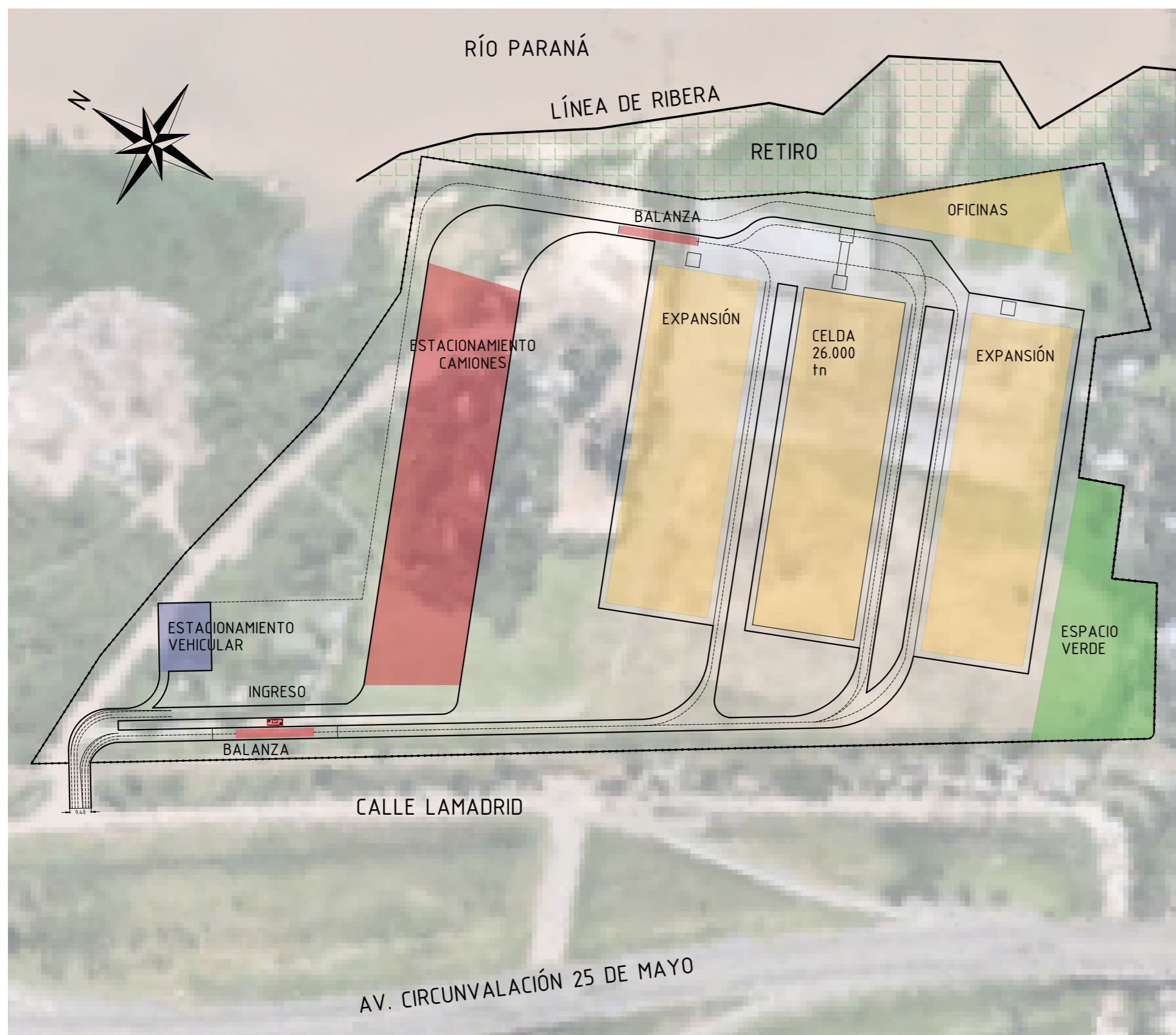
Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Recuperado el 16 de noviembre de 2024, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

9. PLANOS

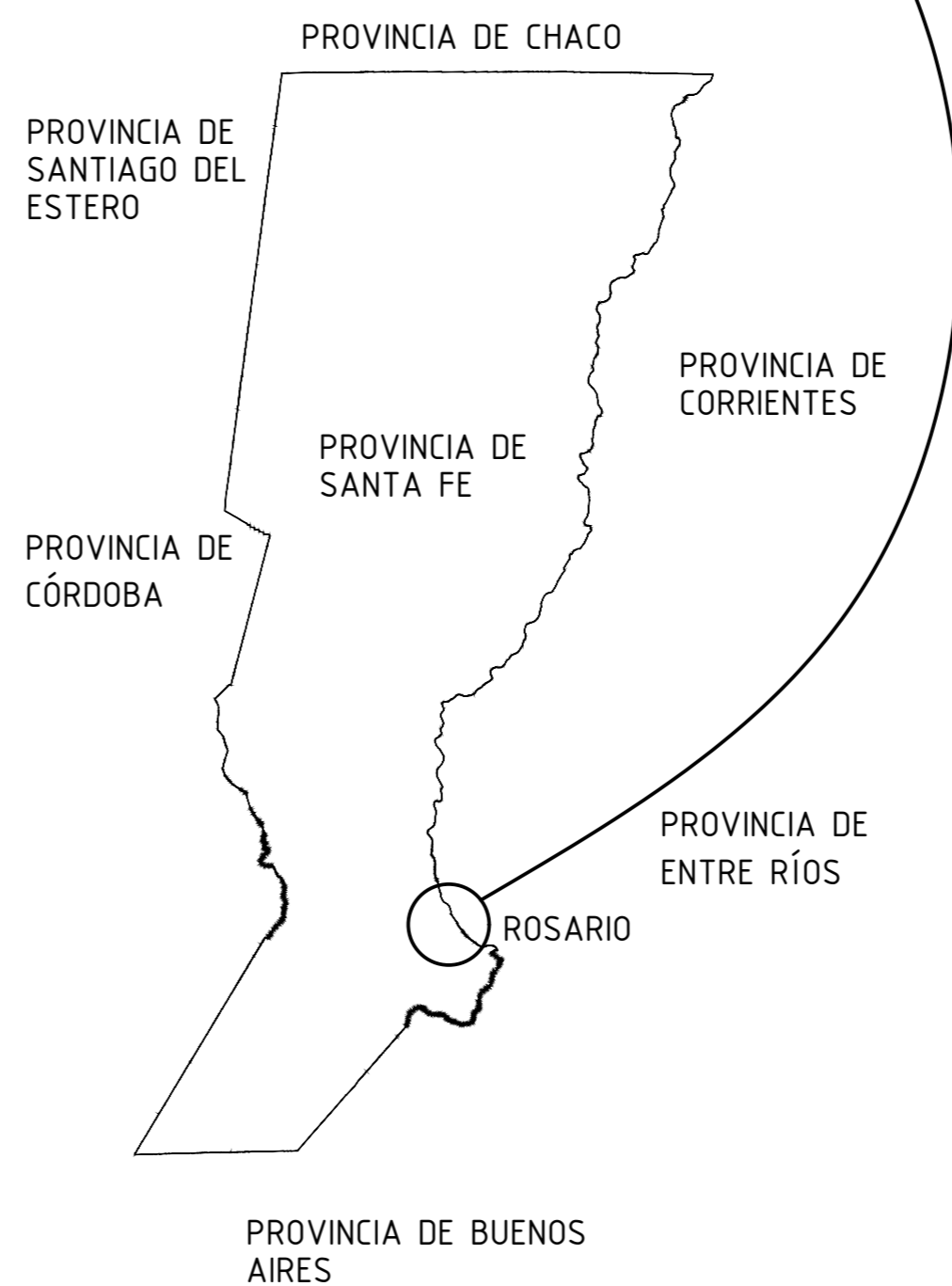
PLANO CIUDAD DE ROSARIO



DETALLE ZONA A INTERVENIR





CROQUIS DE UBICACIÓN
ÁREA EN ESTUDIO

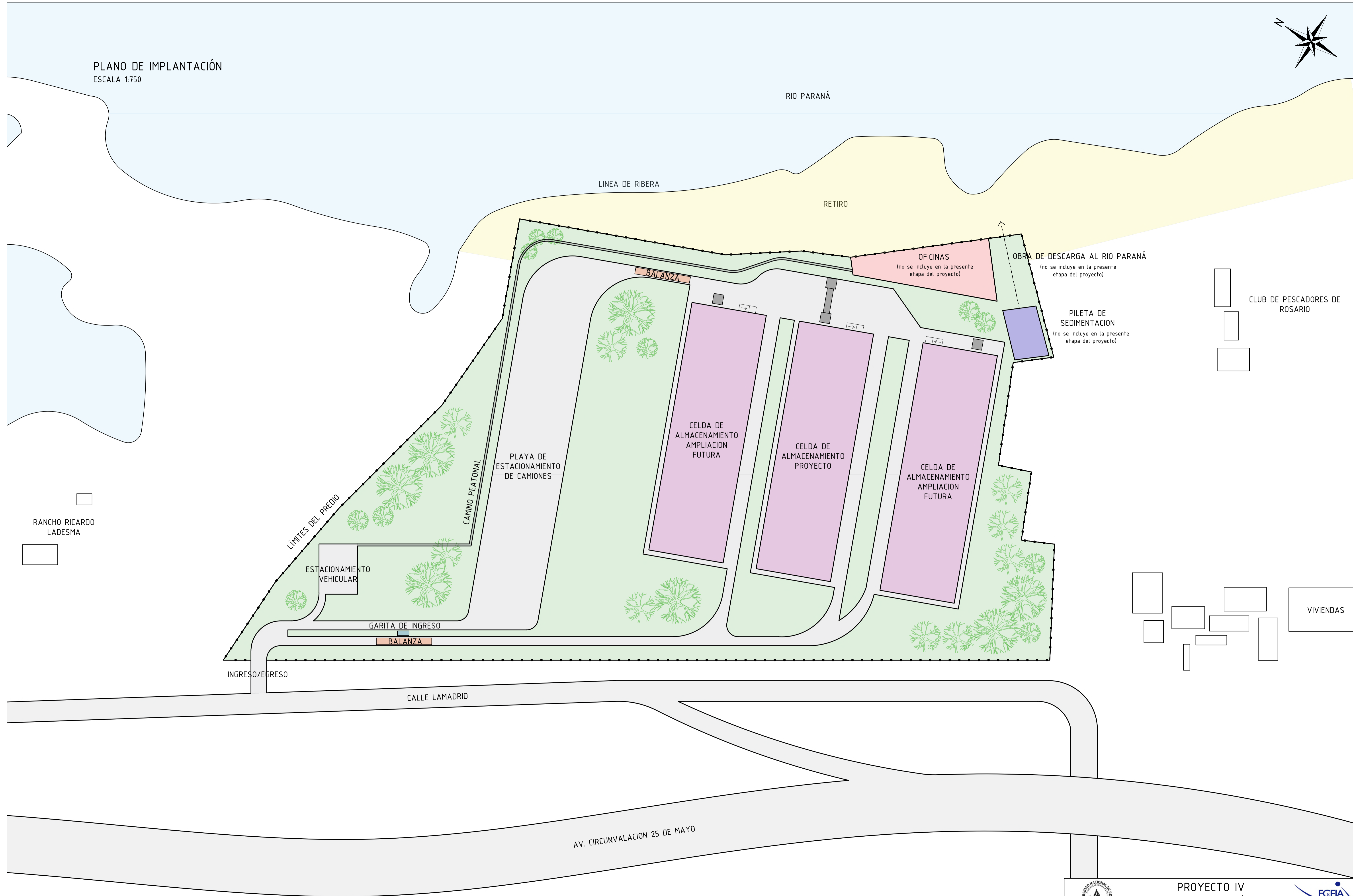
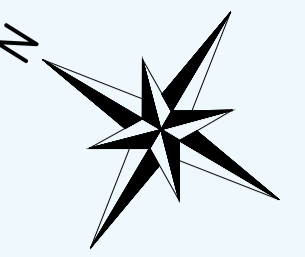


LISTADO DE PLANOS

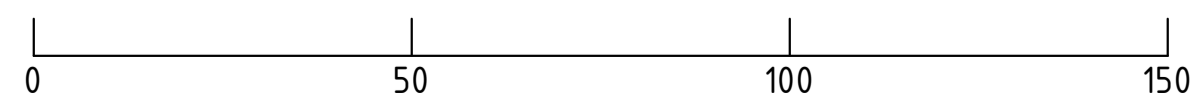
- PLANO 01 UBICACIÓN DEL PROYECTO
- PLANO 02.1 PLANO DE IMPLANTACION 1:750
- PLANO 02.2 LAYOUT GENERAL 1:750
- PLANO 02.3 DETALLE DE INGRESO 1:500
- PLANO 02.4 GARITA DE INGRESO 1:25
- PLANO 03.1 PLANO DE CUENCAS 1:1000
- PLANO 03.2 SISTEMA DE DESAGÜES PLUVIALES INTERNOS
- PLANO 03.3 PERFILES TIPO DE OBRA BÁSICA Y PAVIMENTOS
- PLANO 03.4 PLANO SECCIONES DESAGÜES 1:10
- PLANO 03.5 PT 135-M3
- PLANO 03.6 DISEÑO DE JUNTAS - PAVIMENTO RÍGIDO
- PLANO 03.7 DISEÑO DE JUNTAS - PAVIMENTO RÍGIDO
- PLANO 03.8 PLANO DE DETALLE - DISEÑO DE JUNTAS 1:10
- PLANO 04.1 PLANTA HORMIGÓN
- PLANO 04.2 PLANTA DE TECHO 1:200
- PLANO 04.3 VISTAS FRONTALES Y LATERALES
- PLANO 04.4 CORTES LONGITUDINALES 1:200
- PLANO 04.5 CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES
- PLANO 04.6 CORTES TRANSVERSALES
- PLANO 04.7 VISTAS DE TECHO 1:200
- PLANO 04.8 DETALLE VIGA DE TECHO 1:50
- PLANO 04.9 DETALLE MUROS INTERMEDIOS
- PLANO 04.10 DETALLE PAREDES LATERALES
- PLANO 04.11 DETALLE PAREDES DE FRONTIS
- PLANO 04.12 PLANTA DE FUNDACIONES - CABEZALES
- PLANO 04.13 PLANTA DE FUNDACIONES - PILOTES



		<p>PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO</p>			
<p>OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO</p>			<p>INTEGRANTES: ESCANDELL, JUANA GRIGERA, MIGUEL MARELLI, LOURDES</p>		
<p>PLANO: UBICACIÓN DEL PROYECTO</p>					
<p>PLANO N°: 01</p>	<p>REVISIÓN: 01</p>	<p>FECHA: 30/01/2025</p>			
<p>ESCALA: VARIAS</p>					

PLANO DE IMPLANTACIÓN
ESCALA 1:750

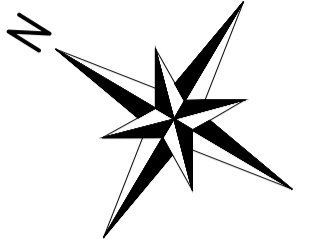


ESCALA GRÁFICA (metros)



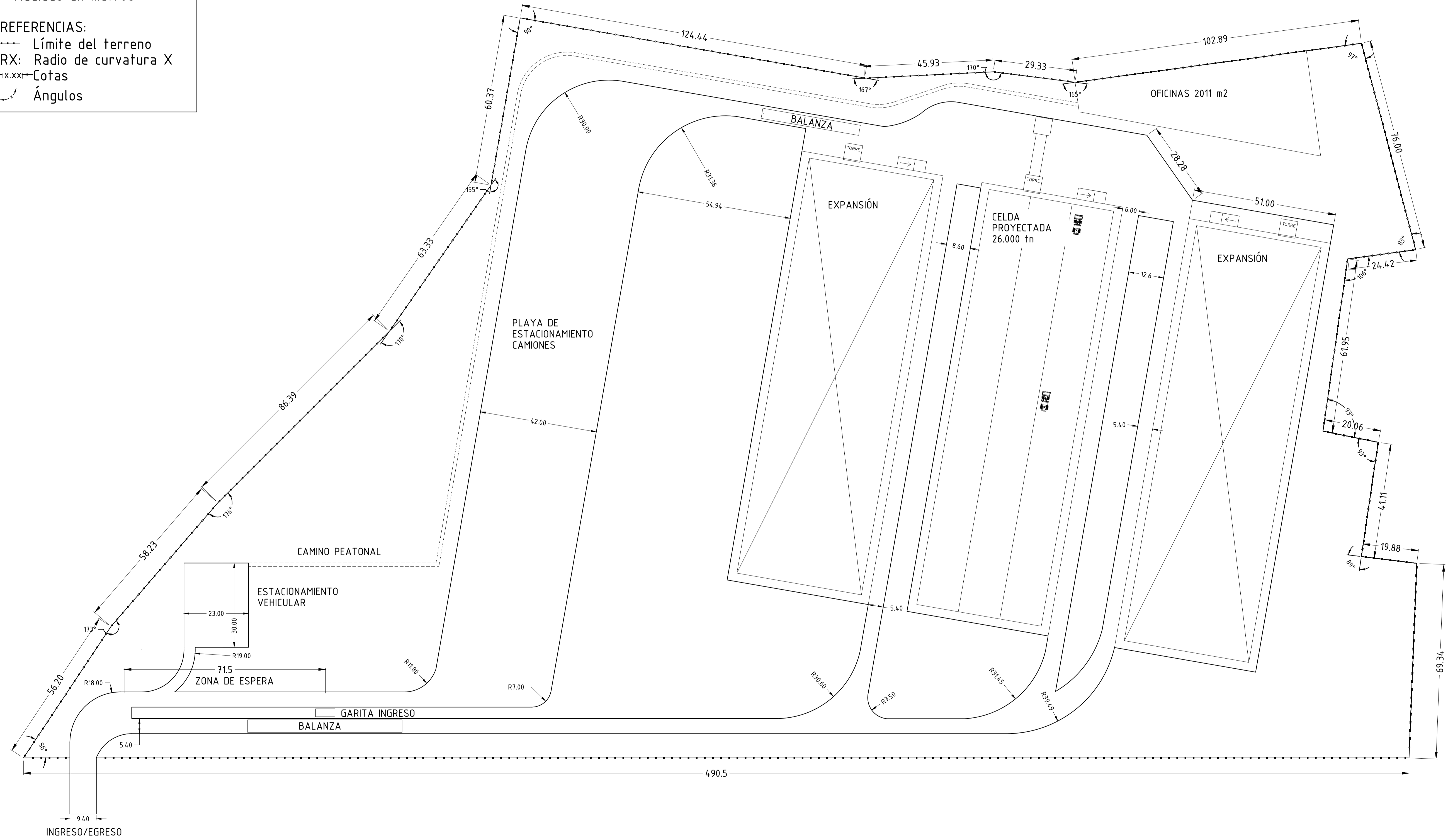
 PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		INTEGRANTES: ESCANDELL, JUANA GRIGERA, MIGUEL MARELLI, LOURDES
PLANO: PLANO DE IMPLANTACIÓN		
PLANO N°: 02.1	REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025 ESCALA: 1:750



LAYOUT GENERAL
 ESCALA 1:750



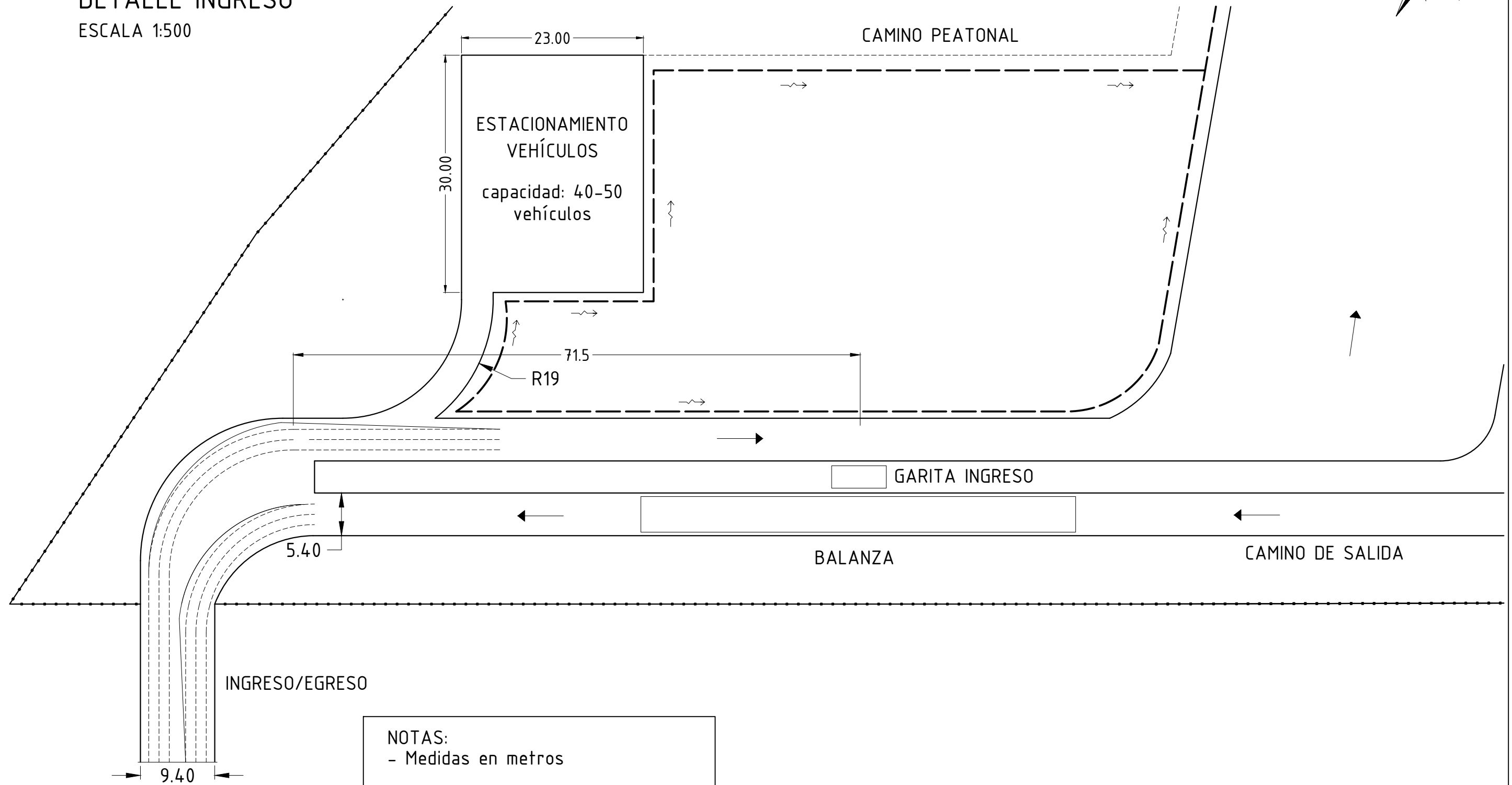
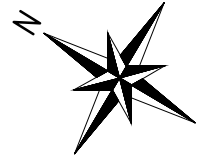
NOTAS:
 - Medidas en metros

REFERENCIAS:
 - Límite del terreno
 RX: Radio de curvatura X
 -x.xx- Cotas
 - Ángulos





 PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		INTEGRANTES: ESCANDELL, JUANA GRIGERA, MIGUEL MARELLI, LOURDES
PLANO: LAYOUT GENERAL		
PLANO N°: 02.2	REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025 ESCALA: 1:750

DETALLE INGRESO
ESCALA 1:500

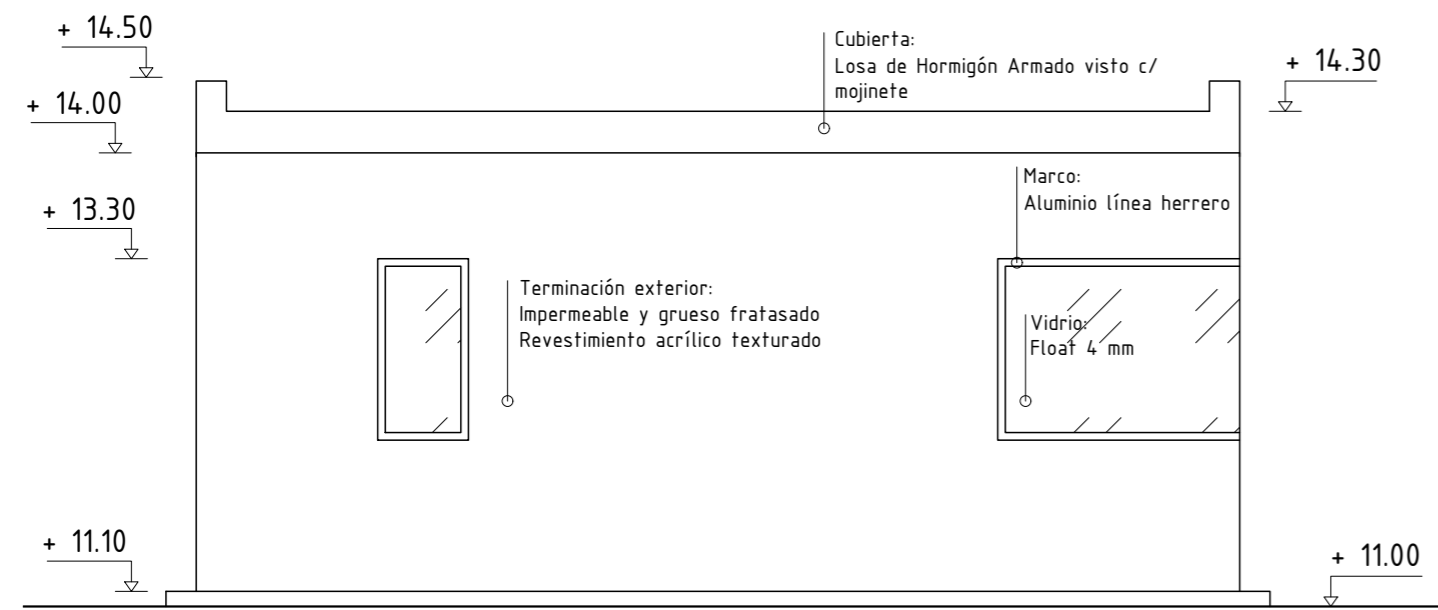


- NOTAS:**
- Medidas en metros
- REFERENCIAS:**
 - Límite del terreno
 RX: Radio de curvatura X
 ← x → Cotas
 — Cunetas de H°A° prefabricadas
 ~> Sentido de escurrimiento
 - - - - Trayectoria del camión

		PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
		OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		
PLANO: DETALLE DE INGRESO		PLANO N°: 02.3	REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025 ESCALA: 1:500

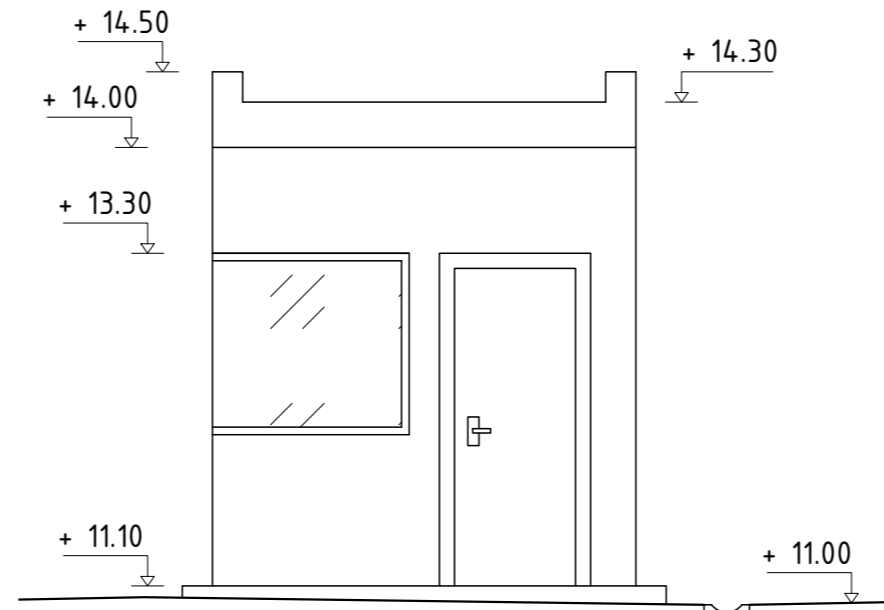
VISTA LATERAL SUR

ESCALA 1:50



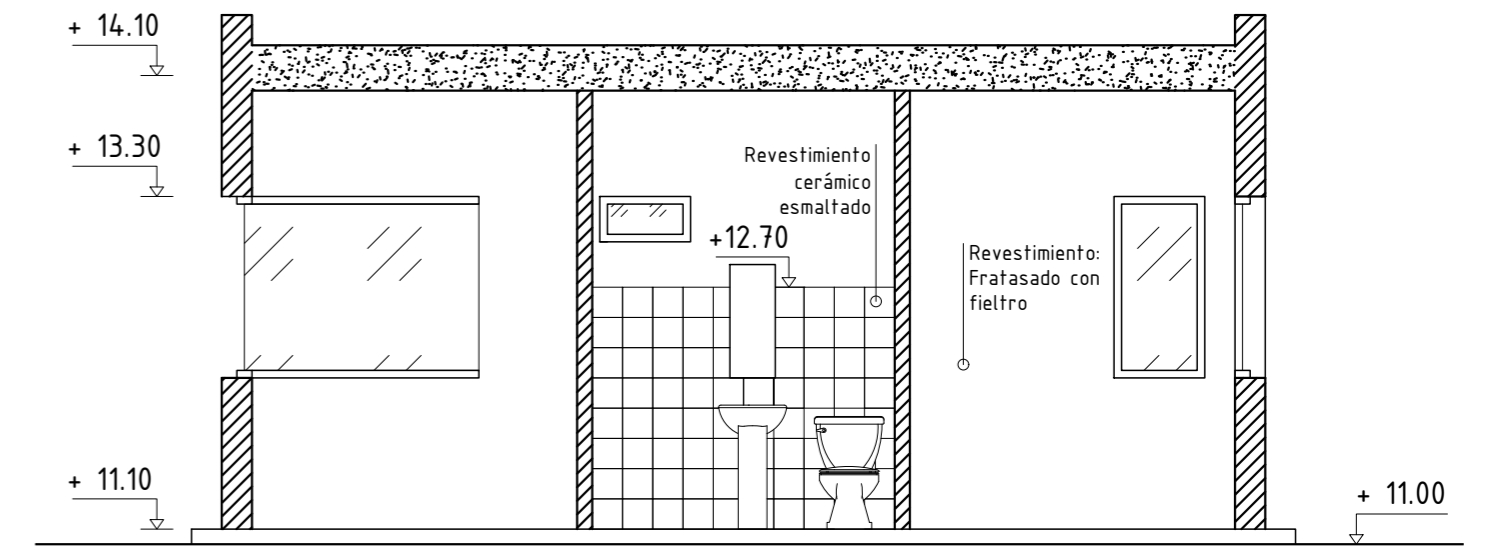
VISTA FRENTE

ESCALA 1:50



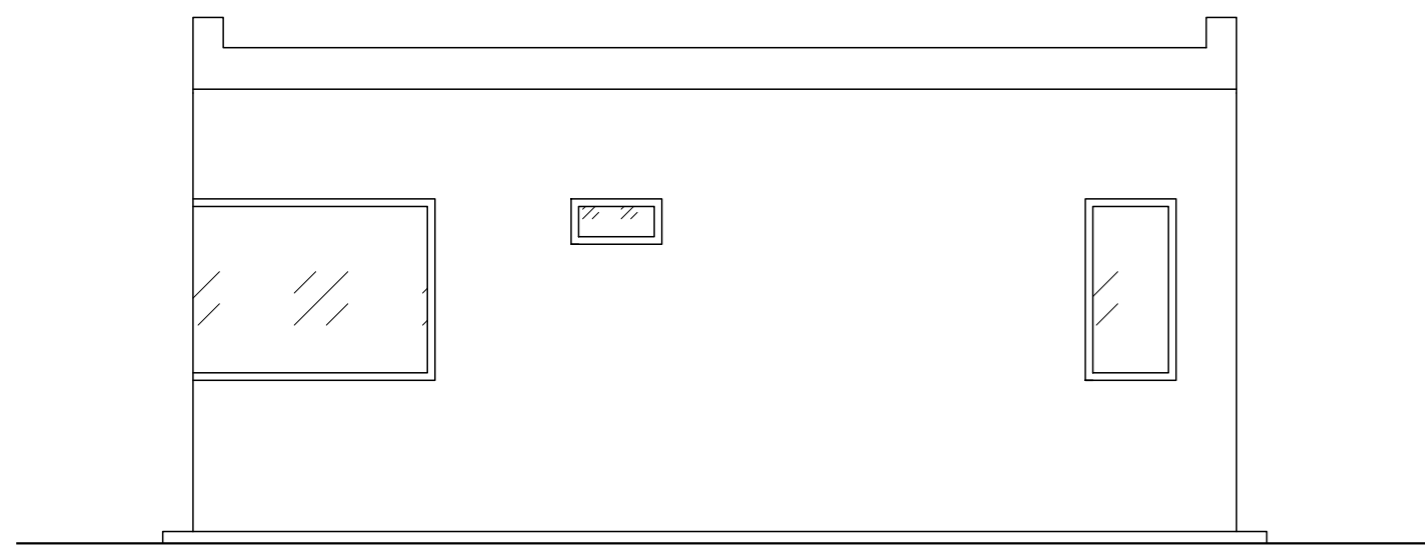
CORTE A-A

ESCALA 1:50



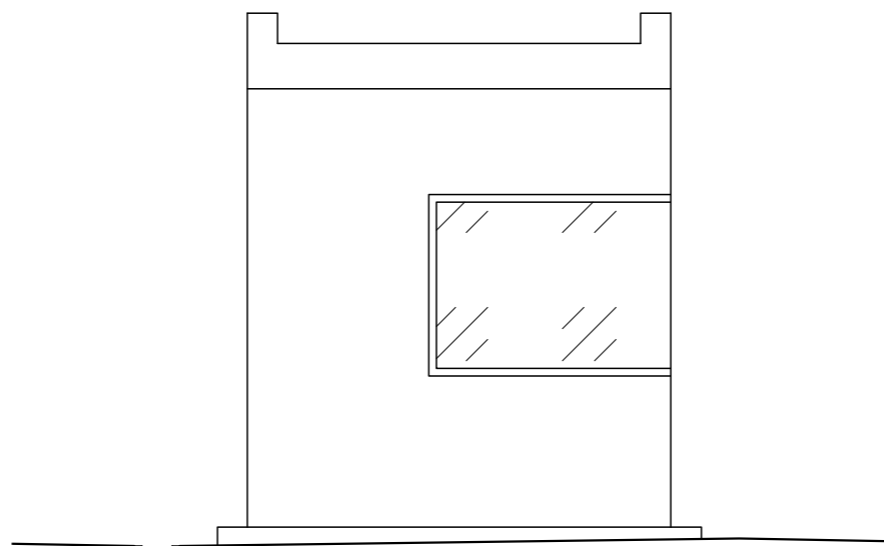
VISTA LATERAL NORTE

ESCALA 1:50



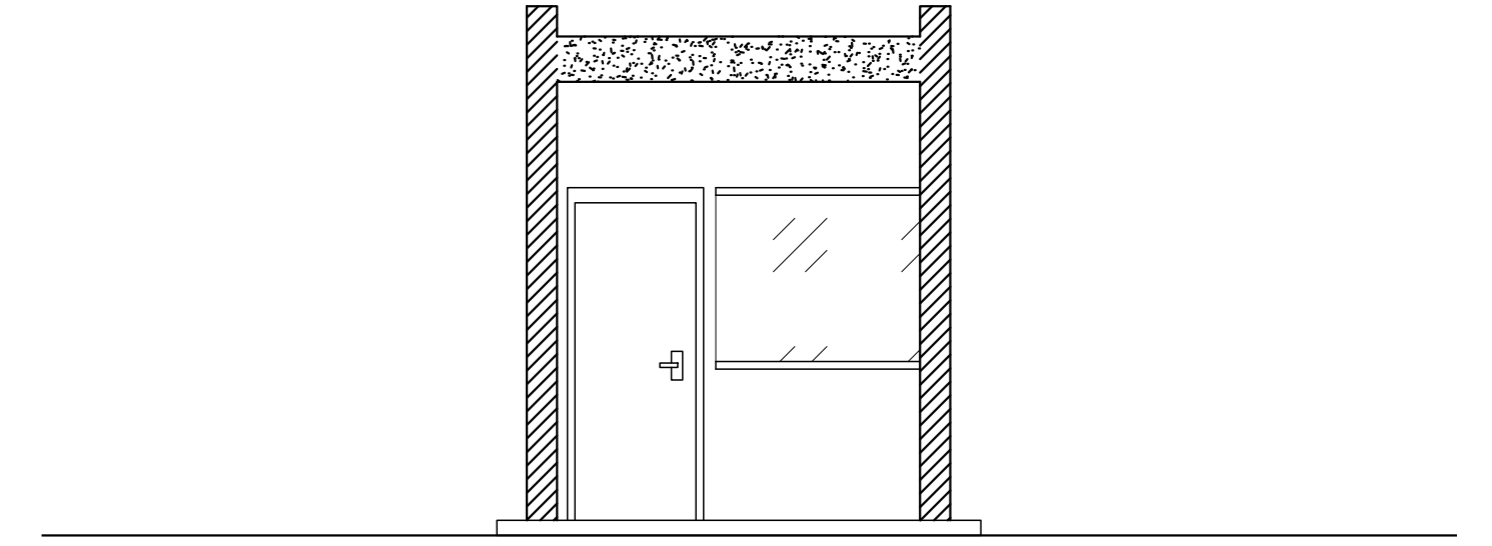
VISTA CONTRAFRENTE

ESCALA 1:50



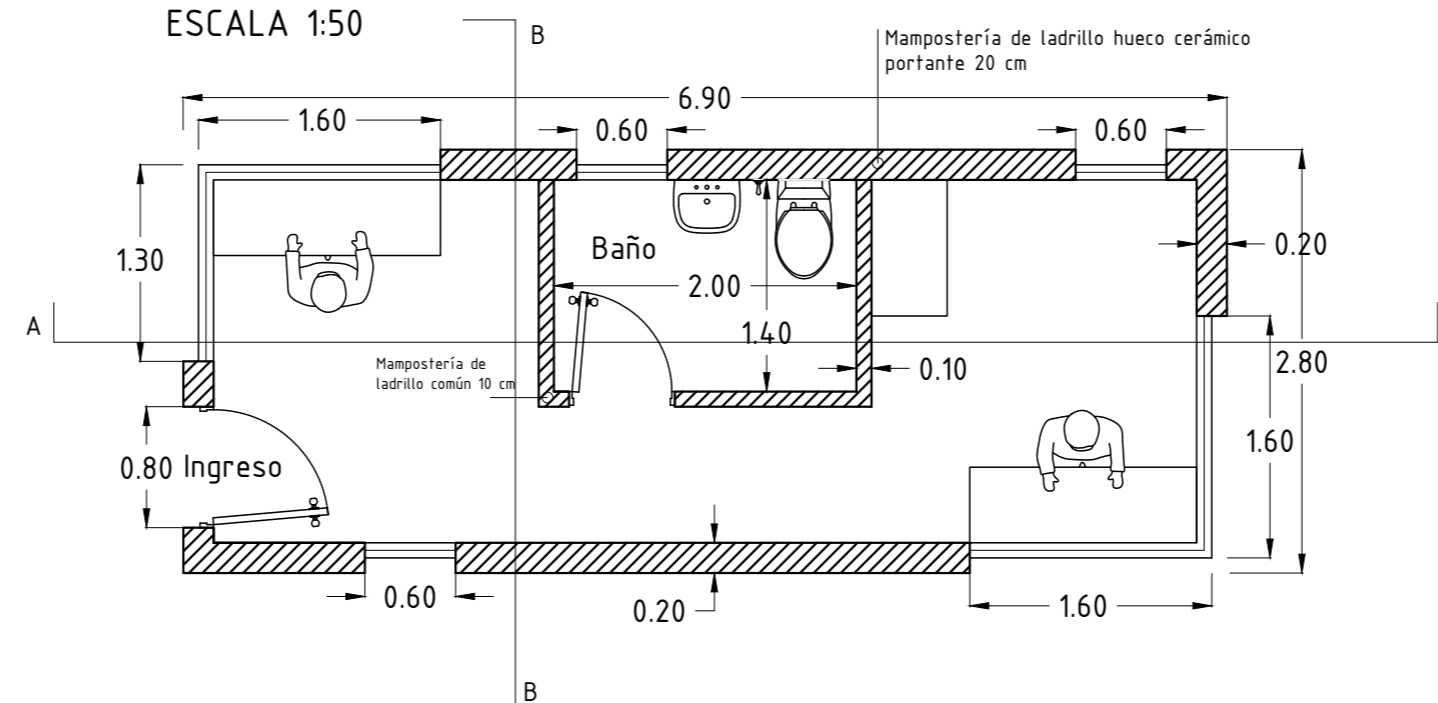
CORTE B-B

ESCALA 1:50



PLANTA GARITA

ESCALA 1:50



PROYECTO IV
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO



OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO

PLANO: GARITA DE INGRESO

PLANO N°:
02.4

REVISIÓN:
01

FECHA: 30/01/2025
ESCALA: 1:50

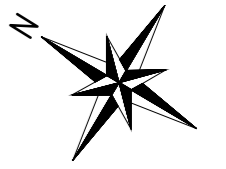
INTEGRANTES:
ESCANDELL, JUANA
GRIGERA, MIGUEL
MARELLI, LOURDES

PLANO DE CUENCAS
ESCALA 1:1000

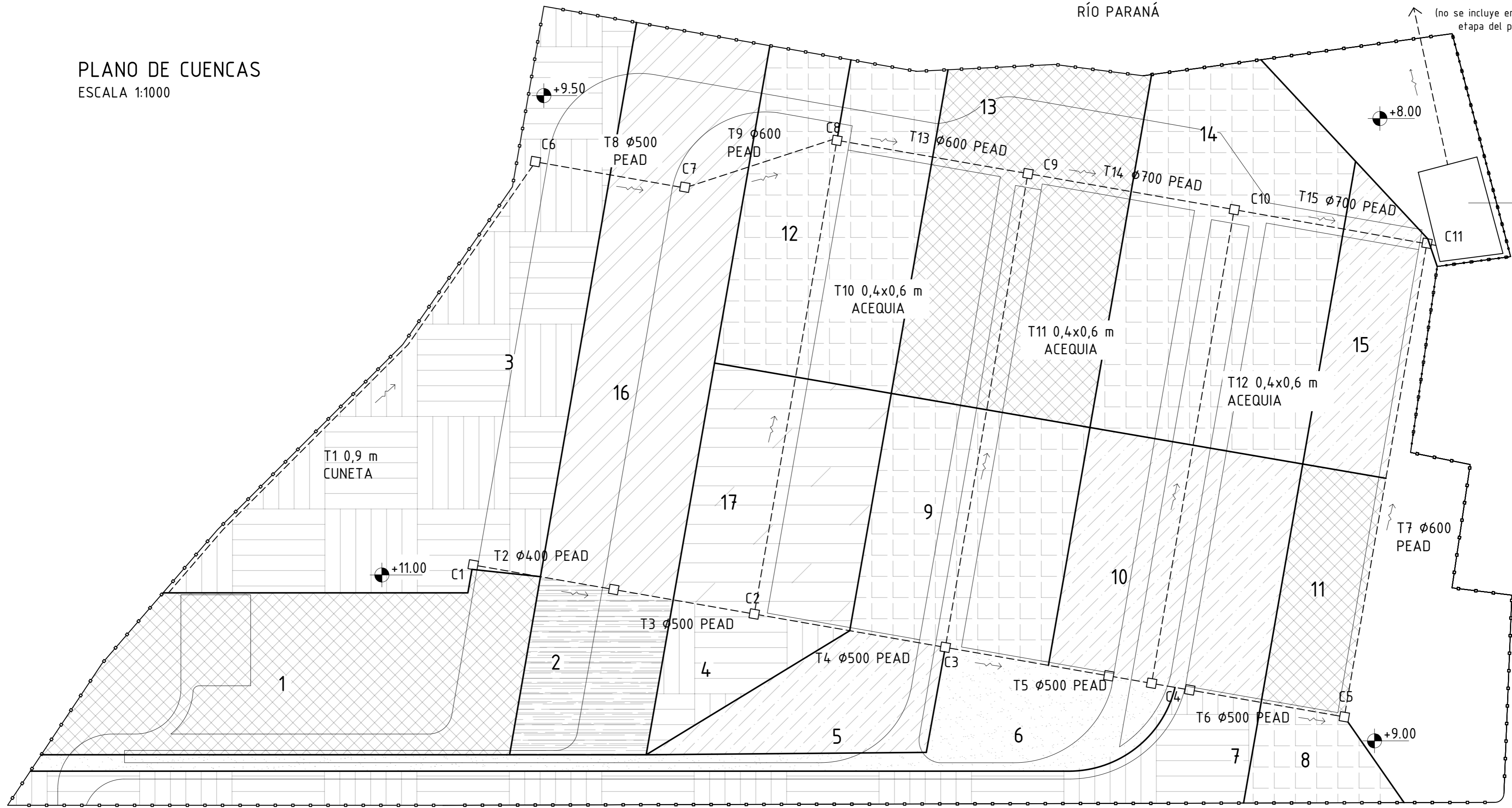
RÍO PARANÁ

OBRA DE DESCARGA AL RIO PARANÁ

(no se incluye en la presente etapa del proyecto)



PILETA DE SEDIMENTACIÓN
(no se incluye en la presente etapa del proyecto)



NOTAS:

- Medidas en metros
- Dimensiones de conducciones en milímetros
- Niveles referidos al +0 IGN

REFERENCIAS:

- Límite del terreno
- Divisoria de cuencas
- Tramos
- Cámaras de limpieza
- X Número de cuenca
- TX Número de tramo
- Sentido de escurrimiento



PROYECTO IV

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO



OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO

PLANO: PLANO DE CUENCAS

INTEGRANTES:

ESCANDELL, JUANA
GRIGERA, MIGUEL
MARELLI, LOURDES

PLANO N°:
03.1

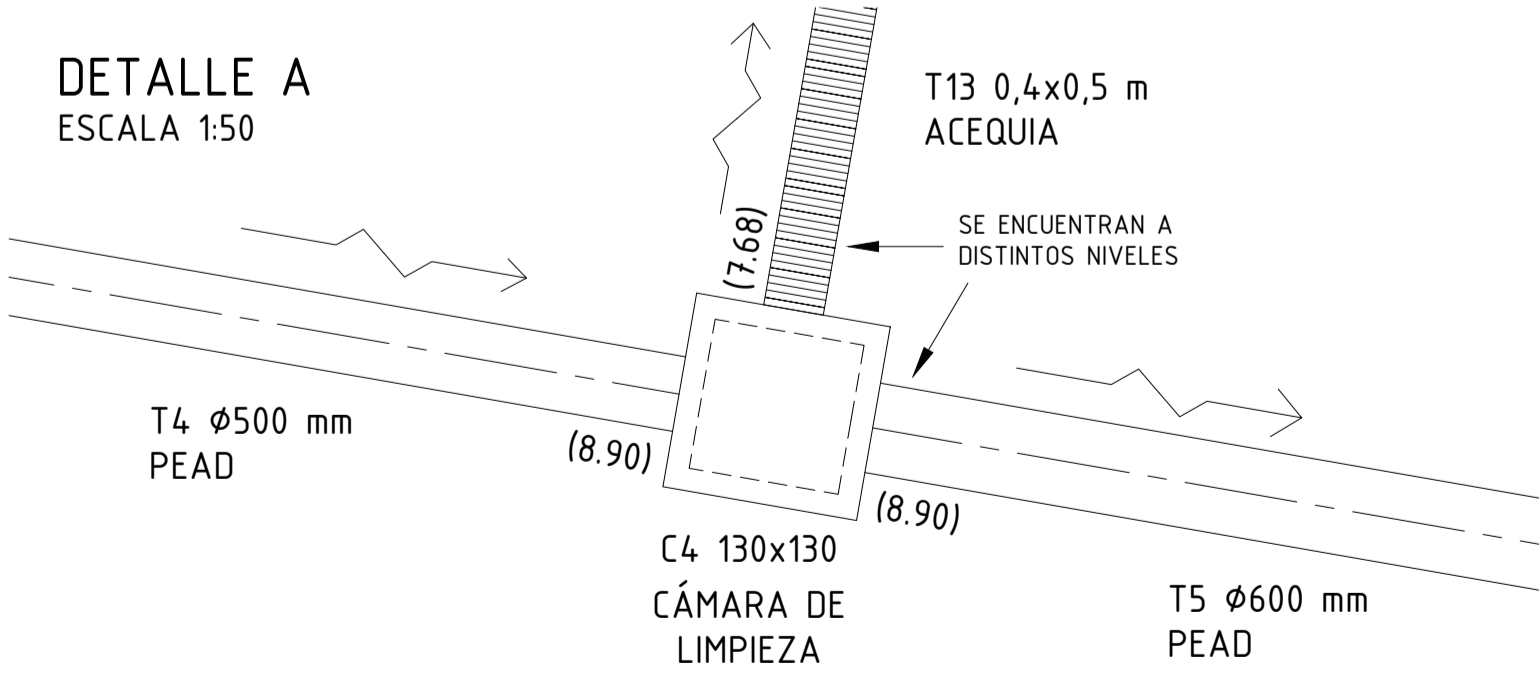
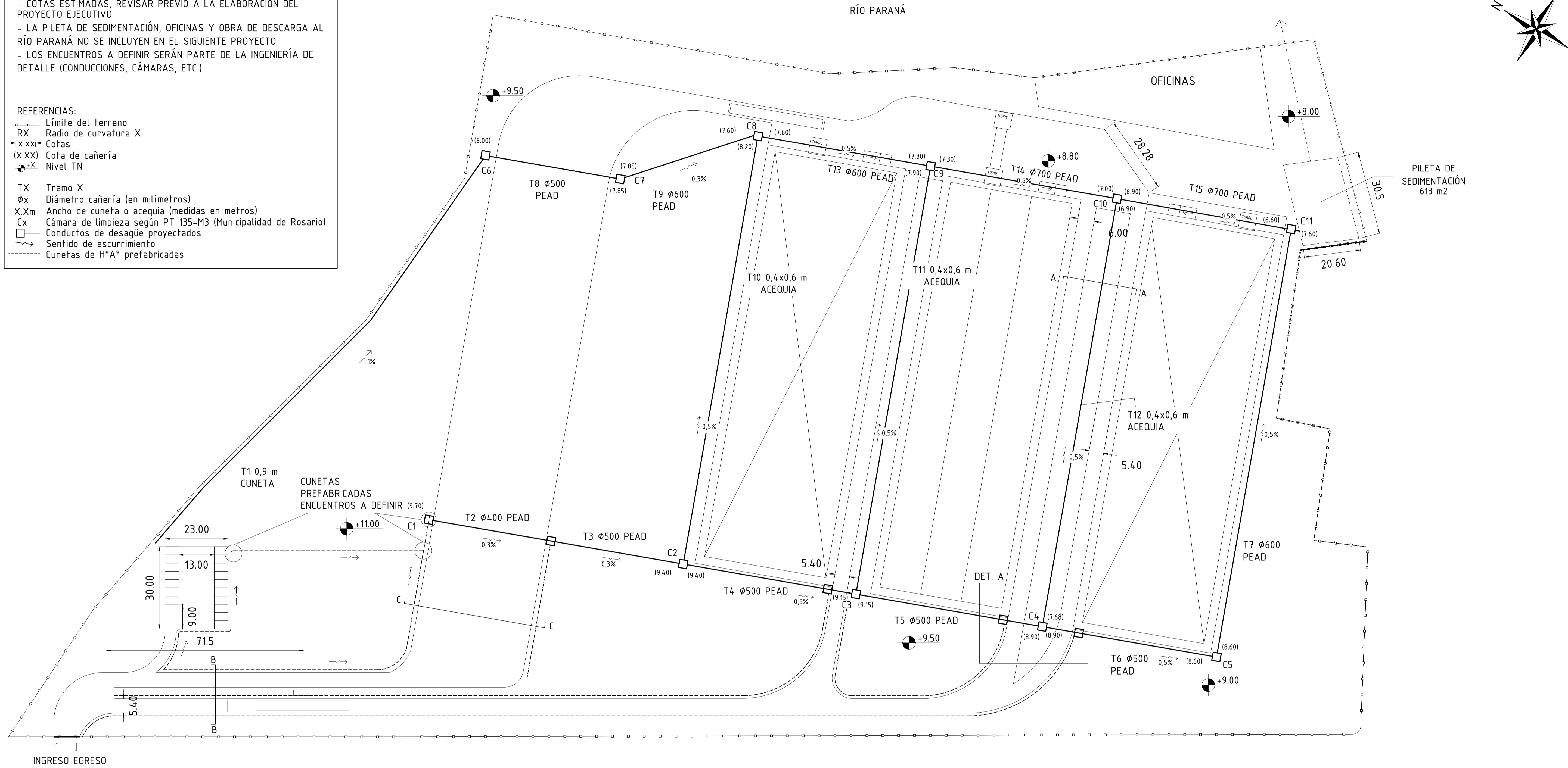
REVISIÓN:
01

FECHA: 30/01/2025
ESCALA: 1:1000

NOTAS:
 - Medidas en metros
 - Niveles referidos al +0 IGN
 - COTAS ESTIMADAS, REVISAR PREVIO A LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO
 - LA PILETA DE SEDIMENTACIÓN, OFICINAS Y OBRA DE DESCARGA AL RÍO PARANÁ NO SE INCLUYEN EN EL SIGUIENTE PROYECTO
 - LOS ENCUENTROS A DEFINIR SERÁN PARTE DE LA INGENIERÍA DE DETALLE (CONDUCCIONES, CÁMARAS, ETC.)

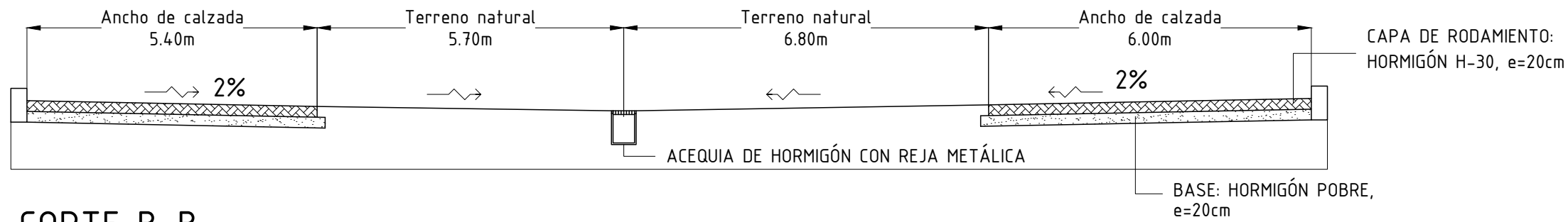
REFERENCIAS:
 - Límite del terreno
 - RX Radio de curvatura X
 - (X.XX) Cotas
 - (X.XX) Cota de cañería
 - N Nivel TN
 - TX Tramo X
 - Øx Diámetro cañería (en milímetros)
 - X.Xm Ancho de cuneta o acequia (medidas en metros)
 - Cx Cámara de limpieza según PT 135-M3 (Municipalidad de Rosario)
 - Conductos de desagüe proyectados
 - Sentido de escurrimiento
 - Cunetas de H°A° prefabricadas

PLANTA
 ESCALA 1:750

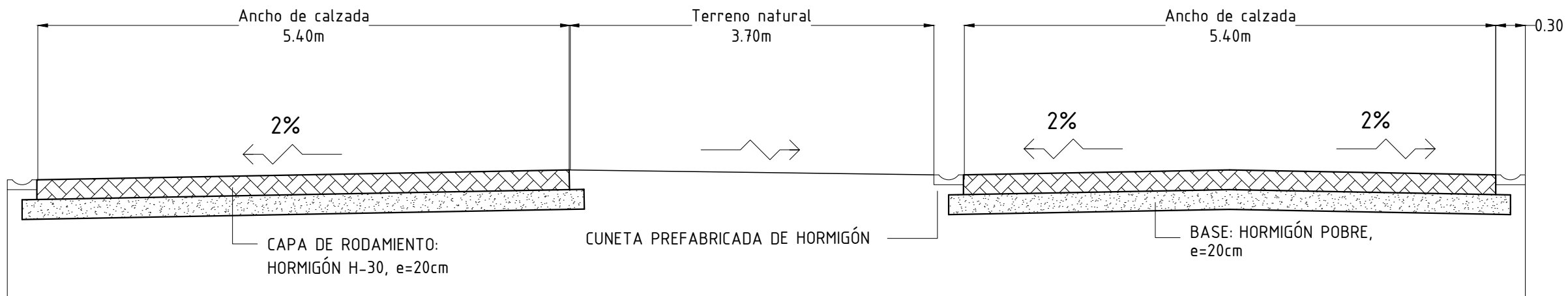


		PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO				
PLANO N° SISTEMA DE DESAGÜES PLUVIALES INTERNOS				
PLANO N° 03.2	REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025 ESCALA: 1:750		
				INTEGRANTES: ESCANDELL, JUANA GRIGERA, MIGUEL MARELLI, LOURDES

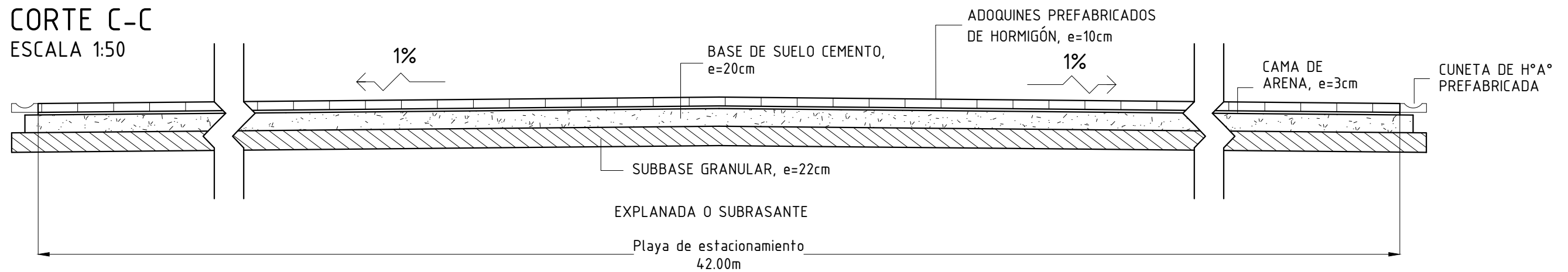
CORTE A-A
ESCALA 1:100





CORTE B-B
ESCALA 1:50



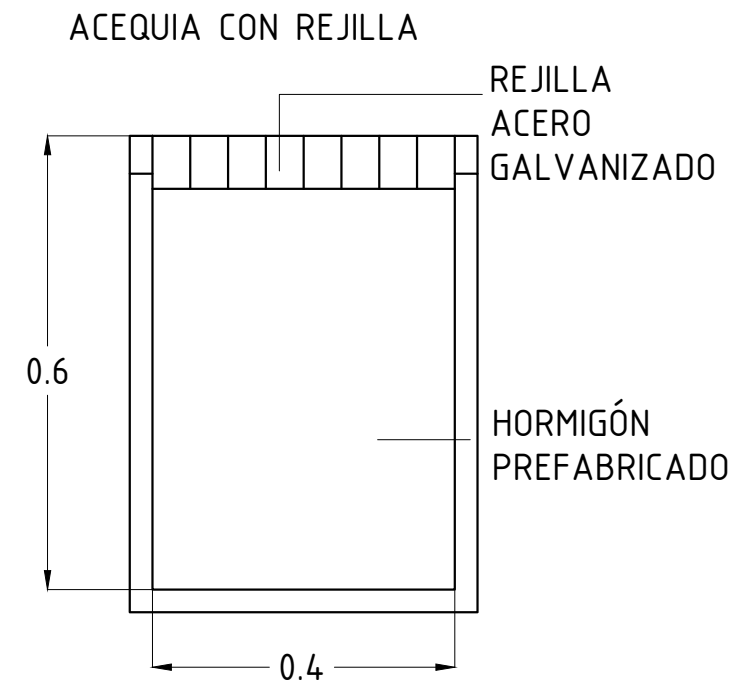
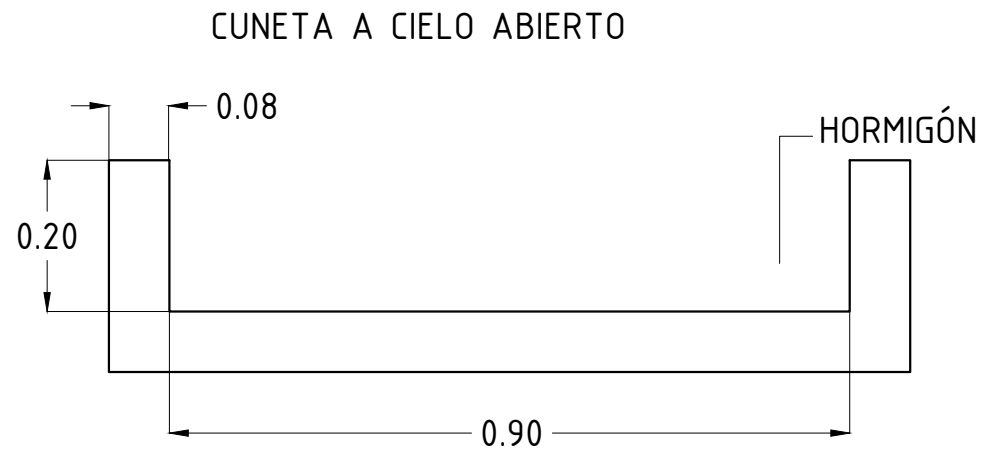
CORTE C-C
ESCALA 1:50



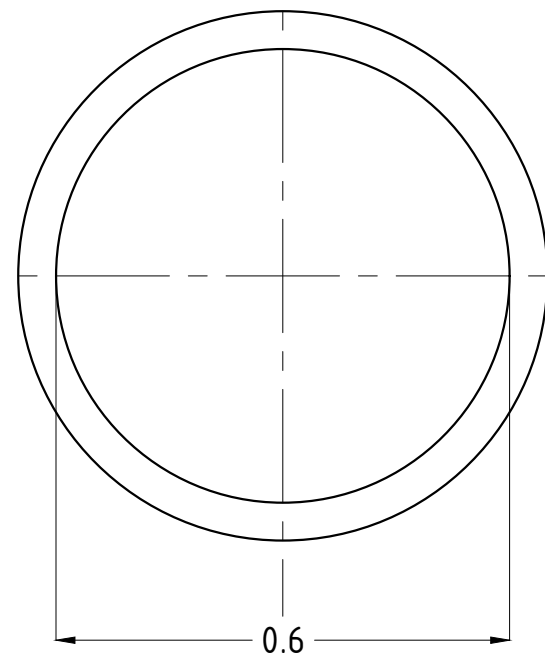
		<p>PROYECTO IV</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA</p> <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO</p>		
		<p>OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO</p>		
<p>PLANO N°:</p> <p>03.3</p>		<p>REVISIÓN:</p> <p>01</p>		<p>FECHA: 30/01/2025</p> <p>ESCALA: VARIAS (DETALLADO EN PLANO)</p>

SECCIÓN DESAGÜES PLUVIALES

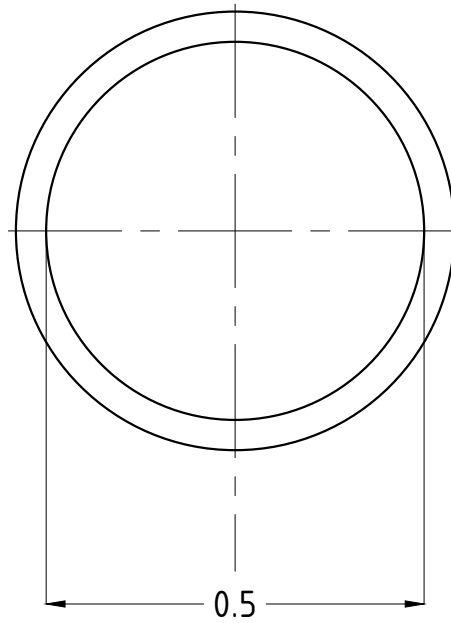
ESCALA 1:10



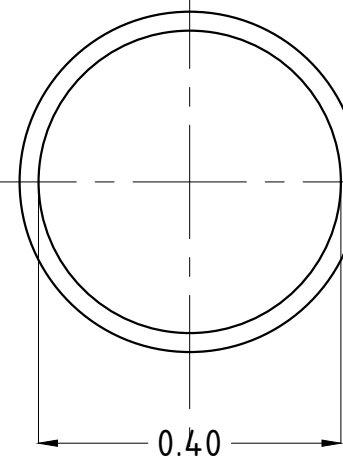
PEAD $\phi 600$ mm



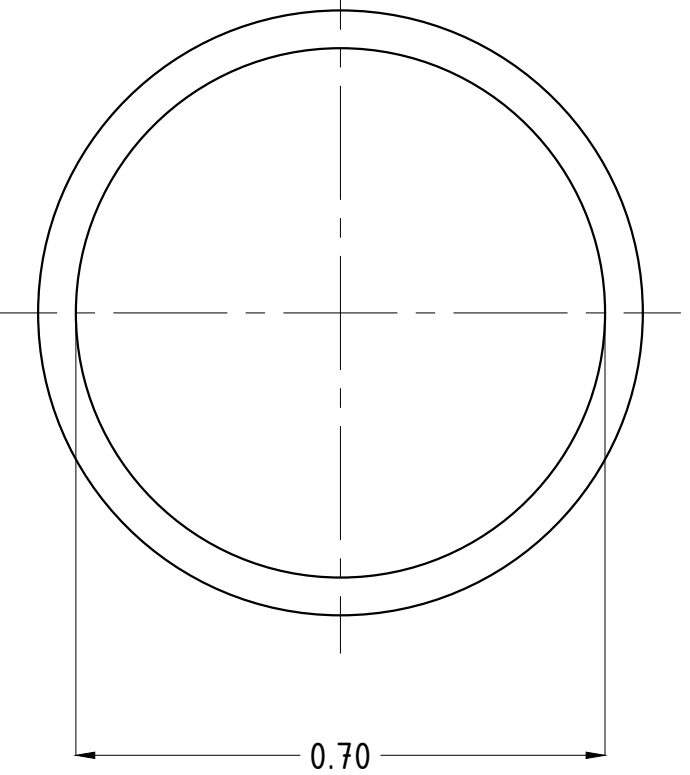
PEAD $\phi 500$ mm



PEAD $\phi 400$ mm



PEAD $\phi 700$ mm



NOTAS:
- Medidas en metros



PROYECTO IV

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO



OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO

INTEGRANTES:

PLANO: SECCIONES DESAGÜES PLUVIALES

ESCANDELL, JUANA
GRIGERA, MIGUEL
MARELLI, LOURDES

PLANO N°:
03.4

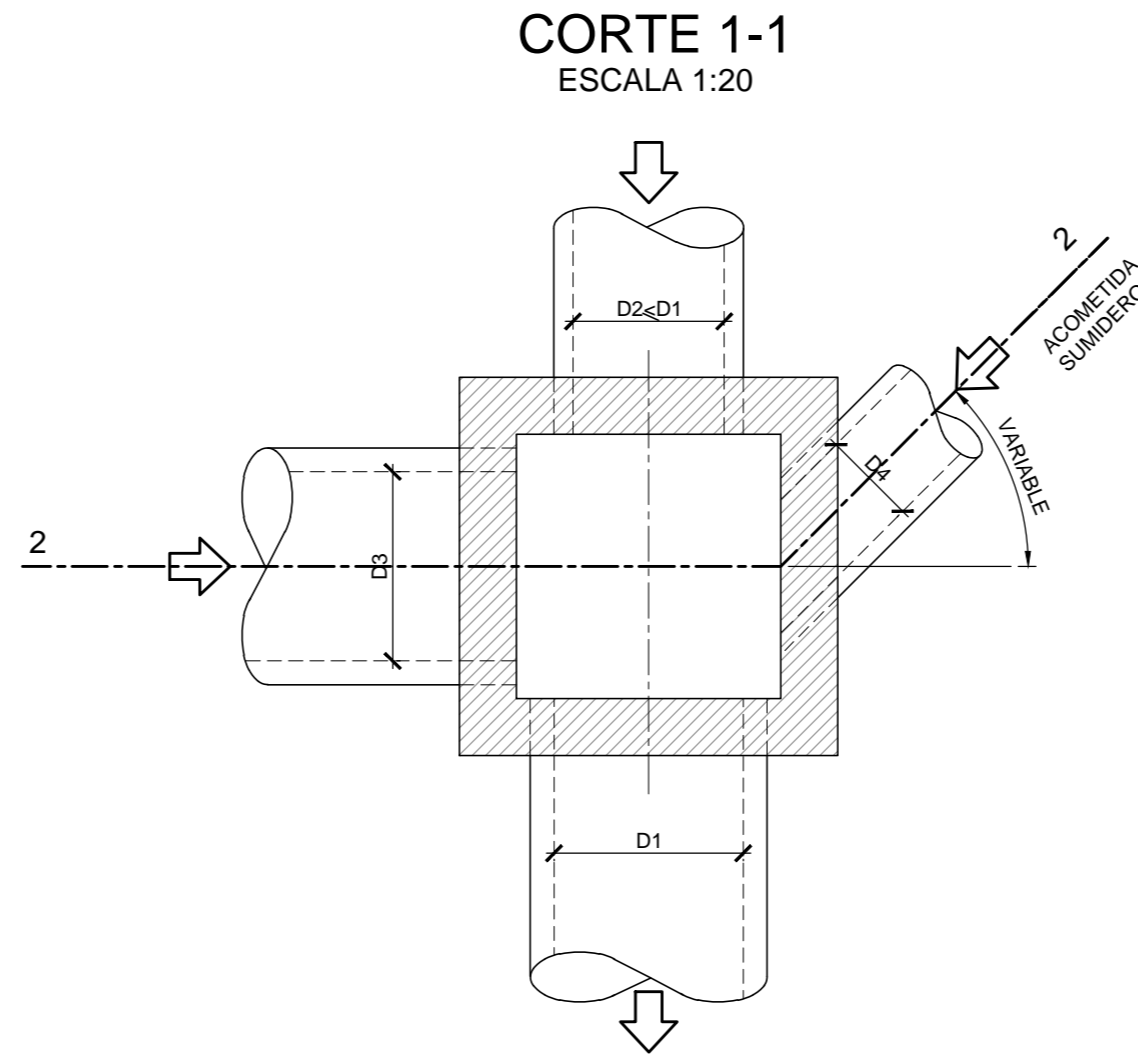
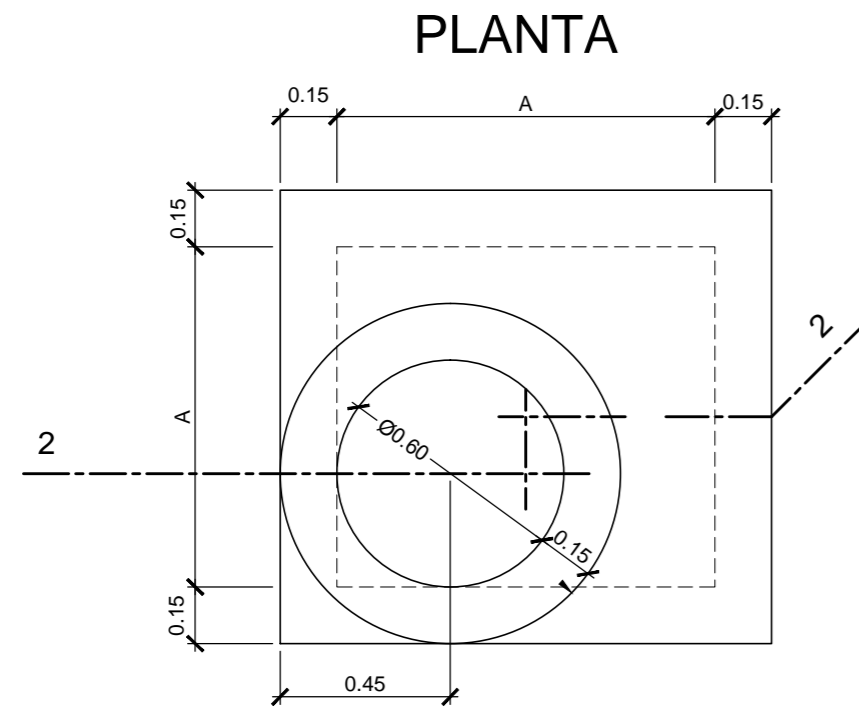
REVISIÓN:
01

FECHA: 30/01/2025

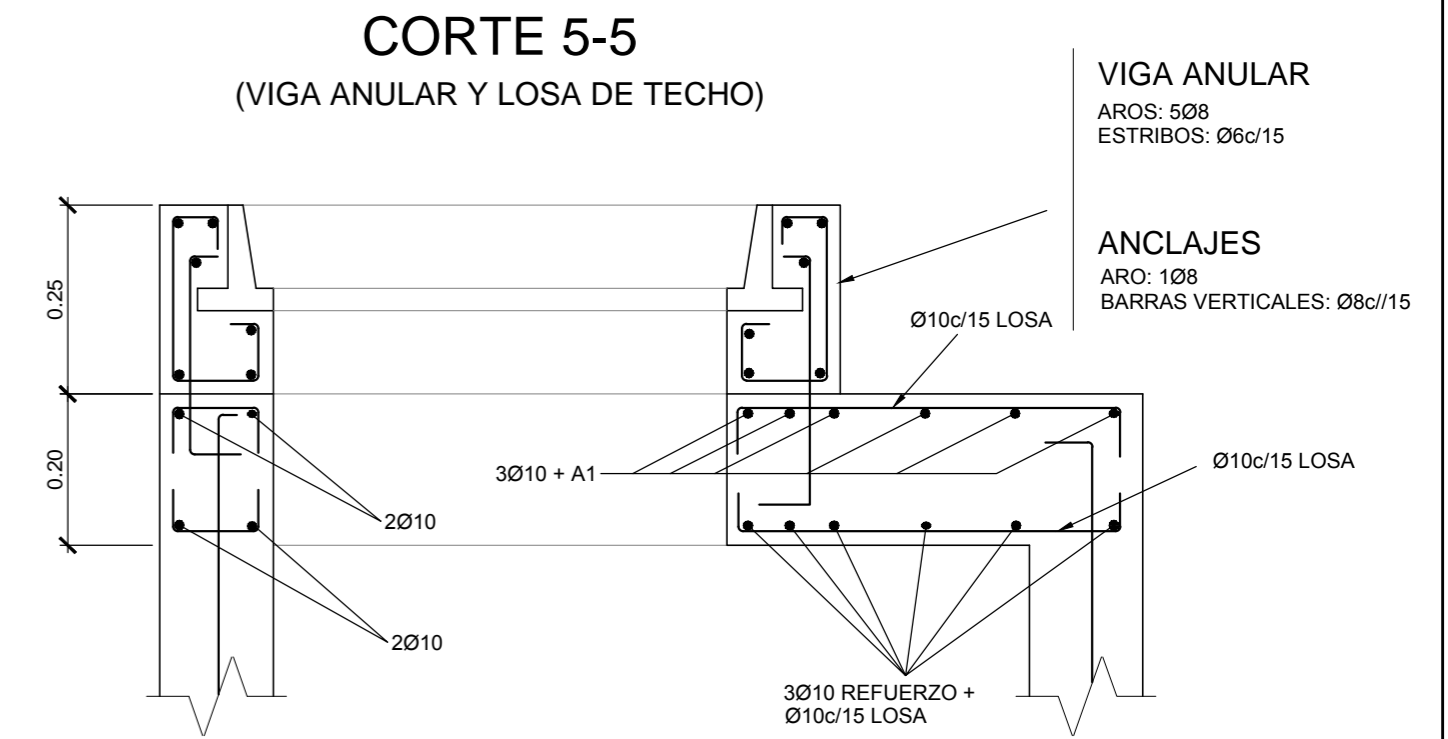
ESCALA: 1:10

CAMARA PARA LIMPIEZA DE 1.00m x 1.00m a 1.40m x 1.40m

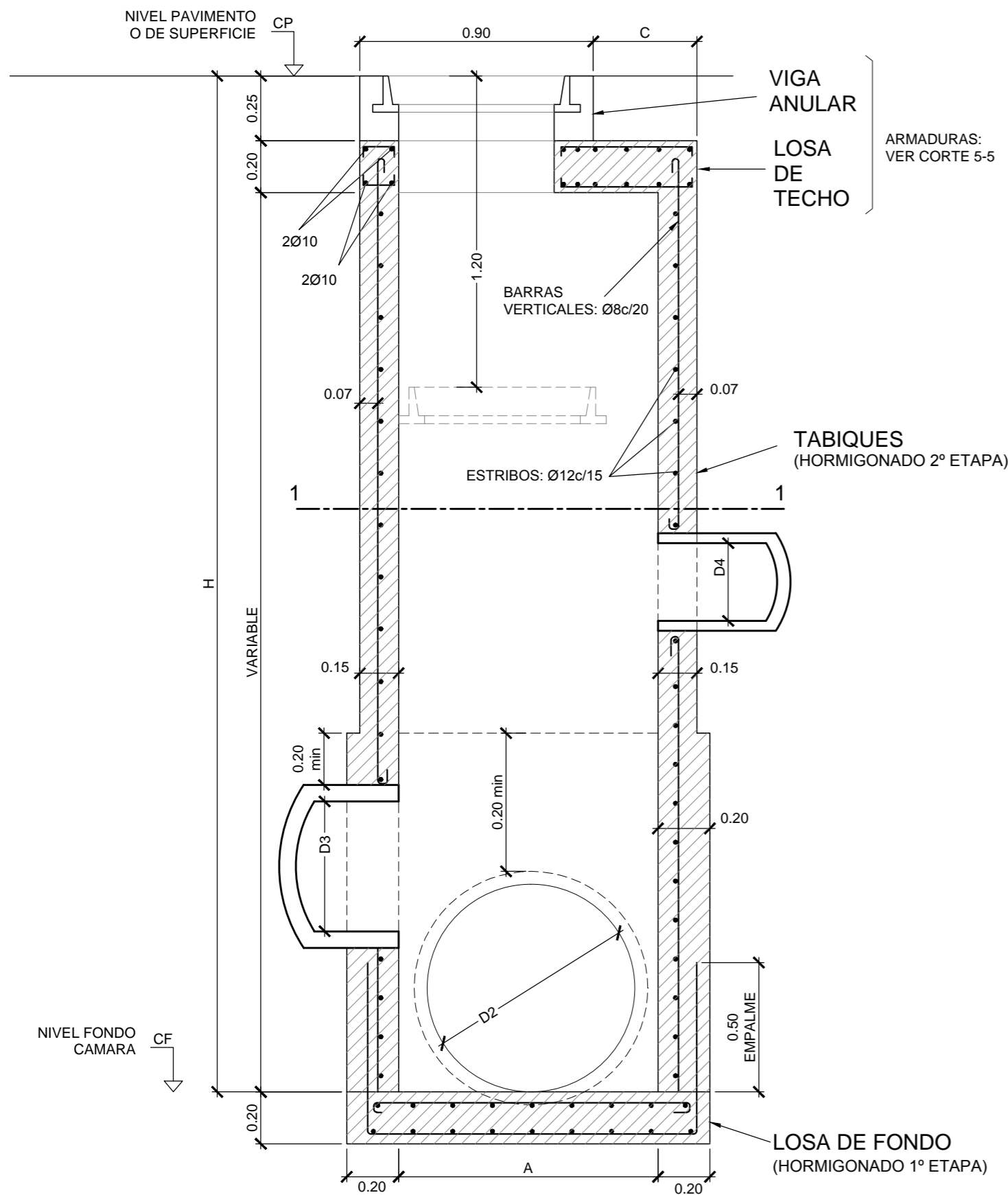
Escala 1:20



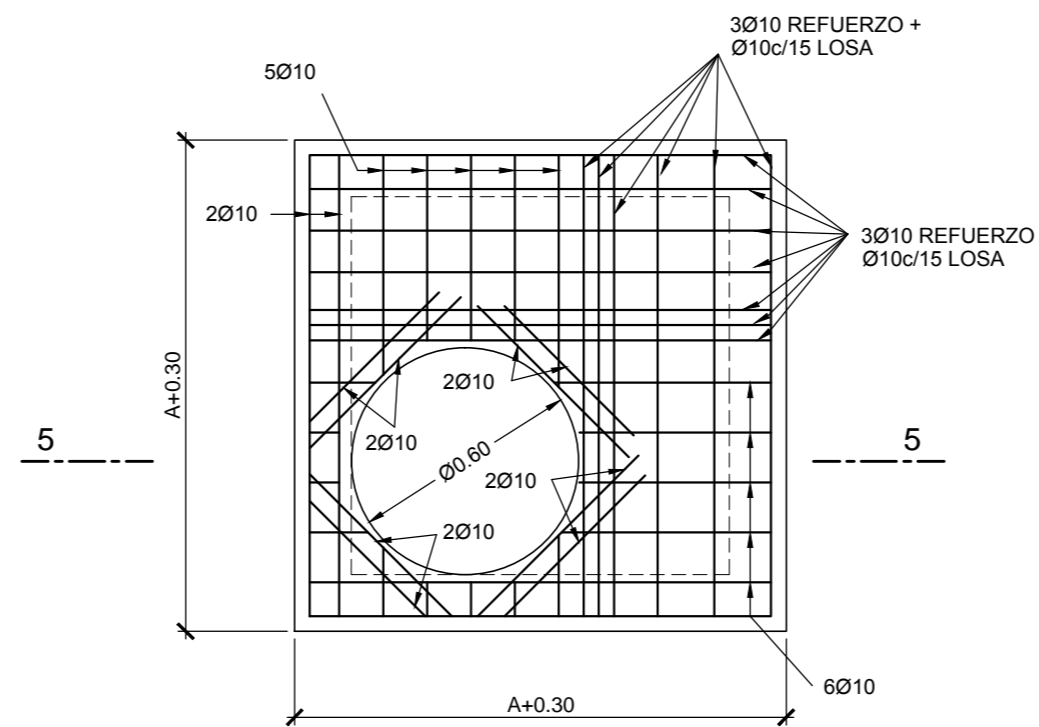
DIMENSIONES CAMARAS			
A (m)	C (m)	D1 (m) D2 (m) D3 (m)	D4 (m)
1.00	0.40	MAX: 0.80	MAX: 0.40
1.10	0.50	MAX: 0.90	MAX: 0.50
1.20	0.60	MAX: 1.00	MAX: 0.50
1.40	0.80	MAX: 1.20	MAX: 0.60



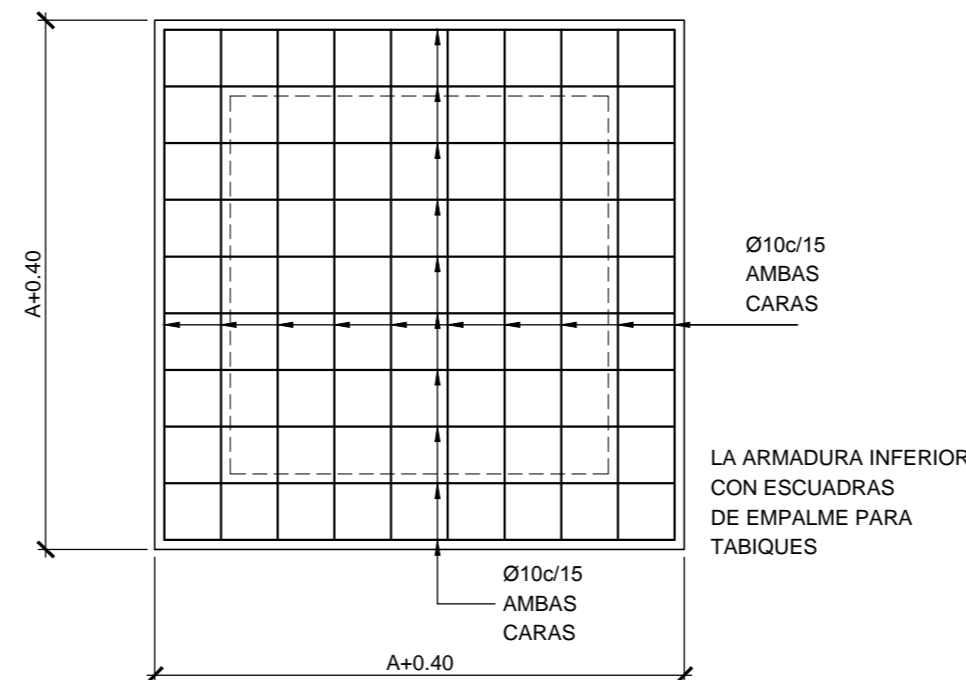
CORTE 2-2



LOSA DE TECHO (MALLAS INFERIOR Y SUPERIOR)

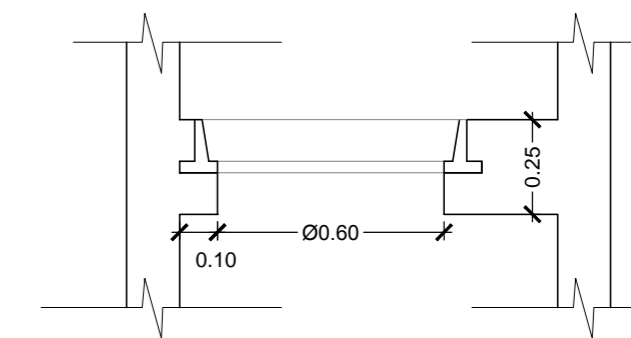


LOSA DE FONDO (MALLAS INFERIOR Y SUPERIOR)



ESCALA 1:10

TAPA INFERIOR



NOTAS

- MATERIALES: HORMIGON H-21 (CIRSOC 1982) CON AIRE INCORPORADO Y ACERO ADN-420
- LOS RECUBRIMIENTOS DE ARMADURA, QUE NO SE INDICAN, SERAN DE 0.03m
- LAS MEDIDAS LINEALES SE EXPRESAN EN METROS
- EL MARCO Y LA TAPA DE ACCESO SE AJUSTARAN AL DISEÑO DEL PLANO PT-148 O MRD-01 Y ESPECIFICACIONES TECNICAS CORRESPONDIENTES
- SE COLOCARA UNA TAPA INFERIOR O DE SEGURIDAD, CUANDO CP-CF > 4.00m. SE UBICARA A UNA DISTANCIA CP-1.20m. EN ESTE CASO, LAS ACOMETIDAS DEBERAN HACERSE POR DEBAJO DE LA MISMA
- SI LA LOSA DE TECHO DE LA CAMARA SE PREFABRICARA SEPARADAMENTE, DEBE COLOCARSE UN MORTERO DE ASIENTO Y NIVELACION ENTRE AMBOS ELEMENTOS
- EN CASO QUE LAS ACOMETIDAS SE EJECUTEN POSTERIORMENTE, SE DEJARA PREVISTO EL HUECO COLOCANDO UN TROZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO O SIMILAR DEL MISMO DURANTE EL HORMIGONADO. LUEGO DE COLOCADO LA CAÑERIA QUE ACOMETE, SE RELLENARA LA JUNTA DE UNION CON UN GROUTING O MORTERO LIQUIDO

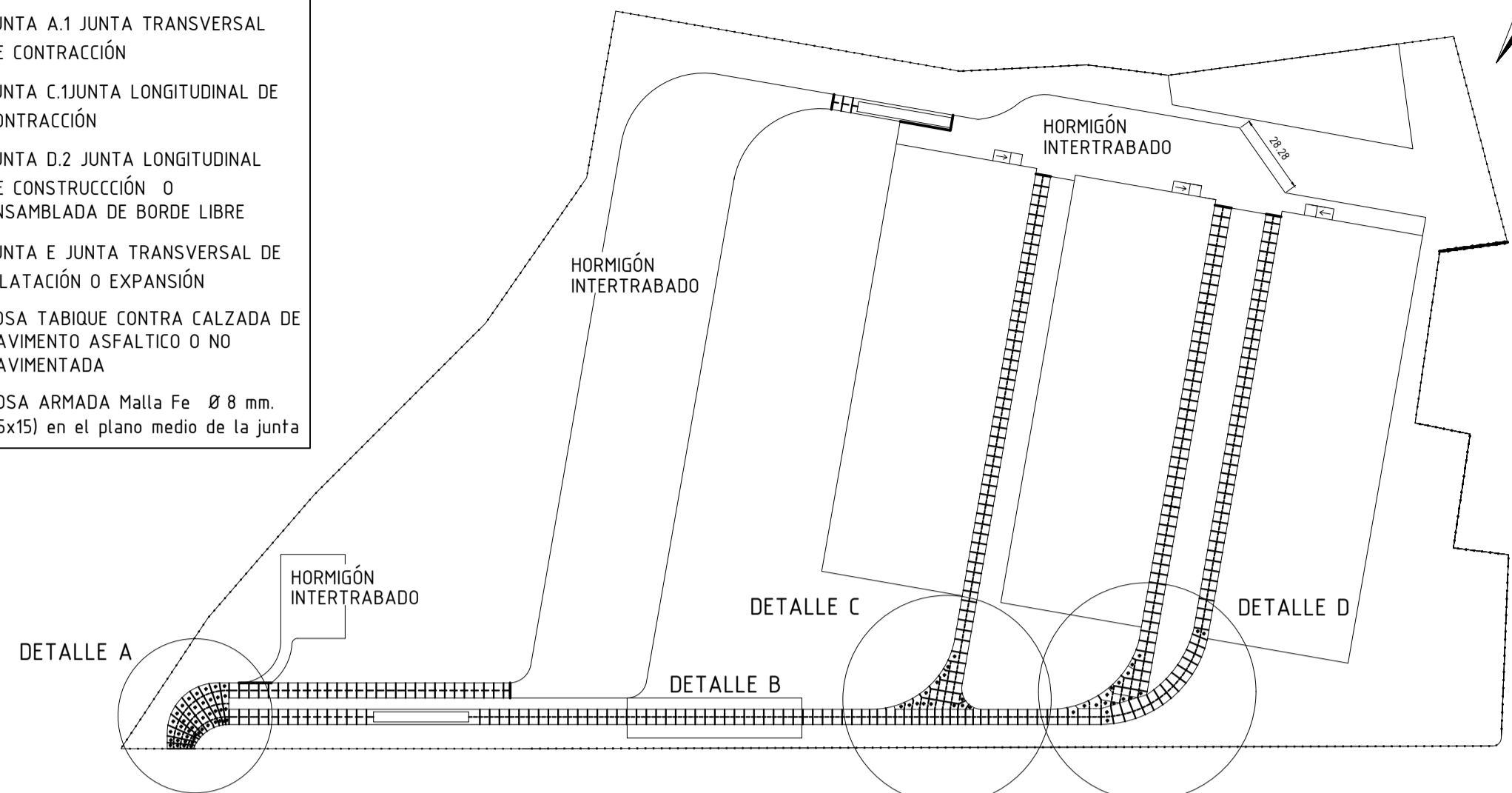
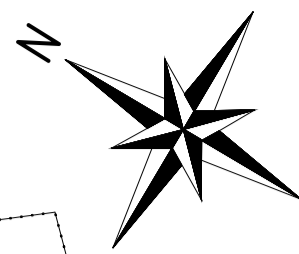
<p>Municipalidad de Rosario Secretaría de Obras Públicas</p>	<p>Plano Tipo Cámara de Limpieza para Conductos Prefabricados H° y PVC</p>		<p>PT 135-M3</p>
	<p>Dirección General de Hidráulica</p>		<p>Revisión: Fecha: ABRIL-2023</p>
	<p>Dirección de Proyectos de Hidráulica</p>		<p>Escala: varias Distrito:</p>
	<p>Director DPH Ing. M. Chirichigno</p>	<p>Sub Director DGH Inga. F. Cambria</p>	<p>Directora DGH Inga. M. Palazzo</p>

NOTAS:
 - Medidas en metros
 - Niveles referidos al +0 IGN

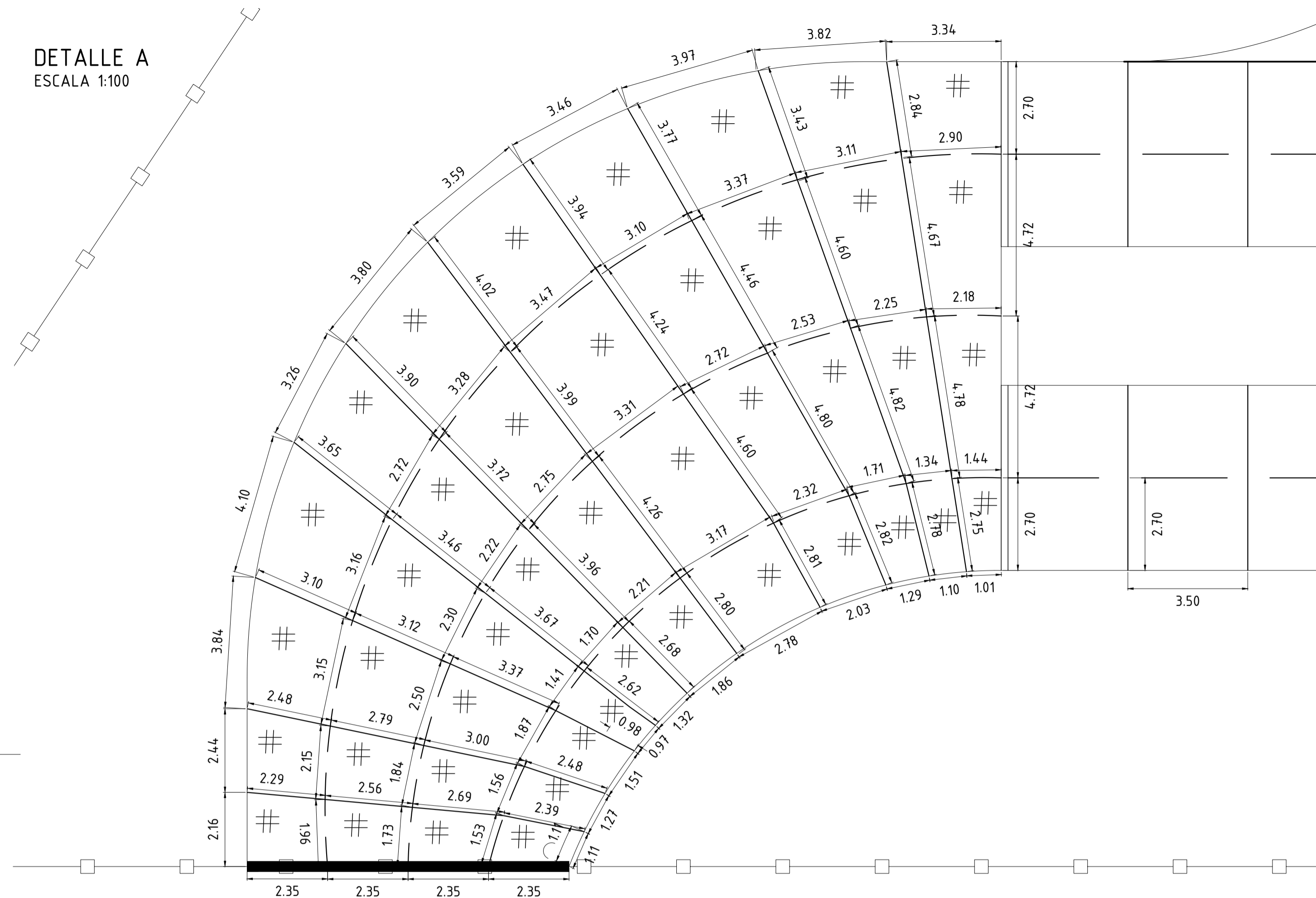
REFERENCIAS:

- JUNTA A.1 JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN
- - - JUNTA C.1 JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCIÓN
- - - JUNTA D.2 JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN O ENSAMBLADA DE BORDE LIBRE
- JUNTA E JUNTA TRANSVERSAL DE DILATACIÓN O EXPANSIÓN
- LOSA TABIQUE CONTRA CALZADA DE PAVIMENTO ASFALTICO O NO PAVIMENTADA
- # LOSA ARMADA Malla Fe Ø 8 mm. (15x15) en el plano medio de la junta

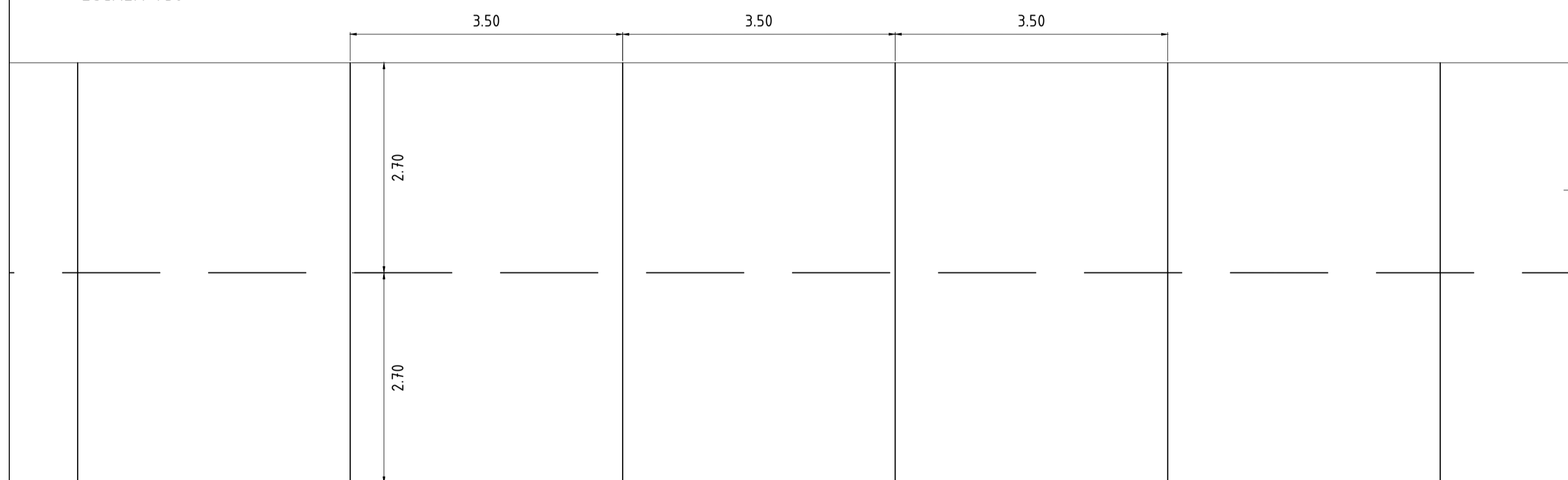
PLANTA
 ESCALA 1:2000



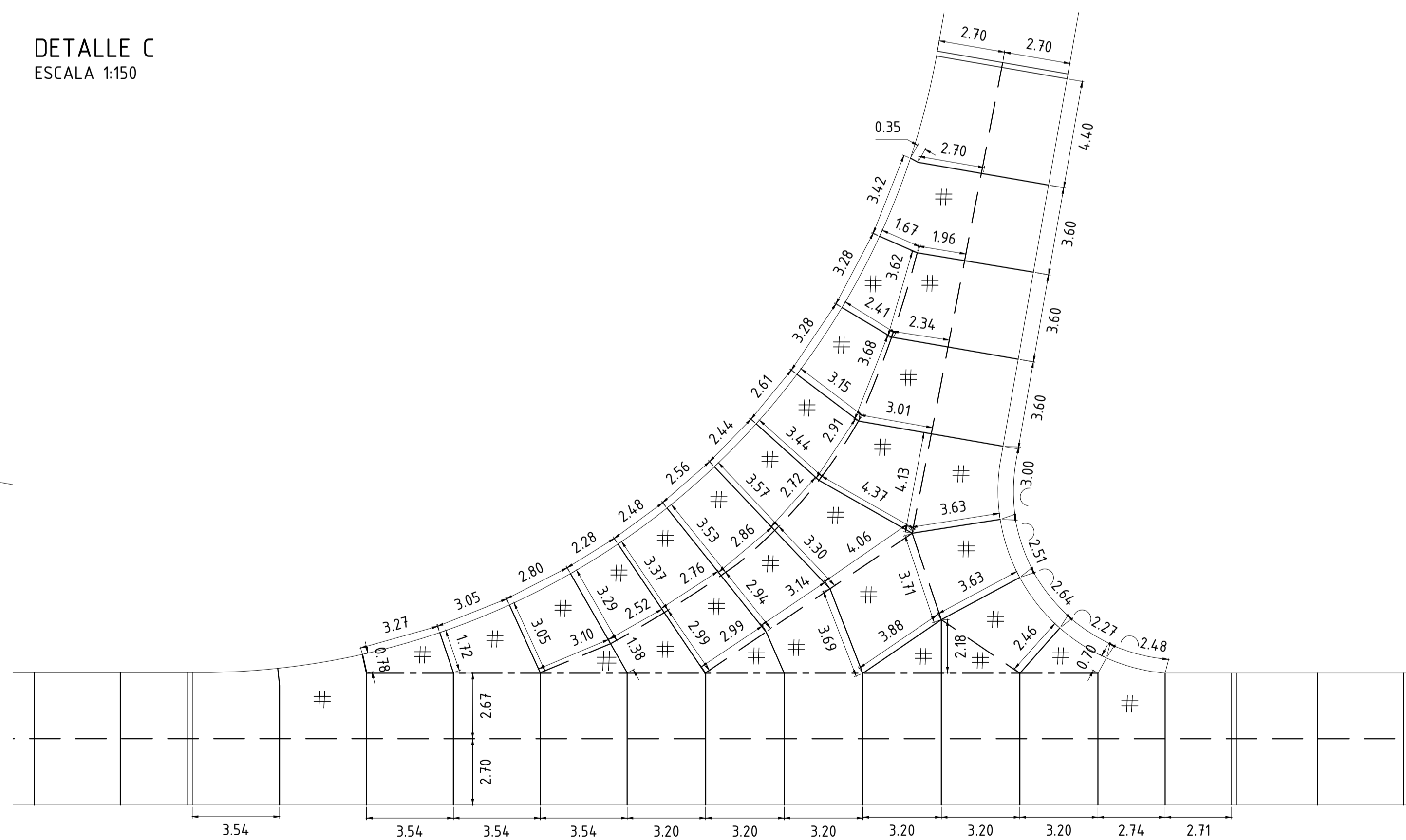
DETALLE A
 ESCALA 1:100



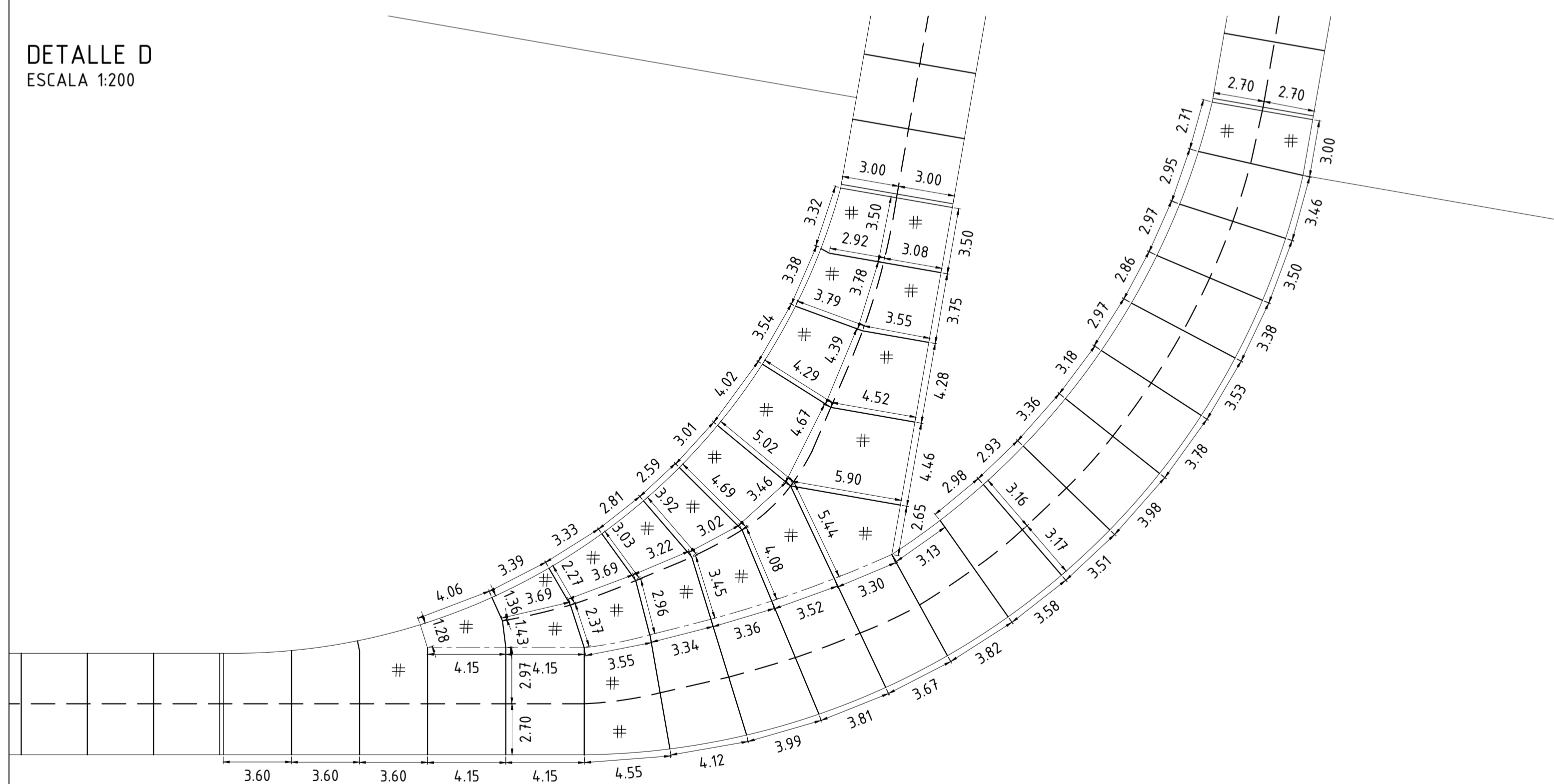
DETALLE B
 ESCALA 1:50





DETALLE C
 ESCALA 1:150



DETALLE D
 ESCALA 1:200



		PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			
OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		PLANO: DISEÑO DE JUNTAS DE PAVIMENTO RÍGIDO		INTEGRANTES: ESCANDELL, JUANA GRIGERA, MIGUEL MARELLI, LOURDES	
PLANO N°: 03.6	REVISIÓN: 02	FECHA: 18/02/2025 ESCALA: VARIAS (DETALLADO EN PLANO)			

NOTAS:

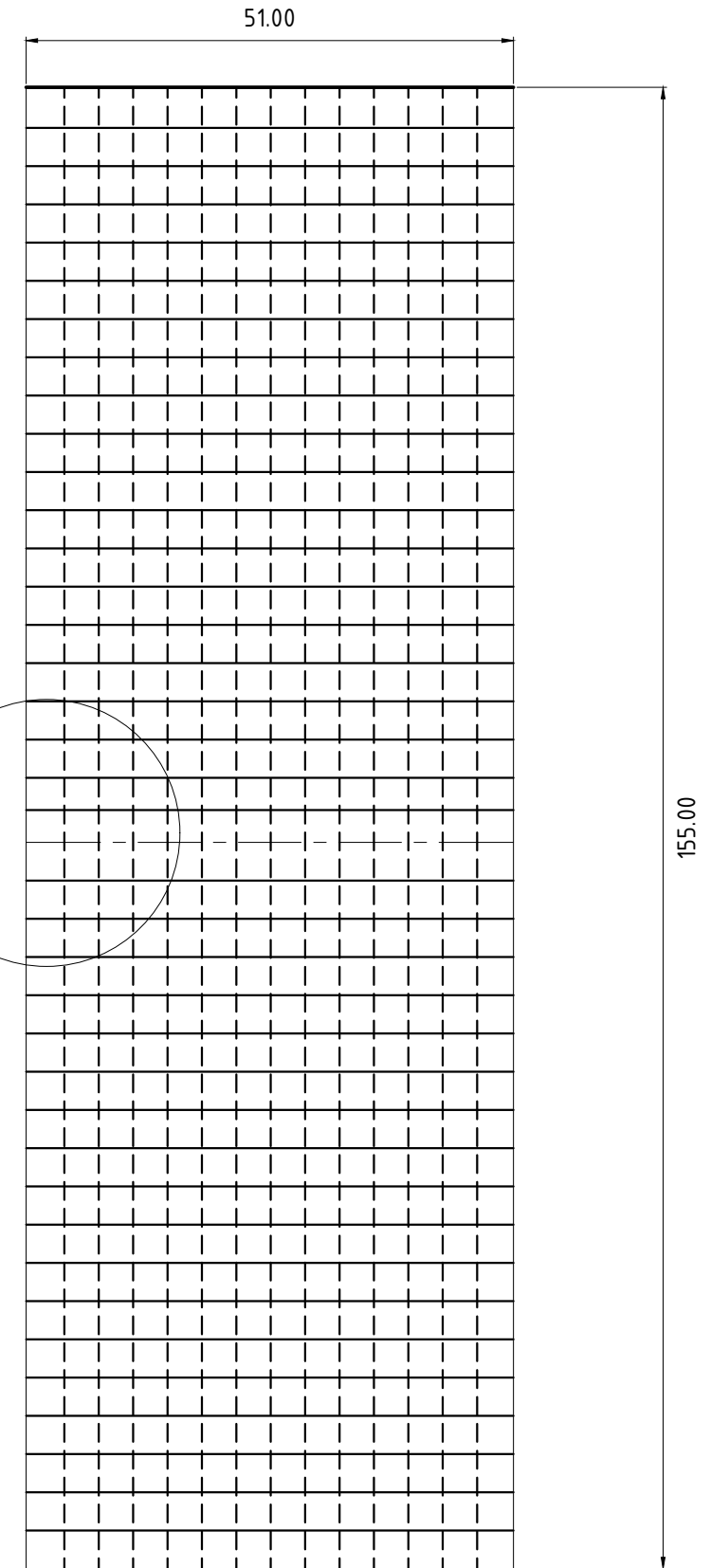
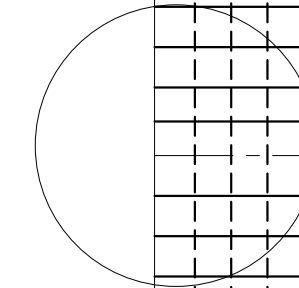
- Medidas en metros
- Niveles referidos al +0 IGN

REFERENCIAS:

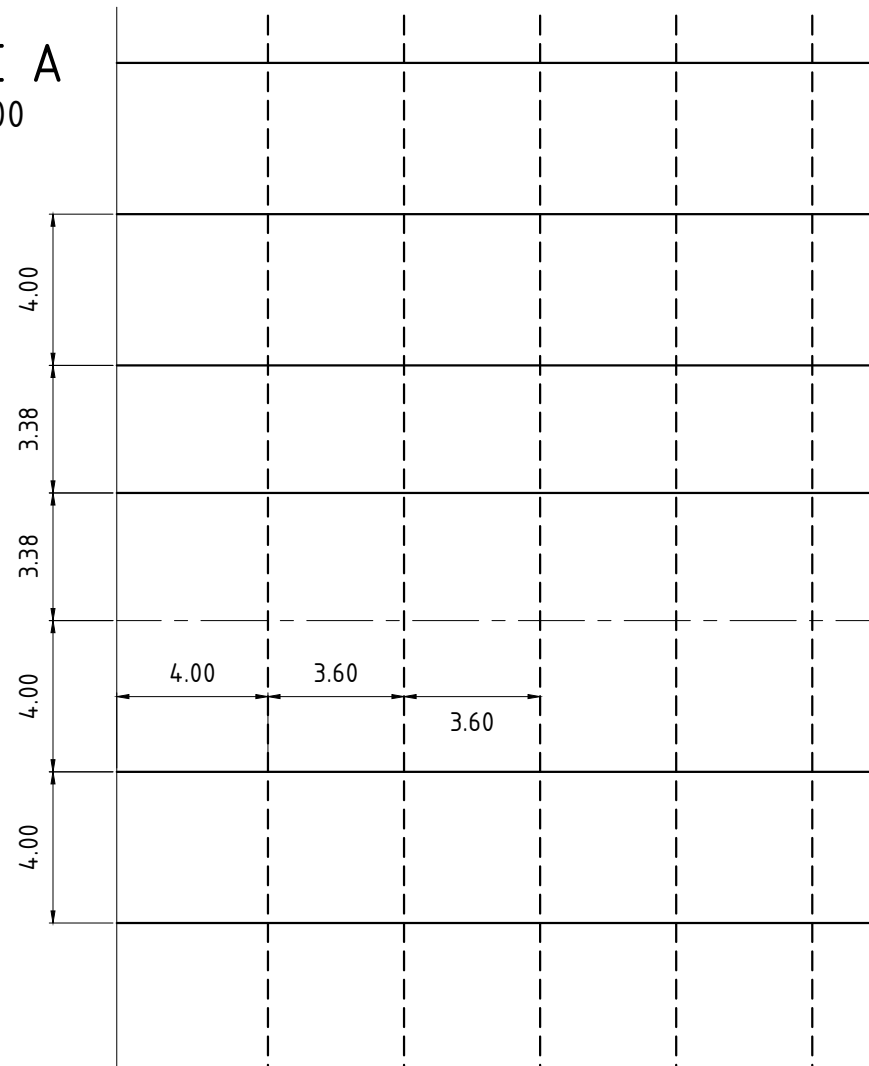
- JUNTA A.1 JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN
- - - JUNTA C.1 JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCIÓN
- - - JUNTA D.2 JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN O ENSAMBLADA DE BORDE LIBRE
- ==== JUNTA E JUNTA TRANSVERSAL DE DILATACIÓN O EXPANSIÓN
- LOSA TABIQUE CONTRA CALZADA DE PAVIMENTO ASFALTICO O NO PAVIMENTADA
- # LOSA ARMADA Malla Fe Ø 8 mm. (15x15) en el plano medio de la junta



PLANTA PAVIMENTO CELDA
ESCALA 1:750

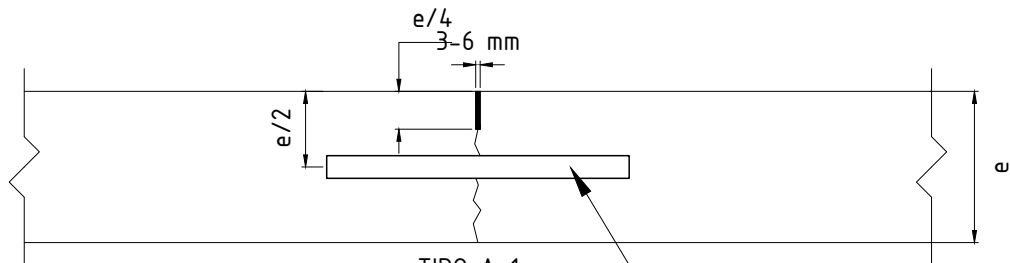
DETALLE A



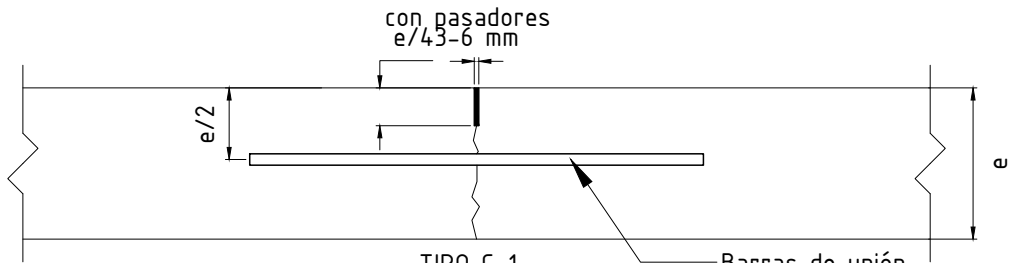
DETALLE A
ESCALA 1:200



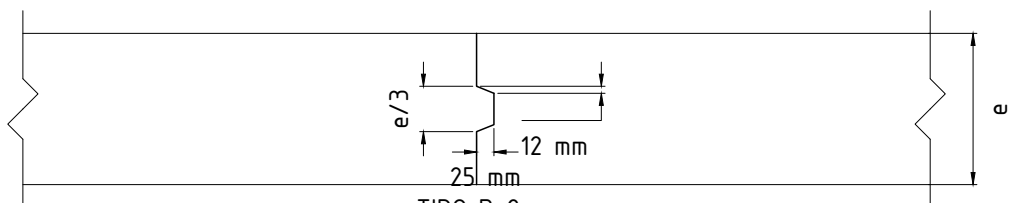
		<p>PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO</p>		
OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO			INTEGRANTES:	
PLANO: DISEÑO DE JUNTAS DE PAVIMENTO RÍGIDO			ESCANDELL, JUANA GRIGERA, MIGUEL MARELLI, LOURDES	
PLANO N°: 03.7	REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025		
		ESCALA: VARIAS (DETALLADO EN PLANO)		



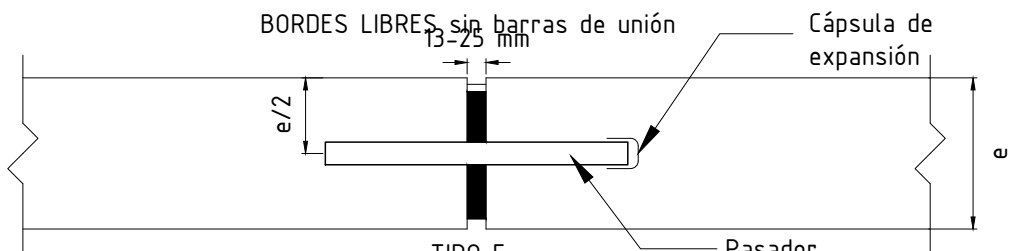
TIPO A-1
JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN



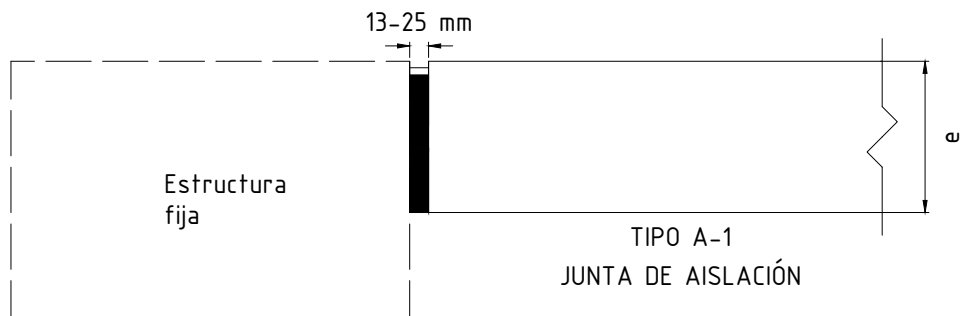
TIPO C-1
JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCIÓN
con barras de unión



TIPO D-2
JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN O ENSAMBLADA DE
BORDES LIBRES sin barras de unión



TIPO E
JUNTA TRANSVERSAL DE DILATACIÓN O EXPANSIÓN



TIPO A-1
JUNTA DE AISLACIÓN



PROYECTO IV

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO



OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO

PLANO: PLANO DE DETALLE - DISEÑO DE JUNTAS

INTEGRANTES:

ESCANDELL, JUANA
GRIGERA, MIGUEL
MARELLI, LOURDES

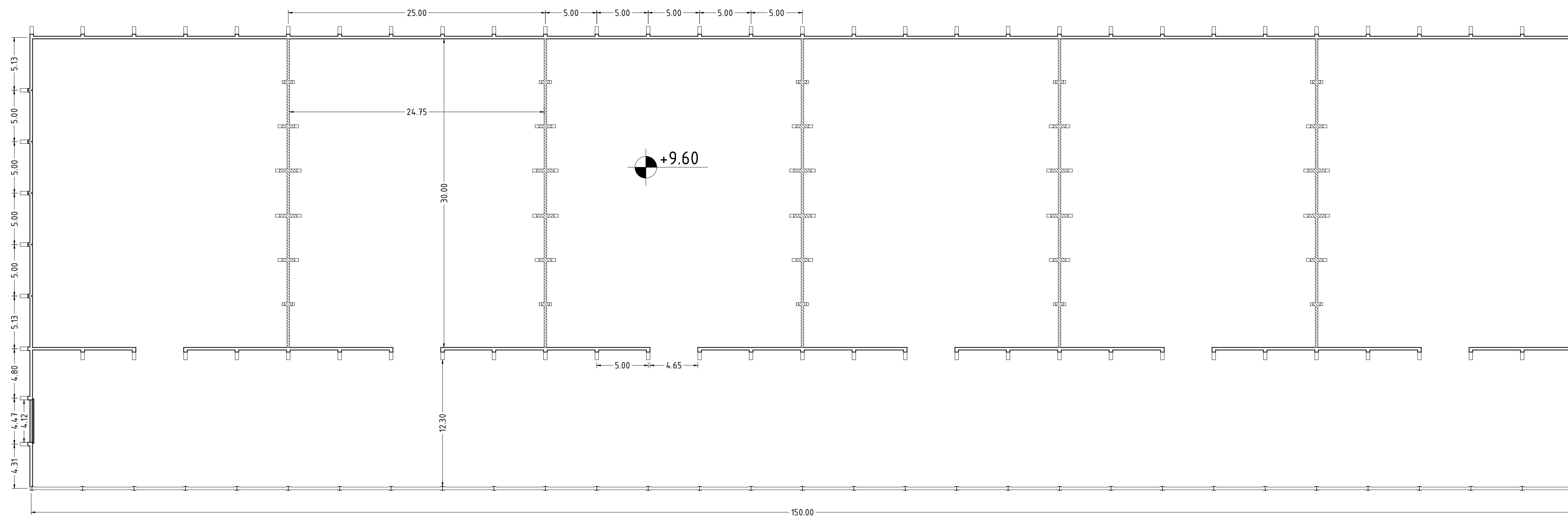
PLANO N°:
03.8

REVISIÓN:
01

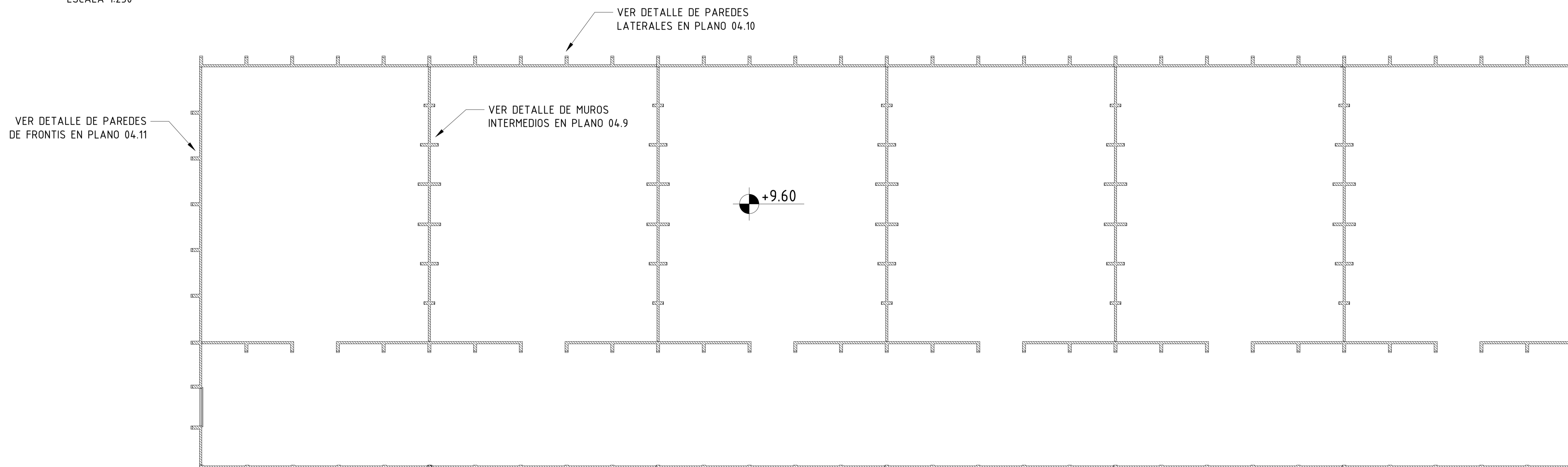
FECHA: 30/01/2025

ESCALA: 1:10

VISTA A-A
ESCALA 1:250

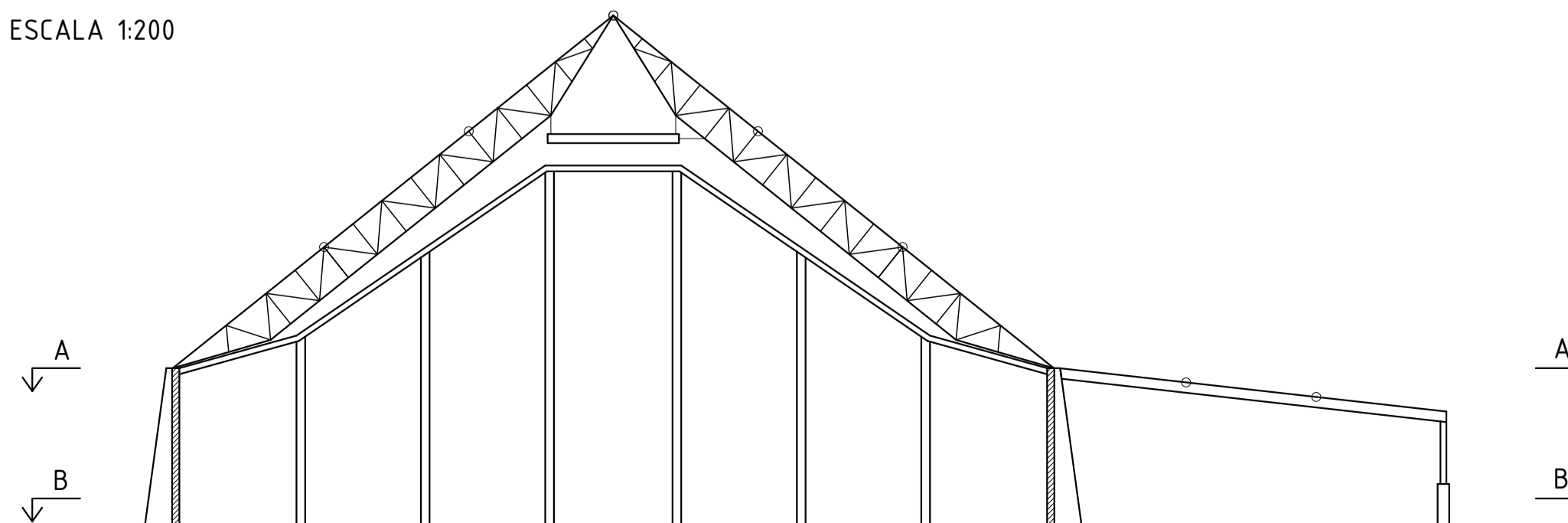




VISTA B-B
ESCALA 1:250

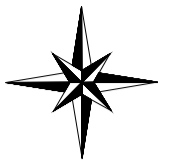


NOTAS:
- Medidas en metros
- Niveles referidos al +0 IGN

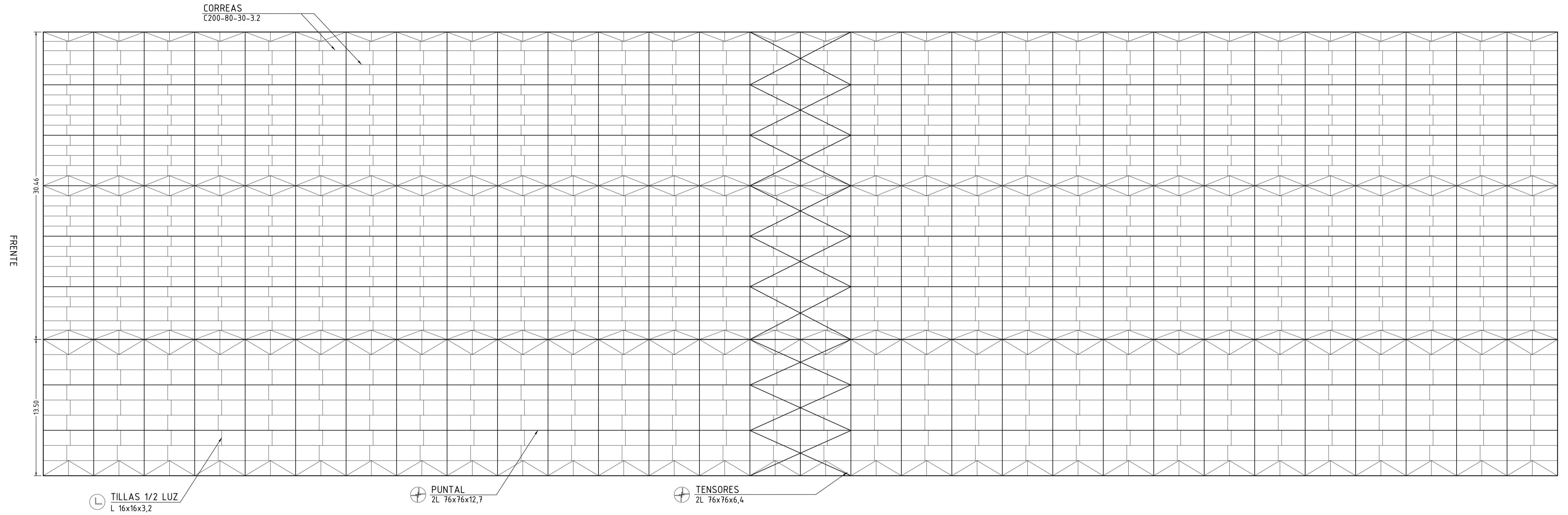
ESCALA 1:200



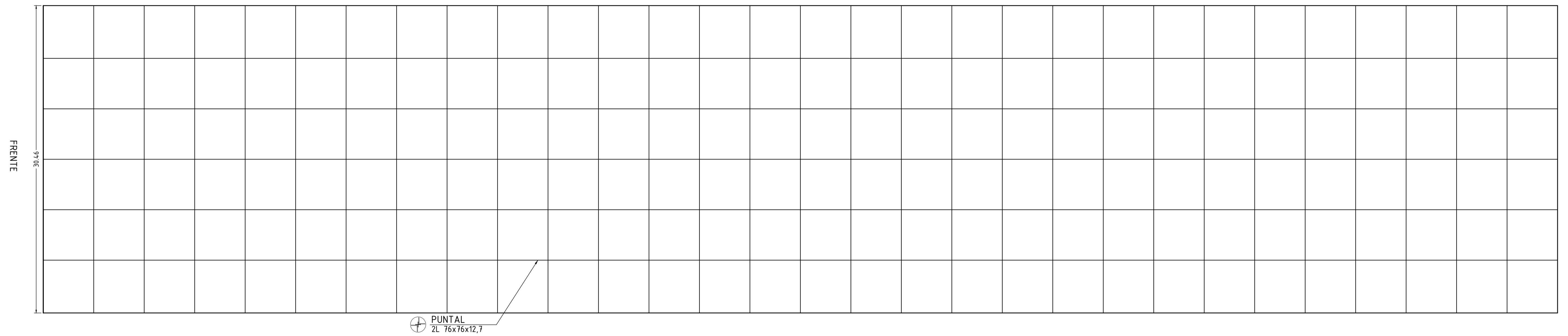
		PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
		OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		
PLANO N°: 04.1		REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025 ESCALA: VARIAS (DETALLADO EN EL PLANO)	




PLANTA DE TECHO CELDA Y PASILLO
ESCALA 1:200



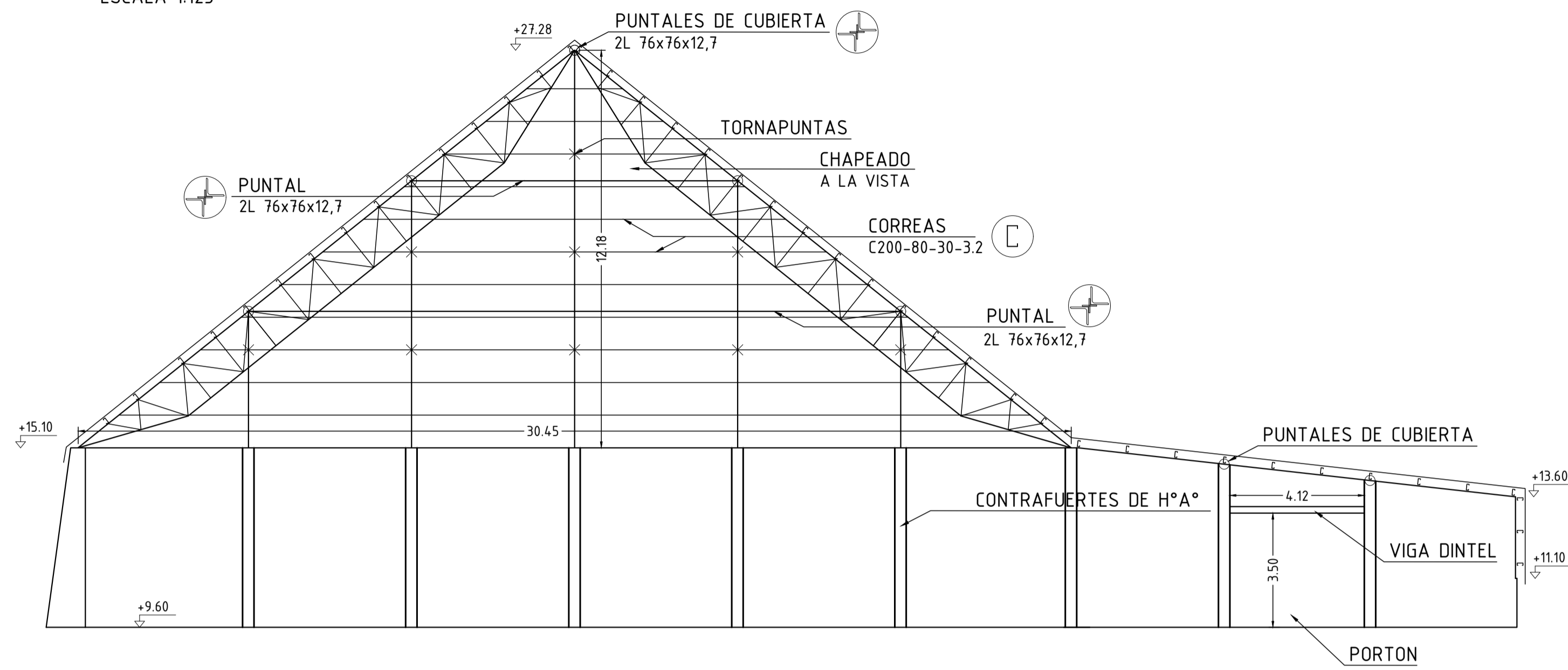
PLANTA CORDON INFERIOR CELDA
ESCALA 1:200



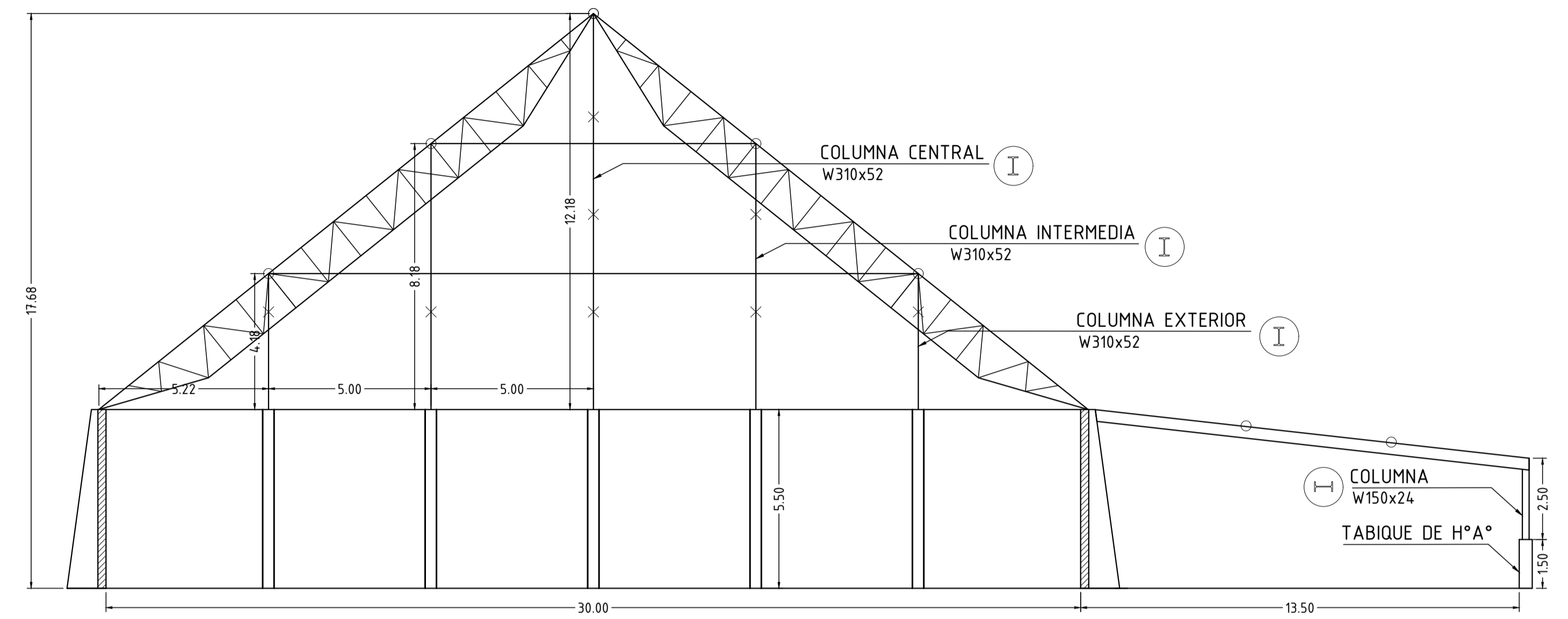
NOTAS:
- Medidas en metros

		PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
		OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		
PLANO: PLANTA DE TECHO		PLANO N°: 04.2	REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025 ESCALA: 1:200

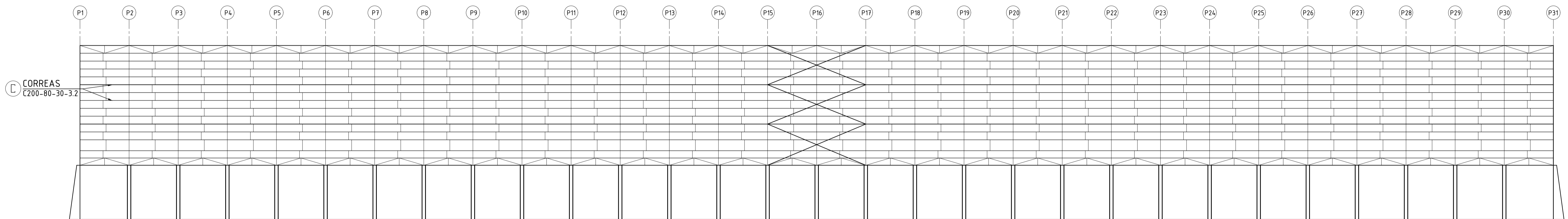
VISTA FRENTE Y CONTRAFRENTE
ESCALA 1:125



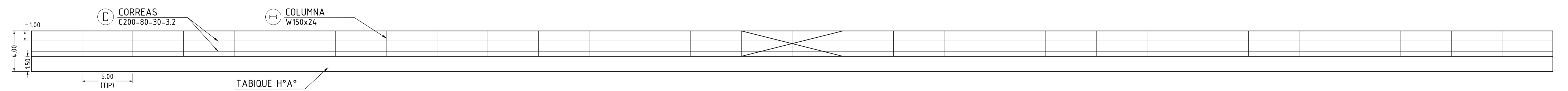
ESTRUCTURA FRENTE Y CONTRAFRENTE
ESCALA 1:125





VISTA LATERAL OESTE
ESCALA 1:200



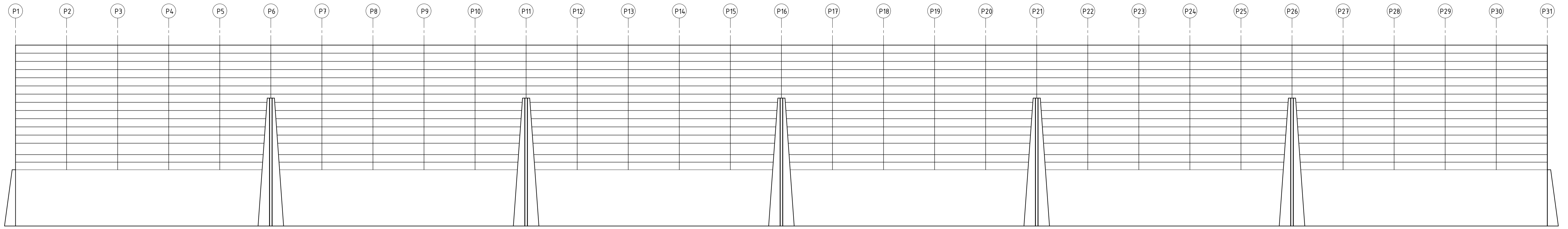
VISTA LATERAL ESTE
ESCALA 1:200



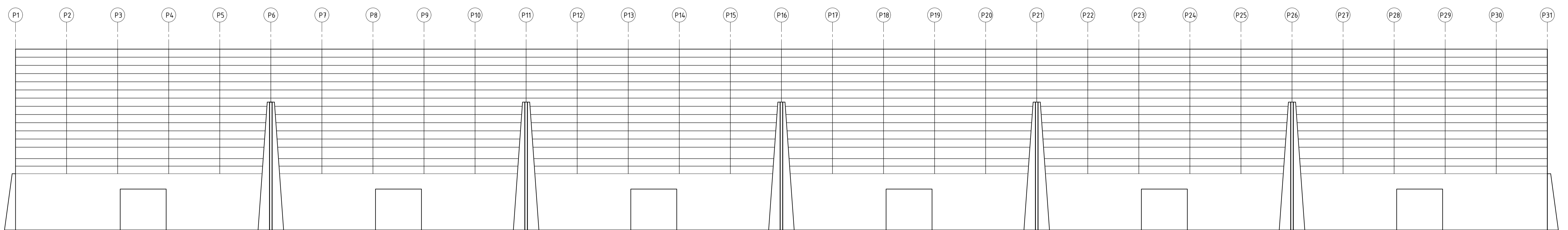
NOTAS:
- Medidas en metros
- Niveles referidos al +0 IGN
REFERENCIAS:
- P: Pórtico

 PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		INTEGRANTES: ESCANDELL, JUANA GRIGERA, MIGUEL MARELLI, LOURDES
PLANO: VISTAS FRONTALES Y LATERALES		
PLANO N°: 04.3	REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025 ESCALA: VARIAS (DETALLADO EN EL PLANO)

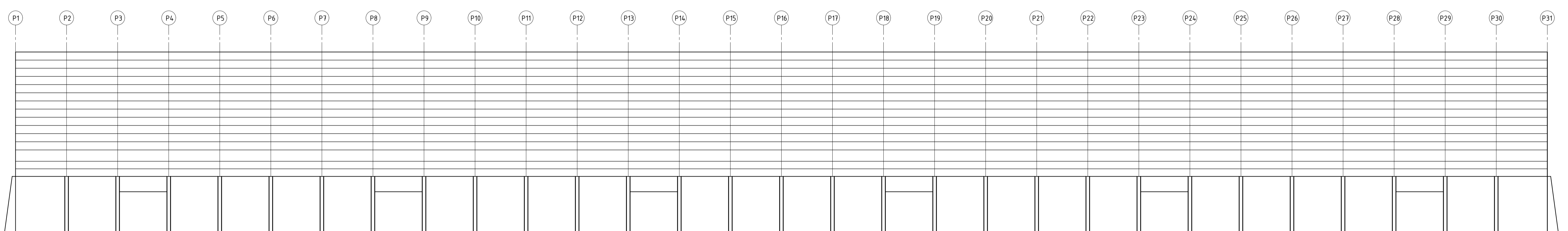
CORTE LONGITUDINAL A-A
ESCALA 1:200



CORTE LONGITUDINAL B-B
ESCALA 1:200

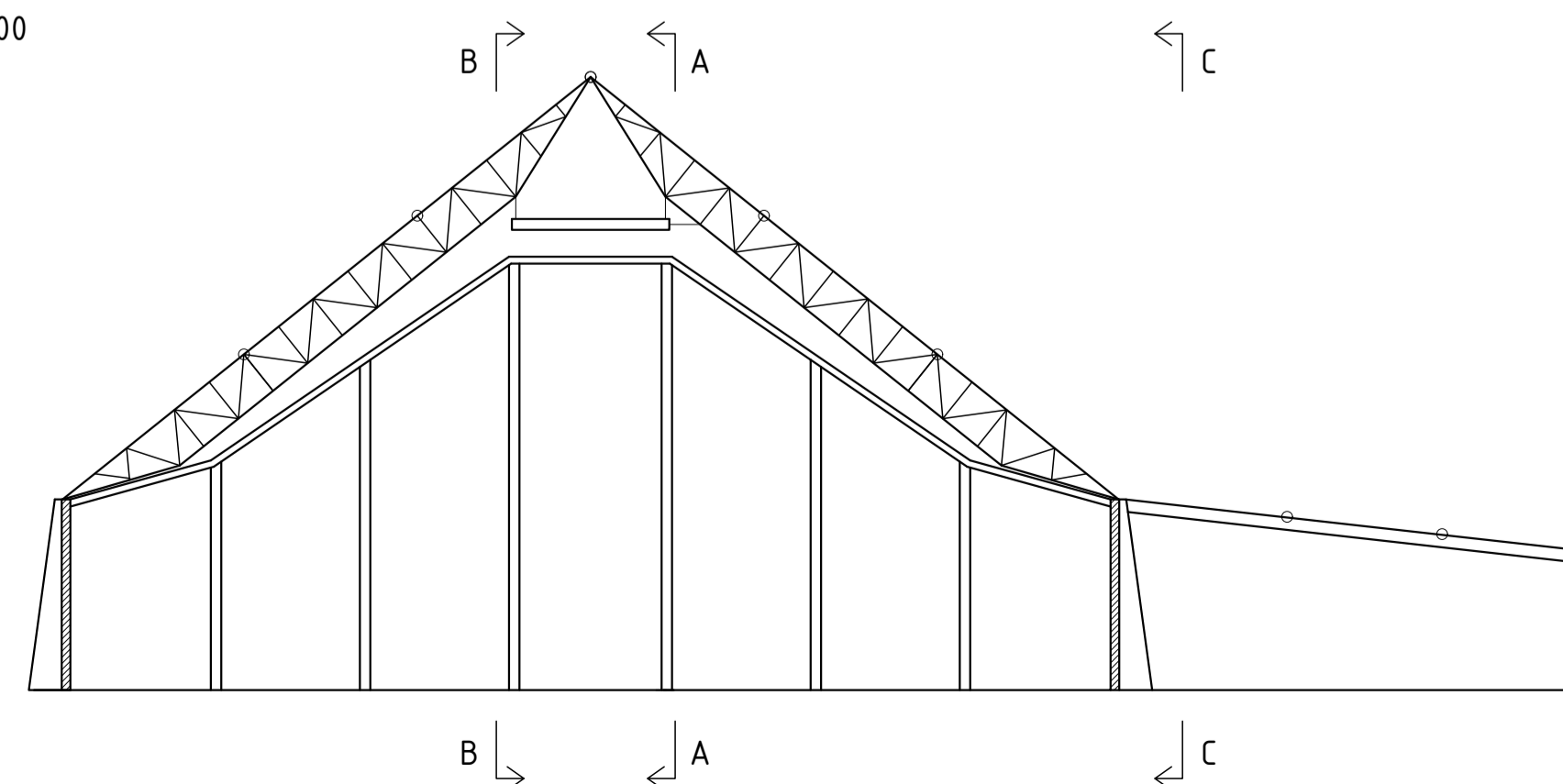




CORTE LONGITUDINAL C-C
ESCALA 1:200



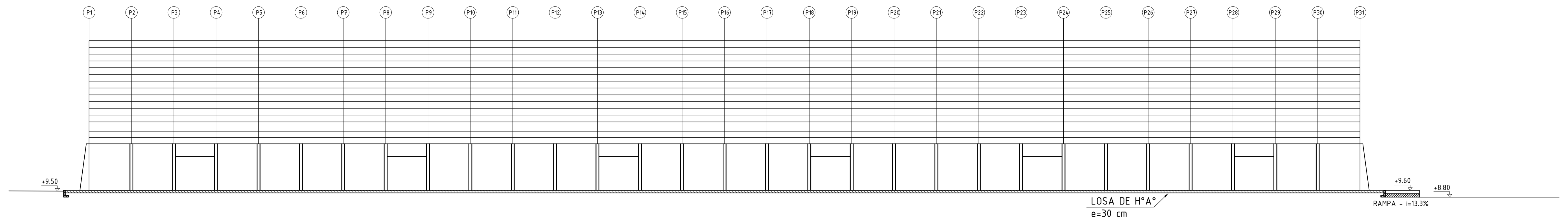
NOTAS:
- Medidas en metros
REFERENCIAS:
- P: Pórtico

ESCALA 1:200

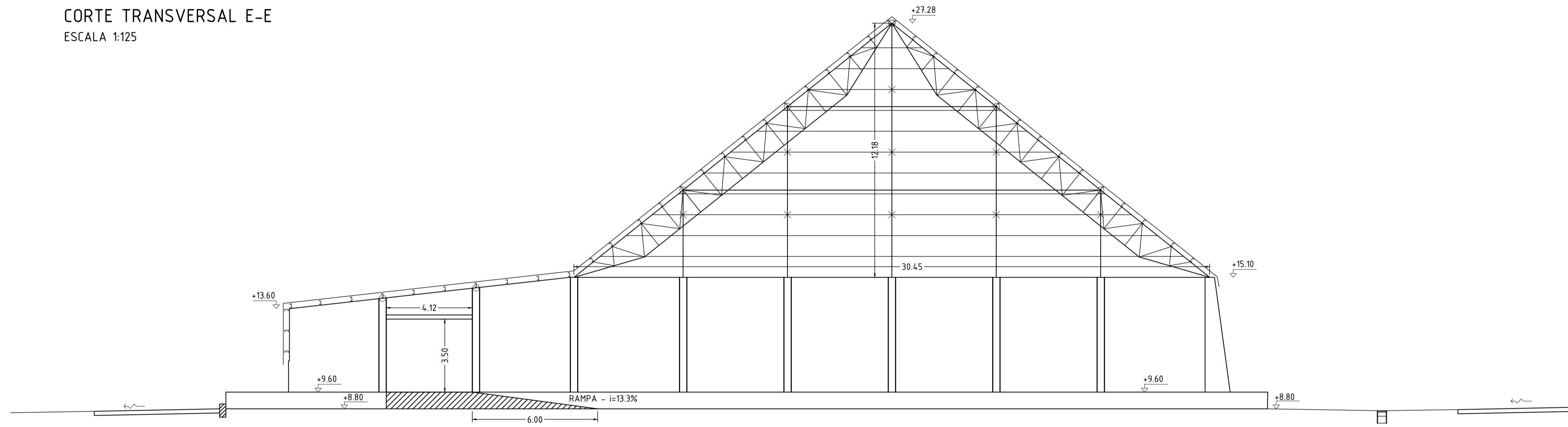


		PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
		OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		
PLANO N°: 04.4		REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025 ESCALA: 1:200	

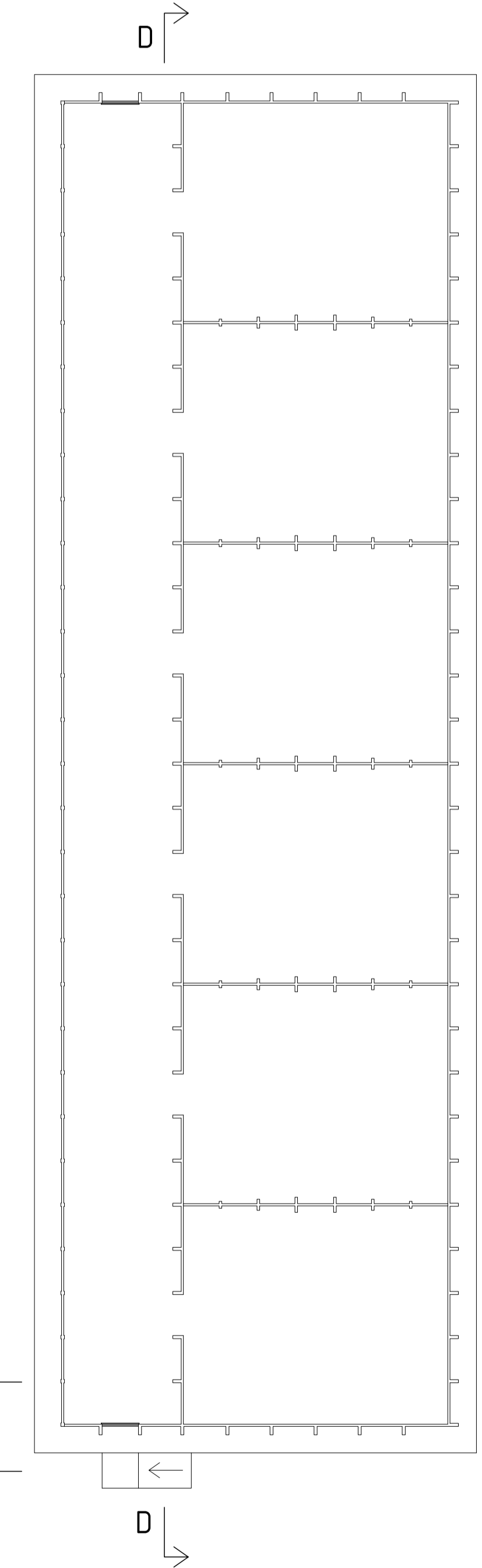
CORTE LONGITUDINAL D-D
ESCALA 1:250



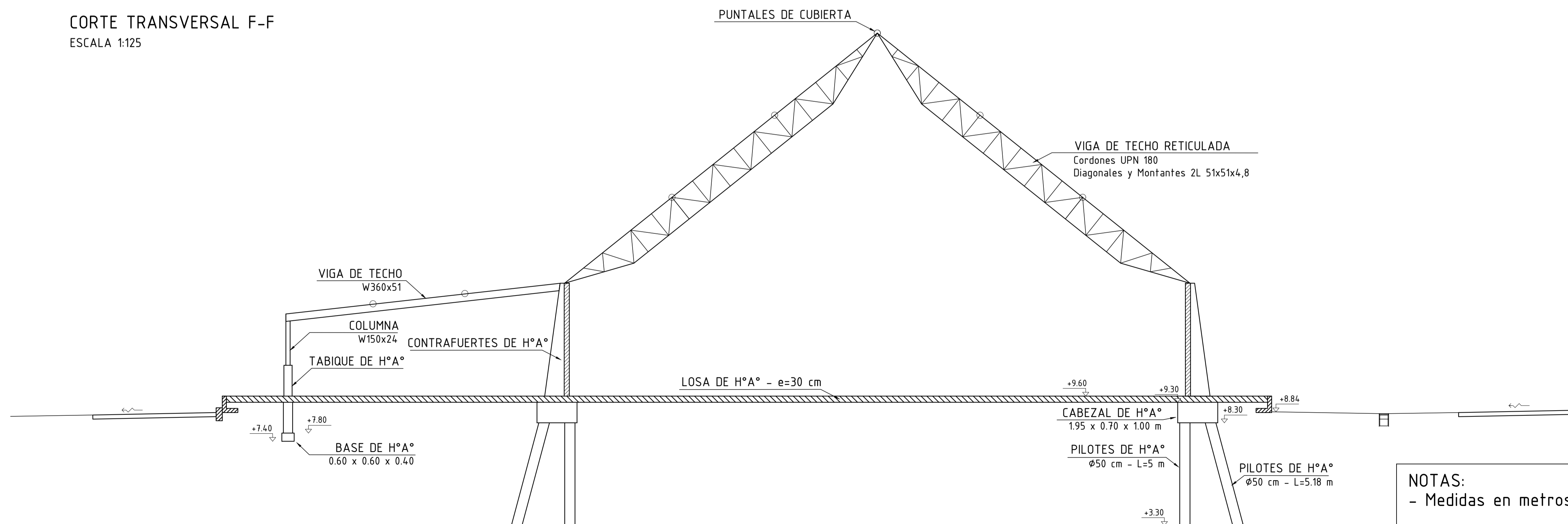
CORTE TRANSVERSAL E-E
ESCALA 1:125




ESCALA 1:500



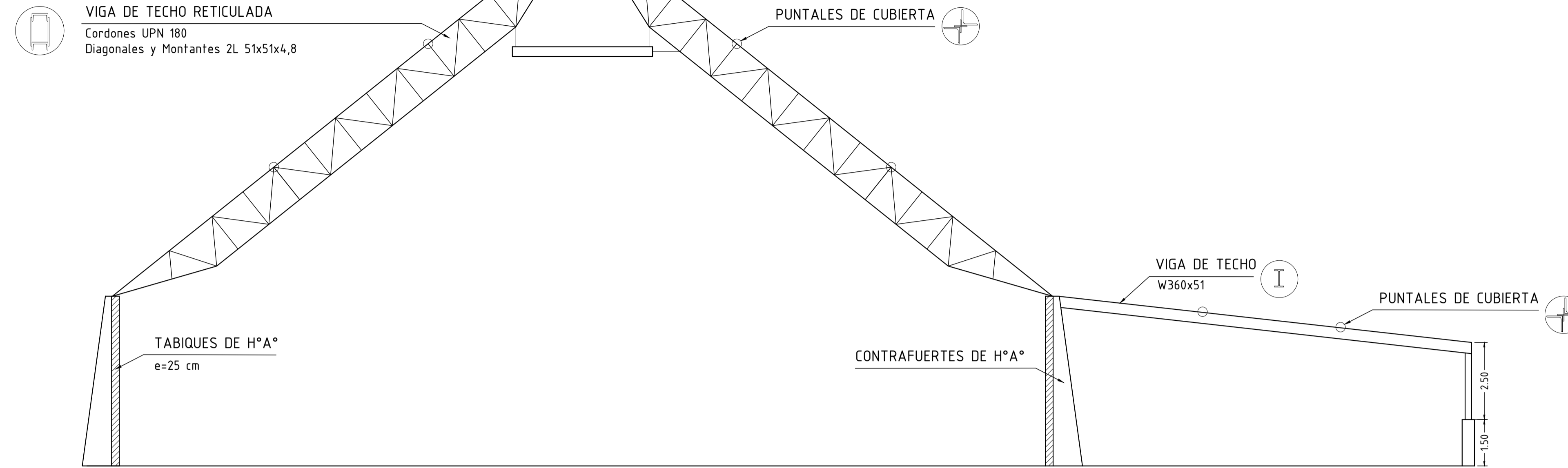
CORTE TRANSVERSAL F-F
ESCALA 1:125



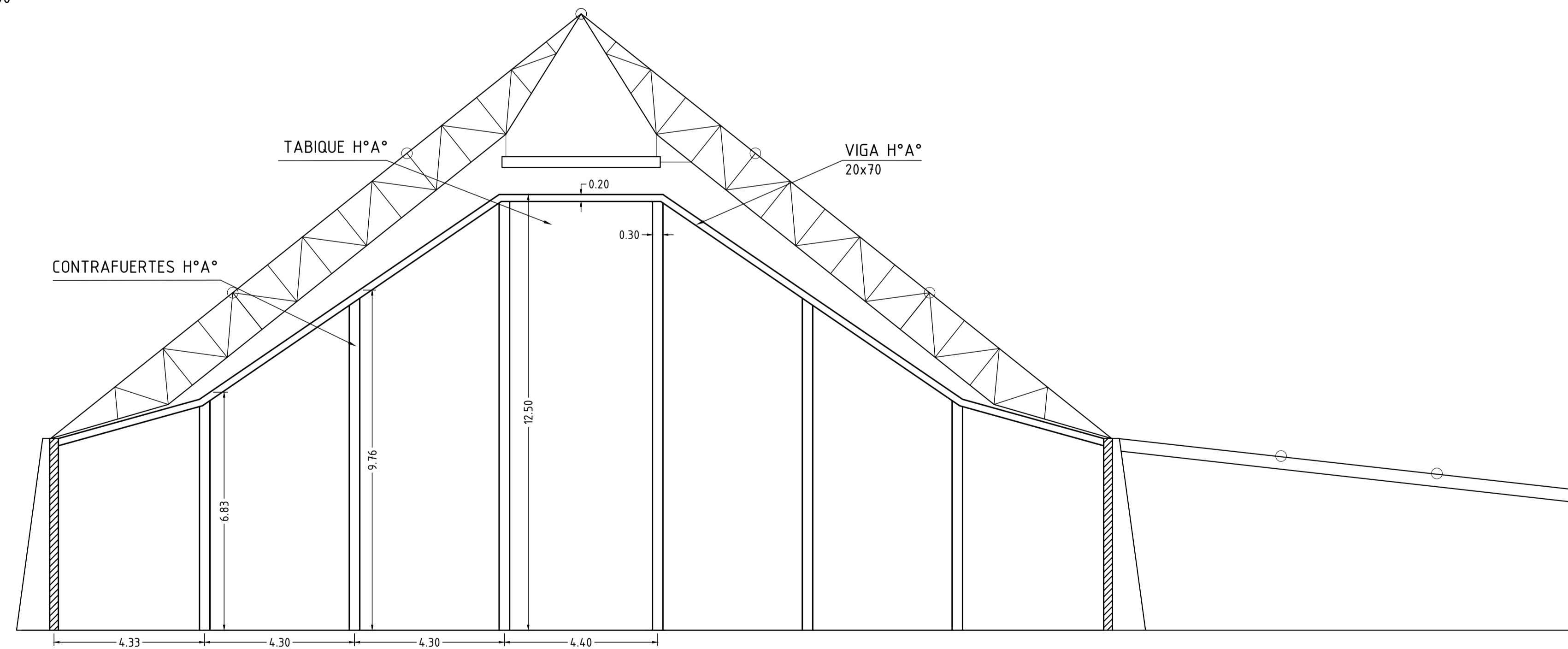
NOTAS:
- Medidas en metros
REFERENCIAS:
- P: Pórtico

 PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO			
OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		INTEGRANTES: ESCANDELL, JUANA GRIGERA, MIGUEL MARELLI, LOURDES	
PLANO N°: 04.5		REVISIÓN: 01	
FECHA: 30/01/2025		ESCALA: VARIAS (DETALLADO EN EL PLANO)	



PORTICO PRINCIPAL
ESCALA 1:100



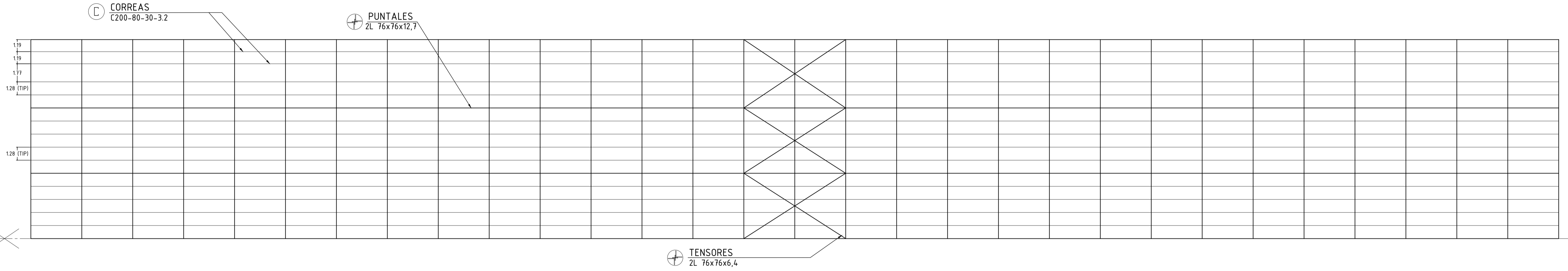
CORTE TRANSVERSAL
ESCALA 1:100



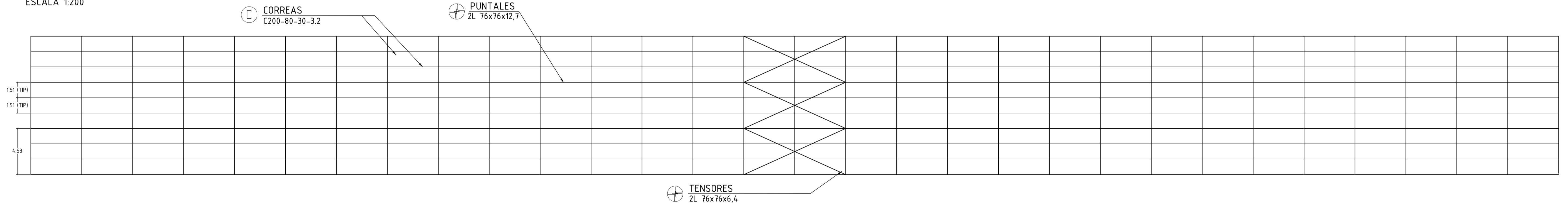
NOTAS:
- Medidas en metros

		PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
		OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		
PLANO: CORTES TRANSVERSALES		PLANO N°: 04.6	REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025 ESCALA: 1:100

VISTA DE TECHO D-D
 ESCALA 1:200

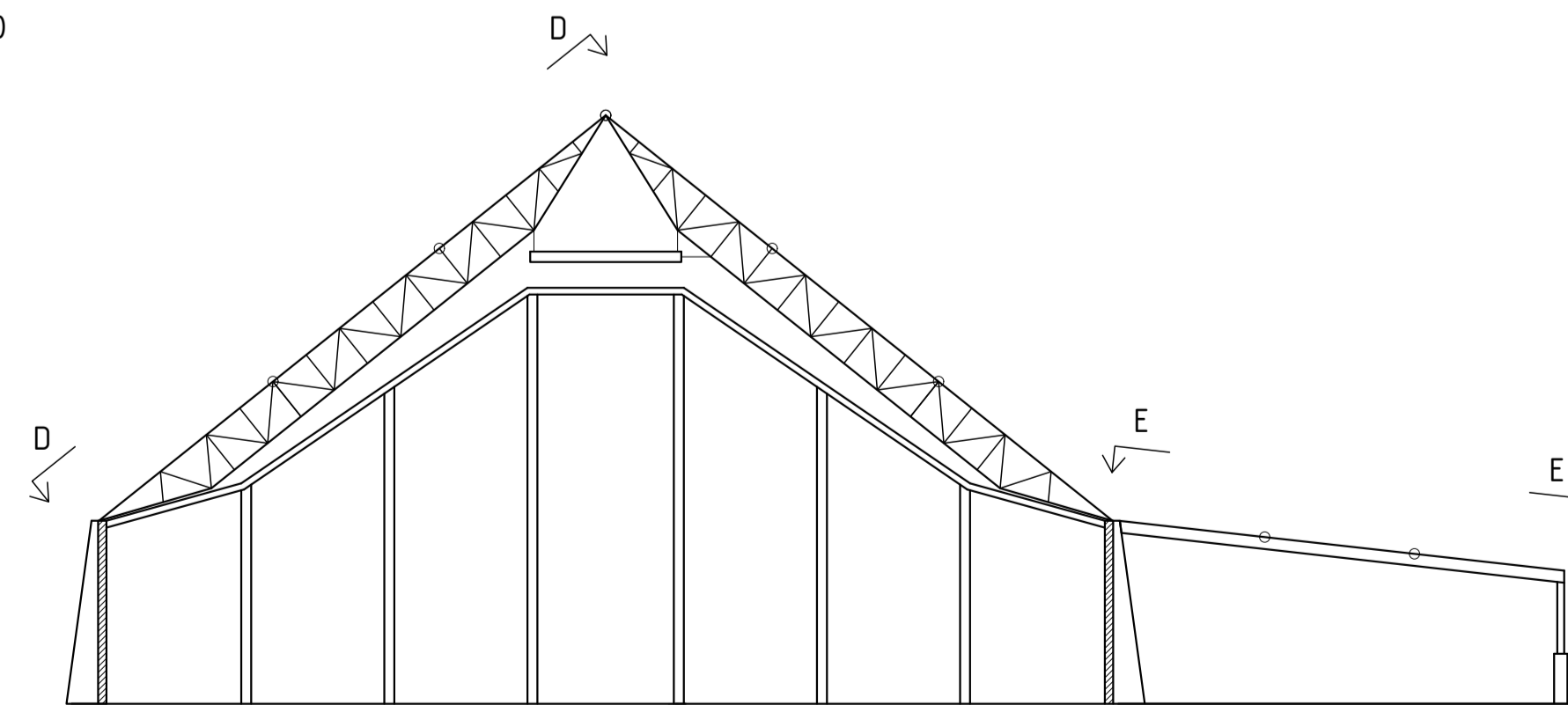




VISTA DE TECHO E-E
 ESCALA 1:200



NOTAS:
 - Medidas en metros

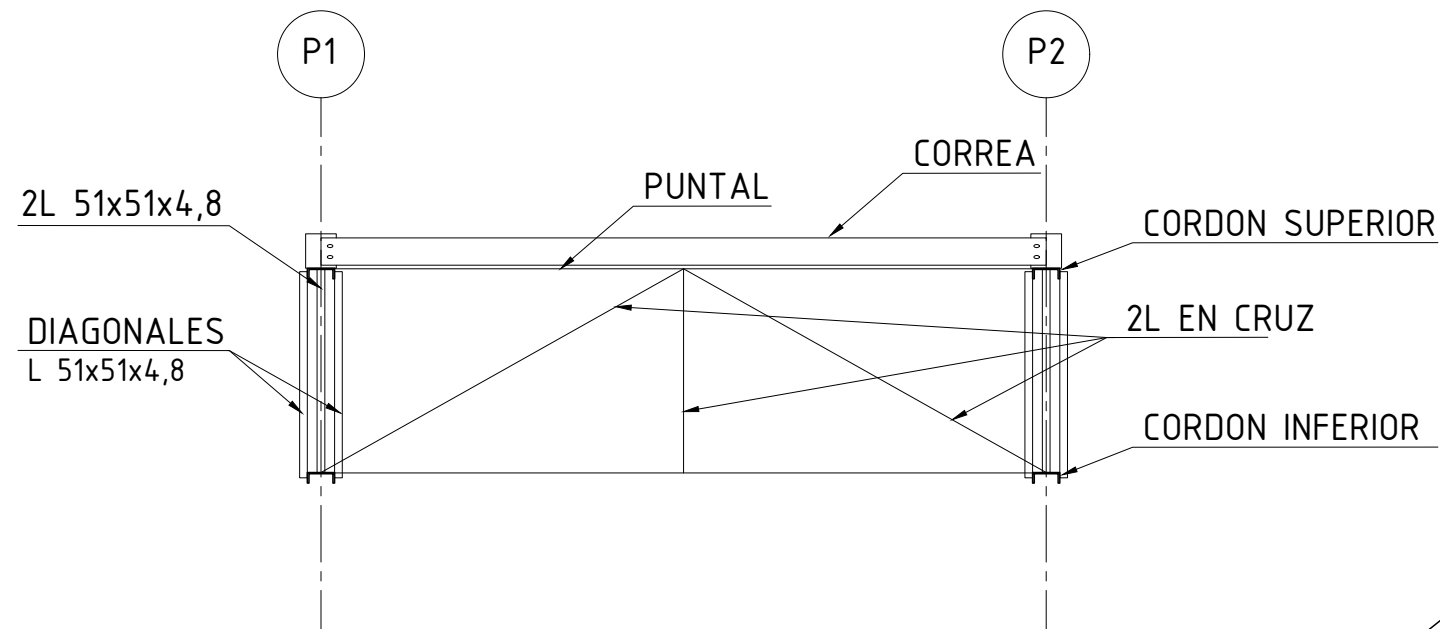
ESCALA 1:200



		PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
		OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		
PLANO: VISTAS DE TECHO		PLANO N°: 04.7	REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025 ESCALA: 1:200

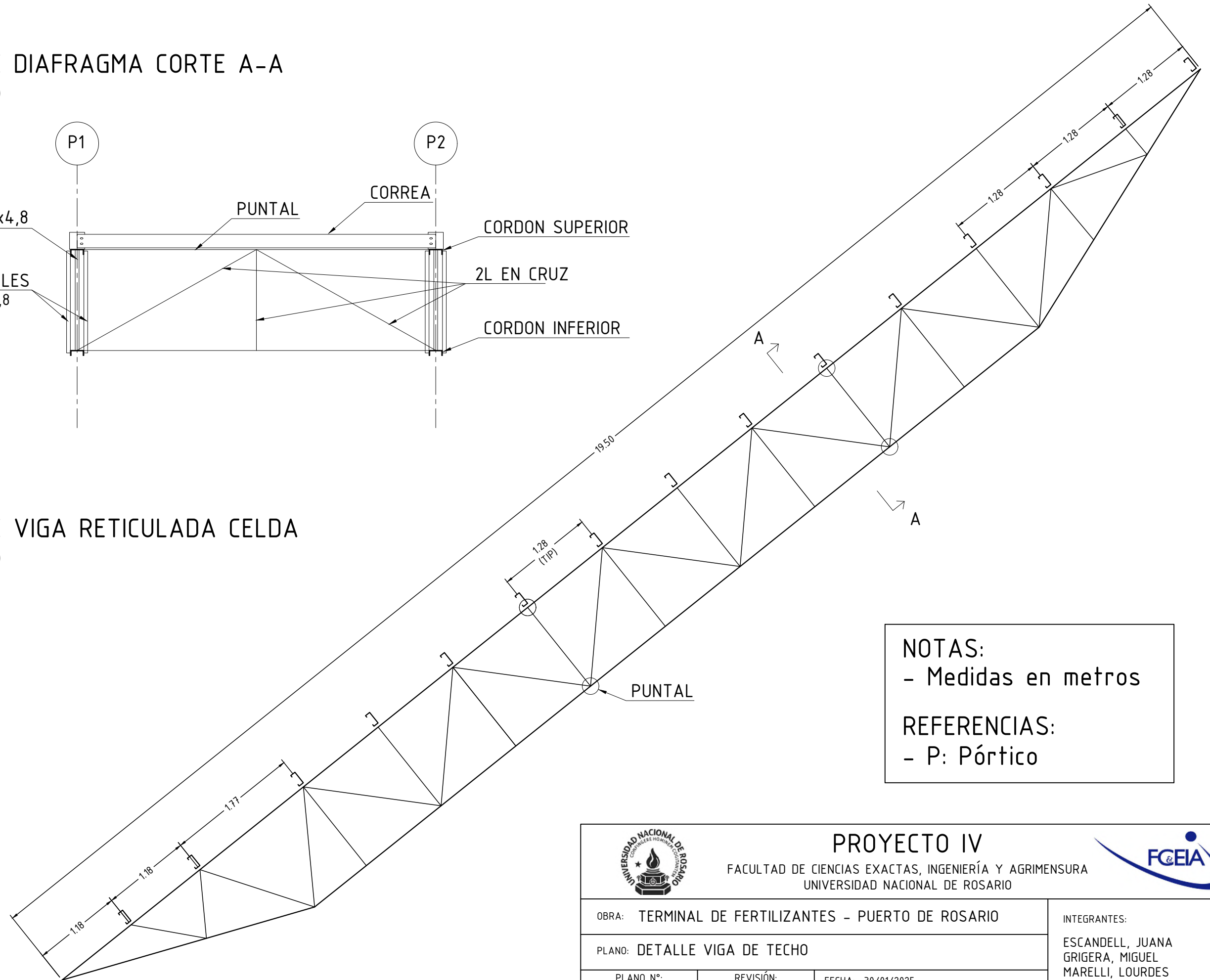
DETALLE DIAFRAGMA CORTE A-A

ESCALA 1:50





DETALLE VIGA RETICULADA CELDA

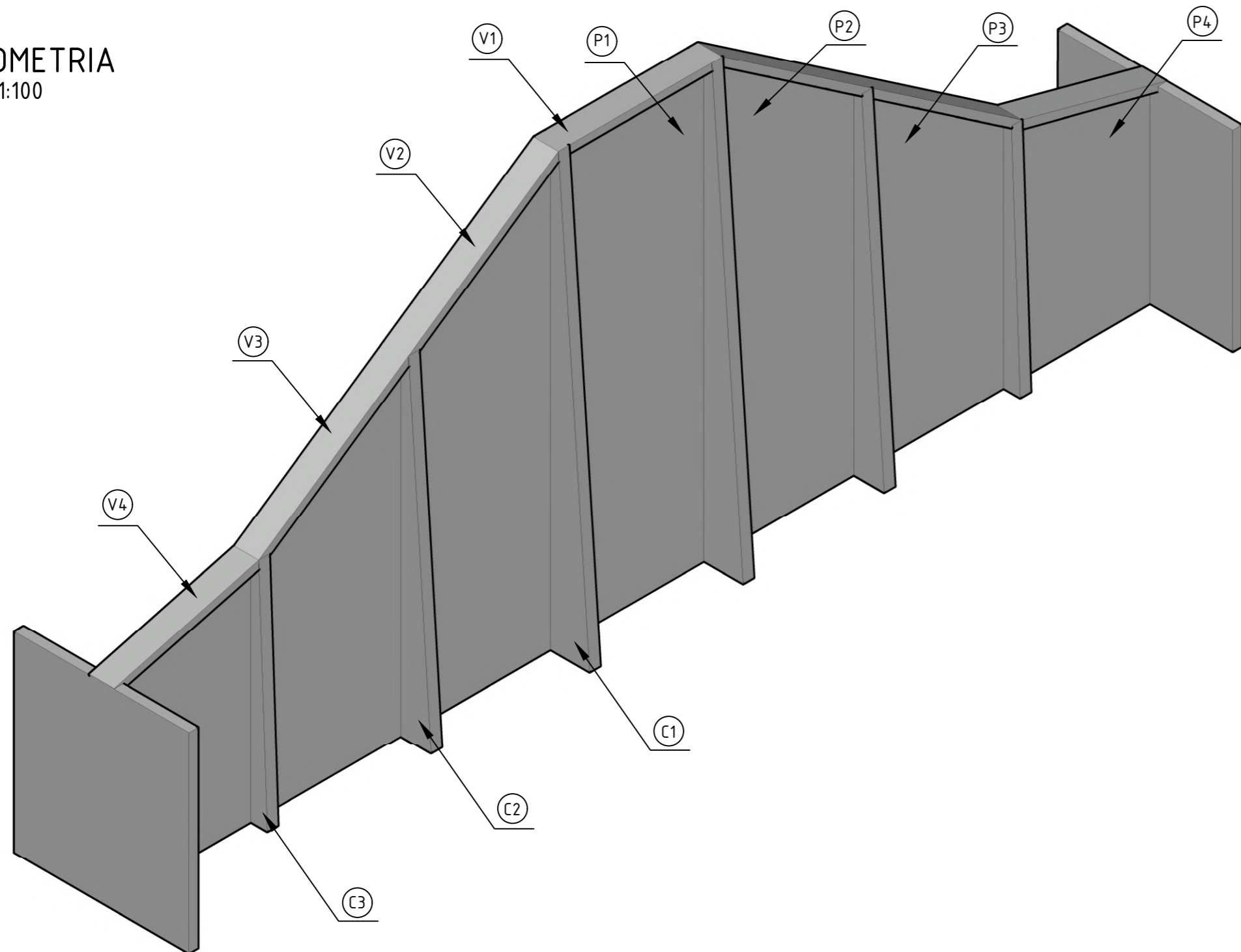
ESCALA 1:50



NOTAS:
 - Medidas en metros
REFERENCIAS:
 - P: Pórtico

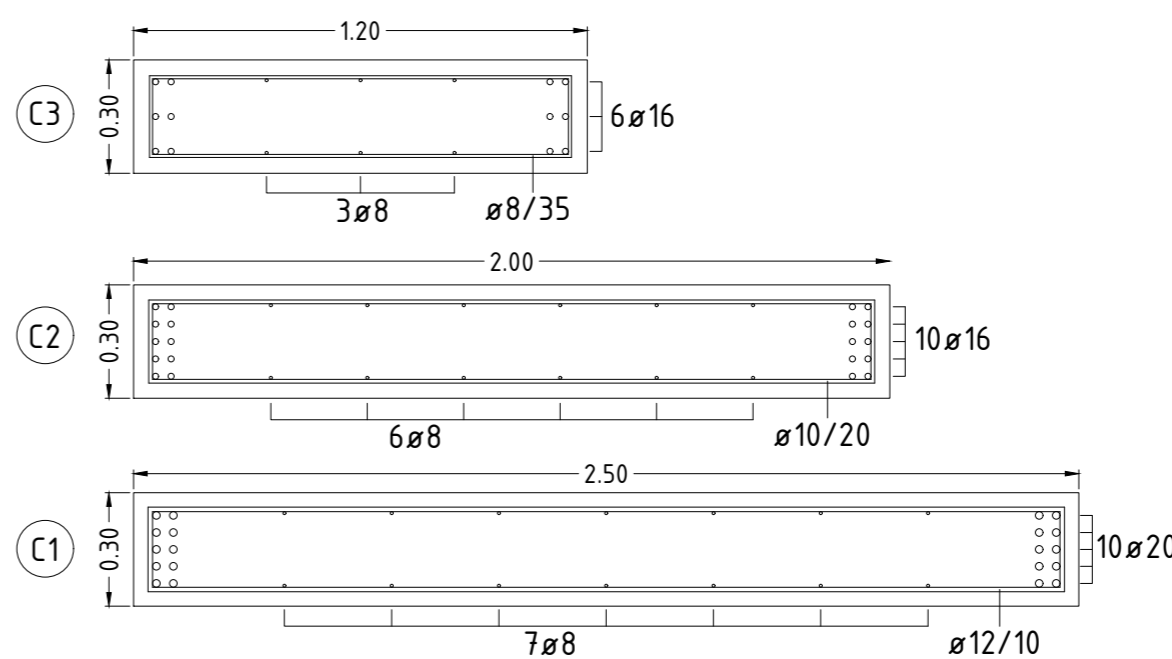
	PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
	OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		
PLANO: DETALLE VIGA DE TECHO		PLANO N°: 04.8	REVISIÓN: 01
		FECHA: 30/01/2025 ESCALA: 1:50	

AXONOMETRIA
ESCALA 1:100

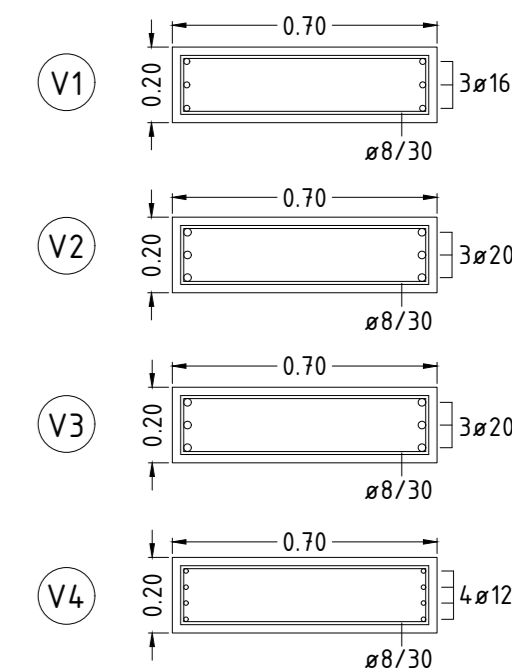


DETALLE DE ARMADURA
ESCALA 1:20

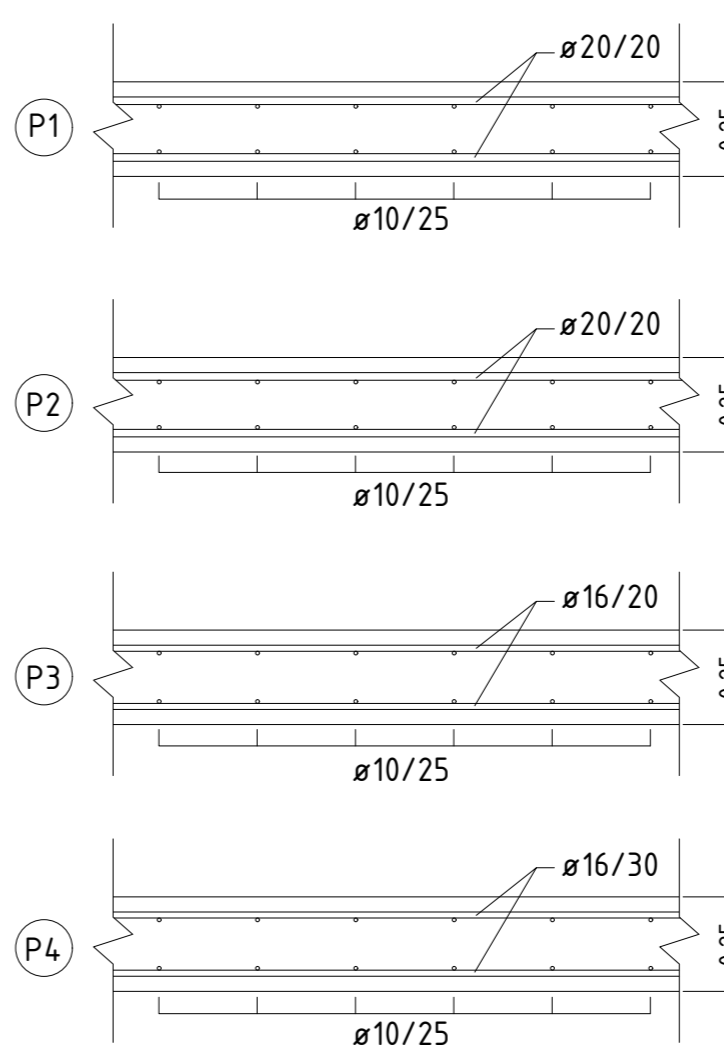
BASE CONTRAFUERTE



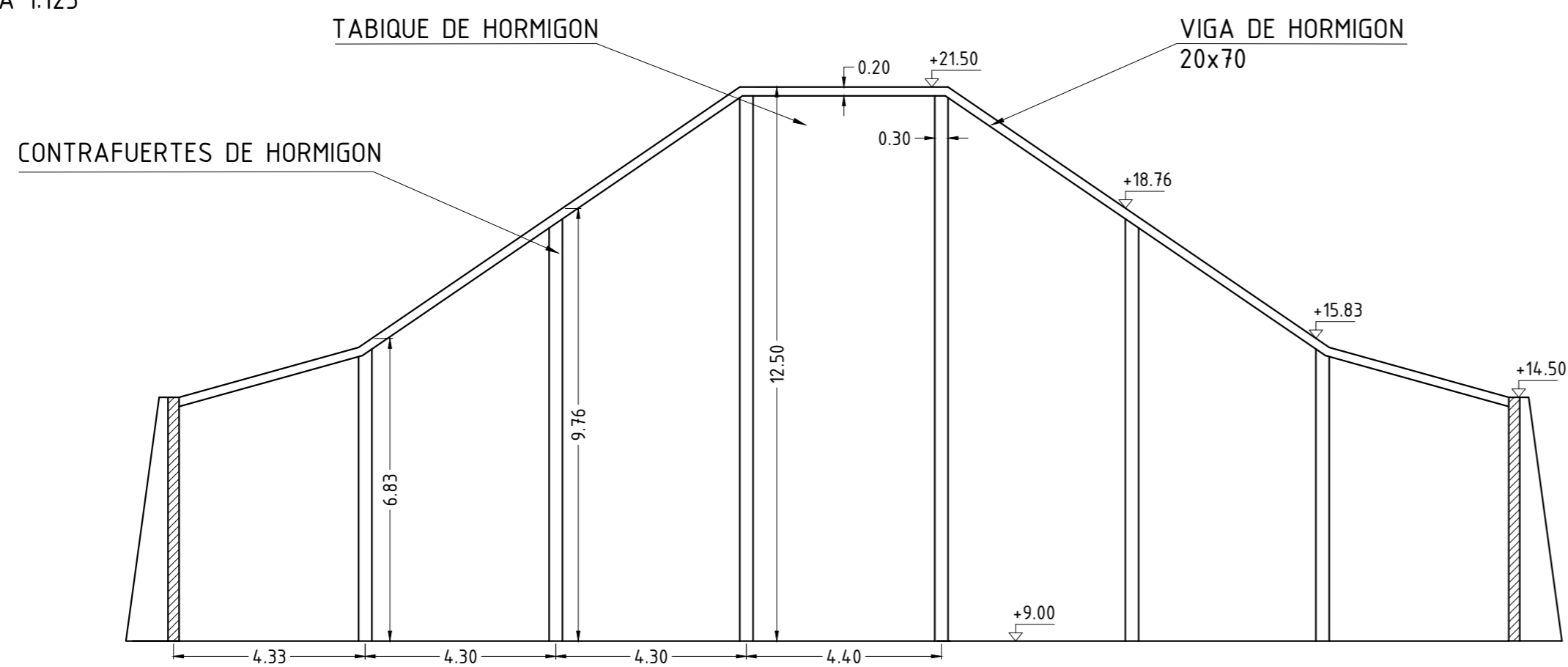
VIGAS



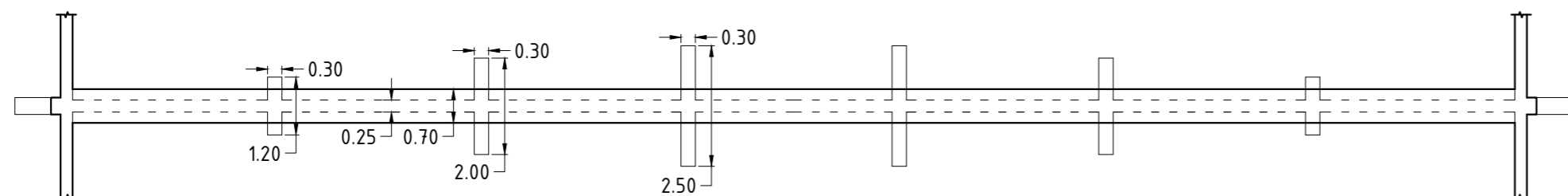
BASE PANTALLAS



CORTE
ESCALA 1:125





PLANTA
ESCALA 1:125

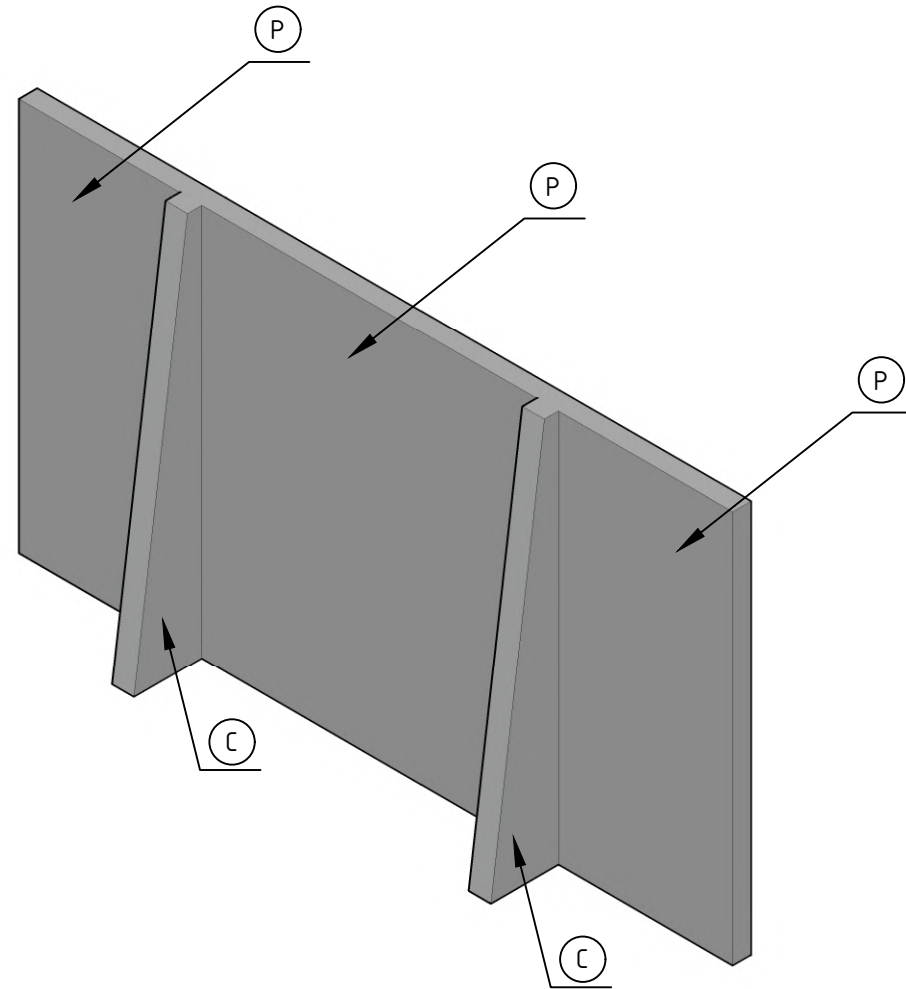


- NOTAS:**
- Medidas en metros
 - Niveles referidos al +0 IGN

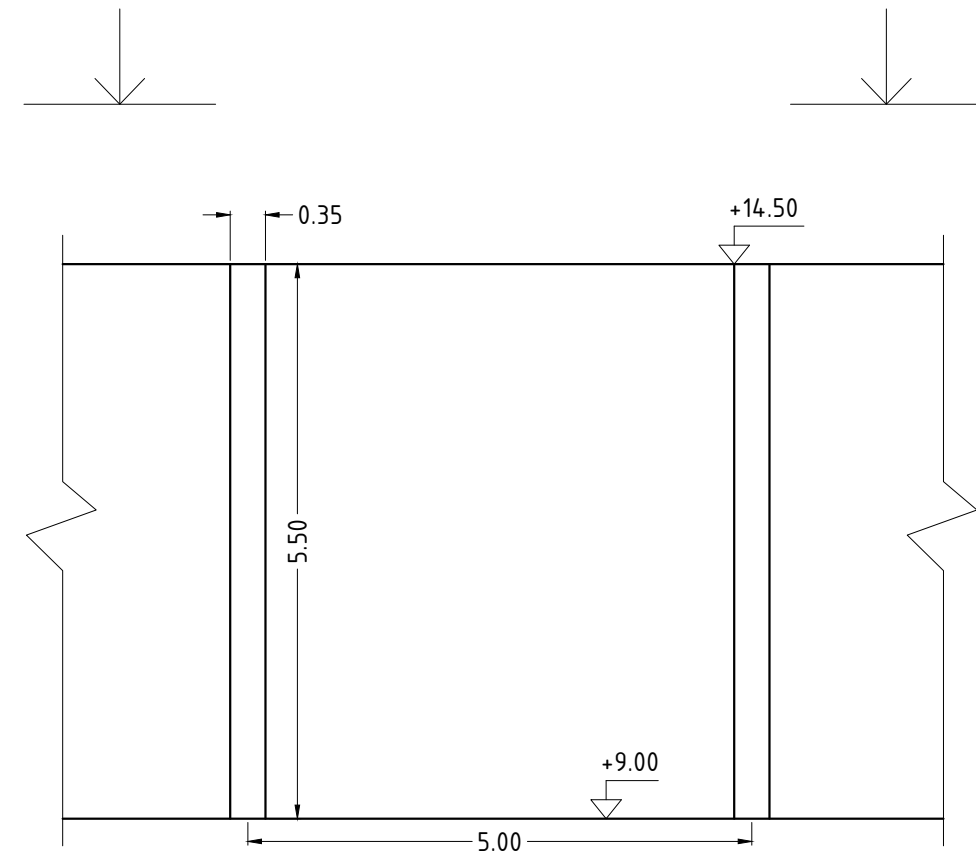
- REFERENCIAS:**
- C: Contrafuerte
 - P: Pantalla
 - V: Viga

		<p>PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO</p>		
OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		INTEGRANTES:		ESCANDELL, JUANA GRIGERA, MIGUEL MARELLI, LOURDES
PLANO N°: 04.9		REVISIÓN: 01		
PLANO N°: 04.9		FECHA: 30/01/2025		ESCALA: VARIAS (DETALLADO EN EL PLANO)

AXONOMETRIA
ESCALA 1:75

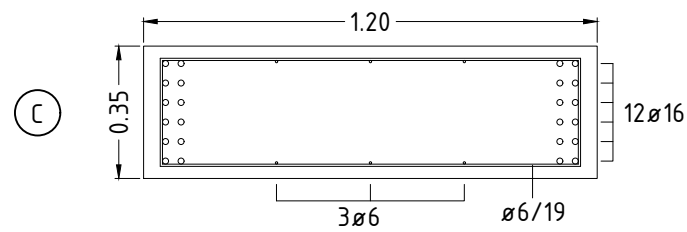


CORTE
ESCALA 1:75

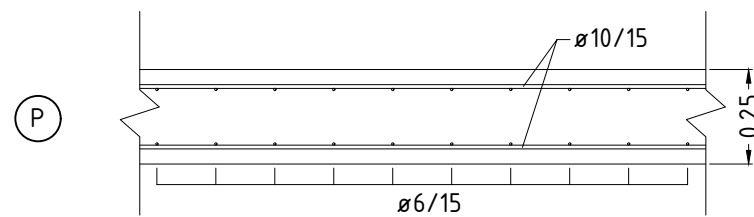


DETALLE ARMADURA
ESCALA 1:20

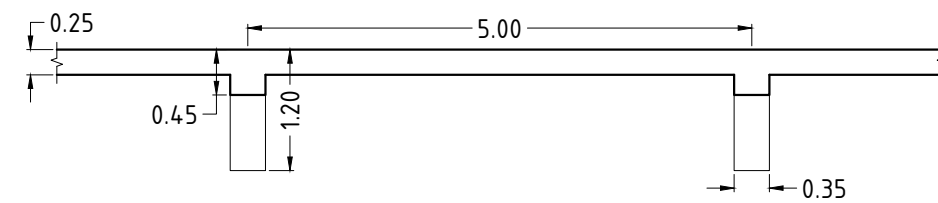
BASE CONTRAFUERTES



BASE PANTALLAS



PLANTA
ESCALA 1:75





NOTAS:

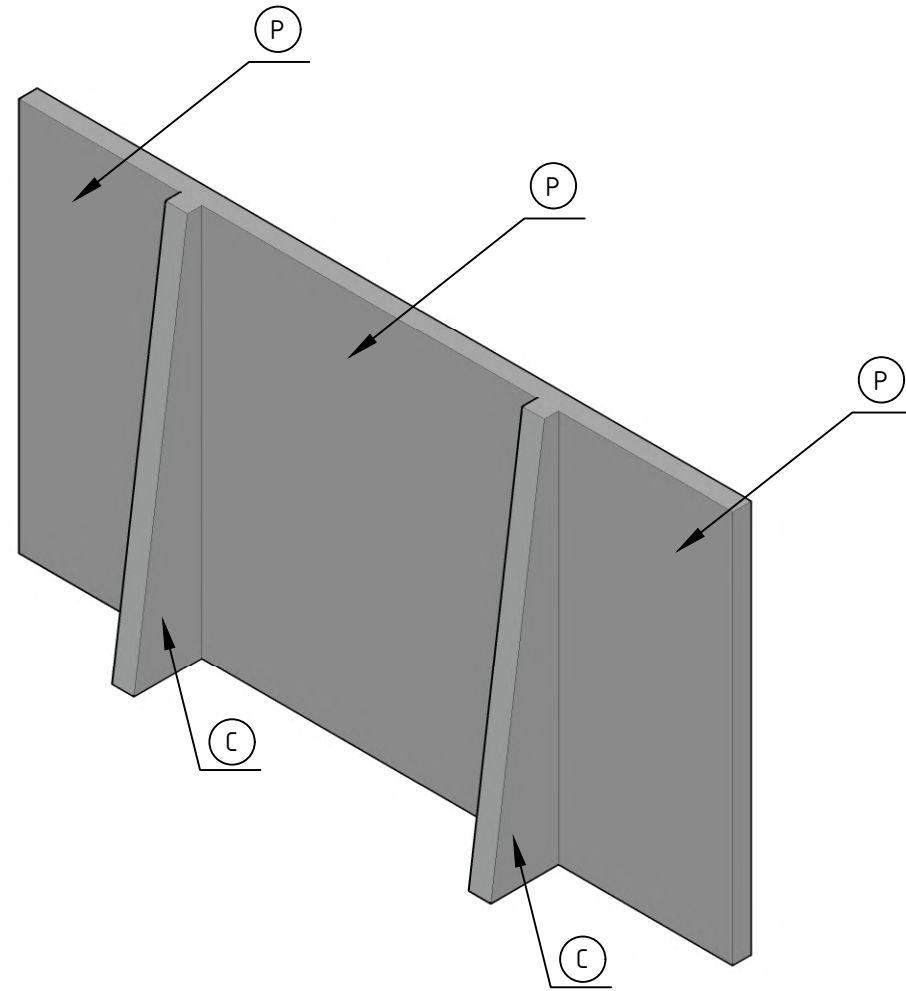
- Medidas en metros
- Niveles referidos al +0 IGN

REFERENCIAS:

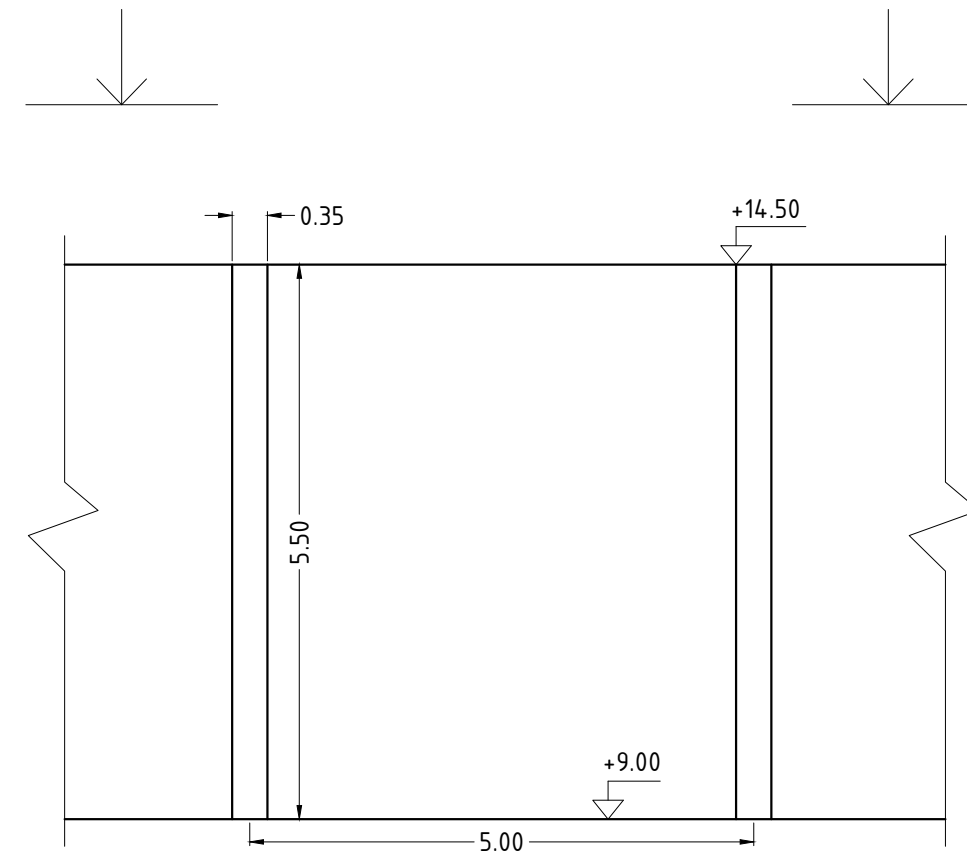
- C: Contrafuerte
- P: Pantalla

		<p>PROYECTO IV</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA</p> <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO</p>		
OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO			INTEGRANTES:	
PLANO: DETALLE PAREDES LATERALES			ESCANDELL, JUANA GRIGERA, MIGUEL MARELLI, LOURDES	
PLANO N°: 04.10	REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025		
		ESCALA: VARIAS (DETALLADO EN EL PLANO)		

AXONOMETRIA
ESCALA 1:75

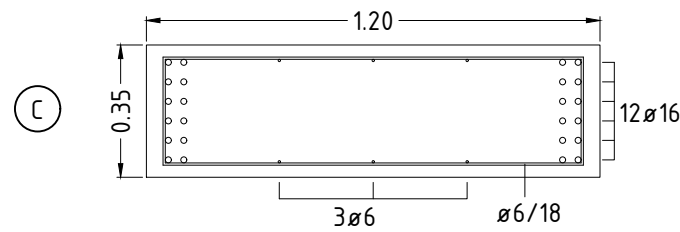


CORTE
ESCALA 1:75

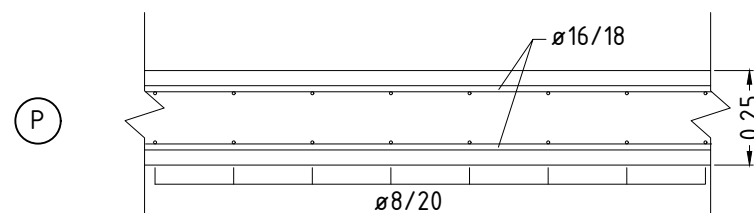


DETALLE ARMADURA
ESCALA 1:20

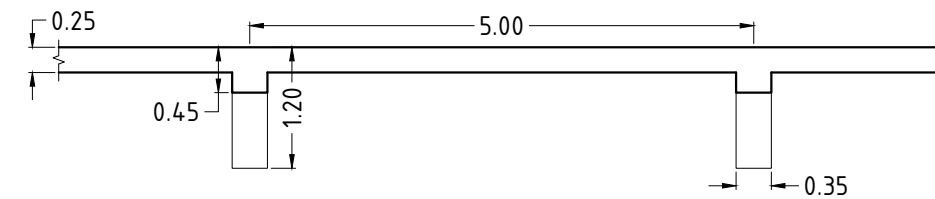
BASE CONTRAFUERTES



BASE PANTALLAS



PLANTA
ESCALA 1:75



NOTAS:

- Medidas en metros
- Niveles referidos al +0 IGN

REFERENCIAS:

- C: Contrafuerte
- P: Pantalla



PROYECTO IV

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO



OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO

PLANO: DETALLE PAREDES DE FRONTIS

INTEGRANTES:

ESCANDELL, JUANA
GRIGERA, MIGUEL
MARELLI, LOURDES

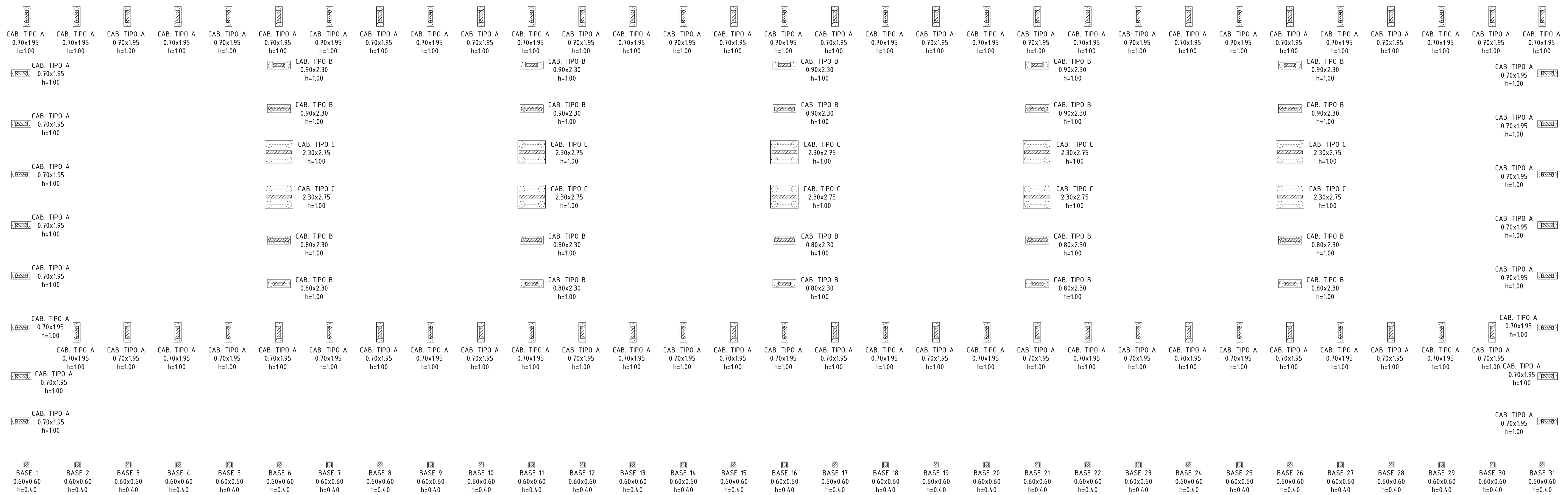
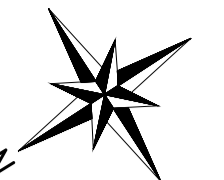
PLANO N°:
04.11

REVISIÓN:
01

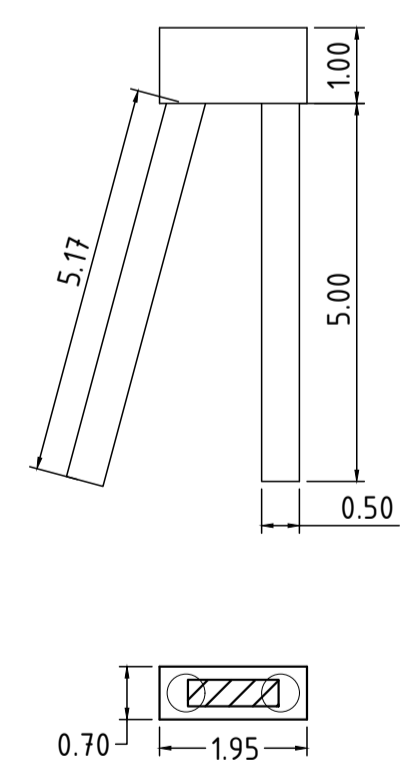
FECHA: 30/01/2025

ESCALA: VARIAS (DETALLADO EN EL PLANO)

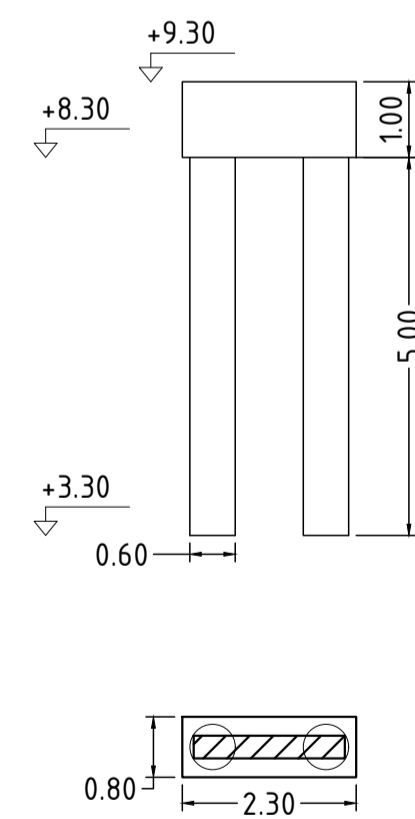
PLANTA DE FUNDACIONES - CABEZALES
ESCALA 1:200



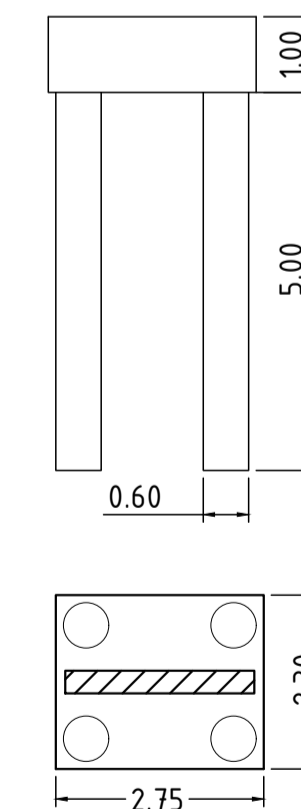
DETALLE FUNDACIONES
ESCALA 1:25



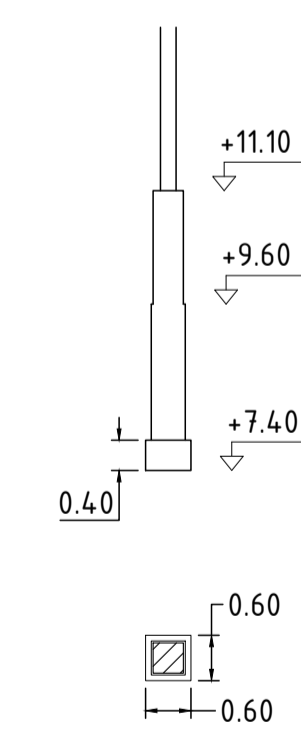
CABEZAL TIPO A
NSC: +9.30
NSP: +8.30
NIP: +3.30



CABEZAL TIPO B
NSC: +9.30
NSP: +8.30
NIP: +3.30




CABEZAL TIPO C
NSC: +9.30
NSP: +8.30
NIP: +3.30

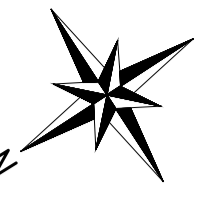


BASE DE H°A°
NF: +7.80

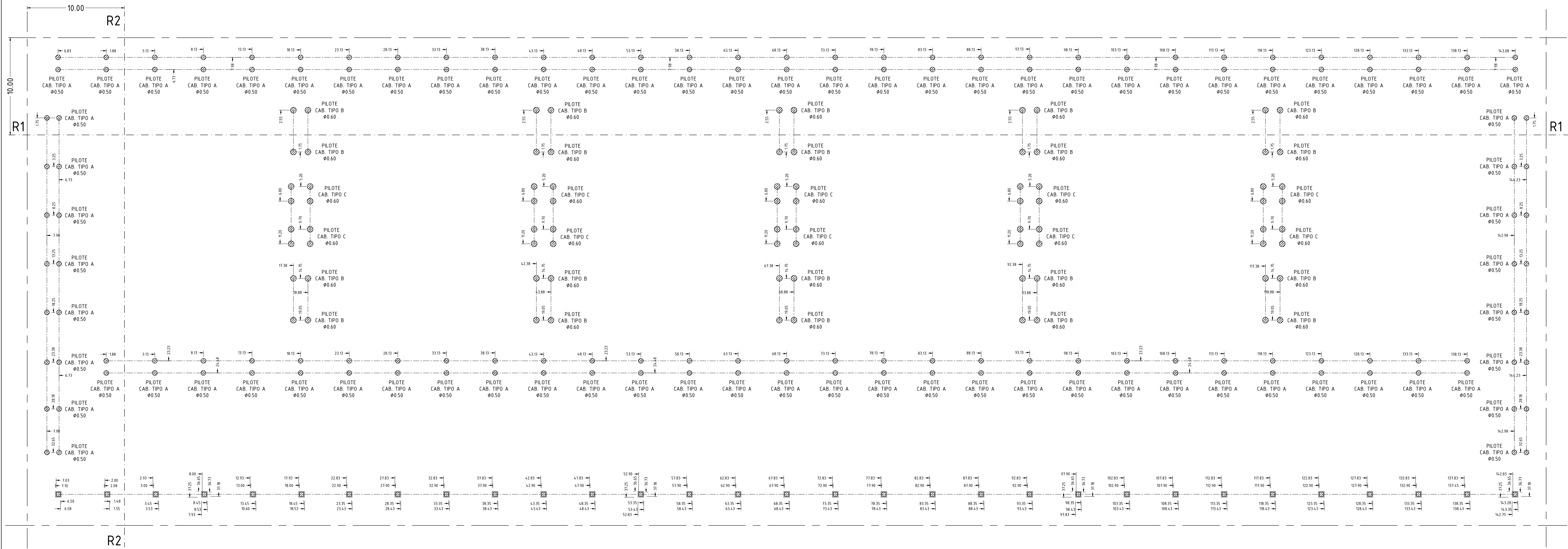
NOTAS:
- Medidas en metros
- Progresivas en metros
- Niveles en metros referidos al IGN

REFERENCIAS:
- NSC: Nivel Superior Cabezal
- NSP: Nivel Superior Pilote
- NIP: Nivel Inferior Pilote
- NF: Nivel Fundación Base

 PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		INTEGRANTES: ESCANDELL, JUANA GRIGERA, MIGUEL MARELLI, LOURDES
PLANO: PLANTA DE FUNDACIONES - CABEZALES		
PLANO N°: 04.12	REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025 ESCALA: VARIAS (DETALLADO EN EL PLANO)





PLANTA DE FUNDACIONES - PILOTES
ESCALA 1:200



NOTAS:
 - Medidas en metros
 - Progresivas en metros
 - Niveles en metros referidos al IGN

REFERENCIAS:
 - NSC: Nivel Superior Cabezal
 - NSP: Nivel Superior Pilote
 - NIP: Nivel Inferior Pilote

 PROYECTO IV FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO		
OBRA: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO		
PLANO: PLANTA DE FUNDACIONES - PILOTES		
PLANO N° 04.13	REVISIÓN: 01	FECHA: 30/01/2025 ESCALA: 1:200
INTEGRANTES: ESCANDELL, JUANA GRIGERA, MIGUEL MARELLI, LOURDES		

10. ANEXOS

ANEXO 1. ANÁLISIS HIDRÁULICO

Tabla 71.

Datos de la cuenca		
Área	9.5	Ha
Lluvia Media Anual	868.6	mm

R [años]	alfa	beta	gamma
5	1849.402	17.28	0.8079

Cuenca	Área [m2]	Área [km2]
1	7300	0.0073
2	2100	0.0021
3	11500	0.0115
4	2100	0.0021
5	2400	0.0024
6	4500	0.0045
7	4500	0.0045
8	1000	0.001
9	5200	0.0052
10	5200	0.0052
11	2000	0.002
12	6300	0.0063
13	7600	0.0076
14	8400	0.0084
15	2000	0.002
16	10200	0.0102
17	4037	0.004037

Tabla 72.

	Área [m2]	%	C (R=5)	C (R=100)
AI	42500	0.45	0.80	0.97
AP	52500	0.55	0.34	0.47
C ponderado			0.55	0.69
V escurrimiento mantiforme	0.1	m/s		
V escurrimiento pavimentado	0.6	m/s		
R	5	años		
n H°	0.016			
n PEAD	0.009			

Tabla 73.

Cuenca	Área [m2]	Área [km2]	Longitud mantiforme [m]	Velocidad mantiforme [m/s]	Longitud encausada [m]	Velocidad encausada [m/s]	Tc [min]	Duración tormenta [min]	I [mm/hs]	Q diseño [m3/s]
1	7300	0.0073	45	0.10	100.00	0.60	10.28	10.28	126.90	0.140
2	2100	0.0021	0	0.10	230.00	0.60	6.39	6.39	143.49	0.046
3	11500	0.0115	0	0.10	150.00	0.60	4.17	5.00	150.68	0.263
4	2100	0.0021	40	0.10	0.00	0.60	6.67	6.67	142.15	0.045
5	2400	0.0024	0	0.10	260.00	0.60	7.22	7.22	139.54	0.051
6	4500	0.0045	0	0.10	300.00	0.60	8.33	8.33	134.63	0.092
7	4500	0.0045	0	0.10	320.00	0.60	8.89	8.89	132.31	0.090
8	1000	0.001	25	0.10	0.00	0.60	4.17	5.00	150.68	0.023
9	5200	0.0052	0	0.10	100.00	0.60	2.78	5.00	150.68	0.119
10	5200	0.0052	0	0.10	95.00	0.60	2.64	5.00	150.68	0.119
11	2000	0.002	0	0.10	97.00	0.60	2.69	5.00	150.68	0.046
12	6300	0.0063	0	0.10	120.00	0.60	3.33	5.00	150.68	0.144
13	7600	0.0076	0	0.10	120.00	0.60	3.33	5.00	150.68	0.174
14	8400	0.0084	0	0.10	120.00	0.60	3.33	5.00	150.68	0.192
15	2000	0.002	0	0.10	100.00	0.60	2.78	5.00	150.68	0.046
16	10200	0.0102	15	0.10	60.00	0.60	4.17	5.00	150.68	0.233
17	4037	0.00404	0	0.10	100.00	0.60	2.78	5.00	150.68	0.092

Tabla 74.

Sección cajón	Hormigón	
Profundidad	0.6	m
Ancho	0.4	m
Área	0.24	m2
Pendiente	0.01	
Perímetro	1.6	m
R hidráulico	0.15	m
Q admisible	0.423	m3/s

Sección cuneta	Hormigón	
Profundidad	0.2	m
Ancho	0.9	m
Área	0.18	m2
Pendiente	0.01	
Perímetro	1.3	m
R hidráulico	0.14	m
Q admisible	0.301	m3/s

Tabla 75.

Tramo	Cuencas de aporte	Tramo de aporte	Tc adoptado [min]	I [mm/h]	Área [km ²]	Q [m ³ /s]
1	3	-	5.00	150.6782764	0.0115	0.2627
2	1	-	10.28	126.898953	0.0073	0.1404
3	2	2	6.90	141.056085	0.0094	0.2010
4	4	3	7.36	138.9259743	0.0115	0.2422
5	5	4	8.05	135.8627941	0.016	0.3296
6	6	5	8.73	132.9769698	0.0205	0.4133
7	8 y 11	6	9.25	130.8465709	0.0225	0.6542
8	-	1	6.63	142.3107574	0.0115	0.2481
9	16	8	7.13	139.9865573	0.0217	0.4605
10	17	-	5.00	150.6782764	0.004037	0.1352
11	9	-	5.00	150.6782764	0.0052	0.1741
12	10	-	5.00	150.6782764	0.0052	0.1741
13	12	9	7.56	138.0076654	0.028	0.5858
14	13	13	8.02	135.9644646	0.0356	0.7338
15	14	14	5.00	150.6782764	0.044	1.0051

Tabla 76.

Tramo	Ancho/ diámetro o adopta do [m]	S	θ	Tirante (y) [m]	A [m ²]	P [m]	R [m]	v [m/s]	L [m]	Tiempo de tránsito (Tt) [min]	Q [m ³ /s]
1	0.9	0.01	-	0.19	0.17	1.28	0.13	1.63	160	1.63	0.28
2 (PEAD)	0.4	0.003	4.08	0.29	0.10	0.82	0.12	1.48	45	0.51	0.14
3 (PEAD)	0.5	0.003	3.54	0.3	0.12	0.89	0.14	1.63	45	0.46	0.20
4 (PEAD)	0.5	0.003	3.88	0.34	0.14	0.97	0.15	1.69	70	0.69	0.24
5 (PEAD)	0.5	0.003	5.00	0.45	0.19	1.25	0.15	1.71	70	0.68	0.32
6 (PEAD)	0.5	0.005	4.87	0.44	0.18	1.22	0.15	2.22	70	0.53	0.41
7 (PEAD)	0.6	0.005	4.69	0.51	0.26	1.41	0.18	2.52	180	1.19	0.65
8 (PEAD)	0.5	0.003	3.88	0.34	0.14	0.97	0.15	1.69	50	0.49	0.24
9 (PEAD)	0.6	0.005	3.68	0.38	0.19	1.10	0.17	2.42	63	0.43	0.46
10	0.4	0.005	-	0.25	0.10	0.90	0.11	1.02	170	2.77	0.10
11	0.4	0.005	-	0.37	0.15	1.14	0.13	1.13	170	2.50	0.17
12	0.4	0.005	-	0.3	0.12	1.00	0.12	1.08	170	2.64	0.13
13 (PEAD)	0.6	0.005	4.27	0.46	0.23	1.28	0.18	2.52	70	0.46	0.59
14 (PEAD)	0.7	0.005	3.84	0.47	0.27	1.34	0.20	2.73	70	0.43	0.75
15 (PEAD)	0.7	0.005	5.00	0.63	0.36	1.75	0.21	2.76	70	0.42	1.01

Se anexa una imagen de las cunetas de hormigón prefabricado:



PRODUCTO	ALTURA LATERAL	ANCHO	LARGO	FLECHA CENTRAL CURVA	UNIDAD X ML	UNIDAD X PALLET	ML POR PALLET	PESO POR PALLET
CCA	10 cm	30 cm	100 cm	5 cm	1,66 ML	32	32 ML	40 kg

Figura 74. Características de la cuneta de hormigón prefabricada. Fuente: Concretus.

ANEXO 2. CÁLCULO ESTRUCTURAL

Determinación de las cargas de viento

Tabla 77.

Geometría general de la estructura			
Edificio		Cerrado	
Ubicación		Rosario	
Largo nave		150	m
Separación entre pórticos		5	m
Celda	Ancho	30	m
	Altura de las paredes	5.5	m
	Pendiente de la cubierta θ	39	°
	Altura de la cumbrera	12.18	m
Pasillo	Ancho	13.5	m
	Altura pared	4	m
	Pendiente de la cubierta θ	6	°
	Altura del alero	4	m
Categoría		II	
Exposición		D	

Metodo analítico	Celda	Pasillo
Velocidad [m/s]	50	
Kd (factor direccionalidad)	0.85	
Kzt (factor topográfico)	1	
Kh = Kz (coef. de exposición)	1.2	1.05
I (factor de importancia)	1	
G	0.85	
GCpi (coef. de presión interna)	0.18	
	-0.18	
qz (presión dinámica) [N/m ²]	1563.15	1367.76
qz (presión dinámica) [kN/m ²]	1.56	1.37

Tabla 78.

Celda				
Altura media Hm	11.32	m		
Sistema principal resistente a la fuerza del viento				
Según Figura 3 - Reglamento 102				
Viento normal a la cumbrera				
L (// viento)	30	m		
B (⊥ al viento)	150	m		
L/B	0.200			
h/L	0.38			
Pared	Cp	Presiones de Diseño [kN/m ²]		
		(-) Succión	(+) Presión	
Barlovento	0.8	0.78	1.34	
Sotavento	-0.5	-0.95	-0.38	
Laterales	-0.7	-1.21	-0.65	
Cubierta	Cp (+)	Cp (-)	Presiones de Diseño [kN/m ²]	
			(-) Succión	(+) Presión
Barlovento	0.3	-0.2	-0.55	0.68
Sotavento	-0.6	-0.6	-1.08	-0.52
Viento paralelo a la cumbrera				
L (// viento)	150	m		
B (⊥ al viento)	30	m		
L/B	5.000			
h/L	0.08			
Pared	Cp	Presiones de Diseño [kN/m ²]		
		(-) Succión	(+) Presión	
Barlovento	0.8	0.78	1.34	
Sotavento	-0.2	-0.55	0.02	
Laterales	-0.7	-1.21	-0.65	
Cubierta	Cp (+)	Presiones de Diseño [kN/m ²]		
		(-) Succión	(+) Presión	
0 a h	-0.9	-1.48	-0.91	
h a 2h	-0.5	-0.95	-0.38	
de 2h a L	-0.3	-0.68	-0.12	

Tabla 79.

Pasillo			
Altura Hm	4	m	
Sistema principal resistente a la fuerza del viento			
Según Figura 3 - Reglamento 102			
Viento normal a la cumbrera			
L (// viento)	13.5	m	
B (⊥ al viento)	150	m	
L/B	0.090		
h/L	0.30		
Pared	Cp	Presiones de Diseño [kN/m ²]	
		(-) Succión	(+) Presión
Barlovento	0.8	0.68	1.18
Sotavento	-0.5	-0.83	-0.34
Laterales	-0.7	-1.06	-0.57
Cubierta	Cp	Presiones de Diseño [kN/m ²]	
		(-) Succión	(+) Presión
0 a h	-0.9	-1.29	-0.80
h a 2h	-0.5	-0.83	-0.34
de 2h a L	-0.3	-0.59	-0.10
Viento paralelo a la cumbrera			
L (// viento)	150	m	
B (⊥ al viento)	13.5	m	
L/B	11.111		
h/L	0.03		
Pared	Cp	Presiones de Diseño [kN/m ²]	
		(-) Succión	(+) Presión
Barlovento	0.8	0.68	1.18
Sotavento	-0.2	-0.48	0.01
Laterales	-0.7	-1.06	-0.57
Cubierta	Cp	Presiones de Diseño [kN/m ²]	
		(-) Succión	(+) Presión
0 a h	-0.9	-1.29	-0.80
h a 2h	-0.5	-0.83	-0.34
de 2h a L	-0.3	-0.59	-0.10

Tabla 80.

Componentes y revestimientos		
Según Figura 5A y 5B- Reglamento 102		
Correas		
Separación de correas	1.77	m
Luz correas cubierta	5	m
Luz correas pared frontal	5	m
Luz correas pared lateral	5	m
GCpi	0.18	
	-0.18	
a	3	m
Área efectiva Correas		
Ae1 =L * S	8.85	m2
Ae2 (mínima) = L * L/3	8.33	m2
Aef	8.85	m2

Tabla 81.

Cubierta - Figura 5 B				
Zona	GCp (+)	GCp (-)	(+) Presiones de Diseño [kN/m2]	(-) Presiones de Diseño [kN/m2]
1	0.2	-0.9	0.59	-1.69
2	0.2	-1.1	0.59	-2.00
3 (esquina)	0.2	-1.1	0.59	-2.00
Pared lateral y frontal - Figura 5 A				
Zona	GCp (+)	GCp (-)	(+) Presiones de Diseño [kN/m2]	(-) Presiones de Diseño [kN/m2]
4	0.81	-0.837	1.55	-1.59
5 (esquina)	0.81	-0.99	1.55	-1.83
Valores de GCp se deben reducir un 10% cuando $\theta < 10^\circ$				

Tabla 82.

Chapas		
Ancho de chapa T101	1.01	m
Separación correas	1.77	m
GCpi	0.18	
	-0.18	
Área efectiva Chapas		
Ae1 =L * S	1.79	m2
Ae2 (mínima) = L * L/3	1.04	m2
Aef	1.79	m2

Tabla 83.

Cubierta - Figura 5 B				
Zona	GCp (+)	GCp (-)	(+) Presiones de Diseño [kN/m ²]	(-) Presiones de Diseño [kN/m ²]
1	0.3	-1	0.75	-1.84
2	0.3	-1.8	0.75	-3.10
3 (esquina)	0.3	-2.8	0.75	-4.66
Pared lateral y frontal - Figura 5 A				
Zona	GCp (+)	GCp (-)	(+) Presiones de Diseño [kN/m ²]	(-) Presiones de Diseño [kN/m ²]
4	0.9	-1.08	1.69	-1.97
5 (esquina)	0.9	-1.26	1.69	-2.25
Valores de GCp se deben reducir un 10% cuando $\theta < 10^\circ$				

Dimensionamiento parantes de frontis

Parante C1

Tabla 84.

Longitud C1	12.18	m
Ancho Inf.	5	m
Area Inf.	60.9	m ²

Tabla 85.

C1 Barlovento (Viento Paralelo a la cumbre)			
Cargas Verticales (generan compresión/tracción)			
Carga	kN/m ²	kN/m	kN
qD chapas frontis	0.066		3.991
qD correas frontis		0.077	4.603
pp columna		0.518	6.308
Cargas Longitudinales (generan flexión)			
Carga	kN/m ²	kN/m	kN
qW (presión)	1.34	6.72	81.87

Estados de Carga en ELU		
Cargas Verticales (generan compresión/tracción)		
E1=1.4D	20.86	kN
E2=1.2D	17.88	kN
Cargas Longitudinales (generan flexión)		
E3=1.5W	10.08	kN/m
E3 Mmax	186.97	kNm

Verificación ELS		
Flecha máx : L/160	7.6	cm
Inercia mínima	12651	cm ⁴
Zx mín	602	cm ⁴

Tabla 86.

Propiedades del Perfil		
Perfil Adoptado	W 310 x 52,0	45
d	317.00	mm
bf	167.00	mm
tw	7.60	mm
tf	13.20	mm
h	291.00	mm
bf/2tf	6.33	
hw/tw	38.29	
Área	67.00	cm ²
I _x	11909.00	cm ⁴
S _x	751.40	cm ³
r _x	13.33	cm
Z _x	842.50	cm ³
I _y	1026.00	cm ⁴
S _y	122.90	cm ³
r _y	3.91	cm
Z _y	188.80	cm ³
L _p	149.69	Carga Ala Superior
L _r	307.53	
J	31.81	cm ⁴

Material		
Acero F-36		
F _y	345	MPa
E	200000	MPa
γ	77.3	kN/m ³
M _r	207.39	kNm
G	77200	MPa

Tabla 87.

Dimensionamiento			
Pandeo Local			
Verificación ala			
λ_p	9	Tabla B.4.1.b Caso 11	
$bf/2tf$	6.33	VERIFICA	
Verificación alma			
$P_u/\phi P_y$	0.010	Tabla B.4.1.b Caso 16	
λ_p	88		
hw/tw	38.29	VERIFICA	
Pandeo global			
k_x	1	VERIFICA	
L_x	1218		
λ_x	91.4		
k_y	1	VERIFICA	
L_y	400		
λ_y	102.3		
λ_c	1.35	VERIFICA	
Fcr [kN/cm ²]	16.04		
Pd [kN]	914		
P_u/P_d	0.023		
FLEXIÓN			
Plastificación			
M_p [kNm]	290.7	VERIFICA	
M_y [kNm]	259.2		
1,5 M_y [kNm]	388.8		
M_p [kNm]	290.66		
Pandeo lateral torsional tramo superior			
C_b	1.14		
L_b [cm]	300		
L_p [cm]	150		
L_r [cm]	308		
$L_p < L_b < L_r$			
F_r [Mpa]	69.00		

Mr [kNcm]	207.39	VERIFICA
X1 [Mpa]	16959.2	
Mcr [kNm]	240.2	
Pandeo lateral torsional tramo inferior		
Cb	1.14	
Lb [cm]	246.00	
Lp [cm]	150	
Lr [cm]	308	
Lp<Lb<Lr		
Fr [Mpa]	69.00	
Mr	207.39	
X1 [Mpa]	16959.2	
Mcr [kNm]	272.6	
Flexión		
Mn [kNm]	240.2	
φ	0.9	
Md [kNm]	216.2	
Mu/Md	0.86	
VERIFICACIÓN COMBINADA 1,2D+1,5W		
Pu (E2) [kN]	17.88	VERIFICA
φ Pn [kN]	914	
Pu (E2)/φ Pn	0.020	
Mu (E3) [kNm]	186.97	
φ Mn [kNm]	216.2	
Mu (E3)/φ Mn	0.86	
Verificación	0.875	
VERIFICACIÓN A CORTE		
Vmax [Kn]	40.93	VERIFICA
Aw = d*tw	22.116	
hw/tw	38.29	
hw/tw < 260		
$2,45*(E/Fy)^{0,5}$	58.99	
Límite 1 > hw/tw		
Vn [KN]	457.8	
φ	0.9	
Vd [kN]	412.0	

*Lb: tornapuntas en correa cada 3m.

Parante C2

Tabla 88.

Estados de Carga en ELU		
Cargas Verticales (generan compresión/tracción)		
E1=1.4D	21.09	kN
E2=1.2D	18.08	kN
Cargas Longitudinales (generan flexión)		
E3=1.5W	10.08	kN/m
E3 Mmax	84.33	kNm
Verificación ELS		
Flecha máx : L/160	5.1	cm
Inercia mínima	3832	cm ⁴
Zx mín	272	cm ⁴

Tabla 89.

Dimensionamiento		
Pandeo Local		
Verificación ala		
λ_p	9	Tabla B.4.1.b Caso 11
$bf/2t_f$	6.33	VERIFICA
Verificación alma		
$P_u/\phi P_y$	0.010	Tabla B.4.1.b Caso 16
λ_p	88	
h_w/t_w	38.29	VERIFICA
Pandeo global		
k_x	1	VERIFICA
L_x	818	
λ_x	61.4	
k_y	1	VERIFICA
L_y	360	
λ_y	92.1	
λ_c	1.22	VERIFICA
Fcr [kN/cm ²]	18.56	
ϕ	0.85	
Pd [kN]	1057	
P_u/P_d	0.020	

Flexión	
Plastificación	
Mp [kNm]	290.7
My [kNm]	259.2
1,5 My [kNm]	388.8
Mp [kNm]	290.66
Pandeo lateral torsional tramo superior	
Cb	1.14
Lb [cm]	300
Lp [cm]	150
Lr [cm]	308
Lp<Lb<Lr	
Fr [Mpa]	69.00
Mr [kNcm]	207.39
X1 [Mpa]	16959.2
Mcr [kNm]	240.2
Pandeo lateral torsional tramo inferior	
Cb	1.14
Lb [cm]	246.00
Lp [cm]	150
Lr [cm]	308
Lp<Lb<Lr	
Fr [Mpa]	69.00
Mr	207.39
X1 [Mpa]	16959.2
Mcr [kNm]	272.6
Flexión	
Mn [kNm]	240.2
φ	0.9
Md [kNm]	216.2
Mu/Md	0.39

VERIFICA

VERIFICACIÓN COMBINADA 1,2D+1,5W		
Pu (E2) [kN]	18.08	VERIFICA
ϕ Pn [kN]	1057	
Pu (E2)/ ϕ Pn	0.017	
Mu (E3) [kNm]	84.33	
ϕ Mn [kNm]	216.2	
Mu (E3)/ ϕ Mn	0.39	
Verificación	0.399	

VERIFICACIÓN A CORTE		
Vmax [Kn]	27.49	VERIFICA
Aw = d*tw	22.116	
hw/tw	38.29	
hw/tw < 260		
$2,45*(E/Fy)^{0,5}$	58.99	
Límite 1 > hw/tw		
Vn [KN]	457.8	
ϕ	0.9	
Vd [kN]	412.0	

*Lb: tornapuntas en correa cada 3m.

Parante C3

Tabla 90.

Estados de Carga en ELU		
Cargas Verticales (generan compresión/tracción)		
E1=1.4D	16.63	kN
E2=1.2D	14.25	kN
Cargas Longitudinales (generan flexión)		
E3=1.5W	10.08	kN/m
E3 Mmax	22.02	kNm
Verificación ELS		
Flecha máx : L/160	2.6	cm
Inercia mínima	511	cm ⁴
Zx mín	71	cm ⁴

Tabla 91.

Dimensionamiento			
Pandeo Local			
Verificación ala			
λ_p	9	Tabla B.4.1.b Caso 11	
$bf/2t_f$	6.33	VERIFICA	
Verificación alma			
$P_u/\phi P_y$	0.008	Tabla B.4.1.b Caso 16	
λ_p	89		
h_w/t_w	38.29	VERIFICA	
Pandeo global			
k_x	1	VERIFICA	
L_x	418		
λ_x	31.4		
k_y	1	VERIFICA	
L_y	420		
λ_y	107.4		
λ_c	1.42	VERIFICA	
F_{cr} [kN/cm ²]	14.83		
ϕ	0.85		
P_d [kN]	845		
P_u/P_d	0.020		
Flexión			
Plastificación			
M_p [kNm]	290.7	VERIFICA	
M_y [kNm]	259.2		
$1,5 M_y$ [kNm]	388.8		
M_p [kNm]	290.66		
Pandeo lateral torsional tramo superior			
C_b	1.14		
L_b [cm]	174.00		
L_p [cm]	150		
L_r [cm]	308		
F_r [Mpa]	69.00		
M_r [kNcm]	207.39		
X_1 [Mpa]	16959.2		
M_{cr} [kNm]	315.7		

Pandeo lateral torsional tramo inferior		VERIFICA
Cb	1.14	
Lb [cm]	246.00	
Lp [cm]	150	
Lr [cm]	308	
Fr [Mpa]	69.00	
Mr	207.39	
X1 [Mpa]	16959.2	
Mcr [kNm]	272.6	
Flexión		
Mn [kNm]	272.6	
Md [kNm]	245.3	
Mu/Md	0.09	

VERIFICACIÓN COMBINADA 1,2D+1,5W		VERIFICA
Pu (E2) [kN]	14.25	
ϕ Pn [kN]	845	
Pu (E2)/ ϕ Pn	0.017	
Mu (E3) [kNm]	22.02	
ϕ Mn [kNm]	261.6	
Mu (E3)/ ϕ Mn	0.08	
Verificación	0.093	

VERIFICACIÓN A CORTE		VERIFICA
Vmax [Kn]	16.06	
Aw = d*tw	22.116	
hw/tw	38.29	
hw/tw < 260		
$2,45*(E/Fy)^{0,5}$	58.99	
Límite 1 > hw/tw		
Vn [KN]	457.8	
ϕ	0.9	
Vd [kN]	412.0	

*Lb: tornapuntas en correa cada 3m.

Dimensionamiento cercha reticulada

Cordón Superior e Inferior

Tabla 92.

Propiedades del Material			
Perfil Adoptado UPN	180	14	
h	180.00	mm	
bf	70.00	mm	
tw	8.00	mm	
tf	11.00	mm	
h	133.00	mm	
bf/2tf	6.36		
hw/tw	16.63		
Área	28.00	cm ²	
Ix	1350.00	cm ⁴	
Sx	150.00	cm ³	
rx	6.95	cm	
Zx	179.00	cm ³	
Iy	114.00	cm ⁴	
Sy	22.40	cm ³	
ry	2.02	cm	
Zy	43.14	cm ³	
Lp	93.00	Carga Ala Superior	cm
Lr	453.00		cm
J	8.91		cm ⁴
X1	29065.99		Mpa

Material		
Fy	235	MPa
E	200000	MPa
γ	77.3	kN/m ³
G	77200	MPa
Fu	450	MPa
Fr	69	MPa
FL	166	MPa

Tabla 93.

Dimensionamiento cordón superior			
Carga	kN	Barra	Estado de carga
Carga máxima de compresión (Pu)	315.87	55	14
Carga máxima de tracción (Tu)	412.14	56	27

Pandeo local	
Verificación ala	
b/t	6.36
λ_r	13.13
VERIFICA	
Qs	1
Verificación alma	
hw/tw	16.63
Pu/ØPy	0.533
λ_p alma [caso 13]	43.47
VERIFICA	
Qa	1
Q	1
Pandeo global - Eje x	
kx	1
Lx [cm]	128
λ_x	63.37
Pandeo global - Eje y	
ky	1
Ly [cm]	640
λ_y	92.09
Resistencia de diseño a Compresión	
λ_{det}	92.09
λ_c	1.00
$\sqrt{Q} \cdot \lambda_c$	1.00
Fcr	15.40
ϕ_c	0.85
Pn	431.24
Pd	366.55
Pu	315.87
Pu/Pd	0.86
VERIFICA	

Resistencia de diseño a tracción	
Fluencia en la sección bruta	
ϕ_t	0.90
Tn [KN]	658.00
Td [KN]	592.20
Rotura en la sección neta	
ϕ_t	0.75
Tn [KN]	1036
Td [KN]	777
Td determinante [KN]	592.20
Tu [KN]	412.14
Tu/Td	0.70
VERIFICA	

Tabla 94.

Dimensionamiento cordón inferior			
Carga	kN	Barra	Estado de carga
Carga máxima de compresión (Pu)	341.51	40	27
Carga máxima de tracción (Tu)	298.09	41	14

Pandeo local	
Verificación ala	
b/t	6.36
λ_r	13.13
VERIFICA	
Qs	1
Verificación alma	
hw/tw	16.63
$P_u/\phi P_y$	0.577
λ_p alma [caso 13]	43.47
VERIFICA	
Qa	1
Q	1

Pandeo global - Eje x	
k_x	1
L_x [cm]	134
λ_x	66.34
Pandeo global - Eje y	
k_y	1
L_y [cm]	134
λ_y	19.28

Resistencia de diseño a Compresión	
λ_{det}	66.34
λ_c	0.72
$\sqrt{Q} \cdot \lambda_c$	0.72
F_{cr}	18.87
ϕ_c	0.85
P_n	528.44
P_d	449.17
P_u	341.51
P_u/P_d	0.76
VERIFICA	

Resistencia de diseño a tracción	
Fluencia en la sección bruta	
ϕ_t	0.90
T_n [KN]	658.00
T_d [KN]	592.20
Rotura en la sección neta	
ϕ_t	0.75
T_n [KN]	1036
T_d [KN]	777
T_d determinante [KN]	592.20
T_u [KN]	298.09
T_u/T_d	0.50
VERIFICA	

Diagonales

Tabla 95.

Propiedades del Perfil		
Perfil Adoptado		L 51 x 51 x 4,8*
b	50.80	41 mm
t	4.80	mm
Ag	4.72	cm ²
Iv	4.41	cm ⁴
rv	0.97	cm
Ix=Iy	11.26	cm ⁴
Rx=Ry	1.54	cm
ex=ey	1.42	cm
long diag	186.00	cm
long mont	135.00	cm

Tabla 96.

Diagonales			
Carga	kN	Barra	Estado de carga
Máxima Compresión (Pu)	65.8	127	27
Máxima Tracción (Tu)	75.57	16	27

Pandeo Local	
b/t	10.58
λ_r	13.13
VERIFICA	
Qs = Q	1

Pandeo Global - Eje x	
kx	1
Lx [cm]	186.00
λ_x	120.78
Pandeo Global - Eje y	
ky	1.00
Ly [cm]	186.00
λ_y	120.78

Resistencia de diseño a Compresión	
λ_{det}	120.78
λ_c	1.32
$\sqrt{Q} \cdot \lambda_c$	1.32
Fcr	11.36
ϕ_c	0.85
Pn	53.62
Pd	45.58
Pu	32.90
Pu/Pd	0.72
VERIFICA	
Resistencia de diseño a Tracción	
Fluencia en la sección bruta	
ϕ_t	0.90
Tn [KN]	110.92
Td [KN]	99.83
Rotura en la sección neta	
ϕ_t	0.75
Tn [KN]	174.64
Td [KN]	130.98
Td determinante [KN]	99.83
Tu [KN]	37.79
Tu/Td	0.38
VERIFICA	

Montantes

Tabla 97.

Montantes			
Carga	kN	Barra	Estado de carga
Máxima Compresión (Pu)	11	12	14
Máxima Tracción (Tu)	13	9	27

Pandeo Local	
b/t	10.58
λ_r	13.13
VERIFICA	

$Q_s = Q$	1
Pandeo Global - Eje x	
k_x	1
L_x [cm]	135.00
λ_x	87.66
Pandeo Global - Eje y	
k_y	1.00
L_y [cm]	135.00
λ_y	87.66

Resistencia de diseño a Compresión	
λ_{det}	87.66
λ_c	0.96
$\sqrt{Q} \cdot \lambda_c$	0.96
F_{cr}	16.02
ϕ_c	0.85
P_n	75.63
P_d	64.29
P_u	5.50
P_u/P_d	0.09
VERIFICA	

Resistencia de diseño a Tracción	
Fluencia en la sección bruta	
ϕ_t	0.90
T_n [KN]	110.92
T_d [KN]	99.83
Rotura en la sección neta	
ϕ_t	0.75
T_n [KN]	174.64
T_d [KN]	130.98
T_d determinante [KN]	99.83
T_u [KN]	6.50
T_u/T_d	0.07
VERIFICA	

Estructura del pasillo. Viga laminada de acero

Tabla 98.

Propiedades del Material		
Perfil Adoptado	W 360 x 51,0	65
d	355.00	mm
bf	171.00	mm
tw	7.20	mm
tf	11.60	mm
h	332.00	mm
bf/2tf	7.37	
hw/tw	46.11	
Área	64.80	cm ²
I _x	14222.00	cm ⁴
S _x	801.20	cm ³
r _x	14.81	cm
Z _x	899.50	cm ³
I _y	968.00	cm ⁴
S _y	113.30	cm ³
r _y	3.87	cm
Z _y	174.70	cm ³
L _p	148.15	Carga Ala Superior
L _r	247.13	
J	24.65	cm ⁴
X ₁	13769.35	Mpa

Tabla 99.

Solicitaciones máximas	
Estado de carga	12 - 0.9 D + 1.5 W2
P _u [kN]	1.73
M _u [kNm]	224.60
V _u [kN]	67.37

Pandeo Local	
Verificación ala	
bf/2tf	7.37
λ_p ala [caso 2]	9.15
VERIFICA	
Qs	1
Verificación alma	
hw/tw	46.11
$P_u/\phi P_y$	0.001
λ_p alma [caso 13]	90.32
VERIFICA	
Qa	1
Q	1

Pandeo Global	
Eje x - x [Plano pórtico]	
kx	1
Lx [cm]	1355
λ_x	91.5
VERIFICA	
Eje y - y [Plano \perp al pórtico]	
ky	1
Ly [cm]	451.7
λ_y	116.71
VERIFICA	

Momento plástico	
Mp [kNcm]	31032.75
1,5*My [kNcm]	41462.10
Mp [kNcm]	31032.75

Pandeo Lateral Torsional (Carga en Ala Sup)	
Lp	148.15
X1	13769.35
Lb [cm]	200.00
Lr [cm]	247.13
Lp<Lb<Lr	Zona inelástica
Cb	1.14
Mr [kNcm]	22113.12
Mcr [kNcm]	31149.44
Mp [kNcm]	31032.75
Mplt [kNcm]	30050.70

Flexión	
Mn [kNm]	300.51
ϕ	0.90
Md [kNm]	270.46
Mu/Md	0.83
VERIFICA	

Resistencia al corte	
ϕ_v	0.90
h/tw	46.11
Cv1	1.00
Cv2	0.63
Cv3	0.49
lim 1	29.01
lim 2	36.13
Vn [kN]	757.65
Vd [kN]	681.89
Vu/Vd	0.10
VERIFICA	

*Lb: tornapuntas correa de por medio.

Estructura de pasillo. Columnas laterales

Tabla 100.

Propiedades del Material			
Perfil Adoptado	W 200 x 26,6	10	
d	207.00	mm	
bf	133.00	mm	
tw	5.80	mm	
tf	8.40	mm	
h	190.00	mm	
bf/2tf	7.92		
hw/tw	32.76		
Área	34.20	cm ²	
Ix	2611.00	cm ⁴	
Sx	252.30	cm ³	
rx	8.73	cm	
Zx	282.30	cm ³	
Iy	330.00	cm ⁴	
Sy	49.60	cm ³	
ry	3.10	cm	
Zy	76.30	cm ³	
Lp	118.68	Carga Ala Superior	cm
Lr	254.42		cm
J	7.65		cm ⁴
X1	17696.40		Mpa

Tabla 101.

Solicitaciones máximas flexocompresión	
Estado de carga	7 - 1.2 D + 1.6 LR + 0.8 W3
Pu [kN]	27.011
Mu [kNm]	4.20
Vu [kN]	6.72
Solicitaciones máximas flexotracción	
Estado de carga	12 - 0.9 D + 1.5 W2
Tu [kN]	69.13
Mu [kNcm]	7.31
Vu [kN]	11.7

Pandeo Local	
Verificación ala	
bf/2tf	7.92
λ_p ala [caso 2]	9.15
VERIFICA	
Qs	1
Verificación alma	
hw/tw	8.73
Pu/ØPy	0.025
λ_p alma [caso 13]	84.20
VERIFICA	
Qa	1
Q	1
Pandeo Global	
Eje x - x [Plano pórtico]	
kx	1
Lx [cm]	250
λ_x	28.6
VERIFICA	
Eje y - y [Plano \perp al pórtico]	
ky	1
Ly [cm]	250
λ_y	80.65
VERIFICA	

Momento plástico	
Mp [kNcm]	9739.35
1,5*My [kNcm]	13056.53
Mp [kNcm]	9739.35
Pandeo Lateral Torsional (Carga en Ala Sup)	
Lp	118.68
X1	17696.40
Lb [cm]	150.00
Lr [cm]	254.42
Lp<Lb<Lr	Zona inelástica
Cb	1.14
Mr [kNcm]	6963.48
Mcr [kNcm]	13464.42
Mp [kNcm]	9739.35
Mplt [kNcm]	10372.70

Flexion	
Mn [kNm]	97.39
Resistencia flexocompresión	
λ_c	1.07
Fcr [kN/cm ²]	21.41
ϕ_c	0.85
ϕ_b	0.90
Pn [kN]	732.27
$P_u/(\phi_c \cdot P_n)$	0.04
$M_u/(\phi_b \cdot M_n)$	0.05
Ratio	0.07
VERIFICA	
Resistencia flexotracción	
ϕ_t	0.90
ϕ_b	0.90
Tn [kN]	1179.90
$T_u/(\phi_c \cdot T_n)$	0.07
$M_u/(\phi_b \cdot M_n)$	0.05
Ratio	0.08
VERIFICA	

Resistencia al corte	
ϕ_v	0.90
h/t_w	32.76
Cv1	1.00
Cv2	0.89
Cv3	0.98
lim 1	29.01
lim 2	36.13
Vn [kN]	705.13
Vd [kN]	634.61
Vu/Vd	0.02
VERIFICA	

*Lb: tornapuntas en la correa.

Dimensionamiento correas

Tabla 102.

Parámetros geométricos del perfil C		
Perfil C adoptado	200 - 80 - 30 - 3.2	
ht	200	mm
bt	80	mm
dt	30	mm
t=ri	3.2	mm
Ag	12.77	cm ²
Ix	783.46	cm ⁴
Sx	78.35	cm ³
rx	7.83	cm
Iy	116.59	cm ⁴
ry	3.02	cm
xg	2.65	cm
xc	6.37	cm
Jt	0.44	cm ⁴
Cw	10825	cm ⁶
Y	77.3	kN/m ³

Datos generales		
Acero F-24 Fy	23.5	kN/cm ²
Fu	37	kN/cm ²
E	20000	kN/cm ²
G	7720	kN/cm ²
Poisson	0.3	
Celda		
θ	39	°
Largo Nave	150	m
Ancho Frontis	30	m
Hm	11.32	m
Pasillo		
θ	6	°
Largo Nave	150	m
Ancho Pasillo	13.5	m
Hm	4	m

Tabla 103.

Correas - Celda Cubierta		
Luz	5	m
Separación	1.77	m

Correas - Frontis		
Luz	5	m
Separación	1	m

Correas - Pasillo Laterales		
Luz	5	m
Separación	1	m

Correas - Pasillo Cubierta		
Luz	5	m
Separación	1.51	m

Chapas		
Luz	1.01	m
Separación	1	m

Sobrecarga		
qLr'	0.73	kN/m ²

Permanente - Celda		
qD' Chapa	0.07	kN/m
qD' Correa	0.14	kN/m
qD' Total	0.20	kN/m

Permanente - Pasillo		
qD' Chapa	0.07	kN/m ²
qD' Correa	0.12	kN/m ²
qD' Total	0.18	kN/m ²

Tabla 104.

Cargas W			
Zona		(+) Presiones [kN/m]	(-) Presiones [kN/m]
Cubierta	1	1.05	-2.99
	2	1.05	-3.54
	3	1.05	-3.54
Pasillo	1	0.90	-2.55
	2	0.90	-3.02
	3	0.90	-3.02
Lateral	4	1.55	-1.59
	5	1.55	-1.83
Frontis	4	1.55	-1.59
	5	1.55	-1.83

Tabla 105.

Estados de Servicio				
Cubierta		1	2	3
q1 (+)	$qD' + qW$	1.25	1.25	1.25
q2 (+)	$qD' + qLr'$	0.93	0.93	0.93
q3 (+)	$qD'+0,7*(qLr' + qW)$	1.45	1.45	1.45
q1 (-)	$qD' + qW$	-2.79	-3.34	-3.34
Pasillo		1	2	3
q1 (+)	$qD' + qW$	1.08	1.08	1.08
q2 (+)	$qD' + qLr'$	0.91	0.91	0.91
q3 (+)	$qD'+0,7*(qLr' + qW)$	1.32	1.32	1.32
q1 (-)	$qD' + qW$	-2.37	-2.84	-2.84
Pasillo Pared Lateral		4	5	
q1 (+)	qW	1.55	1.55	
q1 (-)	qW	-1.59	-1.83	
Frontis		4	5	
q1 (+)	qW	1.55	1.55	
q1 (-)	qW	-1.59	-1.83	

Estados Ultimos				
Cubierta		1	2	3
qu1 (+)	$1,20 \cdot qD' + 1,60 \cdot qLr' + 0,80 \cdot qW$	2.25	2.25	2.25
qu2 (+)	$1,20 \cdot qD' + 0,50 \cdot qLr' + 1,50 \cdot qW$	2.18	2.18	2.18
qu1 (-)	$0,90 \cdot qD' + 1,5 \cdot qW$	-4.30	-5.13	-5.13
Pasillo		1	2	3
qu1 (+)	$1,20 \cdot qD' + 1,60 \cdot qLr' + 0,80 \cdot qW$	2.11	2.11	2.11
qu2 (+)	$1,20 \cdot qD' + 0,50 \cdot qLr' + 1,50 \cdot qW$	1.93	1.93	1.93
qu1 (-)	$0,90 \cdot qD' + 1,5 \cdot qW$	-3.66	-4.37	-4.37
Pasillo Pared Lateral		4	5	
qu1 (+)	$1,50 \cdot qW$	2.32	2.32	
qu1 (-)	$1,50 \cdot qW$	-2.38	-2.74	
Frontis		4	5	
qu1 (+)	$1,50 \cdot qW$	2.32	2.32	
qu1 (-)	$1,50 \cdot qW$	-2.38	-2.74	

Tabla 106.

Correas de Cubierta										
Datos generales		Esfuerzos en ELU			Esfuerzos en ELS			Verificación en ELS		
Sector	Cubierta	Cargas		Mu [kNm]	Cargas		f [cm]	f adm [cm]	Verificación	
ZONA	1	qs (+) [kN/m]	2.25	7.04	qs (+) [kN/m]	1.45	0.75	2.78	SI	
Luz [m]	5.00	qs (-) [kN/m]	-4.30	-13.44	qs (-) [kN/m]	-2.79	1.45	2.78	SI	
Verificación en ELU										
Verificación flexión										
Arriostramiento	Mu [kNcm]	R	cb	Lb [m]	Fe [kN/cm ²]	Fc [kN/cm ²]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	704.10	-	-	-	-	-	1841.23	0.90	1657.10	SI
	-1344.06	0.65	-	-	-	-	1196.80		1077.12	NO
Tillas 1/2 luz	-1344.06	-	1.39	2.5	65.44	23.50	1841.23		1657.10	SI

Datos generales		Esfuerzos en ELU			Esfuerzos en ELS			Verificación en ELS		
Sector	Cubierta	Cargas		Mu [kNm]	Vu [kN]	Cargas		f [cm]	f adm [cm]	Verificación
ZONA	2	qs (+) [kN/m]	2.25	7.04	5.63	qs (+) [kN/m]	1.45	0.75	3.33	SI
Luz [m]	5.00	qs (-) [kN/m]	-5.13	-16.03	12.83	qs (-) [kN/m]	-3.34	1.73	3.33	SI

Verificación en ELU										
Verificación flexión										
Arriostrami ento	Mu [kNcm]	R	cb	Lb [m]	Fe [kN/cm ²]	Fc [kN/cm ²]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	704.10	-	-	-	-	-	1841.23	0.90	1657.10	SI
	-1603.45	0.65	-	-	-	-	1196.80		1077.12	NO
Tillas 1/2 luz	-1603.45	-	1.14	2.5	53.39	22.92	1795.69		1616.12	SI

Datos generales		Esfuerzos en ELU				Esfuerzos en ELS		Verificación en ELS		
Sector	Cubierta	Cargas		Mu [kNm]	Vu [kN]	Cargas		f [cm]	f adm [cm]	Verificación
ZONA	3	qs (+) [kN/m]	2.25	7.04	3.76	qs (+) [kN/m]	1.45	0.75	3.33	SI
Luz [m]	5.00	qs (-) [kN/m]	-5.13	-16.03	-8.55	qs (-) [kN/m]	-3.34	1.73	3.33	SI
Verificación en ELU										
Verificación flexión										
Arriostrami ento	Mu [kNcm]	R	cb	Lb [m]	Fe [kN/cm ²]	Fc [kN/cm ²]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	704.10	-	-	-	-	-	1841.23	0.90	1657.10	SI
	-1603.45	0.65	-	-	-	-	1196.80		1077.12	NO
Tillas 1/2 luz	-1603.45	-	1.14	2.5	53.39	22.92	1795.69		1616.12	SI

Tabla 107.

Correas de Frontis

Datos generales		Esfuerzos en ELU				Esfuerzos en ELS		Verificación en ELS		
Sector	Cubierta	Cargas		Mu [kNm]	Cargas		f [cm]	f adm [cm]	Verificación	
ZONA	4	qs (+) [kN/m]	2.32	7.25	qs (+) [kN/m]	1.55	0.80	2.78	SI	
Luz [m]	5.00	qs (-) [kN/m]	-2.38	-7.45	qs (-) [kN/m]	-1.59	0.83	2.78	SI	
Verificación en ELU										
Verificación flexión										
Arriostrami ento	Mu [kNcm]	R	cb	Lb [m]	Fe [kN/cm ²]	Fc [kN/cm ²]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	725.40	-	-	-	-	-	1841.23	0.90	1657.10	SI
	-745.18	0.65	-	-	-	-	1196.80		1077.12	SI

PROYECTO IV: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO
GRUPO 02: ESCANDELL, GRIGERA, MARELLI

Datos generales		Esfuerzos en ELU				Esfuerzos en ELS		Verificación en ELS		
Sector	Cubierta	Cargas		Mu [kNm]	Vu [kN]	Cargas		f [cm]	f adm [cm]	Verificación
ZONA	5	qs (+) [kN/m]	2.32	7.25	5.80	qs (+) [kN/m]	1.55	0.80	3.33	SI
Luz [m]	5.00	qs (-) [kN/m]	-2.74	-8.57	6.86	qs (-) [kN/m]	-1.83	0.95	3.33	SI
Verificación en ELU										
Verificación flexión										
Arriostramiento	Mu [kNcm]	R	cb	Lb [m]	Fe [kN/cm ²]	Fc [kN/cm ²]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	725.40	-	-	-	-	-	1841.23	0.90	1657.10	SI
	-857.29	0.65	-	-	-	-	1196.80		1077.12	SI

Tabla 108.

Correas de Cubierta - Pasillo

Datos generales		Esfuerzos en ELU				Esfuerzos en ELS		Verificación en ELS		
Sector	Cubierta	Cargas		Mu [kNm]	Cargas		f [cm]	f adm [cm]	Verificación	
ZONA	1	qs (+) [kN/m]	2.11	6.58	qs (+) [kN/m]	1.32	0.69	2.78	SI	
Luz [m]	5.00	qs (-) [kN/m]	-3.66	-11.44	qs (-) [kN/m]	-2.37	1.23	2.78	SI	
Verificación en ELU										
Verificación flexión										
Arriostramiento	Mu [kNcm]	R	cb	Lb [m]	Fe [kN/cm ²]	Fc [kN/cm ²]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	658.01	-	-	-	-	-	1841.23	0.90	1657.10	SI
	-1143.92	0.65	-	-	-	-	1196.80		1077.12	NO
Tillas 1/2 luz	-1143.92	-	1.33	2.5	62.42	23.38	1831.87		1648.68	SI

PROYECTO IV: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO
GRUPO 02: ESCANDELL, GRIGERA, MARELLI

Datos generales		Esfuerzos en ELU				Esfuerzos en ELS		Verificación en ELS		
Sector	Cubierta	Cargas		Mu [kNm]	Vu [kN]	Cargas		f [cm]	f adm [cm]	Verificación
ZONA	2	qs (+) [kN/m]	2.11	6.58	5.26	qs (+) [kN/m]	1.32	0.69	3.33	SI
Luz [m]	5.00	qs (-) [kN/m]	-4.37	-13.65	10.92	qs (-) [kN/m]	-2.84	1.47	3.33	SI
Verificación en ELU										
Verificación flexión										
Arriostamiento	Mu [kNcm]	R	cb	Lb [m]	Fe [kN/cm ²]	Fc [kN/cm ²]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	658.01	-	-	-	-	-	1841.23	0.90	1657.10	SI
	-1365.20	0.65	-	-	-	-	1196.80		1077.12	NO
Tillas 1/2 luz	-1365.20	-	1.14	2.5	53.39	22.92	1795.69		1616.12	SI

Datos generales		Esfuerzos en ELU				Esfuerzos en ELS		Verificación en ELS		
Sector	Cubierta	Cargas		Mu [kNm]	Vu [kN]	Cargas		f [cm]	f adm [cm]	Verificación
ZONA	3	qs (+) [kN/m]	2.11	6.58	3.51	qs (+) [kN/m]	1.32	0.69	3.33	SI
Luz [m]	5.00	qs (-) [kN/m]	-4.37	-13.65	-7.28	qs (-) [kN/m]	-2.84	1.47	3.33	SI
Verificación en ELU										
Verificación flexión										
Arriostamiento	Mu [kNcm]	R	cb	Lb [m]	Fe [kN/cm ²]	Fc [kN/cm ²]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	658.01	-	-	-	-	-	1841.23	0.90	1657.10	SI
	-1365.20	0.65	-	-	-	-	1196.80		1077.12	NO
Tillas 1/2 luz	-1365.20	-	1.14	2.5	53.39	22.92	1795.69		1616.12	SI

Tabla 109.

Correas Pasillo Laterales										
Datos generales		Esfuerzos en ELU				Esfuerzos en ELS		Verificación en ELS		
Sector	Cubierta	Cargas		Mu [kNm]	Cargas		f [cm]	f adm [cm]	Verificación	
ZONA	4	qs (+) [kN/m]	2.32	7.25	qs (+) [kN/m]	1.55	0.80	2.78	SI	
Luz [m]	5.00	qs (-) [kN/m]	-2.38	-7.45	qs (-) [kN/m]	-1.59	0.83	2.78	SI	
Verificación en ELU										
Verificación flexión										
Arriostrami ento	Mu [kNcm]	R	cb	Lb [m]	Fe [kN/cm ²]	Fc [kN/cm ²]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	725.40	-	-	-	-	-	1841.23	0.90	1657.10	SI
	-745.18	0.65	-	-	-	-	1196.80		1077.12	SI
Verificación en ELS										
Datos generales		Esfuerzos en ELU				Esfuerzos en ELS		Verificación en ELS		
Sector	Cubierta	Cargas		Mu [kNm]	Vu [kN]	Cargas		f [cm]	f adm [cm]	Verificación
ZONA	5	qs (+) [kN/m]	2.32	7.25	5.80	qs (+) [kN/m]	1.55	0.80	3.33	SI
Luz [m]	5.00	qs (-) [kN/m]	-2.74	-8.57	6.86	qs (-) [kN/m]	-1.83	0.95	3.33	SI
Verificación en ELU										
Verificación flexión										
Arriostrami ento	Mu [kNcm]	R	cb	Lb [m]	Fe [kN/cm ²]	Fc [kN/cm ²]	Mn [kNcm]	φb	Md [kNcm]	Verificación
Chapeado cont	725.40	-	-	-	-	-	1841.23	0.90	1657.10	SI
	-857.29	0.65	-	-	-	-	1196.80		1077.12	SI

Dimensionamiento de muros intermedios

Tabla 110.

Datos		
Peso específico promedio	10	kN/m ³
Angulo de fricción interna	0.52	rad
Ka	0.33	
Recubrimiento tabique min	3.75	cm
Recubrimiento tabique adoptado	5	cm
f _c	30	Mpa
E _c	25742.9602	Mpa
f _y	420	Mpa
β _{1c}	0.85	

Tabla 111.

Dimensionamiento pantallas					
Pantalla	1	2	3	4	
Cargas actuantes - Empuje del fertilizante					
Espesor	0.25	0.25	0.25	0.25	m
d	0.2	0.2	0.2	0.2	m
Ancho	4.10	4.33	4.33	4.33	m
H pantalla prom	12.50	11.00	8.04	6.04	m
H de fertilizante promedio	9.22	7.97	5.68	3.18	m
Ea en base tabique	49.17	42.48	30.27	16.93	kN/m ²
Solicitaciones					
Mu	103.33	99.69	71.03	39.74	kNm/m
Vu	90.97	83.54	59.52	33.30	kN/m
Dimensionamiento a flexión					
Mn	0.115	0.111	0.079	0.044	MN/m
mn	0.096	0.092	0.066	0.037	
we	0.102	0.098	0.069	0.038	
Verificación zona controlada a tracción					
a	2.394	2.305	1.613	0.885	cm
c	2.817	2.711	1.897	1.042	cm
φ	0.001	0.001	0.002	0.003	
ε	0.018	0.019	0.029	0.055	
	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	

Adopción de armadura					
Asnec	14.537	13.993	9.790	5.376	cm2/m
As,min	4.500	4.500	4.500	4.500	cm2/m
Aadopt	14.537	13.993	9.790	5.376	cm2/m
Barras	20	20	16	16	
Área barra	3.142	3.142	2.011	2.011	cm2
Cantidad	4.627	4.454	4.869	2.674	u
Separación	21.611	22.451	20.537	37.403	cm
Separación máx	30.000	30.000	30.000	30.000	cm
Se adopta en dirección principal	ø20/20	ø20/20	ø16/20	ø16/30	
Asec	2.907	2.799	1.958	1.075	cm2/m
Barras	10	10	10	10	
Área barra	0.785	0.785	0.785	0.785	cm2
Cantidad	3.702	3.563	2.493	1.369	u
Separación	27.013	28.064	40.111	73.052	cm
Separación máx	25.000	25.000	25.000	25.000	cm
Se adopta en dirección secundaria	ø10/25	ø10/25	ø10/25	ø10/25	
Dimensionamiento a corte					
Vn	0.12	0.11	0.08	0.04	kN/m
Vc	0.18	0.18	0.18	0.18	kN/m
Vs	0.00	0.00	0.00	0.00	kN/m
	Sin Av/s	Sin Av/s	Sin Av/s	Sin Av/s	

Tabla 112.

Dimensionamiento contrafuerte				
Contrafuerte	1	2	3	
Geometría				
H	12.50	9.50	6.57	m
h base adoptado	2.50	2.00	1.20	m
d	2.45	1.95	1.15	m
b	0.30	0.30	0.30	m

PROYECTO IV: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO
GRUPO 02: ESCANDELL, GRIGERA, MARELLI

Cargas actuantes - Empuje del fertilizante				
Ancho de influencia	4.17	4.33	4.43	m
Altura de contrafuerte	12.50	9.50	6.57	m
Altura a considerar de fertilizante	9.04	6.90	4.45	m
Ea tabique base	30.13	23.00	14.82	kN/m ²
Ea contrafuerte base	125.55	99.66	65.70	kN/m
Solicitaciones: 1,2D+1,6H				
Mu	2.71	1.30	0.33	MNm
Vu	0.91	0.55	0.23	MN
Dimensionamiento a flexión				
Mn	3.014	1.449	0.363	MN
mn	0.056	0.042	0.031	
we	0.058	0.043	0.031	
Verificación zona controlada a tracción				
a	16.647	9.968	4.209	cm
c	19.584	11.727	4.951	cm
φ	0.000	0.000	0.001	
ε	0.0345	0.0469	0.0667	
	Verifica	Verifica	Verifica	
Adopción de armadura				
Asnec	30.321	18.155	7.666	cm ²
As,min	23.96	19.07	11.25	cm ²
Aadopt	30.321	19.072	11.248	cm ²
Barras	20	16	16	
Área barra	3.142	2.011	2.011	cm ²
Cantidad	9.65	9.49	5.59	u
Cantidad adoptada	10.00	10.00	6.00	u
Cantidad máx por fila	5.00	5.00	3.00	u
Separación	2.50	3.00	7.59	cm
Verif. sep mínima	Verifica	Verifica	Verifica	
	10ø20	10ø16	6ø16	

Dimensionamiento a corte				
Vn	1.21	0.74	0.31	MN
Vc	0.67	0.53	0.31	MN
Vs	0.54	0.20	0.00	MN
Av/s	19.68	7.51	0.00	cm ² /m
Avmin/s	5.78	4.60	2.71	cm ² /m
Av/s x rama	9.84	3.75	1.36	cm ² /m
Barras	12	10	8	
Área barra	1.131	0.785	0.503	cm ²
Separación	11.50	20.93	37.09	cm
Sep max	40.00	40.00	40.00	cm
	ø12/10 c/cara	ø10/20 c/cara	ø8/35 c/cara	

Tabla 113.

Dimensionamiento viga					
Viga	1	2	3	4	
Geometría					
h	0.70	0.70	0.70	0.70	m
d	0.65	0.65	0.65	0.65	m
b	0.20	0.20	0.20	0.20	m
rec	3.00	3.00	3.00	3.00	cm
L	4.00	5.24	5.29	4.43	m
Solicitaciones					
Myu	0.119	0.366	0.368	0.179	MNm
Vu	0.029	0.033	0.033	0.039	MN
Mzu	0.023	0.028	0.031	0.031	MNm
Dimensionamiento por flexión - Myu					
Mn	0.132	0.407	0.408	0.199	MNm
mn	0.052	0.161	0.161	0.078	
we	0.054	0.179	0.180	0.082	
Verificación zona controlada a tracción					
a	4.125	13.724	13.783	6.298	cm
c	4.853	16.145	16.215	7.409	cm
φ	0.001	0.000	0.000	0.000	
ε	0.037	0.009	0.009	0.023	
	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	

PROYECTO IV: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO
GRUPO 02: ESCANDELL, GRIGERA, MARELLI

Adopción de armadura					
Asnec	5.01	16.66	16.74	7.65	cm2
As,min	4.24	4.24	4.24	4.24	cm2
Aadopt	5.01	16.66	16.74	7.65	cm2
Barras	16	20	20	12	
Área barra	2.011	3.142	3.142	1.131	cm2
Cantidad	2.49	5.30	5.33	6.76	u
Cantidad adoptada	3.00	6.00	6.00	8.00	u
Cantidad adoptada por fila	3.00	3.00	3.00	4.00	u
Separación	4.59	3.99	3.99	3.06	cm
Verif. sep mínima	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	cm
Se adopta	3ø16	3ø20	3ø20	4ø12	
Dimensionamiento por corte					
Vn	0.04	0.04	0.04	0.05	MN
Vc	0.12	0.12	0.12	0.12	MN
Vs	0.00	0.00	0.00	0.00	MN
Avmin/s	1.02	1.02	1.02	1.02	cm2/m
Av/s x rama	0.51	0.51	0.51	0.51	cm2/m
Barras	8	8	8	8	
Área barra	0.503	0.503	0.503	0.503	cm2
Separación	98.42	98.42	98.42	98.42	cm
Sep max	32.50	32.50	32.50	32.50	cm
	ø8/33 c/cara	ø8/33 c/cara	ø8/33 c/cara	ø8/33 c/cara	
Verificación deflexiones					
Deflexión admisible	6.94	6.94	5.28	3.65	cm
Deflexión máxima	-1.04	-1.04	-0.57	-0.22	cm
Verificación deflexiones	Verifica	Verifica	Verifica	Verifica	

Dimensionamiento muros laterales

Tabla 114.

Dimensionamiento pantallas		
Cargas actuantes		
Empuje del fertilizante		
Espesor pantalla	0.25	m
d	0.20	m
Ancho	5.00	m
H pantalla	5.50	m
H fertilizante	2.00	m
Ea base	6.67	kN/m ²
Viento		
W1 - ⊥ cumbre - Barlovento - Presión (W3a)	1.34	kN/m ²
W2 - ⊥ cumbre - Barlovento - Succión (W4)	0.78	kN/m ²
W3 - ⊥ cumbre - Sotavento - Presión (W3b)	-0.38	kN/m ²
W4 - ⊥ cumbre - Sotavento - Succión (W4)	-0.95	kN/m ²
W5 - // cumbre - Laterales - Presión (W1)	-0.65	kN/m ²
W6 - // cumbre - Laterales - Succión (W2)	-1.21	kN/m ²
Estados de carga		
E1 - 1,6H+1,6W1	8.52	kN/m ²
	-2.15	kN/m ²
E2 - 1,6H+1,6W2	9.42	kN/m ²
	-1.25	kN/m ²
E3 - 1,6H+1,6W3	11.28	kN/m ²
	0.61	kN/m ²
E4 - 1,6H+1,6W4	12.18	kN/m ²
	1.51	kN/m ²
E5 - 1,6H+1,6W5	11.70	kN/m ²
	1.04	kN/m ²
E6 - 1,6H+1,6W6	12.60	kN/m ²
	1.94	kN/m ²
E7 - 1.6H	10.67	kN/m ²
	0.00	kN/m ²

Solicitaciones		
Mu1 - Superior	-6.72	kNm/m
Vu1 - Superior	-4.95	kN/m
Mu2 - Inferior	39.39	kNm/m
Vu2 - Inferior	28.99	kN/m
Mu2 - Superior	6.06	kNm/m
Mu2 - Superior	4.46	kN/m
Dimensionamiento a flexión - Sección inferior		
Mn	0.044	MN/m
mn	0.036	
we	0.037	
Verificación zona controlada a tracción		
a	0.877	cm
c	1.032	cm
φ	0.003	
ϵ	0.055	
	Verifica	
Adopción de armadura		
Asne	5.327	cm ² /m
As,min	4.500	cm ² /m
Aadopt	5.327	cm ² /m
Barras	10	
Área barra	0.785	cm ²
Cantidad	6.783	u
Separación	14.743	cm
Separación máx	25.000	cm
Se adopta en dirección principal	Ø10/15	
Asec	1.065	cm ² /m
Barras	6	
Área barra	0.283	cm ²
Cantidad	3.768	u
Separación	20.000	cm
Separación máx	15.000	cm
Se adopta en dirección secundaria	Ø6/15	

Dimensionamiento al corte - Sección inferior		
e: espesor pantalla en base	0.25	m
d	0.2	m
Vn	0.04	kN/m
Vc	0.18	kN/m
Vs	0.00	kN/m
	Sin Av/s	
Dimensionamiento por flexión - Sección superior		
Mn	0.007	MN/m
mn	0.006	
we	0.006	
Verificación zona controlada a tracción		
a	0.147	cm
c	0.173	cm
ϕ	0.017	
ϵ	0.344	
	Verifica	
Adopción de armadura		
Asnec	0.892	cm ² /m
As,min	4.500	cm ² /m
Aadopt	4.500	cm ² /m
Barras	10	
Área barra	0.785	cm ²
Cantidad	5.730	u
Separación	17.453	cm
Separación máx	25.000	cm
Se adopta en dirección principal	Ø10/18	
Asec	0.178	cm ² /m
Barras	6	
Área barra	0.283	cm ²
Cantidad	0.631	u
Separación	20.000	cm
Separación máx	15.000	cm
Se adopta en dirección secundaria	Ø6/15	

Dimensionamiento al corte - Sección superior		
e: espesor pantalla en base	0.25	m
d	0.2	m
Vn	0.01	m
Vc	0.18	kN/m
Vs	0.00	kN/m
	Sin Av/s	

Tabla 115.

Dimensionamiento contrafuerte			
Geometría			
		5.50	m
h base adoptado		1.20	m
d		1.15	m
b		0.35	m
Cargas actuantes			
Empuje del fertilizante			
Ea base		33.33	kN/m
Viento			
W2		-6.06	kN/m
W3		6.72	kN/m
W3b		-1.91	kN/m
Cercha metálica			
F1	x	-29.58	kN
	y	-143.82	kN
F2	x	81.949	kN
	y	82.637	kN
F3	x	45.482	kN
	y	90.266	kN
F4	x	100.498	kN
	y	75.475	kN
Estados de carga			
E1: 0.9D+1.6(H+W2) (con F1)			
E2: 1.2 D + 1.6 Lr + L (con F2)			
E3: 1.2 D + 1.6 (L+H) +0.5 Lr +0.8 W3 (con F3)			
E4: 1.2 D + 1.6 (L+H) + 0.5 LR 1 + 0.8 W3b (con F4)			

Solicitaciones			
E1	Mu	0.095	MNm
	Pu	-0.128	MN
	Vu	0.010	MN
E2	Mu	0.509	MNm
	Pu	0.129	MN
	Vu	0.093	MN
E3	Mu	0.272	MNm
	Pu	0.138	MN
	Vu	0.082	MN
E4	Mu	0.678	MNm
	Pu	0.120	MN
	Vu	0.174	MN
Dimensionamiento a flexo compresión - Diagrama de interacción I15			
E1	γ	0.917	
	m	0.189	MPa
	n	-0.305	MPa
	ρ	0.010	
	Ast	42.000	cm ²
E2	γ	0.917	
	m	1.011	MPa
	n	0.306	MPa
	ρ	0.010	
	Ast	42.000	cm ²
E3	γ	0.917	
	m	0.540	MPa
	n	0.328	MPa
	ρ	0.010	
	Ast	42.000	cm ²
E4	γ	0.917	
	m	1.346	MPa
	n	0.285	MPa
	ρ	0.010	
	Ast	42.000	cm ²

Dimensionamiento a flexo compresión - Diagrama de interacción I15		
Ast,adopt	42.000	cm2
Ast x cara	21.000	cm2
Barras	16.000	
Área barra	2.011	cm2
Cantidad	10.445	u
Cantidad	12.000	u
Cantidad por fila	6.000	u
Separación	3.078	cm
Verificación separación min	Verifica	
Se adopta en cada cara	12ø16	
Dimensionamiento a corte inferior		
Vn	0.233	MN
Vc	0.37	kN/m
Vs	0.00	kN/m
Armadura mínima: Estribos ø6/19		
Dimensionamiento a corte superior		
Vn	0.150	MN
Vc	0.128	MN/m
Vs	0.02	MN/m
Armadura mínima: Estribos ø6/19		
Verificación deflexiones		
Deflexiones máximas	1.19	cm
Deflexiones admisibles	1.53	cm
Verifica		

Dimensionamiento muros de frontis

Tabla 116.

Dimensionamiento pantallas		
Cargas actuantes		
Empuje del fertilizante		
espesor pantalla	0.25	m
d	0.20	m
Ancho	5.00	m
H pantalla	5.50	m
H fertilizante	4.50	m
Ea base	15.00	kN/m ²
Cargas de viento		
W1 - // cumbrera - Barlovento - Presión	1.34	kN/m ²
W2 - // cumbrera - Barlovento - Succión	0.78	kN/m ²
W3 - // cumbrera - Sotavento - Presión	0.02	kN/m ²
W4 - // cumbrera - Sotavento - Succión	-0.55	kN/m ²
W5 - ⊥ cumbrera - Laterales - Presión	-0.65	kN/m ²
W6 - ⊥ cumbrera - Laterales - Succión	-1.21	kN/m ²
Estados de carga		
E1 - 1,6H+1,6W1	21.85	kN/m ²
	-2.15	kN/m ²
E2 - 1,6H+1,6W2	22.75	kN/m ²
	-1.25	kN/m ²
E3 - 1,6H+1,6W3	23.97	kN/m ²
	-0.03	kN/m ²
E4 - 1,6H+1,6W4	24.88	kN/m ²
	0.88	kN/m ²
E5 - 1,6H+1,6W5	25.04	kN/m ²
	1.04	kN/m ²
E6 - 1,6H+1,6W6	25.94	kN/m ²
	1.94	kN/m ²
E7 - 1.6H	24.00	kN/m ²
	0.00	kN/m ²

Solicitaciones		
Mu1 - Superior	-6.72	kNm/m
Vu1 - Superior	-4.95	kN/m
Mu2 - Inferior	81.06	kNm/m
Vu2 - Inferior	59.66	kN/m
Mu2 - Superior	6.06	kNm/m
Mu2 - Superior	4.46	kN/m
Dimensionamiento a flexión - Sección inferior		
Mn	0.090	MN/m
mn	0.075	
we	0.079	
Verificación zona controlada a tracción		
a	1.852	cm
c	2.178	cm
ϕ	0.001	
ϵ	0.025	
	Verifica	
Adopción de armadura		
Asnec	11.242	cm ² /m
As,min	4.500	cm ² /m
Aadopt	11.242	cm ² /m
Barras	16	
Área barra	2.011	cm ²
Cantidad	5.591	u
Separación	17.885	cm
Separación máx	30.000	cm
Se adopta en dirección principal	Ø16/18	
Asec	2.248	cm ² /m
Barras	8	
Area barra	0.503	cm ²
Cantidad	4.473	u
Separación	20.000	cm
Separación máx	20.000	cm

Se adopta en dirección secundaria	ø8/20	
-----------------------------------	-------	--

Dimensionamiento al corte - Sección inferior		
e: espesor pantalla en base	0.25	m
d	0.2	m
Vn	0.08	kN/m
Vc	0.18	kN/m
Vs	0.00	kN/m
	Sin Av/s	
Dimensionamiento a flexión - Sección superior		
Mn	0.007	MN/m
mn	0.006	
we	0.006	
Verificación zona controlada a tracción		
a	0.147	cm
c	0.173	cm
φ	0.017	
ε	0.344	
	Verifica	
Adopción de armadura		
Asnec	0.892	cm ² /m
As,min	4.500	cm ² /m
Aadopt	4.500	cm ² /m
Barras	10	
Área barra	0.785	cm ²
Cantidad	5.730	u
Separación	17.453	cm
Separación máx	25.000	cm
Se adopta en dirección principal	ø10/18	
Asec	0.178	cm ² /m
Barras	6	
Área barra	0.283	cm ²
Cantidad	0.631	u
Separación	20.000	cm
Separación máx	15.000	cm

Se adopta en dirección secundaria	ø6/15	
-----------------------------------	-------	--

Dimensionamiento al corte - Sección superior		
e: espesor pantalla en base	0.25	m
d	0.2	m
Vn	0.01	m
Vc	0.18	kN/m
	Sin Av/s	

Tabla 117.

Dimensionamiento contrafuerte				
Contrafuerte	1	2	3	
Geometría				
H	5.50	5.50	5.50	m
h base adoptado	1.20	1.20	1.20	m
d	1.15	1.15	1.15	m
b	0.35	0.35	0.35	m
Ancho influencia columna	5.00	5.00	5.00	m
Longitud columna	11.46	7.83	4.20	m
Cargas actuantes				
Empuje del fertilizante				
Ea base	75.00	75.00	75.00	kN/m
Viento				
W6	-6.06	-6.06	-6.06	kN/m
Parantes de frontis				
D (vertical)	13.01	9.94	7.07	kN
W (horizontal)	-34.71	-23.71	-12.72	kN
Estados de carga				
E1: 0.9D+1.6(H+W)				
Solicitaciones				
Mu	0.8482	0.751	0.655	MNm
Pu	0.0454	0.043	0.040	MN
Vu	0.3759	0.358	0.341	MN

Dimensionamiento a flexión				
Diagrama de interacción - I15				
Y	0.917	0.917	0.917	
m	1.683	1.491	1.299	MPa
n	0.108	0.102	0.095	MPa
ρ	0.010	0.010	0.010	
Ast	42.000	42.000	42.000	cm ²
Ast x cara	21.000	21.000	21.000	cm ²
Barras	16	16	16	
Área barra	2.011	2.011	2.011	cm ²
Cantidad	11	11	11	u
Cantidad	12	12	12	
Cantidad por fila	6	6	6	
Separación	3.60	3.60	3.60	cm
Verificación separación min	Verifica	Verifica	Verifica	
Se adopta en cada cara	12ø16	12ø16	12ø16	
Dimensionamiento a corte inferior				
Vn	0.501	0.478	0.454	MN
Vc	0.37	0.37	0.37	MN
Vs	0.13	0.11	0.09	kN/m
Av/s				
Avmin/s	3.16	3.16	3.16	cm ² /m
Av/s x rama	1.58	1.58	1.58	cm ² /m
Barras	6	6	6	
Área barra	0.283	0.283	0.283	cm ²
Separación	17.88	17.88	17.88	cm
Sep max	40.00	40.00	40.00	cm
	ø6/18 c/cara	ø6/18 c/cara	ø6/18 c/cara	
Dimensionamiento a corte superior				
Vn	-0.333	-0.309	-0.286	MN
Vc	0.128	0.128	0.128	MN

PROYECTO IV: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO
GRUPO 02: ESCANDELL, GRIGERA, MARELLI

Vs	0.00	0.00	0.00	kN/m
Armadura mínima: Estribos $\varnothing 6/19$				

Dimensionamiento fundaciones - Muros intermedios

Tabla 118.

Fundaciones intermedias - Contrafuerte 1		
Dimensiones contrafuerte		
A	2.5	m
B	0.3	m
a	2.55	m
b	0.35	m

Pilotes		
D pilote	0.6	m
Cantidad	4	
Pp pilote	35.34	kN
Long. Pilotes		
Nivel sup. cabezal	0	m
Nivel sup. pilotes (-)	1	m
Pilote a compresión		
Ángulo de inclinación	0	grados
Ángulo de inclinación	0	rad

Cabezal		
Sep. eje de Pilotes	1.5	m
Sep. eje pilotes adopt	1.95	
d	1.04	m
h min	1.00	m
h adopt	1	m
d adopt	0.93	m
Recubrimiento	0.1	m
Dimensión (A)	2.75	m
Dimensión (B)	2.30	m
Área en planta	6.325	m ²
Pp cabezal	158.125	kN

Tabla 119.

Capacidad de carga								
Estrato	he[m]	long. pilote [m]	Nf [kN]	Nf acum [kN]	Np [kN]	Cmax [kN]	Cmax x [kN]	Tmax [kN]
2	1.5	1.5	141.37	141.37	113.10	254.47	0.00	141.37
2	1.5	3.0	152.68	294.05	185.76	479.82	0.00	294.05
2	1	4.0	107.44	401.50	234.11	635.61	0.00	401.50
2	1	5.0	113.10	514.59	282.74	797.34	0.00	514.59

Tabla 120.

Combinaciones de carga en servicio		
	E1	
	D + H	
Ps	-153.2	kN
Vs	566.3	kN
Ms	1695.4	kNm
P debido a Ms	869.4358974	kN
Cargas sobre pilotes		
P1	528.9894074	kN
P2	340.44649	kN

Tabla 121.

Dimensionamiento pilote más comprimido			Dimensionamiento pilote más traccionado		
Ps1 (-)	528.99	kN	Ts2 (-)	340.45	kN
Long. pilotes nec	5		Long. pilotes nec	5	
P adm	797.34	kN	T adm	514.59	kN
Verifica			Verifica		
Long. adopt.	5.00	m	Long. adopt.	5.00	m
Nivel inf. fund. (-)	6.00	m	Nivel inf. fund. (-)	6.00	m

Tabla 122.

Verificación por Staad		
Verificación pilote más comprimido		
Ps1 (-)	647.00	kN
P adm	797.34	kN
Verifica		
Verificación pilote más traccionado		
Ts2 (+)	429.00	kN
T adm	514.59	kN
Verifica		

Tabla 123.

Dimensionamiento armadura pilotes		
Área de armadura necesaria a compresión		
Pu cada pilote	985.33	kN
f'c	30	Mpa
fs	420	Mpa
Φ	0.65	
D pilote	0.6	m
Agnec (Ast=0.01Ag)	605.67	cm2
Ag adoptada [cm2]	2827.43	cm2
Verifica		
Asmin1 (Ast=0.01Agnec)	6.06	cm2
Asmin2 (Ast=0.005Agadopt)	14.14	cm2
As1 nec	14.14	cm2
Área de armadura necesaria a tracción		
Tu	0.723	MN
As2 nec	19.13	cm2
Armadura principal		
As nec	19.13	cm2
Barra	20.00	
Área barra	3.14	cm2
Cantidad	6.09	u
Se adopta como armadura principal 6Ø20		
Armadura de corte		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		

Dimensionamiento armadura cabezal		
Pu	0.9853	MN
fy	420	MN/m2
Distancia eje C eje P	1.23	m
tan θ	0.846	
θ	40.24	grados
Tu	0.291	kN
Cu	0.763	kN
As (armadura ppal)	9.24	cm2
Barra	12.00	
Área barra	1.13	cm2
Cantidad	8.17	u
Se adopta	9Ø12	
As* (armadura superior)	1.85	cm2
Se adopta	2Ø12	
Estribos (mínimos)	1Ø8 c/15 o 1Ø10 c/20	
Armadura de piel	0.74	cm2
Se adopta	1Ø10	

Tabla 124.

Fundaciones intermedias - Contrafuerte 2		
Dimensiones contrafuerte		
A	2.00	m
B	0.3	m
a	2.05	m
b	0.35	m
Pilotes		
D pilote	0.6	m
Cantidad	2	
Pp pilote	35.34	kN
Long. Pilotes		
Nivel sup. cabezal	0	m
Nivel sup. pilotes (-)	1	m
Pilote a compresión		
Ángulo de inclinación	0	grados
Ángulo de inclinación	0	rad

Cabezal		
Sep. eje de Pilotes	1.5	m
Sep. eje pilotes adopt	1.5	
d	1.04	m
h min	1.00	m
h adopt	1	m
d adopt	0.93	m
Recubrimiento	0.1	m
Dimensión (A)	2.3	m
Dimensión (B)	0.80	m
Área en planta	1.84	m ²
Pp cabezal	46	kN

Tabla 125.

Capacidad de carga								
Estrato	he[m]	long. pilote [m]	Nf [kN]	Nf acum [kN]	Np [kN]	C Max [kN]	C Max x [kN]	T max [kN]
2	1.5	1.5	141.37	141.37	113.10	254.47	0.00	141.37
2	1.5	3.0	152.68	294.05	185.76	479.82	0.00	294.05
2	1	4.0	107.44	401.50	234.11	635.61	0.00	401.50
2	1	5.0	113.10	514.59	282.74	797.34	0.00	514.59

Tabla 126.

Combinaciones de carga en servicio		
	E1	
	D + H	
Ps	-108.428	kN
Vs	346.376	kN
Ms	815.021	kNm
P debido a Ms	543.3473333	kN
Cargas sobre pilotes		
P1	-687.12	kN
P2	399.58	kN

Tabla 127.

Dimensionamiento pilote más comprimido			Dimensionamiento pilote más traccionado		
Ps1 (-)	-687.12	kN	Ts2 (-)	399.58	kN
Long. pilotes nec	5		Long. pilotes nec	5	
P adm	797.34	kN	T adm	514.59	kN
Verifica			Verifica		
Long. adopt.	5.00	m	Long. adopt.	5.00	m
Nivel inf. fund. (-)	6.00	m	Nivel inf. fund. (-)	6.00	m

Tabla 128.

Verificación por Staad		
Verificación pilote más comprimido		
Ps1 (-)	720.00	kN
P adm	797.34	kN
Verifica		
Verificación pilote más traccionado		
Ts2 (+)	435.00	kN
T adm	514.59	kN
Verifica		

Dimensionamiento armadura pilotes		
Área de armadura necesaria a compresión		
Pu cada pilote	1110.00	kN
f'c	30	Mpa
fs	420	Mpa
Φ	0.65	
D pilote	0.6	m
Ag nec (Ast=0.01Ag)	682.31	cm2
Ag adoptada [cm2]	2827.43	cm2
Verifica		
Asmin1 (Ast=0.01Ag nec)	6.82	cm2
Asmin2 (Ast=0.005Ag adopt)	14.14	cm2
As1 nec	14.14	cm2
Área de armadura necesaria a tracción		
Tu	0.87215	MN
As2 nec	23.07	cm2

Armadura principal		
As nec	23.07	cm ²
Barra	20.00	
Área barra	3.14	cm ²
Cantidad	7.34	u
Se adopta como armadura principal 7Ø20		
Armadura de corte		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		

Dimensionamiento armadura cabezal		
Pu	1.1100	MN
fy	420	MN/m ²
Distancia eje C eje P	0.75	m
tan θ	1.390	
θ	54.28	grados
Tu	0.200	kN
Cu	0.684	kN
As (armadura ppal)	6.34	cm ²
Barra	16.00	
Área barra	2.01	cm ²
Cantidad	3.15	u
Se adopta	4Ø16	
As* (armadura superior)	1.27	cm ²
Se adopta	2Ø12	
Estribos (mínimos)	1Ø8 c/15 o 1Ø10 c/20	
Armadura de piel	0.51	cm ²
Se adopta	1Ø10	

Tabla 129.

Fundaciones intermedias - Contrafuerte 2		
Dimensiones contrafuerte		
A	1.20	m
B	0.3	m
a	1.25	m
b	0.35	m

Pilotes		
D pilote	0.6	m
Cantidad	2	
Pp pilote	35.34	kN
Long. Pilotes		
Nivel sup. cabezal	0	m
Nivel sup. pilotes (-)	1	m
Pilote a compresión		
Ángulo de inclinación	0	grados
Ángulo de inclinación	0	rad

Cabezal		
Sep. eje de Pilotes	1.5	m
Sep. eje pilotes adopt	1.5	
d	1.05	m
h min	1.00	m
h adopt	1	m
d adopt	0.93	m
Recubrimiento	0.1	m
Dimensión (A)	2.3	m
Dimensión (B)	0.80	m
Área en planta	1.84	m ²
Pp cabezal	46	kN

Tabla 130.

Capacidad de carga								
Estrato	he[m]	long. pilote [m]	Nf [kN]	Nf acum [kN]	Np [kN]	C Max [kN]	C Max x [kN]	Tmax [kN]
2	1.5	1.5	141.37	141.37	113.10	254.47	0.00	141.37
2	1.5	3.0	152.68	294.05	185.76	479.82	0.00	294.05
2	1	4.0	107.44	401.50	234.11	635.61	0.00	401.50
2	1	5.0	113.10	514.59	282.74	797.34	0.00	514.59

Tabla 131.

Combinaciones de carga en servicio		
	E1	
	D + H	
Ps	-63.891	kN
Vs	144.298	kN
Ms	204.456	kNm
P debido a Ms	136.304	kN
Cargas sobre pilotes		
P1	-235.54	kN
P2	37.07	kN

Tabla 132.

Dimensionamiento pilote más comprimido			Dimensionamiento pilote más traccionado		
Ps1 (-)	-235.54	kN	Ts2 (-)	37.07	kN
Long. pilotes nec	5		Long. pilotes nec	5	
P adm	797.34	kN	T adm	514.59	kN
Verifica			Verifica		
Long. adopt.	5.00	m	Long. adopt.	5.00	m
Nivel inf. fund. (-)	6.00	m	Nivel inf. fund. (-)	6.00	m

Tabla 133.

Verificación por Staad		
Verificación pilote más comprimido		
Ps1 (-)	302.00	kN
P adm	797.34	kN
Verifica		
Verificación pilote más traccionado		
Ts2 (+)	148.00	kN
T adm	514.59	kN
Verifica		

Dimensionamiento armadura pilotes		
Área de armadura necesaria a compresión		
Pu cada pilote	445.67	kN
f _c	30	Mpa
f _s	420	Mpa
Φ	0.65	
D pilote	0.6	m
A _{g nec} (A _{st} =0.01A _g)	273.95	cm ²
A _{g adoptada} [cm ²]	2827.43	cm ²
Verifica		
A _{min1} (A _{st} =0.01A _{g nec})	2.74	cm ²
A _{min2} (A _{st} =0.005A _{g adopt})	14.14	cm ²
A _{s1 nec}	14.14	cm ²
Área de armadura necesaria a tracción		
Tu	0.26085	MN
A _{s2 nec}	6.90	cm ²
Armadura principal		
A _{s nec}	14.14	cm ²
Barra	16.00	
Área barra	2.01	cm ²
Cantidad	7.03	u
Se adopta como armadura principal 7Ø16		
Armadura de corte		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		

Dimensionamiento armadura cabezal		
Pu	0.4457	MN
fy	420	MN/m2
Distancia eje C eje P	0.75	m
tan θ	1.394	
θ	54.35	grados
Tu	0.080	kN
Cu	0.274	kN
As (armadura ppal)	2.54	cm2
Barra	12.00	
Área barra	1.13	cm2
Cantidad	2.24	u
Se adopta	3Ø12	
As* (armadura superior)	0.51	cm2
Se adopta	2Ø12	
Estribos (mínimos)	1Ø8 c/15 o 1Ø10 c/20	
Armadura de piel	0.20	cm2
Se adopta	1Ø10	

Dimensionamiento fundaciones - Muros laterales

Tabla 134.

Dimensiones contrafuerte		
A	1.2	m
B	0.35	m
a	1.25	m
b	0.4	m

Pilotes		
D pilote	0.5	m
Cantidad	2	
Pp pilote	24.54	kN
Long. Pilotes		
Nivel sup. cabezal	0	m
Nivel sup. pilotes (-)	1	m
Pilote a compresión		
Ángulo de inclinación	15	grados
Ángulo de inclinación	0.2617993878	rad

Cabezal		
Sep. eje de Pilotes	1.25	m
Sep. eje pilotes adopt	1.25	
d	0.87	m
h min	0.83	m
h adopt	1	m
d adopt	0.93	m
Recubrimiento	0.1	m
Dimensión (A)	1.95	m
Dimensión (B)	0.70	m
Área en planta	1.365	m ²
Pp cabezal	34.125	kN

Tabla 135.

Capacidad de carga								
Estrato	he[m]	long. pilote [m]	Nf [kN]	Nf acum [kN]	Np [kN]	C Max [kN]	C Max x [kN]	Tmax [kN]
2	1.5	1.5	117.81	117.81	78.54	196.35	50.82	117.81
2	1.5	3.0	127.23	245.04	129.00	374.05	96.81	245.04
2	1	4.0	89.54	334.58	162.58	497.16	128.67	334.58
2	1	5.0	94.25	428.83	196.35	625.18	161.81	428.83

Tabla 136.

Combinaciones de carga en servicio					
	E1	E2	E3	E3 - sotavento	
	D + L + H + Lr2	D + W2	D + 0.7 (L + Lr2 + H) + 0.7 W3	D + 0.7 (Lr1 + L + H) + 0.7 W3	
Ps	-102.054	53.436	-99.274	-87.804	kN
Vs	97.36	21.58	22.099	73.099	kN
Ms	374.385	27.033	79.926	360.426	kNm
P debido a Ms	299.508	21.6264	63.9408	288.3408	kN
Cargas sobre pilotes					
P1	-426.11	7.27	-187.76	-400.69	kN
P2	172.91	50.52	-59.88	175.99	kN

Dimensionamiento pilote más comprimido			Dimensionamiento pilote más traccionado		
Ps1 (-)	426.11	kN	Ts2 (-)	175.99	kN
Long. pilotes nec	5		Long. pilotes nec	5	
P adm	625.18	kN	T adm	428.83	kN
Verifica			Verifica		
Long. adopt.	5.00	m	Long. adopt.	5.00	m
Nivel inf. Fund. (-)	6.00	m	Nivel inf. Fund. (-)	6.00	m

Verificación por Staad					
Verificación pilote más comprimido			Verificación pilote más comprimido en x		
Ps1 (-)	498.57	kN	Ps1 x (-)	139.22	kN
P adm	625.18	kN	P adm x	161.81	kN
Verifica			Verifica		
Verificación pilote más traccionado					
Ts2 (+)	317.86	kN			
T adm	428.83	kN			
Verifica					

Tabla 137.

Dimensionamiento armadura pilote comprimido		
Pu	837.73	kN
f'c	30	Mpa
fs	420	Mpa
Φ	0.65	
D pilote	0.5	m
Agnec (Ast=0.01Ag)	514.94	cm2
Ag adoptada	1963.50	cm2
Verifica		
Asmin1 (Ast=0.01Agnec)	5.15	cm2
Asmin2 (Ast=0.005Agadopt)	9.82	cm2
As1 nec	9.82	cm2
Barra	16.00	
Área barra	2.01	cm2
Cantidad	4.88	u
Se adopta como armadura principal 5Ø16		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		
Dimensionamiento armadura pilote traccionado		
Tu	0.613	MN
As2 nec	16.22	cm2
Barra	20.00	
Área barra	3.14	cm2
Cantidad	5.16	u
Se adopta como armadura principal 5Ø20		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		

PROYECTO IV: TERMINAL DE FERTILIZANTES - PUERTO DE ROSARIO
 GRUPO 02: ESCANDELL, GRIGERA, MARELLI

Dimensionamiento armadura cabezal		
Pu	0.8377	MN
fy	420	MN/m ²
Distancia eje C eje P	0.625	m
tan θ	1.393	
θ	54.33	grados
Tu	0.150	kN
Cu	0.516	kN
As (armadura ppal)	4.77	cm ²
Barra	12.00	
Área barra	1.13	cm ²
Cantidad	4.22	u
Se adopta	5Ø12	
As* (armadura superior)	0.95	cm ²
Se adopta	2Ø12	
Se adoptan estribos min.	1Ø8 c/15 o 1Ø10 c/20	
Armadura de piel	0.38	cm ²
Se adopta	1Ø10	

Dimensionamiento fundaciones - Muros laterales

Tabla 138.

Dimensiones contrafuerte		
A	1.2	m
B	0.35	m
a	1.25	m
b	0.4	m

Pilotes		
D pilote	0.5	m
Cantidad	2	
Pp pilote	24.54	kN
Long. Pilotes		
Nivel sup. cabezal	0	m
Nivel sup. pilotes (-)	1	m
Pilote a compresión		
Ángulo de inclinación	15	grados
Ángulo de inclinación	0.2617993878	rad

Cabezal		
Sep. eje de Pilotes	1.25	m
Sep. eje pilotes adopt	1.25	
d	0.87	m
h min	0.83	m
h adopt	1	m
d adopt	0.93	m
Recubrimiento	0.1	m
Dimensión (A)	1.95	m
Dimensión (B)	0.70	m
Área en planta	1.365	m ²
Pp cabezal	34.125	kN

Tabla 139.

Capacidad de carga								
Estrato	he[m]	long. pilote [m]	Nf [kN]	Nf acum [kN]	Np [kN]	C Max [kN]	C Max x [kN]	Tmax [kN]
2	1.5	1.5	117.81	117.81	78.54	196.35	50.82	117.81
2	1.5	3.0	127.23	245.04	129.00	374.05	96.81	245.04
2	1	4.0	89.54	334.58	162.58	497.16	128.67	334.58
2	1	5.0	94.25	428.83	196.35	625.18	161.81	428.83

Dimensionamiento pilote más comprimido			Dimensionamiento pilote más traccionado		
Ps1 (-)	367.97	kN	Ts2 (-)	225.74	kN
Long. pilotes nec	5		Long. pilotes nec	5	
P adm	625.18	kN	T adm	428.83	kN
Verifica			Verifica		
Long. adopt.	5.00	m	Long. adopt.	5.00	m
Nivel inf. Fund. (-)	6.00	m	Nivel inf. Fund. (-)	6.00	m

Verificación por Staad					
Verificación pilote más comprimido			Verificación pilote más comprimido en x		
Ps1 (-)	427.81	kN	Ps1 x (-)	52.24	kN
P adm	625.18	kN	P adm x	161.81	kN
Verifica			Verifica		
Verificación pilote más traccionado					
Ts2 (+)	326.56	kN			
T adm	428.83	kN			
Verifica					

Tabla 140.

Dimensionamiento armadura pilote comprimido		
Pu cada pilote	893.64	kN
f _c	30	Mpa
f _s	420	Mpa
Φ	0.65	
D pilote	0.5	m
Ag _{nec} (Ast=0.01Ag)	549.31	cm ²
Ag adoptada [cm ²]	1963.50	cm ²
Verifica		
As _{min1} (Ast=0.01Ag _{nec})	5.49	cm ²
As _{min2} (Ast=0.005Ag _{adopt})	9.82	cm ²
As _{1 nec}	9.82	cm ²
Barra	16.00	
Área barra	2.01	cm ²
Cantidad	4.88	u
Se adopta como armadura principal 5Ø16		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		

Dimensionamiento armadura pilote traccionado		
Tu	0.794	MN
As _{2 nec}	21.01	cm ²
Barra	20.00	
Área barra	3.14	cm ²
Cantidad	6.69	u
Se adopta como armadura principal 7Ø20		
Se adopta como estribos 1Ø16 c/19		

Dimensionamiento armadura cabezal		
Pu	0.8936	MN
fy	420	MN/m2
Distancia eje C eje P	0.625	m
tan θ	1.393	
θ	54.33	grados
Tu	0.160	kN
Cu	0.550	kN
As (armadura ppal)	5.09	cm2
Barra	12.00	
Área barra	1.13	cm2
Cantidad	4.50	u
Se adopta	5Ø12	
As* (armadura superior)	1.02	cm2
Se adopta	2Ø12	
Se adoptan estribos min.	1Ø8 c/15 o 1Ø10 c/20	
Armadura de piel	0.41	cm2
Se adopta	1Ø10	

Dimensionamiento fundaciones - Columnas de pasillo

Tabla 141.

Datos		
Suelo		
$\sigma_{adm} (-1,5)$	0.3	kN/m ²
c	0	kN/m ²
γ	18.5	kN/m ³
ϕ	0.33	rad
Ka	0.51	
Bases		
Rec. min	5.00	cm
f'c	30	Mpa
Ec	25742.9602	Mpa
fy	420	Mpa
β_{1c}	0.85	
CF	-1.50	m

Dimensionamiento base centrada		
Dimensiones del fuste		
a	0.4	m
b	0.4	m
cx	0.45	m
cy	0.45	m
Area de la solera		
Ps	0.035235	MN
σ_{adm}	0.3	MN/m ²
As	0.11745	m ²
Dimensiones de la solera		
\sqrt{As}	0.3427097898	m
ax adop.	0.6	m
ay	0.19575	m
ay adop.	0.6	m

Altura de la solera		
lvx	0.075	m
lvy	0.075	m
dmin (CIRSOC)	0.150	m
hmin 1 (rigidez)	0.038	m
hmin 1 (rigidez)	0.038	m
hadop	0.400	m
dx	0.340	m
dy	0.340	m
d	0.340	m

Dimensionamiento de armaduras		
d	0.34	m
qu	0.16	MN/m ²
Mu	0.0003	MNm
Mn	0.0003	MNm
mn	0.0001	
w	0.0001	
Verificación zona controlada a tracción		
a	0.00	cm
c	0.00	cm
phi	0.74	
εs	24.99	
Verifica		
Área de armadura necesaria		
Asy	0.02	cm ²
Amin	7.20	cm ²
Anec	7.20	cm ²
Barra	16	
Área barra	2.01	cm ²
Cantidad	4.00	u
Separación	25	cm
Se adopta en ambas direcciones ø16 /25		