

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

Propuesta de Ampliación Parque Industrial Casilda

ESTUDIANTES

Bini, Camila (Legajo N° B-6128/1)
Chiodo, Celeste (Legajo N° C-6856/1)
Fanjul, Ignacio Jano (Legajo N° F-3597/1)
Forli, Giovanna (Legajo N° F-3581/5)

DIRECTORES:

- Ing. Luque Analía

ASESORES:

- Ing. Fideleff Horacio
- Ing. Navarro Raul
- Ing. Raffaelli Juan Pablo
- Ing. Portapila Margarita

*Trabajo presentado en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura,
en cumplimiento parcial de los requisitos para alcanzar la titulación en*

Ingeniería Civil

Agosto de 2025

ÍNDICE:

AGRADECIMIENTOS	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1) Problemática a tratar	5
1.2) Objetivos	5
1.2.1) Objetivo general	5
1.2.2) Objetivos particulares	5
1.3) Estudio de la zona de emplazamiento	5
1.3.1) Ubicación	5
1.3.2) Marco Normativo	7
1.3.3) Estructura existente	8
2. INFORMACIÓN RECOPIADA	9
2.1) Reconocimiento de la zona	9
2.2) Relevamiento topográfico	11
2.3) Calidad de agua	12
2.4) Estudio hídrico	14
2.5) Estudio de suelo	16
2.5.1) Resumen del estudio utilizado	16
2.5.2) Resultados importantes	16
3. ESTUDIO DE RESIDUOS DEL METAL	17
4. PROPUESTA LAYOUT	19
4.1) Garita de ingreso	20
5. DISEÑO DE CAMINOS DE LA AMPLIACIÓN DEL PARQUE INDUSTRIAL	21
5.1) Diseño geométrico	21
5.1.1) Ingreso desde RPNº92	23
5.1.2) Verificación de giros	24
5.2) Dimensionamiento del pavimento	25
5.2.1) Diseño del paquete estructural	25
5.2.2) Estudios de suelos de subrasante	26
5.2.3) Solicitaciones	29
5.2.4) Dimensionamiento de la estructura	31
5.3) Diseño de juntas	31
5.3.1) Descripción de juntas utilizadas	31
6. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS	34
6.1) Determinación de las cuencas de aporte	36
6.2) Curvas intensidad-duración-recurrencia	39
6.3) Situación pre propuesta	40
6.4) Situación post propuesta	43
6.5) Diseño de obras hidráulicas	46
6.5.1) Diseño de cunetas	47
6.5.2) Diseño de alcantarillas internas a la Ampliación del Parque Industrial	50
6.5.3) Diseño de alcantarillas de conexión	54
6.5.4) Diseño de obra de regulación	56

6.5.5) Diseño de obra de descarga al canal interceptor oeste	59
7. PROYECTO ESTRUCTURAL - NAVE INDUSTRIAL PARA RECICLADO DE VIRUTA METÁLICA	61
7.1) Viruta desechada y proceso de reciclado	61
7.2) Propuesta de Nave Industrial	66
7.3 Reglamentos y materiales	70
7.4 Análisis de cargas	71
7.4.1 Estados de carga básicos	71
7.4.2 Combinaciones en Estado de Servicio (ELS)	73
7.4.3 Combinaciones en Estado Último (ELU)	73
7.5 Adopción de Perfiles	73
7.5.1 Correas	73
7.5.2 Viga dintel	74
7.5.3 Columnas del frontis	74
7.5.4 Pórticos	75
7.6 Sistema de contraviento	76
7.6.1 Puntales	76
7.6.2 Diagonales	78
7.7 Placa base	79
7.8 Fundaciones	81
7.9 Losa de ingreso	84
8. INCORPORACIÓN DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	85
8.1 Impactos negativos	85
8.1.1 Emisiones atmosféricas	85
8.1.2 Contaminación hídrica	85
8.1.3 Contaminación del suelo	86
8.1.4 Ruido	86
8.1.5 Impacto visual	86
8.2 Impactos positivos	86
8.2.1 Beneficios ambientales	86
8.2.2 Beneficios socioeconómicos	86
8.2.3 Beneficios para la salud ambiental	87
8.3 Medidas de mitigación	87
8.3.1 Emisiones atmosféricas	87
8.3.2 Contaminación hídrica	87
8.3.3 Contaminación del suelo	88
8.3.4 Ruido	88
8.3.5 Impacto visual	88
8.4 ODS en la Industria de reciclaje de Viruta de Metal	88
9. BIBLIOGRAFÍA	92
10. LEGAJO DE PLANOS	
11. ANEXOS	
ANEXO 1 - Planilla de nivelación topográfica	
ANEXO 2 - Salidas software PCA	
ANEXO 3 - Proyecto hidráulico.	
ANEXO 4 - Estructura metálica	

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible y nos acompañaron en este recorrido académico y en la realización de este proyecto final de carrera.

En primer lugar, agradecemos a la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, por brindarnos la formación académica, los recursos y el espacio para desarrollarnos como futuros profesionales de la Ingeniería Civil. Dentro de esto, es de carácter imprescindible la mención a nuestros profesores y tutores, quienes con su guía, paciencia y conocimientos nos brindaron las herramientas necesarias para llevar adelante este y muchos otros trabajos. Sus enseñanzas han sido fundamentales en cada etapa del proceso.

A nuestras familias y amigos, gracias por el apoyo incondicional, la motivación y la comprensión durante este camino. Su respaldo ha sido esencial para enfrentar cada obstáculo con determinación.

Extendiendo el reconocimiento a cada integrante de este grupo, por su dedicación, esfuerzo y compromiso. El trabajo en conjunto ha sido clave para superar desafíos y alcanzar nuestros objetivos.

Gracias a todos por formar parte de este logro.

Camila, Celeste, Ignacio y Giovanna.

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe aborda el desarrollo de una propuesta de Ingeniería Civil, basado en la ampliación del Parque Industrial de la Ciudad de Casilda, Provincia de Santa Fe - Argentina.

Por un lado, una parte del estudio estará enfocado en el diseño de los lotes y las vías de circulación en la zona de la ampliación, con sus correspondientes ingreso y conexiones al Parque Industrial existente. Asimismo, la problemática hídrica que presenta el área de estudio será de gran importancia para el desarrollo de adecuados sistemas de desagües pluviales en la ampliación del Parque Industrial.

Por otro lado, se tratará el diseño de una planta de reciclaje de virutas de metal, generadas por empresas ya instaladas, empresas cercanas y empresas interesadas en radicarse en el Parque Industrial de Casilda. De esta manera, se contribuye a la reducción de estos residuos, con su posterior reciclaje y posibilidad de reutilización, aprovechando al máximo el material.

El Parque Industrial de Casilda se compone de empresas dedicadas a una amplia gama de sectores, entre los que se incluyen la metalmecánica, la tecnología, la construcción, la madera, las industrias alimenticias y el reciclaje, entre otros. El mismo es gestionado por un consorcio de administración en colaboración con la Municipalidad de Casilda, la cual actúa como propietaria, reguladora y promotora de su desarrollo.

Santa Fe es una de las provincias más relevantes del país en cuanto a desarrollo industrial. Según el Gobierno de la Provincia de Santa Fe, la Secretaría de Industria, Agregado de Valor e Innovación cuenta con un Plan de Desarrollo Industrial de 2016, el cual promueve el fortalecimiento de la industria mediante la formulación de diversas políticas y programas orientados a: aumentar la competitividad de las empresas, mejorar la infraestructura industrial, fortalecer a las cadenas de valor y modernizar el Estado [1]. Esto ha llevado a la Municipalidad de Casilda a manifestar su inquietud por la necesidad de ampliar el Parque Industrial.

Actualmente, se ha observado que el Área Industrial existente está llegando a su límite de capacidad y existe una creciente demanda de espacio por empresas ya instauradas y empresas que tienen interés en radicarse allí. En adición a esto, el parque ha mostrado inconvenientes aún no resueltos referentes a los desagües pluviales y este es el momento de corregirlos. No obstante, se han identificado terrenos privados adyacentes, cuya adquisición resulta de particular interés para la Municipalidad de Casilda con el propósito de facilitar la expansión del Área Industrial.

Por lo tanto, la ampliación del área industrial no solo ayudaría a solucionar el problema actual en cuanto a las inundaciones, sino también contribuiría a un crecimiento económico local, permitiendo la generación de empleo y el aumento de la inversión en la región, siempre estando pendiente de la viabilidad de las acciones necesarias para llevar adelante la compra e intervención de esos terrenos.

Es importante señalar que esta propuesta tiene un carácter estrictamente académico, siendo desarrollado como parte de la culminación de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Su principal finalidad es integrar los conocimientos

adquiridos a lo largo de la formación profesional. Por lo tanto, no debe ser considerado como una propuesta ejecutiva, ya que no se han realizado estudios exhaustivos necesarios para su implementación real, tales como análisis económicos detallados, estudios específicos del terreno, ingeniería de detalle, etc. Los datos y diseños presentados aquí son ilustrativos y están orientados a fines académicos, sin pretensión de aplicabilidad directa. Se considerarán hipótesis teniendo en cuenta ciertos criterios que podrían no verse reflejados en la realidad.

1.1) Problemática a tratar

En la propuesta se presentan dos problemáticas principales a tratar y resolver. En cuanto a la primera, trata sobre la “urgencia” de la ampliación del parque industrial expresada por la municipalidad de Casilda de manera de generar ventajas como ser: el aumento de puestos de trabajos, la incorporación de las mujeres, el desarrollo de nuevas empresas y, además, con ello, mejorar los desagües pluviales en su totalidad para ayudar a los problemas de inundación presentes hoy en día. Con respecto a la segunda, trata sobre la empresa que se decide colocar en este sector. La misma responde a la problemática que, hoy en día, se presenta en cuanto al desecho de viruta de acero producida por parte de las industrias instaladas y próximas a instalar, como así también, de industrias de alrededores que quieran utilizarla. El desecho y no reciclaje de las mismas, generan diversos problemas, que serán evaluados más adelante en punto [3. ESTUDIO DE RESIDUOS DEL METAL](#).

1.2) Objetivos

1.2.1) Objetivo general

Analizar, ampliar y mejorar el Parque industrial de Casilda, incorporando la dimensión ambiental.

1.2.2) Objetivos particulares

- Proyectar la posible ampliación del parque industrial.
- Evaluar y resolver la problemática hídrica del parque industrial.
- Mejorar e integrar la circulación vehicular con el parque industrial existente.
- Evaluar los criterios de sostenibilidad de la ampliación del parque industrial.
- Generar la infraestructura para el reciclado de un desecho del parque industrial: viruta de acero.

1.3) Estudio de la zona de emplazamiento

1.3.1) Ubicación

El parque industrial del presente trabajo, se encuentra ubicado en la ciudad de Casilda, localidad del sur de la provincia de Santa Fe, Argentina, cabecera del departamento Caseros. Se encuentra a la vera de la RN 33, a 56 km de Rosario y a 208 km de la ciudad de Santa Fe. En la **Imagen 1** se puede observar la ubicación de

la ciudad respecto de Rosario; mientras que, en la **Imagen 2** se observa el ordenamiento territorial de la Ciudad.

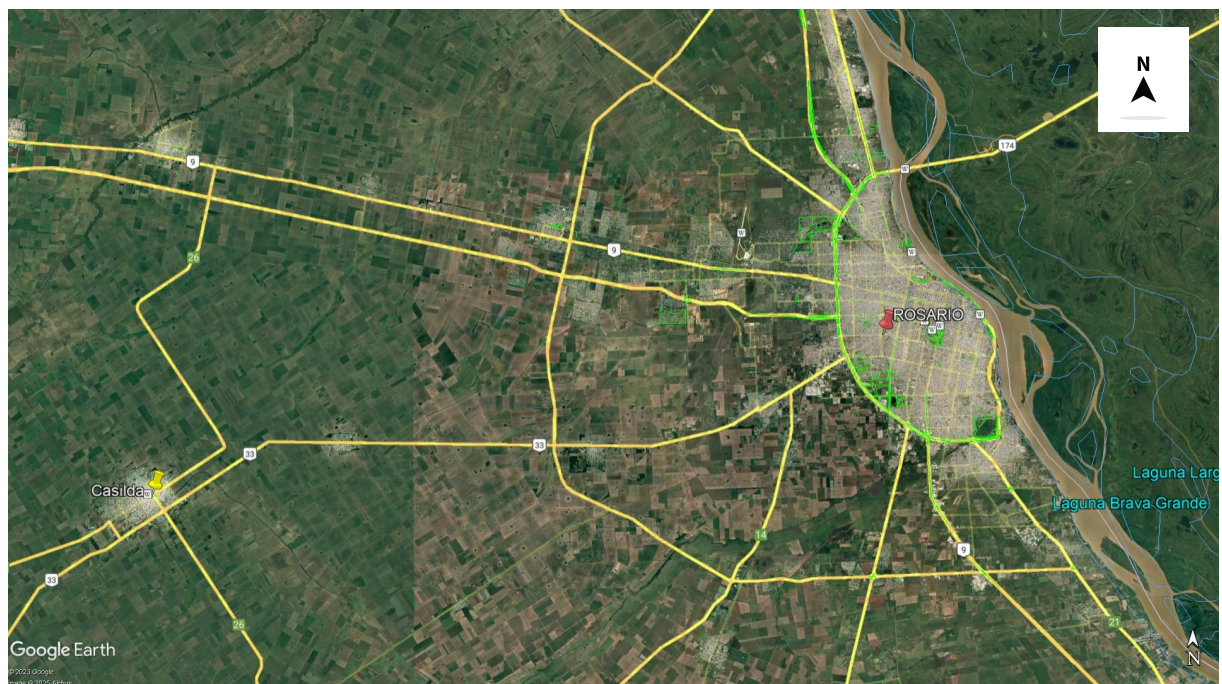


Imagen 1: Ubicación de Casilda con respecto a Rosario . Fuente: Google Earth.

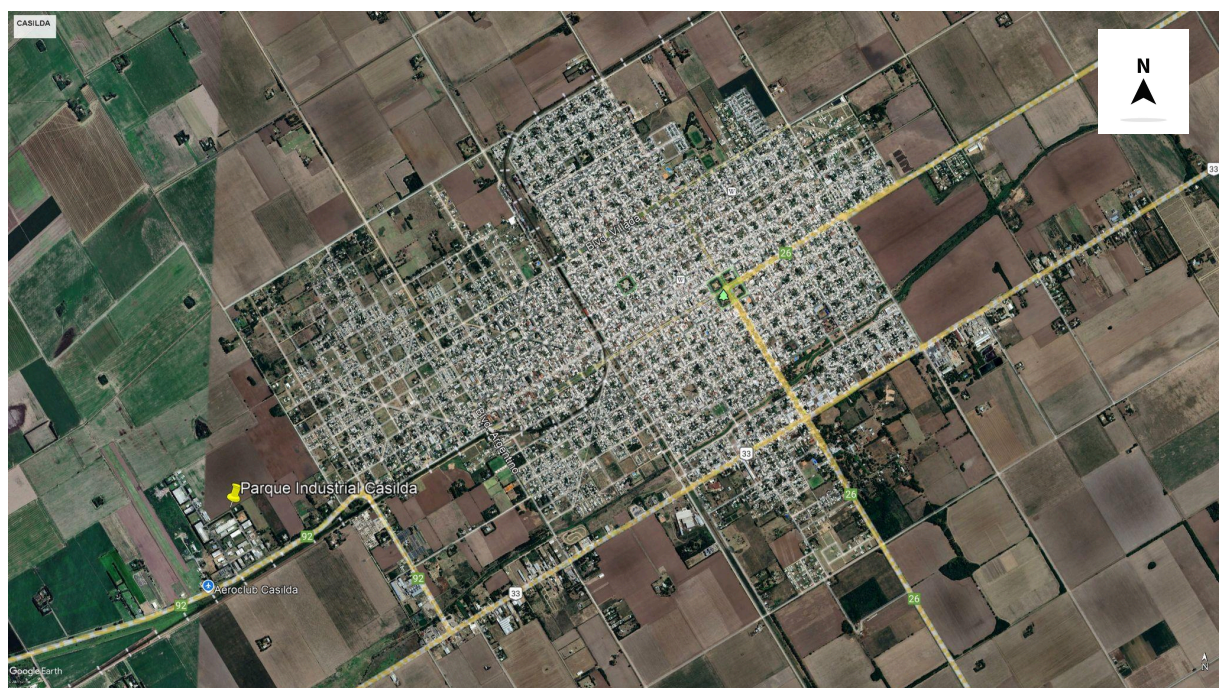


Imagen 2: Ordenamiento de la Ciudad de Casilda. Fuente: Google Earth.

El predio del parque industrial ya establecido cuenta con 23 hectáreas y se encuentra ubicado sobre la RPN° 92, a 1,5 km al oeste del límite del tejido urbano. Es un lugar estratégico para la instalación de empresas que necesiten vinculación con la región debido a las conexiones viales, ferroviarias y multimodales con las que cuenta.

Los sectores de posible ampliación se encuentran subdivididos en distintos sub sectores, con un total de 30 hectáreas lindero al parque existente, ubicados al noroeste de la ciudad. Esto se puede visualizar en la **Imagen 3**, como área a intervenir.



Imagen 3: Sectorización de las distintas áreas. Fuente: Google Earth.

Se puede observar la ubicación en el plano EPI-LY-001.

1.3.2) Marco Normativo

El sitio de la propuesta se encuentra cerca al Arroyo Candelaria, en una zona con riesgo de inundación, según indica el estudio “Determinación de Áreas de Riesgo Hídrico. Aplicación en la Localidad de Casilda, Provincia de Santa Fe - por Lucía Odicini, Raúl Navarro, Adelma Mancinelli, Albertina González, María Eva Jokanovich - Año 2012” [2].

El análisis sitúa el terreno dentro del Área II de Riesgo Hídrico, en conformidad con la Ley Provincial de Bienes de Zonas Inundables (Ley N° 11730) [3], como se observa en la **Figura 1**.

Esta ley impone restricciones significativas al uso del suelo, prohibiendo toda obra que impida el escurrimiento natural de las aguas y exigiendo autorizaciones previas al gobierno provincial. Sin embargo, debido al carácter académico de la propuesta, no se han gestionado estos permisos, aunque se prevé tomar en cuenta las restricciones correspondientes en futuras etapas de implementación.

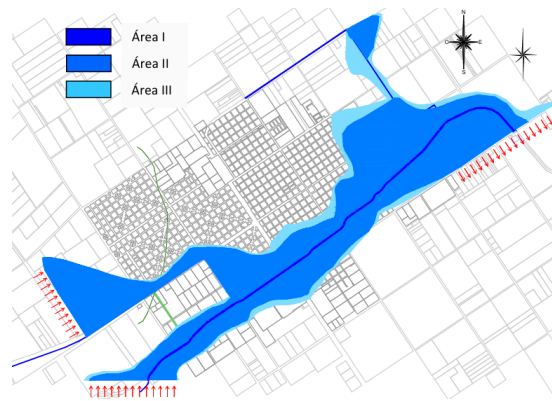


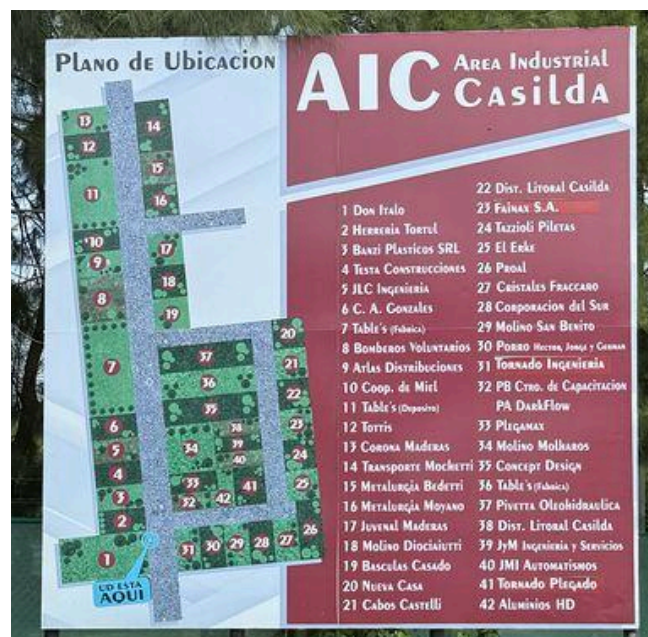
Figura 1: Sectorización de las distintas áreas, según el riesgo hídrico. Fuente : [2].

Considerando las similitudes entre el arroyo Ludueña y el arroyo Candelaria, el cual afecta nuestra zona de estudio, se decide aceptar como válido lo desarrollado en la Ley 13.246 [4] para el desarrollo de la propuesta. Esta Ley establece las regulaciones para la gestión hídrica en la cuenca del Arroyo Ludueña, la cual define términos técnicos clave relacionados con el ciclo hidrológico y las obras hidráulicas. Asimismo, se detallan los criterios de diseño para las construcciones en la cuenca, buscando evitar el incremento de escurrimientos superficiales y la alteración de los flujos naturales.

1.3.3) Estructura existente

En cuanto al sector de parque existente, presenta un ingreso tipo desde la RPN° 92, presentando un portón de cierre junto con una estructura de techo metálico y una garita para el personal de seguridad. Este desemboca en la calle principal del parque, la cual presenta un ancho total de 20 m. Cabe destacar que las calles en el parque existente no se encuentran pavimentadas.

La disposición y las empresas dentro del sector industrial existente se observan en la **Fotografía 1**.



Fotografía 1: Organización y disposición de las industrias en el parque Industrial existente. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la relación entre el sector existente y el sector a desarrollar, no existe conexión física alguna entre ellos.

En relación al acceso al predio destinado a la ampliación, presenta un ingreso que se puede observar en **Fotografía 2**. El mismo cuenta con una alcantarilla que permite el paso de vehículos livianos desembocando directamente en la tranquera de ingreso.



Fotografía 2: Acceso actual al predio. Fuente: Elaboración Propia.

2. INFORMACIÓN RECOPIADA

Desde la municipalidad de Casilda y particulares intervinientes se proporcionó información sobre el parque industrial existente en cuanto a estudios de suelos, estudios hídricos, planos, etc.

2.1) Reconocimiento de la zona

Al arribar al terreno destinado a la implantación del parque industrial e instalación de la planta de reciclado de viruta, se ha detectado que el terreno se encontraba sembrado con soja. Esta actividad no se encuentra habilitada para ser realizada en esta zona; sin embargo, esta actividad está controlada por el área fitosanitaria de la ciudad.



Fotografía 3: Reconocimiento in- situ de la situación actual del terreno. Fuente: Elaboración Propia.

De igual manera, se realizó un recorrido de la zona, y se determinó que la superficie es uniforme. Se remarca la presencia de vegetación en los límites del terreno. En cuanto a la infraestructura existente, se observaron alambrados como límites del terreno, y una tranquera de madera en su ingreso. Además, el terreno no cuenta con caminos perimetrales abiertos.



Fotografía 4: Reconocimiento in- situ de la situación actual del terreno - Tranquera de entrada al lugar. Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se observó que el ingreso al terreno se encuentra limitado, con un acceso de dimensiones pequeñas, el cual se muestra en imágenes previas del presente informe. Debido a su mal estado y a que su diseño solo permite el tránsito de

vehículos de pequeño porte, fue necesaria su modificación para permitir su integración a una red vial interna adecuada que garantice el tránsito seguro y eficiente de vehículos pesados. El ingreso al nuevo lote se realizará modificando el acceso aguas arriba utilizado, hoy en día, como ingreso al hogar de ancianos de PAMI. Este ingreso a modificar se puede observar en la **Fotografía 5**.



Fotografía 5: Reconocimiento in- situ de la situación actual del terreno- Acceso por alcantarilla.

Fuente: Elaboración propia.

2.2) Relevamiento topográfico

Se realizó un relevamiento topográfico del terreno el día 16 de marzo del 2025. Dicha campaña de medición se llevó a cabo mediante un nivel óptico y una regla graduada, herramientas que permitieron obtener una precisión milimétrica. En primer lugar, se parte de un punto fijo que se obtiene del proyecto de grado de compañeros de años anteriores, Nave Industrial DarkFlow S.R.L. [5]. Luego, se determinaron los niveles de 4 puntos a través de la metodología mencionada y, para obtener una grilla de puntos más completa, se realizó una interpolación lineal entre los valores obtenidos en la campaña y los valores obtenidos por nuestros compañeros de carrera realizados mediante nivel óptico en el terreno en contacto con el que se está analizando. La grilla obtenida se puede observar en **Figura 2** y, para mayor detalle, en el plano EPI - TC - 001 (GRILLA DE NIVELACIÓN).

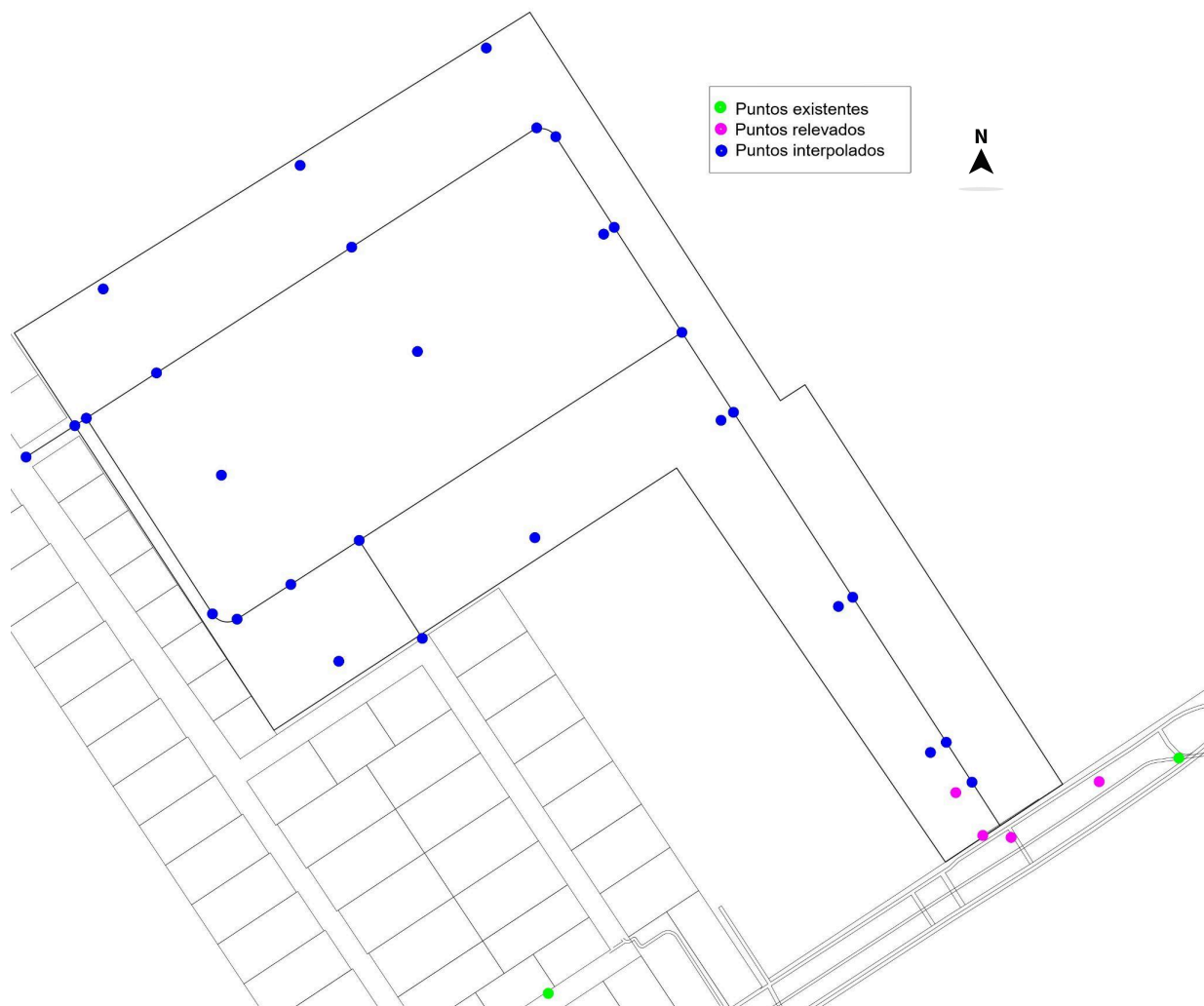


Figura 2: Ubicación de puntos nivelados. Fuente: Elaboración propia.

Además, se adjunta en [10.1 Planilla de nivelación topográfica](#) los valores relevados.

2.3) Calidad de agua

Se presentan antecedentes sobre estudios de calidad del agua en el sector del parque industrial. En ellos, se tomaron 2 puntos de muestreo, A1 y A2, ubicados donde se muestra en la **Imagen 4**.



Imagen 4: Ubicación puntos de muestreo. Fuente: Google Earth.

Según el Informe Analítico elaborado por la Licenciada en Química Industrial, Sra. Rossana G. Nicolini, se analizó la calidad del agua, identificando parámetros físicos y tóxicos significativos que destacan posibles riesgos para el consumo humano (Nicolini, 2003) [6].

En el punto A1 se determinaron los parámetros físicos orientativos de calidad de agua y los parámetros tóxicos inorgánicos, observándose un elevado valor de los nitratos (307,5 ppm o mg/l). Se decide entonces realizar otro muestreo en el punto A2 realizándose análisis químico completo para un estudio más exhaustivo, donde también se observa un elevado valor en el parámetro tóxico de nitratos (96,7 ppm). Ambos puntos de muestreo se encuentran a una profundidad de 30 m.

El contenido de nitratos en aguas puede afectarse por el carácter de la cubierta vegetal del suelo, el uso de fertilizantes nitrogenados para el mejoramiento de suelos y las descargas de algunas aguas industriales y domésticas.

Este parámetro químico tóxico tiene una tolerancia máxima de 45 ppm según Ley N° 11.220; por encima de estos valores es considerada NO APTA PARA CONSUMO HUMANO.

La necesidad de manejar un límite máximo es por su acción oxidante férrica de la hemoglobina, transformándola en metahemoglobina que en porcentajes elevados en el ser humano puede dar lugar a la metahemoglobinemia.

También cabe destacar que el exceso de este ión en el agua no cuenta con un método específico y económico para su remoción, por lo que se aconseja no utilizar agua en esta zona, tanto para consumo humano, como para la elaboración de alimentos.

El resto de los parámetros tóxicos inorgánicos, incluyendo los metales pesados, se encuentran por debajo del límite exigido por la Ley N° 11.220 que rige en nuestra provincia para agua de consumo humano y efluentes.

Asimismo, mediante el análisis fisicoquímico de las muestras se obtuvieron los siguientes resultados para cada uno de los parámetros. El mismo fue elaborado por la Licenciada en Química Industrial, Sra. Rossana G. Nicolini (2003) [6].

ANÁLISIS N°: 000-00000627 PROCEDENCIA: AREA INDUSTRIAL CASILDA MUESTRA: SUELO (S) CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE CASILDA MUESTREAD C.R.A.A.S.A FECHAS DE: MUESTRO 07/01/03 LLEGADA 07/01/03 ANÁLISIS 07/01/03		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO		
DETERMINACIONES	UNIDADES	VALORES HALLADOS
PH(agua) (potenciométrico- 1:2,5)	Unidades de pH	6,95
Materia Orgánica (Walky y Black)	M.O. % P/P	2,97
Nitratos	NO ₃ ⁻ ppm	10,0
(Reducción cadmio)	NO ₃ ⁻ -N ppm	2,0
N ₂ total (cálculo)	N ₂ % P/P	0,1485
Fósforo	P ppm	100,0
(Bray y Kurtz 1)	P ₂ O ₅ ppm	233,0
	PO ₄ ³⁻ ppm	313,0

Figura 3: Resultados de análisis del agua. Fuente: “Estudio Ambiental de la zona factible de convertirse en Área Industrial” - Licenciada en Química Industrial, Sra. Rossana G. Nicolini (2003).

2.4) Estudio hídrico

Se ha desarrollado un estudio del riesgo hídrico en Casilda, teniendo en consideración las zonas de afectación, definidas como valle de inundación, por causa del canal Candelaria que atraviesa el sur del tejido urbano de Casilda. La ubicación del mismo se puede observar en la **Imagen 5**. El estudio fue realizado por

el Departamento de Hidráulica de la Universidad Nacional de Rosario y se titula Determinación de Áreas de Riesgo Hídrico. Aplicación en la Localidad de Casilda, Provincia de Santa Fe (Odicini, Navarro, Mancinelli, González, & Jokanovich) [2].



Imagen 5: Ubicación del Arroyo Candelaria. Fuente: Elaboración propia.

El estudio trata sobre la identificación y delimitación de zonas con riesgo de inundación en la ciudad de Casilda y está basado la Ley 11.730 de la provincia de Santa Fe, a partir de la cual se trata de instaurar un plan de ordenamiento territorial que consiste en regular el uso de bienes situados en áreas con riesgo hídrico.

La Ley 11.730 propone la determinación de tres tipos de áreas de riesgo :

- Área I: Cauces naturales y artificiales y cuerpos de agua permanente
- **Área II: Vías de evacuación de crecidas y áreas de almacenamiento.**
- Área III: Áreas con riesgo de inundación no incluidas en las Áreas I y II.

La metodología utilizada incluyó el modelado en el programa HEC-RAS simulando el comportamiento de la cuenca ante eventos de precipitaciones con recurrencias de 100 y 500 años, de manera de determinar las cotas máximas del pelo de agua en el transcurso de una crecida.

Tanto el parque industrial existente como la ampliación del mismo se ubican sobre el área II.

El área II tiene las siguientes características:

- El área II se asocia a un valor de recurrencia de 100 años. El criterio adoptado para definir esta recurrencia fue que la población asentada en dicha zona no sufriera en promedio más de una inundación.
- Se prohíbe la realización de obras, actividades y emprendimientos públicos o privados que impidan el escurrimiento natural de las aguas. Toda actividad, construcción y emprendimiento a iniciarse dentro de los límites del Área II está sujeto a los parámetros establecidos por la Autoridad de Aplicación y deben contar con su autorización, la cual se otorgará únicamente cuando:

1. No obstaculice el escurrimiento natural de las aguas.

2. Se adopten las previsiones necesarias para anular el riesgo de inundación o sean compatibles con el riesgo.

Por lo tanto, la ubicación del área industrial y su ampliación constituye un riesgo potencial de afectación y pérdidas materiales si no se toman las medidas necesarias para prevenirlo, ya sea a través de planes de evacuación, sistemas de alerta temprana contra inundaciones y un adecuado sistema de desagües.

2.5) Estudio de suelo

En el marco de la presente propuesta de expansión del parque industrial de Casilda, no se cuenta con un estudio de suelo específico del sitio de intervención que fuese útil para los análisis estructurales y de fundación requeridos, siendo dicho estudio necesario para el diseño de las estructuras planificadas. Por esta razón, se optó por utilizar un estudio de suelo realizado por la empresa “Ing. Juan Carlos Rosado & Asociados” [7] en una zona cercana dentro de la misma localidad, cuyas características fueron consideradas representativas para el análisis preliminar. Este estudio fue proporcionado por compañeros que en años anteriores han realizado proyectos en la zona de estudio.

2.5.1) Resumen del estudio utilizado

El estudio disponible corresponde a un análisis preliminar de suelos realizado en Saavedra 2550, en la misma ciudad de Casilda, a aproximadamente 2 km del parque industrial. En este se llevaron a cabo 3 perforaciones de 8m de profundidad respecto a boca de pozo. En ellas se efectuó el ensayo SPT según Norma IRAM 10517/70, con toma muestra de puntas intercambiables, a cada metro. Con estas muestras se realizaron ensayos de laboratorio:

- Humedad según IRAM 10.519.
- Densidad natural, densidad de suelo seco según ASTM D 2937.
- Determinación de límite líquido según IRAM 10.513.
- Determinación del límite plástico e índice de plasticidad según IRAM 10.502.
- Clasificación por SUCS según AASHTO M145-66-IRAM 10.509.
- Granulometría en tamices según IRAM 10.507.
- Ensayo triaxial escalonado rápido según IRAM 10.529*74.

2.5.2) Resultados importantes

- Capacidad portante por punta: en los estratos hasta los valores de 3,7 m no presenta resistencia por punta, mientras que para valores de 3,7m presenta un valor de 2 kg/cm², para una profundidad de 7 m una capacidad por punta de 5 kg/cm² y para un valor de 8 m 6,4 kg/cm².
- Capacidad portante por fricción lateral: presenta valores desde los 0,17 kg/cm² en los estratos hasta 2,5 m hasta valores de 0,58 kg/cm² en los 8 m de profundidad.

- Napa freática: fue detectada durante las perforaciones, requiere considerar esto en la etapa constructiva para evitar alteraciones en el comportamiento del suelo y posibles riesgos durante excavaciones.

Observaciones para el diseño de fundaciones con base al informe y considerando las condiciones determinadas:

- Se recomienda fundar a cotas mayores a 4m para aprovechar las propiedades del suelo.
- Considerar la presencia del agua a la hora de realizar las excavaciones para las fundaciones.

Se destaca que en el terreno se realizará un relleno de determinados sectores para lograr la correcta evacuación del agua hacia los canales laterales de las calles.

3. ESTUDIO DE RESIDUOS DEL METAL

Durante el reconocimiento presencial del área donde se localizará la propuesta, se observa que una gran parte de las empresas que operan en la zona utilizan el metal como material principal en sus actividades diarias.

Se conoce que, al ser mecanizados, estos materiales generan residuos denominados virutas, los cuales pueden tener un impacto negativo tanto en la salud de las personas como en el medio ambiente.

Además, con la futura ampliación del parque industrial, se estima que la cantidad de estos residuos aumentará, lo que podría generar mayores inconvenientes si no se gestionan adecuadamente.

Ante esta situación, surgió la necesidad de actuar en línea con estos principios. Así nació la idea de desarrollar una planta de reciclaje de virutas metálicas, que estará ubicada dentro de una nave industrial a construirse en uno de los lotes correspondientes a la ampliación.

Se realizó un estudio acerca de los residuos (virutas metálicas) que podrían ingresar a la nueva planta de reciclaje, ubicada dentro de la ampliación del parque industrial de Casilda. Esto se efectuó mediante el contacto con las empresas ya instaladas en el parque, y también con empresas ubicadas a sus alrededores. Se considera, además, que con la ampliación se verá un aumento de empresas que se instalen en el nuevo área generando así más cantidad de residuos metálicos. Esto aumenta aún más la necesidad de tratar estos residuos. A partir de este análisis, se determinará un valor de cantidad de viruta que será iniciada en el proceso de reciclaje, siendo que se proyectará la infraestructura del nuevo sector para dicho valor.

El no control y tratamiento de estos residuos metálicos, traen aparejado, en los lugares donde estos se depositan, problemas tanto para las personas como para el medio ambiente. Esto es lo que justamente se busca con la implantación de la planta de reciclaje. Los problemas a los que se refiere se pueden centralizar en 3 puntos importantes:

- 1. Contaminación del suelo, agua y aire:** Las virutas suelen estar impregnadas con aceites, refrigerantes y lubricantes industriales que pueden filtrarse al suelo y contaminar fuentes de agua. También, pueden liberar óxidos y metales pesados que afectan la calidad del suelo y pueden ser tóxicos para la flora y fauna. Si se dejan tiradas en un taller o fábrica, pueden atraer humedad, generando corrosión y oxidación. En cuanto al aire, algunas virutas finas pueden dispersarse en él y representar un riesgo para la salud respiratoria.
- 2. Emisión de CO₂ y mayor extracción de minerales:** Si no se reciclan, se necesitará extraer más mineral de hierro para producir acero nuevo, lo que aumenta la deforestación y el consumo energético. La producción de acero virgen es altamente contaminante, generando grandes cantidades de CO₂, aumentando la huella de carbono.
- 3. Riesgos directos para las personas en el lugar de trabajo:** Las virutas metálicas pueden ser filosas y causar cortes o lesiones si no se manejan adecuadamente. En ambientes con polvo metálico acumulado, existe riesgo de incendios o explosiones.

Por lo tanto, dejar tiradas las virutas de acero no solo es perjudicial para el medio ambiente, sino que también genera riesgos laborales y pérdidas económicas. Reciclarlas es una adecuada opción para reducir la contaminación, evitar sanciones y generar ingresos adicionales. La economía circular brinda beneficios ambientales, económicos y sociales a la industria. Sin embargo, para alcanzar esto, es necesario fortalecer la infraestructura de recolección de viruta dentro de las empresas generadoras.

El acero, al ser 100% reciclable, va a poder ser utilizado nuevamente en otros procesos como materia prima, teniendo un alto valor en el mercado.



Figura 4: Ilustración economía circular del acero. Fuente:

<https://blog.laminasyaceros.com/blog/importancia-del-acero-dentro-de-la-econom%C3%ADa-circular>

4. PROPUESTA LAYOUT

El Layout propuesto para el parque industrial está basado en la optimización de uso de suelo, la funcionalidad de las futuras industrias y la facilidad para el tránsito y operatividad.

Se plantea una calle principal de ingreso con un ancho de 20m y 3 calles que terminan de recorrer el terreno de 8m de ancho. Quedando un total de 73 lotes de entre 2500m² y 3600m². Junto con un reservorio, ubicado en el acceso al predio, el cual será utilizado para generar una atenuación del agua evacuada a lo largo del predio, para así lograr que el caudal de salida al canal, que se encuentra al noroeste de la RPN°92, reciba la misma o similar cantidad de agua que previo a la intervención.

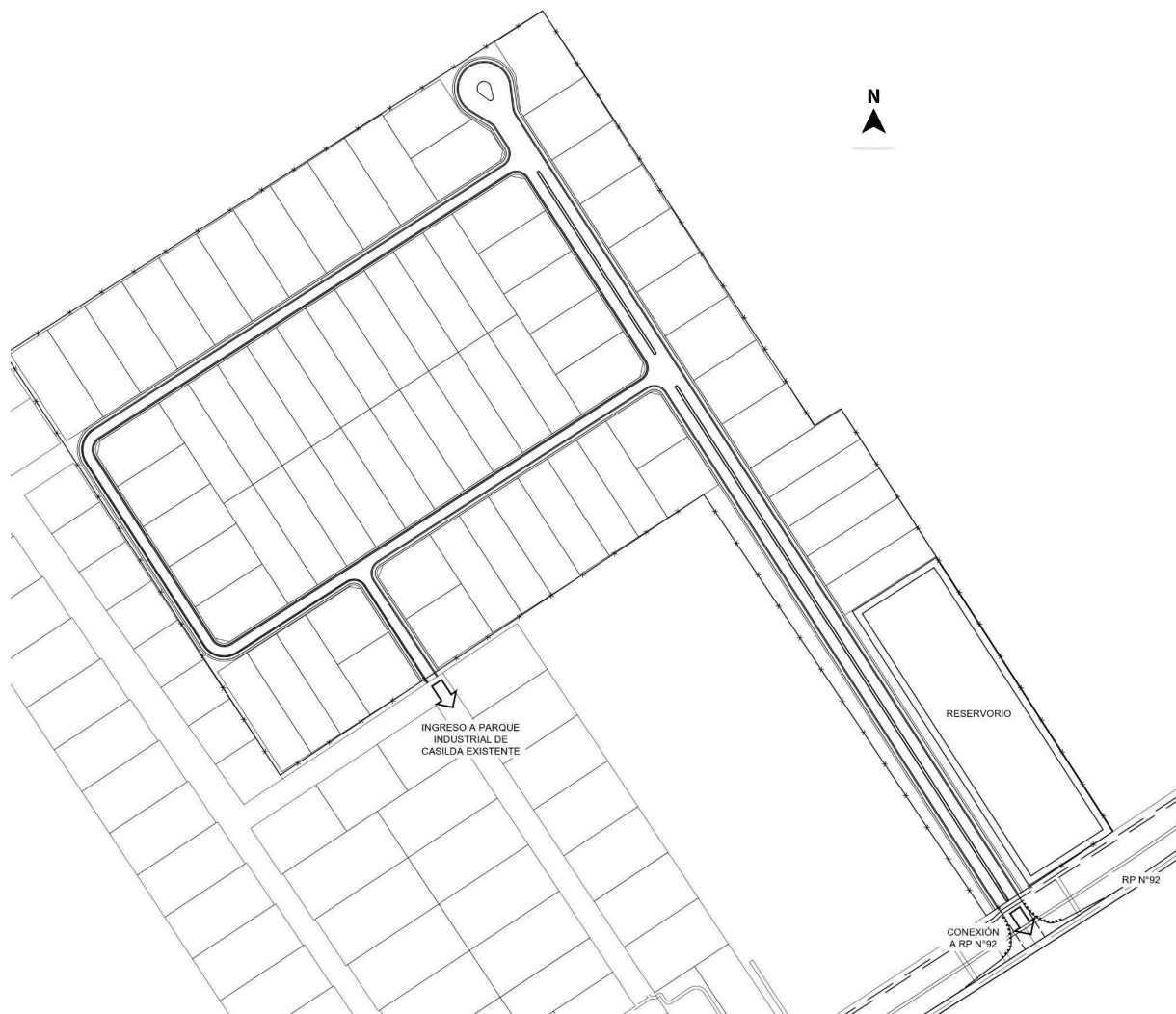


Figura 5: Layout General. Fuente: Elaboración propia.

Esta distribución busca maximizar el aprovechamiento del terreno disponible, permitiendo una flexibilidad adecuada para distintos tipos de desarrollos industriales dentro del parque, y que puedan instalarse diversas industrias. En el plano EPI-LO-001 (LOTEO) se encuentra el loteo del predio.

La propuesta de intervención del sector definido contará con las siguientes partes componentes, que se podrán observar en el plano EPI-LY-002 (LAYOUT GENERAL).

- Acceso al parque
- Pavimento y circulaciones

- Loteo general
- Reservorio
- Planta de reciclaje

En el diseño de este layout, la premisa principal fue compatibilizar la ampliación y conexiones proyectadas con las instalaciones e infraestructura existentes.

En cuanto a la circulación, se plantea dentro de la misma, lograr la conectividad adecuada con la parte del parque industrial existente, con el objetivo de garantizar la unión de ambas zonas. Además, se asegura el ingreso a todos los nuevos lotes. El diseño del pavimento y sus perfiles se encuentra en [5. DISEÑO DE CAMINOS DE LA AMPLIACIÓN DEL PARQUE INDUSTRIAL](#) .

Además, se decide que la evacuación completa del agua del sector ampliado se realizará mediante canales a cielo abierto en todos los laterales de las calles proyectadas, desembocando en el reservorio ubicado al ingreso del predio, el mismo se utilizará para lograr el control de los escurrimientos debido a la impermeabilización del sector. Las dimensiones del reservorio, de los canales y demás elementos evacuadores se desarrollan en el capítulo [6. PROPUESTA HIDRÁULICA](#) .

Asimismo, se cuenta con el dimensionamiento de las alcantarillas ubicadas tanto en el ingreso al predio como en la conexión con el sector existente y la unión entre el reservorio y los canales.

4.1) Garita de ingreso

Con el objetivo de preservar la estética, funcionalidad y armonía del entorno, se ha decidido que el ingreso al nuevo parque industrial conservará el mismo diseño y estructura del acceso original. Esta decisión busca garantizar una transición visual fluida, manteniendo la identidad arquitectónica que caracteriza al espacio intervenido, fortaleciendo la integración del parque en su entorno, facilitando la movilidad y reforzando la sensación de unidad entre ambos espacios. En la **Fotografía 6** se puede observar la garita de ingreso al parque industrial existente.



Fotografía 6: Ingreso al parque industrial existente. Fuente: Elaboración propia.

5. DISEÑO DE CAMINOS DE LA AMPLIACIÓN DEL PARQUE INDUSTRIAL

5.1) Diseño geométrico

El trazado geométrico de las vías principales busca lograr la conectividad de todos los lotes y de la zona intervenida con la zona del parque industrial ya existente. Se incluye una calle transversal que actúa de comunicadora de estas zonas mencionadas. El objetivo es proveer una buena accesibilidad a los lotes y permitir una circulación fluida en ambos sentidos para todas las calles. La planimetría con el trazado puede observarse en plano EPI-VC-001-(DISEÑO GEOMÉTRICO).

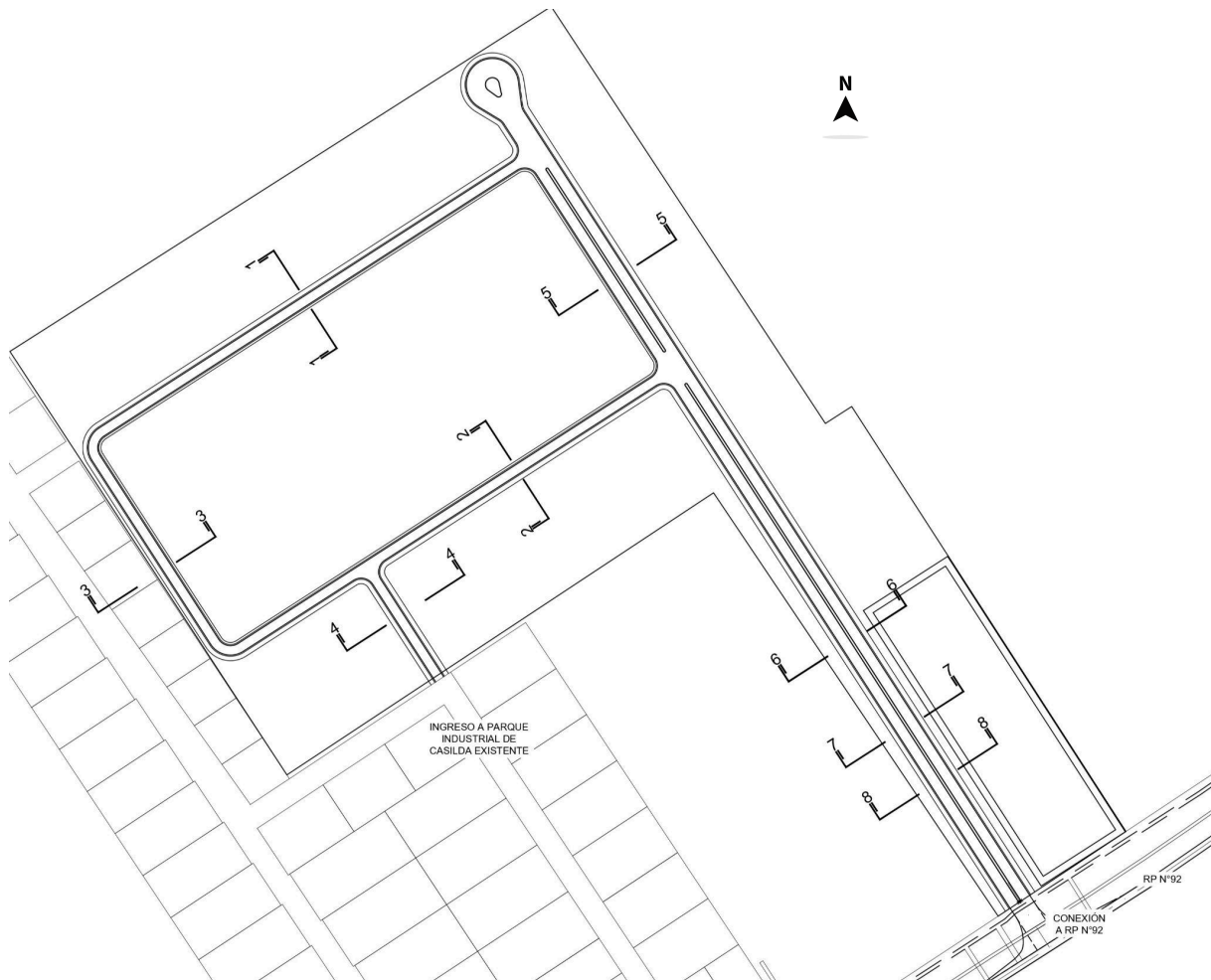


Figura 6: Disposición de calles y posición de perfiles transversales. Fuente: elaboración propia.

Para la determinación de anchos de calzada y radios de giro, se plantea como vehículo de diseño un camión semirremolque intermedio WB-15 según la denominación AASHTO [8]. A su vez, se establece que el análisis se realizará a la velocidad de maniobra, siendo esta la que varía entre 15 y 20 km/h. Se concluye que los radios de giro serán de 12m en los bordes internos de calzada, con la debida señalización de reducción de velocidad.

Todas las calles presentan canales a cielo abierto laterales para el escurrimiento de las aguas. A continuación, se presentan las distintas secciones transversales del sector en estudio que se encuentran determinadas en la **Figura 6**.

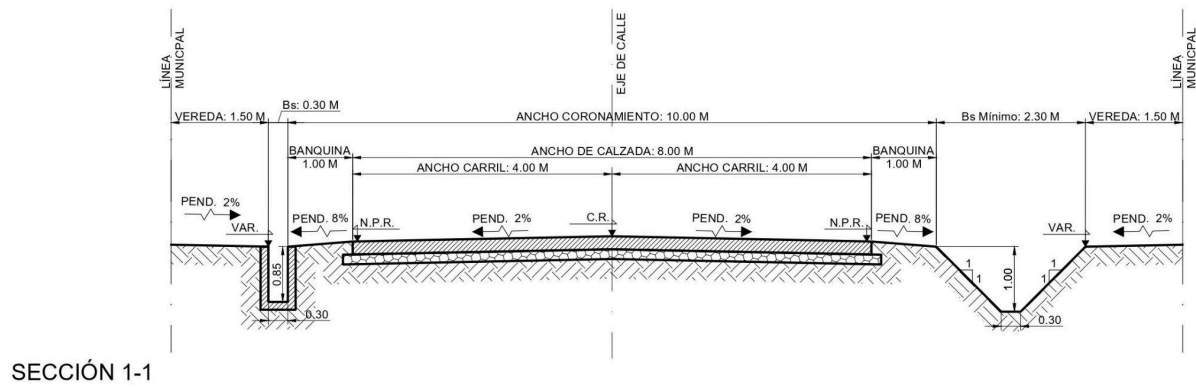


Figura 7: Sección transversal 1-1. Fuente: Elaboración propia.

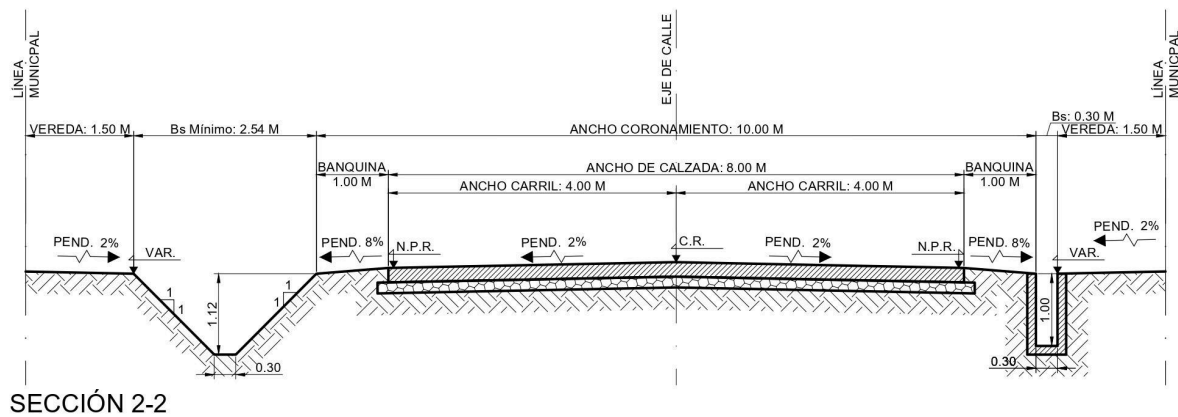


Figura 8: Sección transversal 2-2. Fuente: Elaboración propia.

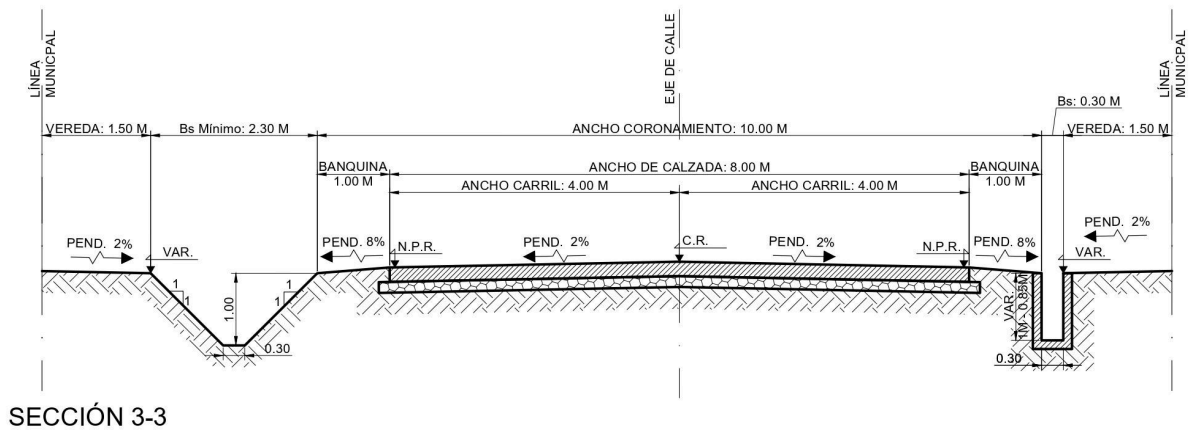


Figura 9: Sección transversal 3-3. Fuente: Elaboración propia.

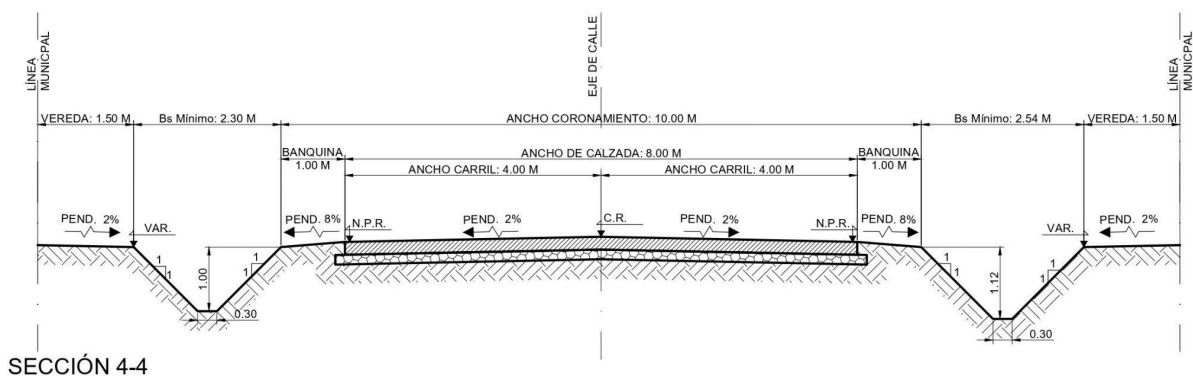
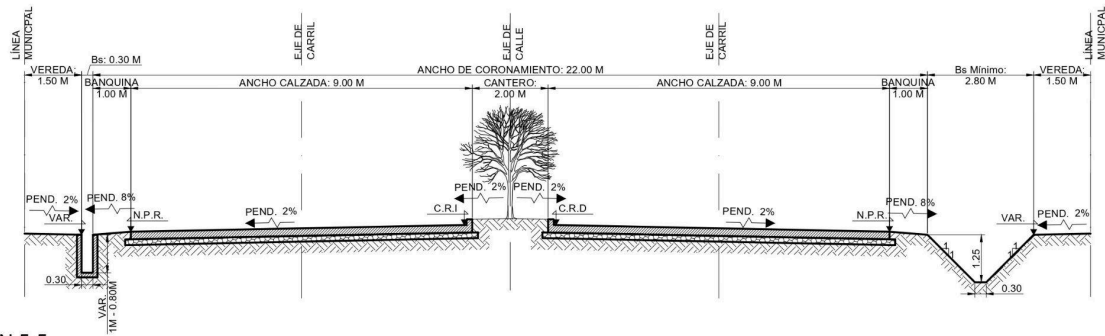
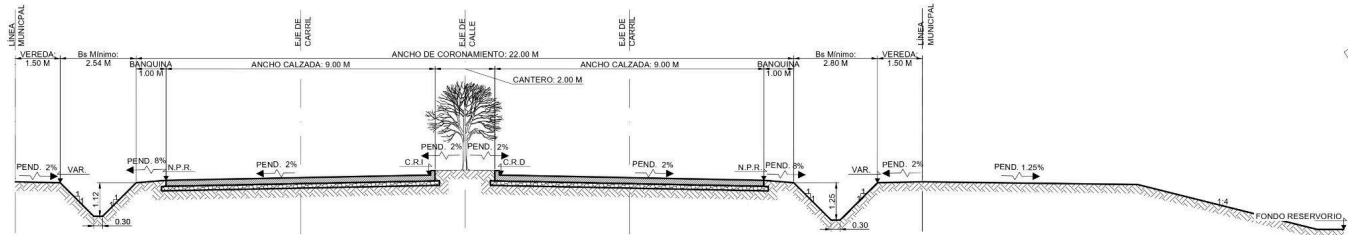


Figura 10: Sección transversal 4-4. Fuente: Elaboración propia.



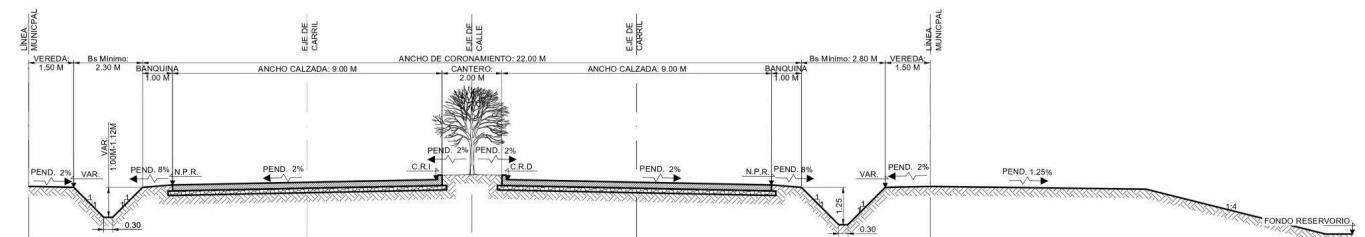
SECCIÓN 5-5

Figura 11: Sección transversal 5-5. Fuente: Elaboración propia.



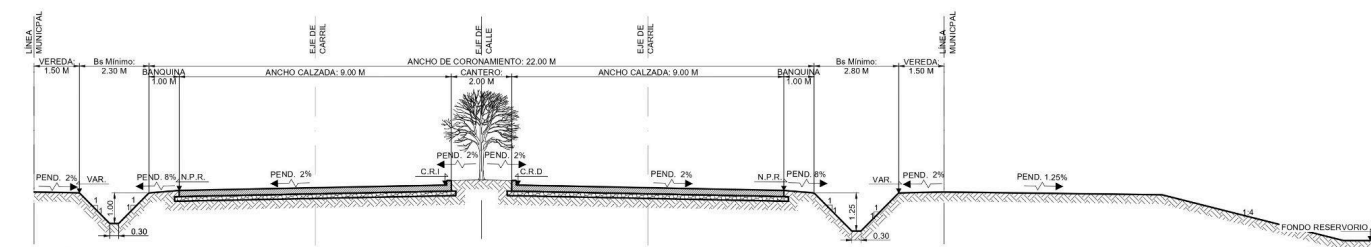
SECCIÓN 6-6

Figura 12: Sección transversal 6-6. Fuente: Elaboración propia.



SECCIÓN 7-7

Figura 13: Sección transversal 7-7. Fuente: Elaboración propia.



SECCIÓN 8-8

Figura 14: Sección transversal 8-8. Fuente: Elaboración propia.

5.1.1) Ingreso desde RPN°92

El diseño geométrico del ingreso desde la RPN°92 hacia la Ampliación del Parque Industrial se basa en el Plano Tipo H-7491 de Vialidad Nacional para intersecciones a nivel, con el objetivo de garantizar una adecuada accesibilidad y permitir una circulación vehicular fluida tanto hacia la RPN°92 como al Parque Industrial.

El Plano Tipo H-7491 define las dimensiones características, radios de giro y parámetros geométricos necesarios para asegurar una adecuada conectividad entre una vía de mayor tránsito y una vía de menor tránsito.

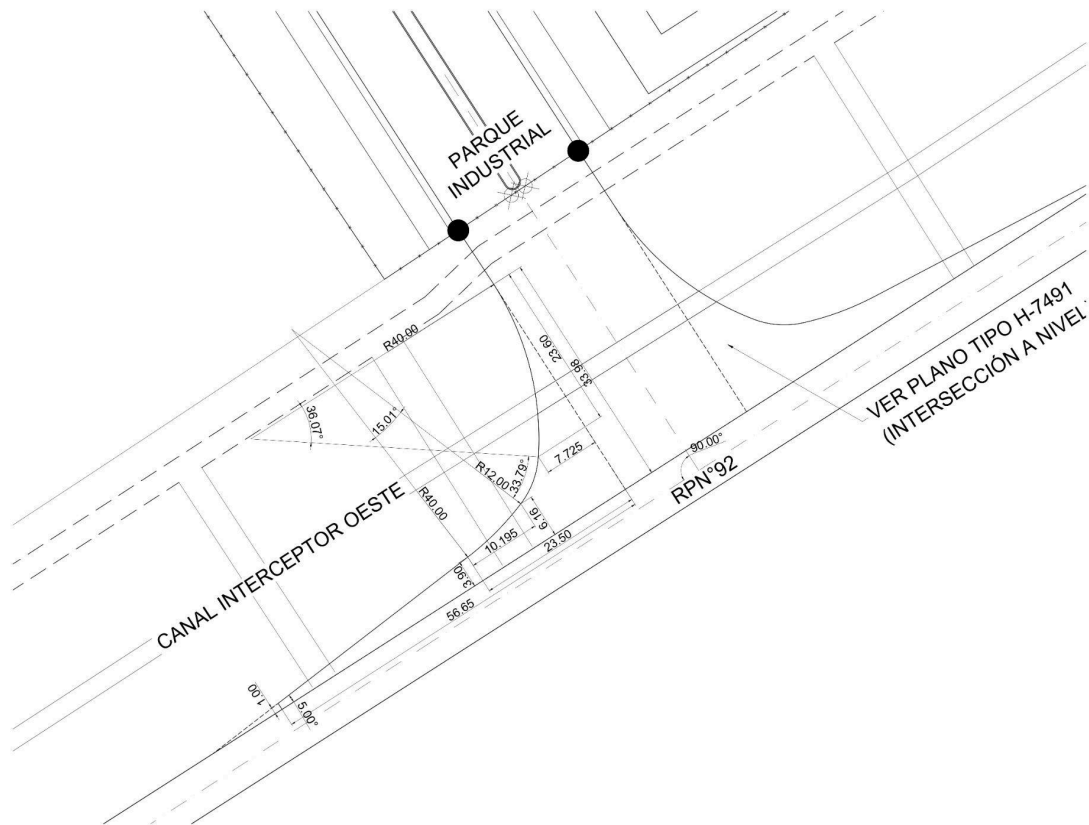


Figura 15: Ingreso a Parque Industrial. Fuente: Elaboración propia.

5.1.2) Verificación de giros

Para verificar los radios de giros del diseño planteado, se utilizó la siguiente trayectoria, trazada por el camión modelo WB-15M, según norma AASHTO 2004 (US).

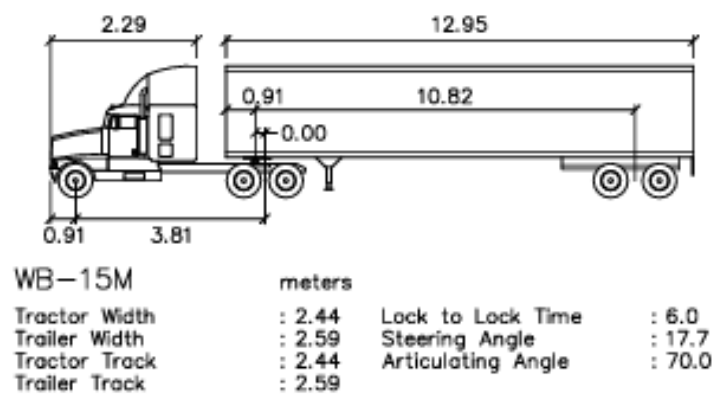


Figura 16: Camión modelo. Fuente: Plano tipo de trayectorias curvas según AASHTO 2004.

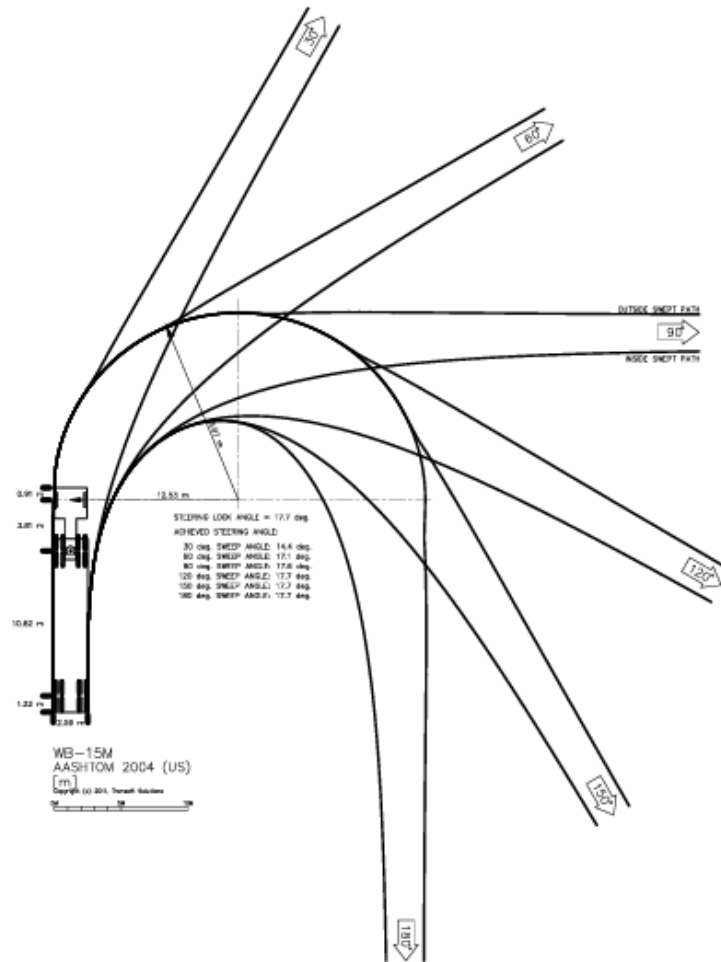


Figura 17: Trayectoria descrita por camión modelo. Fuente: Plano tipo de trayectorias curvas según AASHTO 2004.

A partir de la **Figura 17** se observa que el radio mínimo requerido para un giro a 90° del eje trasero del vehículo tipo WB-15M es de 12,53 metros, según las trayectorias descritas en el plano tipo AASHTO 2004. En consecuencia, el diseño geométrico adoptado, con un radio de giro a eje de 14 metros, resulta técnicamente adecuado para garantizar una maniobra segura y fluida, validando la configuración proyectada.

5.2) Dimensionamiento del pavimento

5.2.1) Diseño del paquete estructural

Las vías de circulación dentro del predio se proyectan de pavimento rígido. Esto se debe a las demandas específicas de infraestructura y las ventajas técnicas y económicas que ofrece esta solución frente a otras alternativas. Se presentan a continuación algunas de ellas:

- **Alta resistencia a cargas pesadas:** Punto clave debido a la naturaleza industrial del parque a proyectar.
- **Durabilidad y bajo mantenimiento:** Vida útil prolongada y con menor necesidad de intervenciones de mantenimiento en comparación con opciones

como los pavimentos flexibles, evitando costos operativos e interrupciones en el funcionamiento del parque.

- **Baja deformación:** Fundamental en zonas donde la circulación es a bajas velocidades, incluso donde los vehículos se encuentran detenidos o frenados.
- **Ahorro a largo plazo:** El costo inicial es más elevado en comparación con otras opciones, pero su mayor durabilidad, resistencia y menor necesidad de mantenimiento hacen que sea una inversión más rentable a lo largo del tiempo.

5.2.2) Estudios de suelos de subrasante

En primer lugar, corresponde realizar la caracterización del suelo de la subrasante. Para ello, a partir del estudio de suelo realizado por Juan Carlos Rosado y Asociados de la zona en estudio, se obtienen los siguientes resultados:

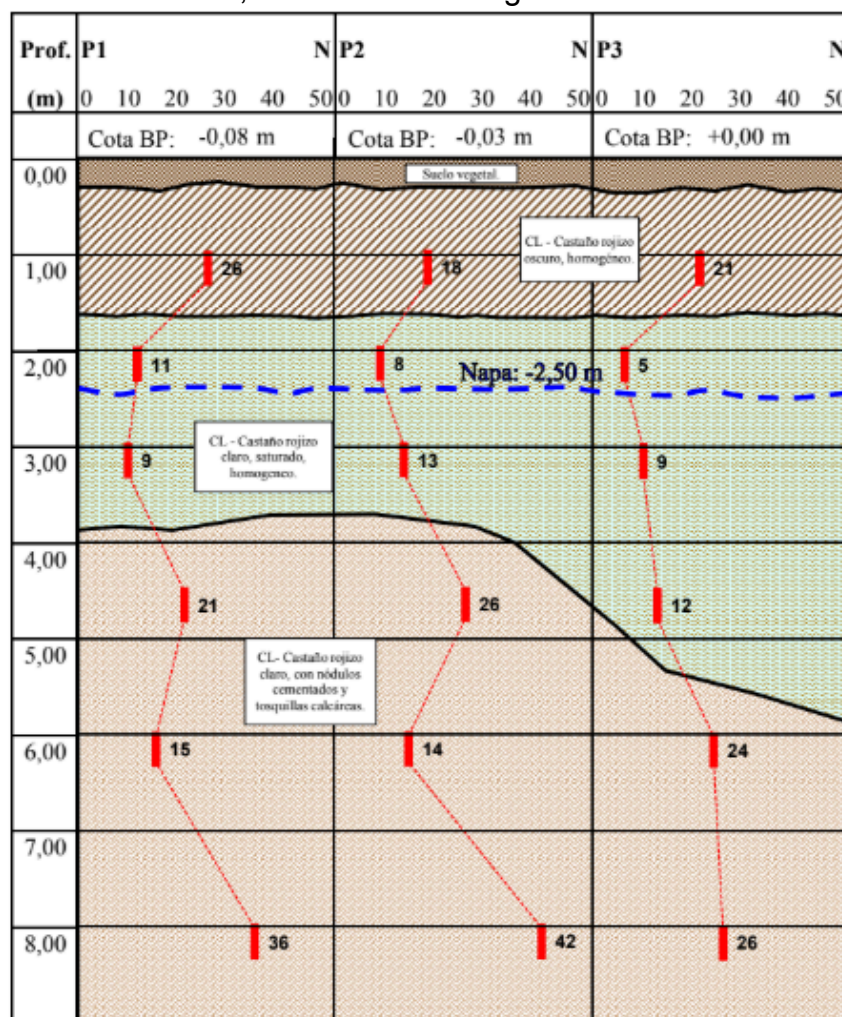


Figura 18: Estratificación del suelo. Fuente: Carlos Rosado y Asociados, Informe Técnico "Estudio de suelo para el diseño de la fundación de una nueva nave Industrial".

En la **Figura 18**, se observa que el suelo que constituirá la subrasante será del tipo CL- castaño rojizo, oscuro homogéneo con valores de ensayo SPT de 26/18/21 golpes.

Profundidades referidas a Boca de Pozo	Cotas referidas a Nivel 0,00 de referencia	Tensiones admisibles para bases aisladas Kg/cm ²	Coefficiente de Balasto (K30) Kg/cm ³	Tensiones admisibles para zapatas continuas Kg/cm ²
0,60	-0,60	-----	1,50	0,80
1,00	-1,00	-----	1,75	0,80
1,50	-1,50	0,70	0,90	-----
2,00	-2,00	0,70	0,90	-----
3,00	-3,00	1,40	3,50	-----
4,50	-4,50	1,90	4,70	-----

Tabla 1: Características del suelo. Fuente: Carlos Rosado y Asociados, Informe Técnico "Estudio de suelo para el diseño de la fundación de una nueva nave Industrial".

En la **Tabla 1** se observa que el coeficiente balasto K30, del suelo al nivel de 1m de profundidad, es igual a 1,75 Kg/m³.

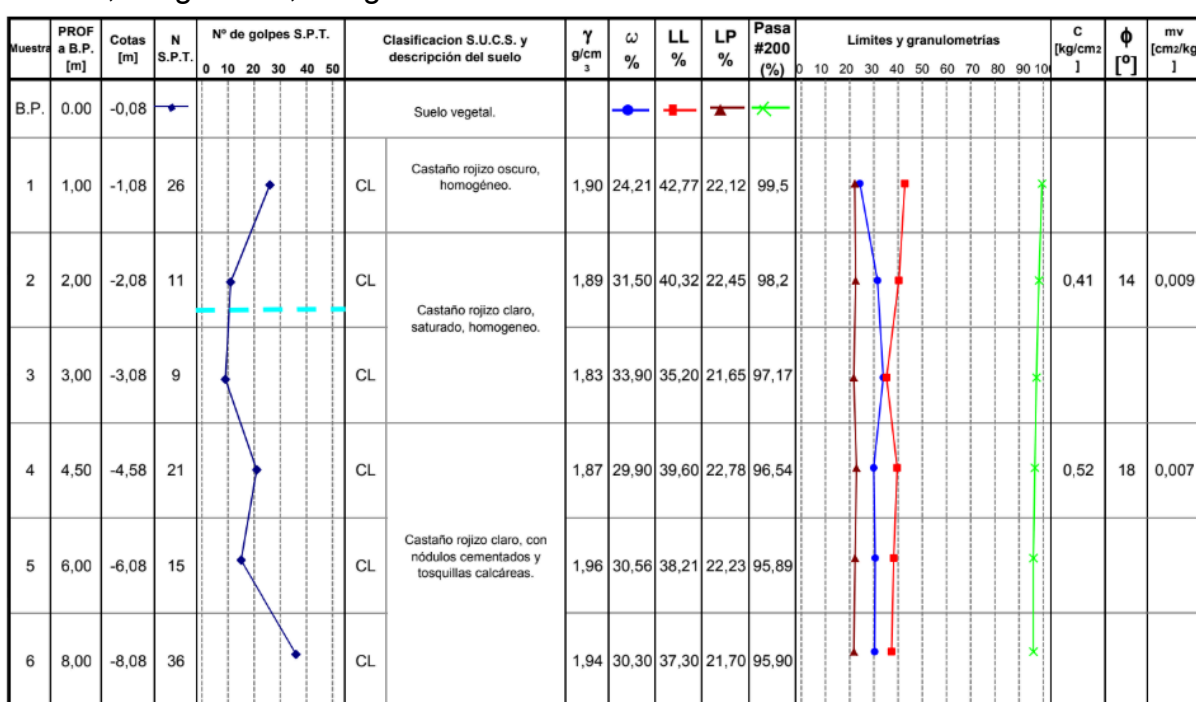


Figura 19: Límites de Atterberg. Fuente: Carlos Rosado y Asociados, Informe Técnico "Estudio de suelo para el diseño de la fundación de una nueva nave Industrial".

En la **Figura 19** se observa los valores de Límite líquido, límite plástico y pasa #200 para el suelo en la profundidad de 1m.

En base a la información analizada proveniente del estudio de suelos, se procede a realizar la clasificación HRB del suelo en la profundidad de 1m.

HRB - CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS PARA SUBRASANTES (CON SUBGRUPOS)

CLASIFICACION GENERAL	SUELOS GRANULARES Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) hasta el 35 %							SUELOS ARCILLOSO - LIMOSO Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) más del 35 %			
CLASIFICACION POR GRUPOS	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A - 7 - 5 A - 7 - 6
	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				
Ensayo de tamizado por vía húmeda. Porcentaje que pasa por:											
Tamiz IRAM de 2 mm. N° 10	Máx 50										
Tamiz IRAM de 425 micrómetros N° 40	Máx 30	Máx 50	Min 51								
Tamiz IRAM de 75 micrómetros N° 200	Máx 15	Máx 25	Máx 10	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Min 35	Min 35	Min 35	Min 35
Características de la fracción que pasa por tamiz IRAM 425 micrómetros N° 40											
Límite Líquido ϕ_L (%)	-	-	-	Máx 40	Min 41	Máx 40	Min 41	Máx 40	Min 41	Máx 40	Min 41
Índice de Plasticidad I_p (%)	Máximo 6		No plástico	Máx 10	Máx 10	Min 11	Min 11	Máx 10	Máx 10	Min 11	Min 11
Índice de Grupo IG	0	0	0	0	0	Máx 4	Máx 4	Máx 8	Máx 12	Máx 16	Máx 20
CONSTITUYENTES PRINCIPALES DE TIPOS MAS COMUNES	Fragmentos de rocas, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas arcillosas limosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
COMPORTAMIENTO GENERAL COMO SUBRASANTE	Excelente a bueno						Regular a pobre				

El índice plástico del Sub - Grupo A - 7 - 5 es igual o menor que Límite Líquido menos 30. ($I_p \leq (\omega_L - 30)$).

$$I_p = \omega_L - \omega_p \quad \omega_p = \text{Límite Plástico}$$

El índice plástico del Sub - Grupo A - 7 - 6 es mayor que Límite Líquido menos 30. ($I_p > (\omega_L - 30)$).

El índice de Grupo debe ser indicado entre paréntesis después del símbolo del grupo (ej.: A-2-6 (3) y debe ser un número entero, si da menor que cero el IG es igual a cero. El IG no tiene límite pero se lo suele acotar a un valor máximo de 20.

$$IG = (F - 35) (0,2 + 0,005 (\omega_L - 40)) + 0,01 (F - 15) (I_p - 10)$$

$$F = \% \text{ que pasa el tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200)}$$

Tabla 2: Clasificación HRB suelos. Fuente: Carlos Rosado y Asociados, Informe Técnico "Estudio de suelo para el diseño de la fundación de una nueva nave Industrial".

Luego de realizar el debido procedimiento, se obtiene que el suelo a nivel -1m es uno del tipo A-7-6 (20).

Debido a que no se tiene información sobre CBR, se procede a estimar el mismo aplicando una correlación entre este y el IP, siendo este último término calculado como:

$$IP = LL - LP = 20,65$$

Asimismo, considerando un pasa #200 de 99,5, se utiliza la fórmula de CBR del método AASHTO:

Para suelos plásticos, la siguiente expresión tiene validez para un wPI superior o igual a 8.

$$CBR = \frac{75}{1 + 0,728 (wPI)}$$

$$wPI = \text{Pasa \#200. Índice de plasticidad} = P200 * PI$$

Donde,

P200 es el % que pasa el tamiz n°200 (0,074 micrones)

IP es Índice Plástico.

Siendo el valor de $wPI = 20,55$ obtenemos el valor de CBR de 4,8.

Ahora bien, a partir de la siguiente figura, obtenida del Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón, del Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA) [9], se evalúa la verificación de dicho valor. En la misma se relaciona el valor del módulo de reacción con el de CBR, considerando el valor K30 de 1,75 Kg/m³ obtenido en el estudio de suelos junto con la clasificación HRB, se obtiene un valor de CBR de 2 aproximadamente.

Figura 2-47: Correlación del CBR con el módulo de reacción de la subrasante para distintos tipos de suelos.

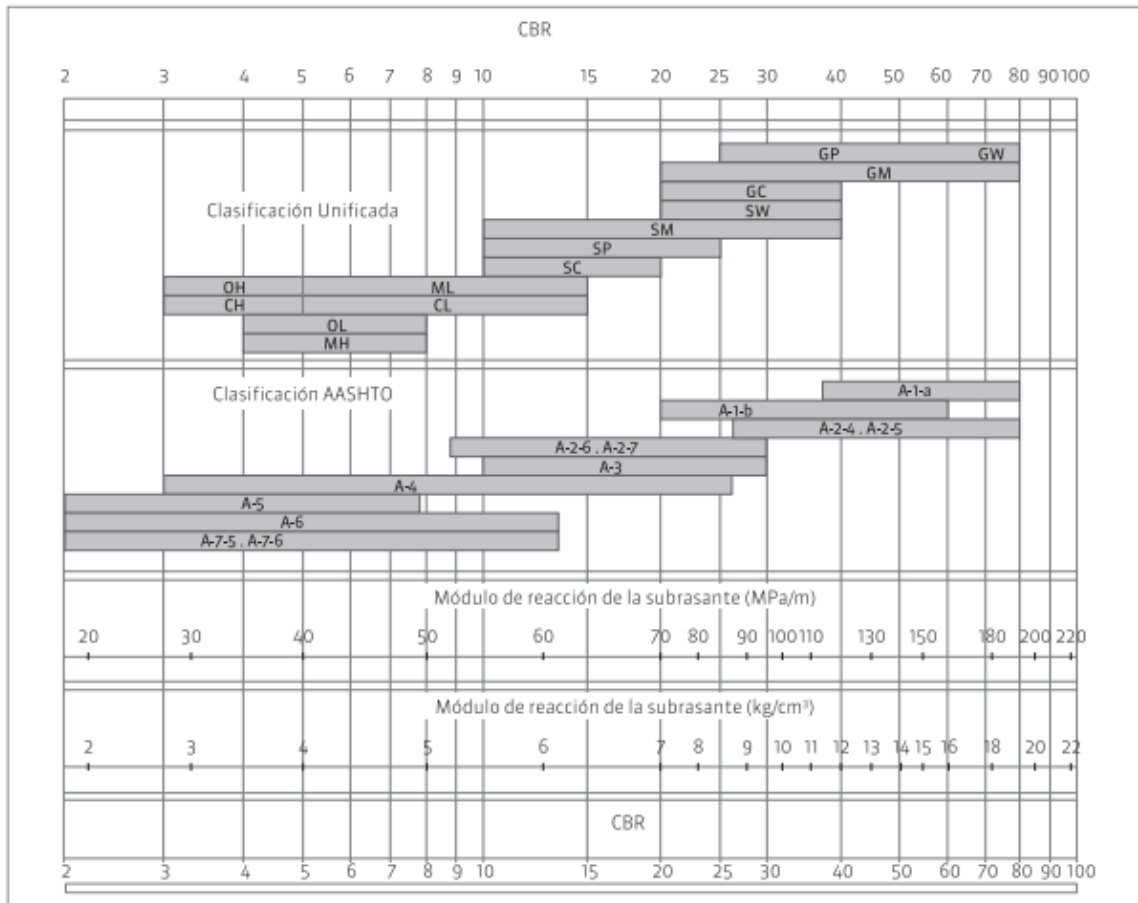


Figura 20: Relación CBR con módulo de reacción de la subrasante. Fuente: manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón.

Considerando que se realiza un tratamiento de la subrasante con cal, se decide por adoptar un valor de CBR de 4%.

Por otro lado, como material para base o subbase se hará uso de un estabilizado granular tratado con cemento. Se decide adoptar este material como base, con un espesor de 15 cm.

5.2.3) Solicitaciones

Luego, se determina la sollicitación del tránsito pesado que circulará dentro del parque industrial. Para esto, se considera que, al proyectar que las calles sean pavimentadas, los camiones que ahora ingresan al sector existente se trasladarán por el sector ampliado.

Por consiguiente, se considera un análisis de un parque industrial de Alvear, que presenta características similares en cuanto a disposición y empresas respecto del de Casilda. A partir del mismo, se obtiene un valor de 20 camiones por día de ingreso al parque, los cuales se consideran cargados con su Carga Máxima Legal. También, se tendrán en cuenta los distintos tipos de camiones que circularán por el mismo:

Tipo de camiones	cantidad por día
S1-D1-D1-D2	3
S1-D1-D2	8
S1-D1-D3	9

Tabla 3: Tipo y cantidad de camiones por día en la ampliación del parque Industrial. Fuente: Elaboración Propia.

Se muestra, a continuación, el espectro de cargas respecto cada mil camiones y la Carga Máxima Legal por ley:

Espectro de cargas					
Tipo de Camión	c/1000	ejes S1	ejes D1	ejes D2	ejes D3
S1-D1-D1-D2	150	150	300	150	0
S1-D1-D2	400	400	400	400	0
S1-D1-D3	450	450	450	0	450
total	1000	1000	1150	550	450

Tabla 4: Espectro de cargas en la ampliación del parque industrial de Casilda. Fuente: Elaboración Propia.

Pesos max por Ley	
Tipo de eje	Peso max (tn)
S1	6
D1	10,5
D2	18
D3	25,5

Tabla 5: Pesos máximos por Ley. Fuente: Elaboración Propia.

Luego, se muestran los siguientes datos que permitirán desarrollar el análisis de espesores de pavimento necesario:

DATOS	
Tipo de Pavimento	Rígido
Tasa de crecimiento del tránsito (2026-2061)	0,04
Inicio del período de diseño	ene-26
Periodo de diseño (años)	35
Todos los vehículos ingresan con su carga máxima permitida	
La tara se considera el 30% de su peso máximo permitido	
Hormigón	H-30
CBR subrasante	4
Espesor Base	15
Material Base	Tratada con cemento
Banquina vinculada o no	no
Pasadores si o no	si
Cantidad de camiones por día	20

Tabla 6: Datos para dimensionamiento de espesores del pavimento. Fuente: Elaboración Propia.

5.2.4) Dimensionamiento de la estructura

A partir de la aplicación del método de la PCA, se realiza el cálculo del espesor de la losa de hormigón correspondiente. Como resultado, se obtiene un valor de 192 mm, llevándolo a un valor final de 20 cm, teniendo en consideración espesores constructivos.

The screenshot shows the results of the PCA analysis. At the top, 'Espesor de calzada:' is displayed with a value of '192 mm' in a green box, followed by the instruction '<-- Ingrese espesor a verificar en mm'. Below this, a message box states 'Msg: Se ha encontrado espesor mínimo.' To the right of the message box are two buttons: 'Determinar espesor mínimo' and 'Exportar informe'. At the bottom, there are two rows of data: 'Consumo por Fatiga: 98,9%' with a green 'VERIFICA' status, and 'Consumo por Erosión: 64,4%' with a green 'VERIFICA' status.

Figura 21: Resultados del análisis de espesores. Fuente: Método PCA.

En el [ANEXO 2 - Salidas software PCA](#) se observan los resultados completos obtenidos del software.

5.3) Diseño de juntas

5.3.1) Descripción de juntas utilizadas

Según el Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón (ICPA) [9], se tienen las siguientes especificaciones para el diseño de juntas:

- **Junta transversal de contracción:** Son los principales tipos de juntas para el control de fisuración por contracción por fragüe. Dentro de esta propuesta se

decidió colocar pasadores en la totalidad de las juntas transversales debido a la magnitud de las cargas del tránsito pesado.

En la **Figura 22** se presenta una tabla con las características que deben cumplir los pasadores.

Tabla 3-1: Características de los pasadores.	
Tipo de hierro	Barra redonda lisa. Tipo I. AL-220.
Superficie	Lisa, libre de óxido y con tratamiento que impida la adherencia al hormigón en todo su largo.
Largo	45 cm.
Diámetro	25 mm para $e \leq 20$ cm. 32 mm para $20 \text{ cm} < e \leq 25$ cm. 38 mm para $e > 25$ cm.
Separación	30 cm de centro a centro, 15 cm de centro a borde.
Ubicación	Paralelo a la superficie del pavimento y al eje de calzada. Mitad del espesor de losa. Mitad a cada lado de la junta transversal.

Figura 22: Características de los pasadores. Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón, del ICPA (Instituto del Cemento Portland Argentino) Capítulo 3.

Se destaca que como el espesor de la losa que se adoptó en esta propuesta es de 20cm, corresponde colocar pasadores de diámetro 25mm.

En cuanto a la separación de las juntas transversales, se toma la recomendación del Manual del ICPA que establece que deben conformarse losas lo más cuadradas posible manteniendo una relación Largo/Ancho $\leq 1,25$.

- **Junta longitudinal de articulación:** Controla la formación de fisuras, se emplean barras de unión.

Las barras de unión son de acero conformado superficialmente con un diámetro de 10 mm. Se ubican a la mitad del espesor de la losa y se colocan perpendiculares a la dirección longitudinal del camino.

En la **Figura 23** se presenta una tabla con las características que deben cumplir las barras de unión.

Tabla 3-3: Largo mínimo de las barras de unión.			
Diámetro de la barra [mm]	Sección [cm²]	Perímetro [cm]	Largo mínimo de la barra de unión [cm]
10	0,79	3,14	60
12	1,13	3,77	72
16	2,01	5,02	96
20	3,14	6,28	120

Figura 23: Largo mínimo de barras de unión. Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón, del ICPA (Instituto del Cemento Portland Argentino) Capítulo 3.

Se adopta un diámetro 10 mm, el cual le corresponde a un largo de barra de unión de 60 cm.

- **Junta longitudinal de construcción o ensamblada a borde libre:** Dividen dos zonas pavimentadas en tiempos diferidos.
- **Junta de dilatación:** Se ejecuta para permitir movimientos diferenciales entre dos zonas pavimentadas o contra una estructura fija. Se emplean en los siguientes casos:
 - Intersecciones de pavimentos de hormigón.
 - Curvas de pequeño radio (en el principio y fin de curva).
 - Zonas con cambios abruptos en la pendiente vertical.
 - Contra estructuras fijas.
 - En transiciones con otros pavimentos.

En este tipo de juntas se emplean pasadores para permitir la transferencia de cargas, en donde uno de los extremos lleva un capuchón relleno con material compresible.

- **Transición entre pavimento rígido y pavimento flexible o zona no pavimentada:** En la zona donde termina el pavimento rígido y comienza una zona no pavimentada se debe colocar esta transición, la cual consta de una viga invertida de contención longitudinal, como se presenta en la **Figura 24**. La zona no pavimentada se encuentra en la conexión al Parque Industrial Existente, la cual cuenta con calzada de ripio.

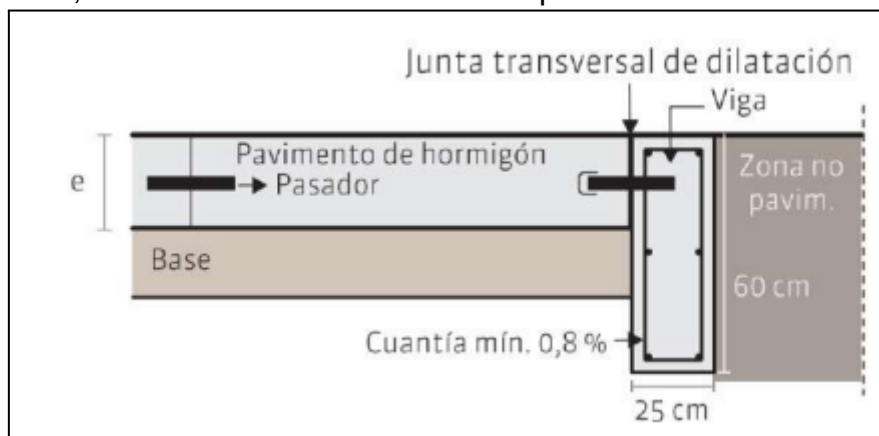


Figura 24: Esquema de junta de transición entre pavimento y zona no pavimentada. Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón, del ICPA (Instituto del Cemento Portland Argentino) Capítulo 3.

Luego, para las diseño de juntas que puede observarse en el Plano EPI-VC-004 (DISEÑO DE JUNTAS), en las **intersecciones a nivel** se utilizan las siguientes premisas:

- Respetar las separaciones máximas recomendadas por el manual.
- Mantener la relación largo-ancho (L/A) de la losa por debajo de 1,25.

- Colocar armadura distribuida ($\mu = 0,05 \%$) en ambas direcciones en losas de formas irregulares o cuya relación L/A sea mayor que 1,25, para el control de una eventual fisuración.
- Evitar losas de ancho menor que 0,5 m y mayor que 4,5 m (o la separación máxima recomendada).
- Evitar esquinas interiores y ángulos menores a 60° . Se recomienda que los encuentros se realicen a 90° .
- Evitar formas irregulares. Se recomienda el empleo de losas rectangulares en rectas y de sector anular en curvas.
- Evitar juntas longitudinales en zona de huella.

Se encuentra en el plano EPI-VC-004 (DISEÑO DE JUNTAS) el correspondiente trazado de las juntas en el pavimento rígido, el cual ha sido diseñado cuidadosamente para evitar la fisuración del mismo en los primeros meses, incluso en los primeros días de construido. En dicho plano, también se incluyen los detalles constructivos de cada una de las juntas, asegurando que se cumplan los requisitos técnicos establecidos para el tipo de pavimento a utilizar. Estos detalles se desarrollan siguiendo los lineamientos mencionados anteriormente, con especial atención en la prevención de fisuras o deformaciones que puedan afectar la integridad de la estructura a largo plazo. La correcta ejecución de estas juntas es crucial para permitir la expansión y contracción del pavimento debido a los cambios higrotérmicos, contribuyendo a la durabilidad y estabilidad de la vía.

6. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

Los procesos de urbanización contribuyen a aumentar el riesgo de inundación y a incrementar los procesos de erosión y sedimentación.

Actualmente, el sector a intervenir se trata de una zona destinada al cultivo. No obstante, con la ejecución del proyecto “Ampliación del Parque Industrial de Casilda” se prevén cambios en el uso de suelo, alineándose con los objetivos establecidos para su desarrollo. De esta manera, el cambio del uso de suelos por la ejecución de estructuras e infraestructuras modifica la condición natural del suelo, impermeabilizando la superficie, aumentando la escorrentía superficial y disminuyendo la capacidad de percolación e infiltración del suelo, lo que provoca que disminuya el escurrimiento subsuperficial y subterráneo.

Como consecuencia, el aumento de riesgo de inundación por urbanización e impermeabilización de la superficie se manifiesta mediante aumento de caudales máximos y volúmenes de escurrimiento junto a la disminución de los tiempos de respuesta de las cuencas y en la ocupación gradual de los valles de inundación de cursos de agua.

El incremento de los procesos de erosión y sedimentación a causa de la urbanización puede producir deterioro de coberturas vegetales de suelos, cambios morfológicos en vías de desagües, erosiones en alcantarillas, obras de descarga, necesidad de obras de control de erosión, entre otros. Asimismo, los procesos de sedimentación pueden provocar taponamientos en los sistemas de desagües aguas abajo y, como consecuencia, pérdida de la capacidad hidráulica de los mismos.

Por estas razones es que resulta necesario realizar la planificación urbana de manera adecuada para poder mitigar en la mayor medida posible los impactos sociales y económicos sobre la sociedad. Por lo tanto, se requiere una cuidadosa evaluación del proyecto hidráulico y análisis de las consideraciones realizadas para el diseño de las obras hídricas.

A partir de los resultados obtenidos en el estudio hídrico “Determinación de Áreas de Riesgo Hídrico. Aplicación en la Localidad de Casilda, Provincia de Santa Fe” (Odicini, Navarro, Mancinelli, González, & Jokanovich, s. f.), se determinó que aproximadamente el 25% del área urbanizada de la Ciudad de Casilda está sometida a riesgo de anegamiento temporario en el caso de registrarse eventos de lluvia de gran magnitud sobre la cuenca del Arroyo Candelaria.

Al suroeste de la localidad de Casilda se ubica el Área Industrial y en la adyacencia al mismo se ubicará la ampliación del mismo. Por lo tanto, ambos sectores se encuentran dentro del Área II, según se define como la mancha de inundación correspondiente a una recurrencia de 100 años. Esto se puede observar en la **Figura 1** presentada anteriormente.

A modo de contextualizar la situación bajo la que la mancha de inundación alcanza la zona del Parque Industrial de Casilda y la zona de ampliación, se procede a explicar que dichos sectores no se encuentran próximos al valle de inundación del Arroyo Candelaria. Originariamente, el escurrimiento natural del agua sigue una dirección noroeste-sureste, desplazándose hacia el Arroyo Candelaria. Sin embargo, la superficie afectada por la mancha de inundación abarca este sector debido a la construcción del terraplén ferroviario, el cual, al momento de su ejecución, elevó el nivel de las vías del tren respecto a su cota original. Esta sobre-elevación del terreno ha modificado la dinámica del escurrimiento superficial, actuando como una barrera que impide la evacuación natural hacia el Arroyo Candelaria, lo que deriva en el anegamiento de la zona mencionada en la **Imagen 6**.



Imagen 6: Delimitación de las áreas de riesgo hídrico y ubicación del P.I. Existente y su ampliación.

Fuente: elaboración propia.

La ampliación del Área Industrial se proyectará teniendo en cuenta las medidas necesarias para disminuir en lo mayor posible el riesgo de inundación, como se ha mencionado anteriormente. Por lo que, el objetivo de este cálculo hidrológico es determinar los caudales máximos de salida generados por la transformación del terreno, comparando las condiciones pre y post propuesta.

Por un lado, se analizarán las obras necesarias para reducir los efectos de anegamientos producidos por la presencia del terraplén ferroviario. Por otro lado, se diseñarán los desagües pluviales de la nueva área a desarrollar.

Luego, en base al análisis desarrollado hasta aquí se proponen las siguientes acciones para la ejecución del proyecto hidráulico.

- Evaluar las situación pre y post proyecto, de manera de determinar el volumen de agua necesaria de almacenar y diseñar el reservorio adaptable a estas condiciones con el fin de atenuar el caudal de escurrimiento del predio luego de la intervención.
- Evaluar los caudales junto al tiempo de respuesta de las cuencas y diseñar los sistemas de desagües interior a la Ampliación del Parque Industrial.
- Orientar los desagües internos hacia el reservorio diseñado.
- Evaluar y diseñar la obra de descarga con el objetivo de evacuar el agua almacenada en el reservorio y descargarla hacia el Canal Interceptor oeste, ubicado al noreste de la RPN° 92.
- Evaluar el caudal a través del canal perimetral del Parque Industrial Existente y el caudal a través del Canal Interceptor oeste, a modo de diseñar las alcantarillas adecuadas. Dichas alcantarillas constituirán la conexión entre el Parque Industrial Existente y su Ampliación y la conexión de la Ampliación del Parque Industrial Existente con la RPN° 92.

6.1) Determinación de las cuencas de aporte

Con el objetivo de estudiar la problemática zonal, se procede a obtener las curvas de nivel correspondientes a la zona a partir de Google Earth Pro, el cual permite analizar altimetrías de curvas trazadas e importar curvas de nivel.

En la siguiente **Imagen 7** se observa la carencia de información en el área en rojo sobre las curvas de nivel en la Provincia de Santa Fe en el sector lindante al Área Industrial de Casilda.



Imagen 7: Curvas de nivel. Fuente: elaboración propia.

Como consecuencia, las curvas de nivel serán trazadas manualmente para lograr analizar las cuencas de aporte. Para ello, se tiene en consideración el estudio realizado por la Dirección Provincial de Protección Urbana Contra Inundaciones. (2010). Reacondicionamiento Hídrico en Canal Interceptor oeste II: Ciudad de Casilda, Departamento Caseros - Memoria Descriptiva. Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente, Provincia de Santa Fe [10].

En la **Figura 25** se logra analizar la delimitación de la cuenca, considerando como punto de cierre la desembocadura del canal Interceptor oeste en el Canal Candelaria.

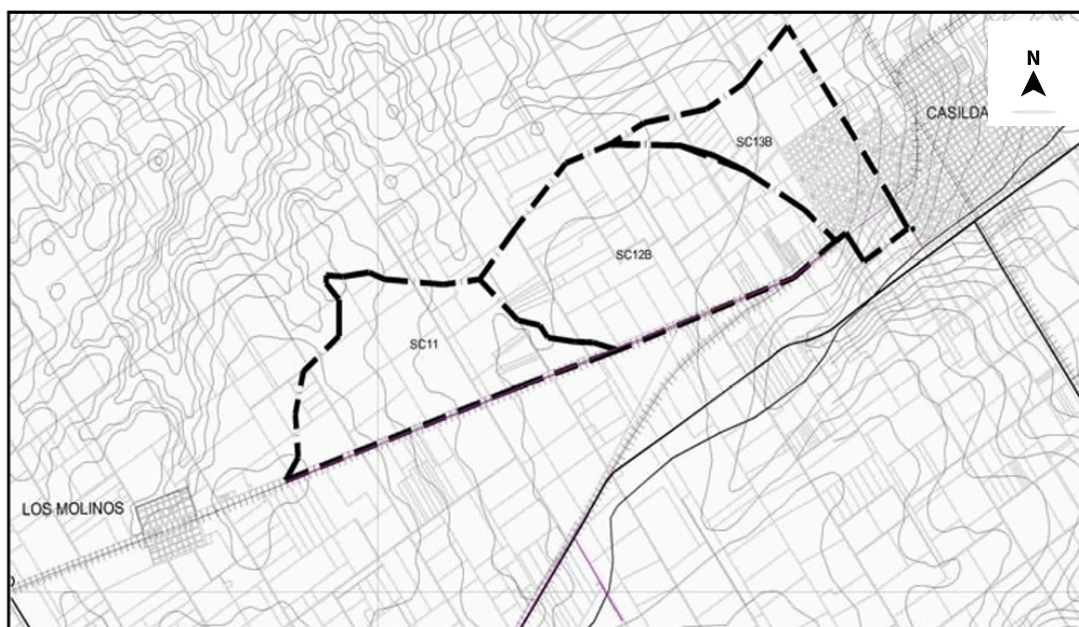


Figura 25: Subcuencas del canal interceptor oeste. Fuente: Reacondicionamiento Hídrico en Canal Interceptor oeste II: Ciudad de Casilda, Departamento Caseros - Memoria Descriptiva. Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente, Provincia de Santa Fe.

Luego, se procede a completar las curvas de nivel en Google Earth Pro.



Imagen 8: Curvas de nivel completas. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se analiza la cuenca de aporte aguas arriba de la ampliación del Área Industrial de Casilda. Para su determinación se estudiaron los caminos existentes en la zona y las curvas de nivel presentadas. De esta manera, se concluye que el camino denotado en color naranja en la **Imagen 9** capta el agua aguas arriba del mismo; por lo que, la cuenca de aporte se define hacia aguas abajo de ese camino.

Asimismo, para el trazado de la cuenca de aporte se analizan las divisorias topográficas relativas al punto de cierre correspondiente al de la ampliación del área industrial. Por definición, las líneas divisorias son líneas de contorno de la cuenca vertiente que cortan perpendicularmente las curvas de nivel.



Imagen 9: Cuencas de aporte, camino existente y punto de cierre. Fuente: elaboración propia.

6.2) Curvas intensidad-duración-recurrencia

Las curvas IDR (Intensidad-Duración-Recurrencia), junto con su parametrización, para la ciudad de Casilda han sido estudiadas por Basile, P. A., Zimmermann, E., Riccardi, G., y Stenta, H. (2010) [11]. Derivación de curvas intensidad-duración-recurrencia (IDR) para las ciudades de Casilda y Zavalla, Santa Fe, Argentina. Ponencia presentada en el Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras, Azul, Buenos Aires, Argentina.

Los resultados obtenidos se observan en la siguiente **Tabla 7**:

Ec. Nº	R (años)	α	β	γ
1	2	2503,818	19,263	0,8693
2	5	1849,399	12,403	0,7920
3	10	2050,044	13,443	0,7848
4	20	2200,032	13,529	0,7769
5	50	2300,082	11,977	0,7637
6	100	2400,057	11,021	0,7567
7	500	2400,292	8,609	0,7322

Tabla 7: Ecuaciones de curvas IDR parametrizadas para Casilda. Fuente: Derivación de curvas intensidad-duración-recurrencia (IDR) para las ciudades de Casilda y Zavalla, Santa Fe, Argentina.

Asimismo, dado que estos resultados corresponden al análisis realizado en el año 2010, habiendo transcurrido 15 años desde entonces, se comparan con la variación de las curvas IDR de la ciudad de Rosario, Provincia de Santa Fe - Argentina, obtenidas en dos períodos diferentes: 1935-2007, por Basile, P. A., Riccardi, G., Zimmermann, E., Stenta, H., Scuderi, C., Rentería, J. P., & González, A. (2009). *Derivación de curvas Intensidad-Duración-Recurrencia unificadas para la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina*. Ponencia presentada en el XXII Congreso Nacional del Agua, Trelew, Chubut, Argentina; y 1935-2022, por Chiodo, C., & Falaschi, F. M. (2024). Análisis de precipitaciones máximas de duración entre 1 y 5 días y derivación de curvas intensidad-duración-recurrencia en estaciones del sur santafesino [12]. Departamento de Hidráulica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.

En este último documento de Chiodo, C., & Falaschi, F. M. (2024), se concluye que el valor de las láminas de lluvia calculadas para las distintas recurrencias para la ciudad de Rosario son similares a las presentadas por Basile et al. (2009), cuyo rango de análisis comprende el período 1935-2007. A continuación, se presenta la **Tabla 8** del documento de Chiodo y Falaschi (2024), en la que se muestra la comparación mencionada.

Tabla 3. Resultados de las láminas de lluvia según la FDP de Gumbel (AFMULTI) de la Estación Rosario Aero. A fines comparativos con los resultados obtenidos del antecedente "Derivación de curvas intensidad-duración-recurrencia unificadas para la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina" (Basile et al., 2009).

RECURRENCIAS (años)	Lámina de lluvia (mm)														
	P1			P2			P3			P4			P5		
	Gumbel (1935- 2022)	P. Basile (1935- 2007)	Dif. (%)	Gumbel (1935- 2022)	P. Basile (1935- 2007)	Dif. (%)	Gumbel (1935- 2022)	P. Basile (1935- 2007)	Dif. (%)	Gumbel (1935- 2022)	P. Basile (1935- 2007)	Dif. (%)	Gumbel (1935- 2022)	P. Basile (1935- 2007)	Dif. (%)
2	86,7	84,99	1,99%	105	104,00	0,96%	115	113,00	1,75%	124	123,00	0,81%	131	130,00	0,77%
5	114,2	112,98	1,07%	138,4	139,00	0,43%	152,1	151,00	0,73%	164,5	164,00	0,30%	174,2	174,00	0,11%
10	132,5	131,77	0,55%	160,6	162,00	0,87%	176,7	176,00	0,40%	191,2	191,00	0,10%	202,8	203,00	0,10%
50	172,6	172,93	0,19%	209,4	214,00	2,17%	230,7	230,00	0,30%	250,1	251,00	0,36%	265,8	267,00	0,45%
100	189,6	190,42	0,43%	230	235,00	2,15%	253,6	254,00	0,16%	275	276,00	0,36%	292,4	294,00	0,55%
500	228,8	230,57	0,77%	277,7	286,00	2,94%	306,5	307,00	0,16%	332,6	335,00	0,72%	353,9	357,00	0,87%
1000	245,7	247,88	0,88%	298,2	307,00	2,91%	329,2	330,00	0,24%	357,3	360,00	0,75%	380,4	384,00	0,94%
5000	284,8	288,03	1,13%	345,7	357,00	3,22%	381,9	383,00	0,29%	414,8	418,00	0,77%	441,8	446,00	0,95%
10000	301,6	305,34	1,23%	366,2	379,00	3,44%	404,6	406,00	0,35%	439,5	443,00	0,79%	468,2	473,00	1,02%
	Max. diferencia		1,99%	Max. diferencia		3,44%	Max. diferencia		1,75%	Max. diferencia		0,81%	Max. diferencia		1,02%

Tabla 8: Resultados de comparación. Fuente: Derivación de curvas Intensidad-Duración-Recurrencia unificadas para la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina.

Por lo tanto, como la variación no es significativa, la parametrización de las curvas IDR de Casilda se consideran válidas para el presente estudio hidráulico.

Luego, a partir de la siguiente ecuación se obtiene la intensidad media máxima de lluvia para una recurrencia dada.

$$i = \frac{\alpha}{(D+\beta)^{\gamma}}$$

Donde α , β , γ son los parámetros de la **Tabla 7** y D es la duración del evento de lluvia.

6.3) Situación pre propuesta

Como se ha mencionado, el área de afectación se trata de un sector susceptible de inundación.



Imagen 10: Esguimiento superficial actual de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la **Imagen 10**, el sector presenta pendiente hacia el Canal Interceptor oeste, al noroeste de la RPNº 92. De esta manera, se observa que el punto más bajo de la Ampliación del Parque Industrial de Casilda es el más próximo al canal existente, indicado en la imagen anterior.

Para la estimación del caudal máximo asociado a una lluvia de diseño, se aplica el Método Racional Modificado, el cual permite obtener resultados representativos del comportamiento hidráulico de la cuenca. Este método es especialmente adecuado para el análisis de drenaje urbano, donde es necesario considerar la variación temporal de la lluvia y el tiempo de respuesta progresivo de la cuenca.

El uso del método racional modificado se justifica por las siguientes razones:

- Permite trabajar con lluvias de diseño distribuidas en el tiempo, lo que refleja de manera más realista la evolución de un evento de precipitación y posibilita determinar el intervalo de tiempo que genera el caudal pico.
- Permite estimar el caudal máximo a partir de analizar diferentes combinaciones de intensidades y tiempos parciales dentro del evento de lluvia.
- Es adecuado para cuencas urbanas donde la respuesta hidráulica es más compleja debido a la presencia de superficies impermeables, redes de drenaje y estructuras de control.
- Permite contemplar la determinación de caudales dentro de la cuenca, principalmente cuando el flujo encauzado comienza a tener relevancia dentro del proceso de escurrimiento.

Luego, el Método Racional Modificado asume las siguientes hipótesis simplificadoras:

- La intensidad de la lluvia es prácticamente constante dentro de cada intervalo de tiempo considerado.
- La precipitación es uniformemente distribuida espacialmente sobre toda la cuenca.
- La relación entre el caudal de entrada y el caudal de salida de la cuenca se mantiene aproximadamente constante durante el evento.

De esta manera, el caudal máximo se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

Donde,

Q es el caudal máximo en m³/s.

C es el coeficiente de escurrimiento.

I es la intensidad de la lluvia (mm/h) obtenida de las curvas IDR.

A es el área de la cuenca en Ha.

El caudal máximo de salida lo genera una lluvia con igual al tiempo de concentración de la cuenca (T_c). De esta manera, el hidrograma se asume triangular con el tiempo base igual a dos veces el T_c .

El coeficiente de escurrimiento se define como la cantidad de precipitación que se transforma en escurrimiento superficial durante la lluvia de diseño. Este valor está determinado por las características del terreno, como ser la naturaleza del terreno, la capacidad de filtración a través del suelo, la pendiente, la intensidad de la lluvia, entre otros factores. Por lo tanto, es importante seleccionar un coeficiente que refleje de manera adecuada la combinación de todos estos factores intervinientes.

Para el caso pre-propuesta se considera un coeficiente de escurrimiento, C, de 0,34 para recurrencia de 5 años y 0,47 para recurrencia de 100 años, según Decreto 4841/2012 de la Provincia de Santa Fe.

El tiempo de concentración se calcula según la expresión del Federal Aviation Agency, la cual es aplicable para flujo mantiforme predominante, como es el caso del predio bajo la situación pre-propuesta.

$$T_c = 22.73(1.1 - C)L^{0.5}S^{-0.33}$$

Donde,

T_c es el tiempo de concentración en minutos.

L es la longitud en km.

S es la pendiente del terreno (m/m).

C es el coeficiente de escurrimiento.

La intensidad de lluvia se obtiene de las curvas IDR (Intensidad, Duración, y Recurrencia) correspondiente a **Tabla 7**: Ecuaciones de curvas IDR parametrizadas para Casilda. Por consiguiente, se obtienen los hidrogramas triangulares de diseño para la situación pre-propuesta por medio del ya mencionado Método Racional Modificado. Los mismos se pueden observar en la **Figura 26**.

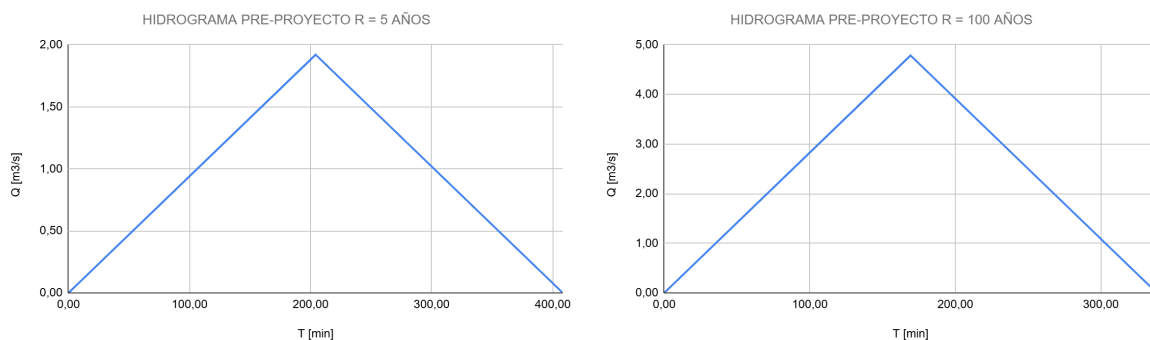


Figura 26: Hidrogramas de diseño pre propuesta. R=5 años y R=100 años. Fuente: elaboración propia.

6.4) Situación post propuesta

En la situación post propuesta se encuentra con que se intervendrá un área de 30 hectáreas del terreno. Dentro de éstas 30 Ha, se proyecta una superficie ocupada por caminos de pavimento rígido de 3,22 hectáreas, mientras que el resto de la superficie (26,78 hectáreas) serán destinadas a desagües proyectados como canales abiertos y a uso industrial, con una superficie de impermeabilización del suelo máxima del 70%. Dicho porcentaje está asociado al factor de ocupación de suelo (FOS) de 0,7, según lo establecido en la Ordenanza 1090/99 correspondiente a la legislación municipal. Además, se prevé un espacio destinado al uso como reservorio, el cual se observa en el capítulo [4. PROPUESTA LAYOUT](#).

La propuesta de intervención incorpora la implementación de un sistema tradicional para captar y conducir el agua de lluvia sobre el terreno. Este sistema incluye cunetas excavadas en tierra y cunetas revestidas de hormigón. Las cunetas canalizan el agua de lluvia hacia el reservorio excavado en tierra, cuya función principal es almacenar temporalmente el agua de lluvia que cae sobre toda la superficie de la nueva propuesta. Esto garantiza la atenuación de los picos, permitiendo que el escurrimiento superficial no supere el caudal de salida pico que se producía antes del cambio de uso del suelo. En los planos EPI-HID-002 (DESAGÜES PLANTA) Y EPI-HID-003 (DESAGÜES SECCIONES TRANSVERSALES) se puede ver el sistema de desagües completo en conjunto con los perfiles que permiten una visualización de las alcantarillas.

A continuación, se presentan los perfiles de desagües del sector en estudio.

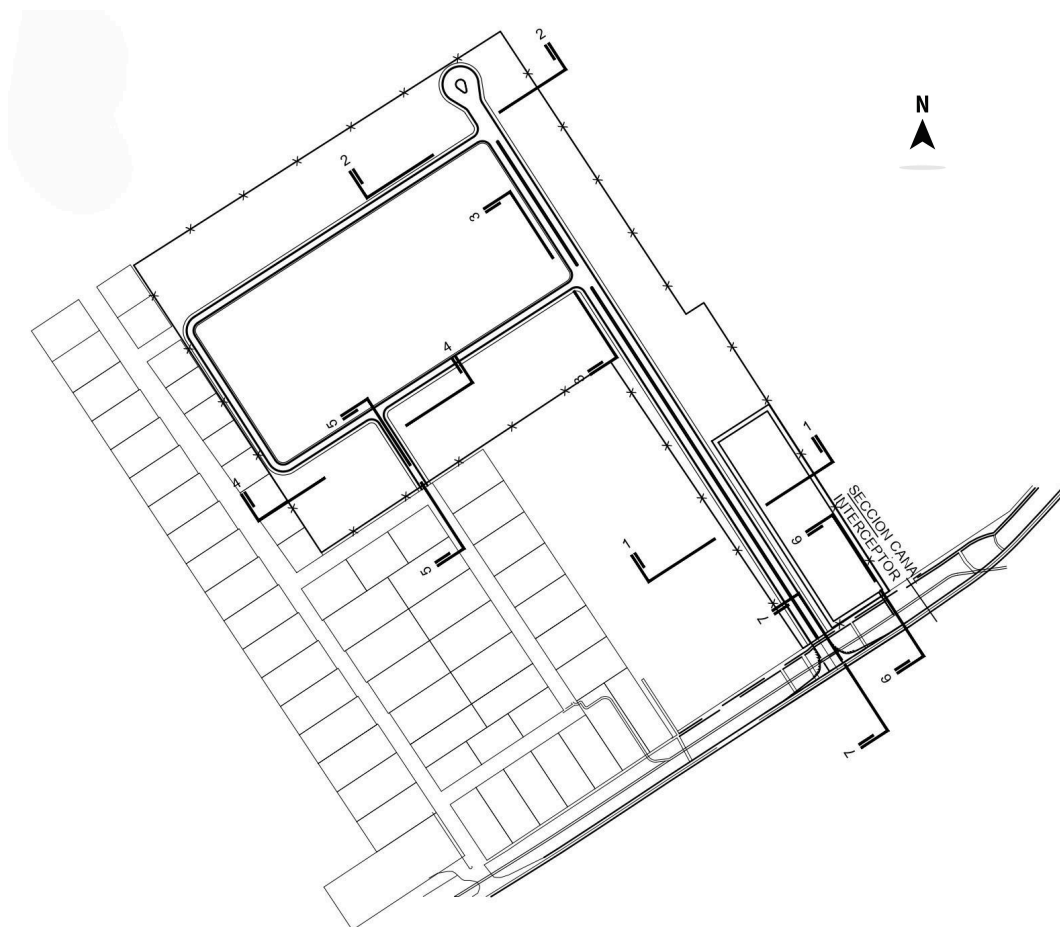


Figura 27: Posición de perfiles de desagües. Fuente: Elaboración Propia.

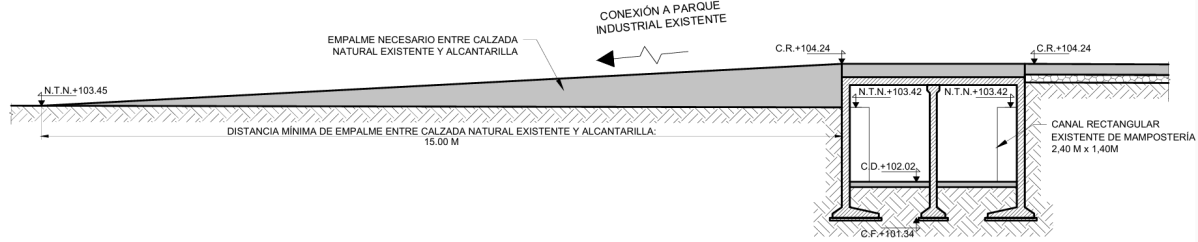


Figura 32: Perfil desagüe - Sección 5-5 - Alcantarilla de conexión al Parque Ind. Existente. Fuente: Elaboración Propia.

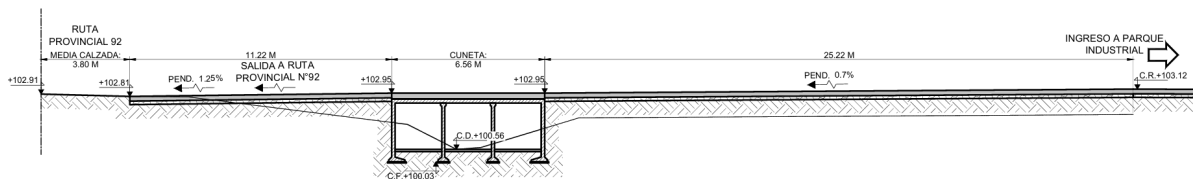


Figura 33: Perfil desagüe - Sección 7-7 - Alcantarilla de Ingreso a la Ampliación del Parque Industrial. Fuente: Elaboración Propia.

Se puede visualizar la existencia de varias alcantarillas, 5 alcantarillas internas al predio a intervenir, una alcantarilla de conexión al Parque Industrial Existente y una alcantarilla en el ingreso a la Ampliación del Parque Industrial. Asimismo, se puede observar la descarga del reservorio al Canal Interceptor oeste existente, ubicado al noroeste de la RPN° 92.

El diseño de todo este sistema de desagües será abordado en los próximos apartados.

De la misma manera que en la situación pre-propuesta, el caudal máximo se determina a partir del Método Racional Modificado. Para el caso de la situación post-propuesta, existe heterogeneidad en el área intervenida, es decir, que hay diferentes proporciones de superficies permeables e impermeables. De esta manera, se puede calcular un coeficiente de escorrentía ponderado para el área total A a partir de la siguiente expresión:

$$C = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n C_i A_i$$

Donde,

C es el coeficiente de escorrentía ponderado.

C_i es el coeficiente de escorrentía asociado a la i-ésima subárea A_i [Ha].

A es el área de la cuenca en Ha.

n es el número total de subáreas en las que se divide el área total A.

	C _i R=5 años	C _i - R=100 años	Área Parcial [m2]	C R = 5 años	C R = 100 años
Calles y veredas	0,8	0,97	30000,00	0,47	0,65
Cuenca de aporte	0,34	0,47	486000,00		
Sección urbanizada: 70% impermeabilizado y 30% permeable	0,8	0,97	270000,00		
	0,34	0,47			

Tabla 9: Coeficientes de escorrentía R=5 años y R=100 años. Fuente: Elaboración propia.

Los Tiempos de Concentración para la situación luego de la intervención son de 35,11 minutos, obtenidos mediante la aplicación del método cinemático, el cual se desarrolla en el [ANEXO 3- Proyecto hidráulico](#).

La intensidad de la lluvia se calcula de igual manera que para el caso de pre-propuesta.

Luego, se obtienen los caudales e hidrogramas triangulares de diseño para recurrencias de 5 años y 100 años.

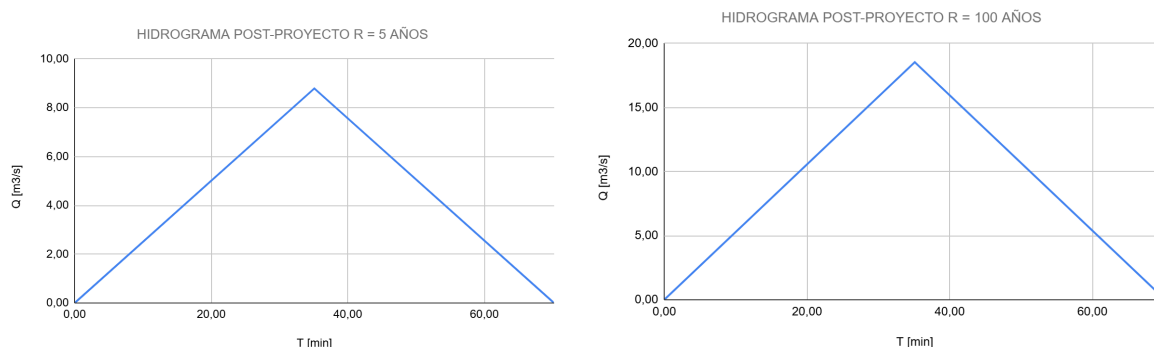


Figura 34: Hidrogramas de diseño post-propuesta. R= 5 años y R= 100 años. Fuente: elaboración propia.

Comparando los hidrogramas de diseño para la situación pre-propuesta y la situación post-propuesta, se observa un incremento de los caudales pico debido al cambio de uso del suelo tras la ejecución de la propuesta. Por lo tanto, en los próximos apartados se desarrollan las medidas necesarias con el objetivo de mitigar el impacto hídrico y asegurar que el caudal de salida futuro sea equivalente al caudal de salida actual.

6.5) Diseño de obras hidráulicas

Se elabora la propuesta de las obras necesarias para mitigar el impacto hídrico causado por el cambio de uso del suelo. En este apartado se incluyen: el diseño de cunetas, alcantarillas y obra de regulación y descarga. Para una mejor visualización de lo calculado se pueden observar los planos EPI-HID-004 (PLANIALTIMETRÍA) y EPI-HID-005 (DETALLES).

6.5.1) Diseño de cunetas

La captación del agua dentro de la Ampliación del Parque Industrial se realiza mediante cunetas, quienes conducen el agua hacia el Reservorio y, posteriormente, deriva al cuerpo receptor existente.

El diseño de las cunetas se realiza para recurrencia de 5 años y depende de las prestaciones requeridas, según sean las cuencas de aporte y el tiempo de concentración de cada una de ellas.

La recurrencia elegida se debe al análisis probabilístico desarrollado para los desagües pluviales urbanos manteniendo el equilibrio entre el costo y la seguridad de la obra. Asimismo, según Orsolini, H.E., Zimmermann, E.D. y Basile, P.A. (2017), en su obra Hidrología: Procesos y Métodos (4ta edición), publicada por la Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, para el diseño de desagües pluviales urbanos en Argentina, se suele adoptar una recurrencia entre 2 y 10 años.

Luego, por un lado, las cunetas de tierra vegetal tienen sección trapezoidal con taludes de 1:1 y contra taludes de 1:1, con base de fondo igual a 0,30m. Por otro lado, las cunetas revestidas de hormigón tienen una sección rectangular con base de 0,30m.

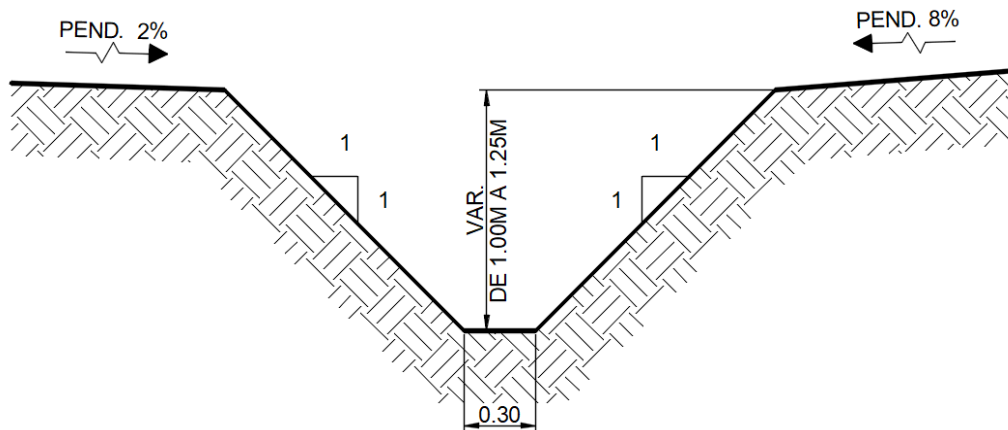


Figura 35: Sección trapezoidal de suelo vegetal. Fuente: elaboración propia.

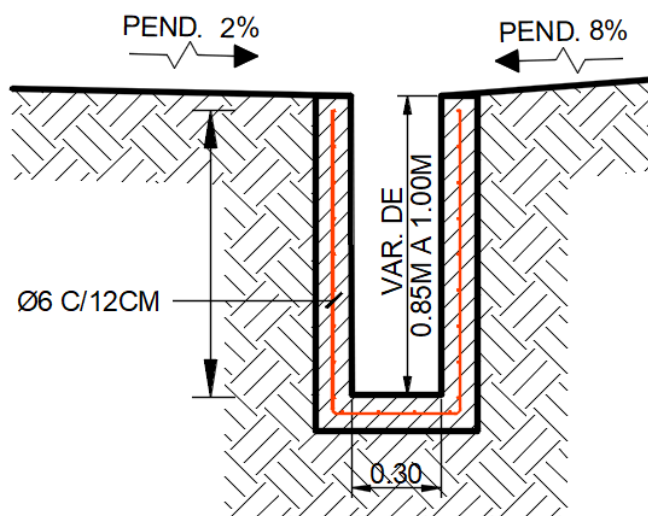


Figura 36: Sección rectangular revestida de hormigón. Fuente: elaboración propia.

La pendiente longitudinal mínima de las cunetas se define según el máximo valor entre una pendiente de 0,1% y la pendiente mínima permitida según sea la velocidad mínima necesaria. La máxima pendiente longitudinal será la que se defina de manera tal que no erosione la cuneta, es decir, que no supere la velocidad máxima permitida.

Las pendientes del talud y contratalud propuestas se corresponden con la naturaleza del suelo. Dichos valores se establecen en la Cátedra de Hidráulica de Canales Abiertos - Departamento de Hidráulica - EIC - FCEIA - UNR. (2020). Esguerrimiento de flujo a superficie libre: Movimiento permanente y uniforme. Universidad Nacional de Rosario [13].

TABLA 4 Pendiente del talud

	NATURALEZA DEL TERRENO	TALUD
*	Roca firme (pequeños canales)	vertical
*	Roca firme	1/4 : 1
*	Roca compacta. Revestimiento de hormigón	1/2 : 1
*	Rocas sedimentarias. Revestimiento en seco	3/4 : 1
*	Tierra vegetal consistente ($y < b$)	1 : 1
*	Tierra vegetal y suelos arcillo-arenosos	1 1/2 : 1
*	Suelos arenosos	2 : 1
*	Arena fina suelta	3 : 1

Tabla 10: Pendientes de talud. Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos - Departamento de Hidráulica - EIC - FCEIA - UNR. (2020). Esguerrimiento de flujo a superficie libre: Movimiento permanente y uniforme.

Según el estudio de suelos, la naturaleza del terreno se corresponde con arcilla homogénea firme. Luego, dicho suelo se asocia con “tierra vegetal consistente”, según la clasificación establecida en la tabla anterior.

La velocidad máxima depende de la naturaleza de las paredes y el radio hidráulico; mientras que, la velocidad mínima se determina según sea el tirante y el material que el agua lleva en suspensión. Dichos valores se establecen en la Cátedra de Hidráulica de Canales Abiertos - Departamento de Hidráulica - EIC - FCEIA - UNR. (2020). Esguerrimiento de flujo a superficie libre: Movimiento permanente y uniforme. Universidad Nacional de Rosario.

T A B L A 2 Valores de Velocidades máximas

NATURALEZA DE LAS PAREDES		VELOCIDAD MAXIMA (m/s)	
		R < 0,50 m	R > 0,50 m
*	Roca compacta (granito)	3,00	3,00
*	Roca estratificada (calcáreos)	2,20	2,00
*	Mampostería con mortero	2,30	2,50
*	Hormigón (*)	3,00	3,00
*	Mampostería en seco	1,60	1,50
*	Tierra vegetal compacta	0,85	0,75
*	Ripio > 0,10 m	1,10	1,00
*	Terreno de naturaleza arenosa	0,60	0,50
*	Terreno de arena fina (médano)	0,40	0,35

(*) Según el tipo de hormigón la V se puede tomar valores hasta 12 m/seg.

Tabla 11: Velocidades máximas. Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos - Departamento de Hidráulica - EIC - FCEIA - UNR. (2020). Escurrimiento de flujo a superficie libre: Movimiento permanente y uniforme.

T A B L A 3 Velocidades mínimas

TIRANTE y(m)	VELOCIDAD MINIMA (m/s)							
	AGUAS MUY LIMOSAS				AGUAS POCO LIMOSAS			
	A	B	C	D	A	B	C	D
0,60	0,39	0,43	0,47	0,51	0,36	0,39	0,43	0,46
0,75	0,45	0,50	0,54	0,69	0,40	0,44	0,48	0,52
0,90	0,51	0,56	0,61	0,66	0,44	0,48	0,53	0,57
1,05	0,56	0,61	0,68	0,73	0,47	0,52	0,57	0,61
1,20	0,61	0,66	0,74	0,79	0,50	0,55	0,61	0,65
1,35	0,66	0,72	0,79	0,86	0,53	0,58	0,64	0,69
1,50	0,70	0,78	0,85	0,92	0,56	0,62	0,66	0,73
1,65	0,75	0,83	0,90	0,98	0,59	0,65	0,71	0,77
1,80	0,79	0,87	0,95	1,03	0,62	0,68	0,74	0,80
2,10	0,88	0,96	1,05	1,14	0,67	0,73	0,80	0,86
2,40	0,95	1,05	1,15	1,24	0,72	0,78	0,86	0,92
2,70	1,03	1,14	1,24	1,34	0,76	0,83	0,91	0,98
3,00	1,10	1,22	1,32	1,43	0,80	0,87	0,96	1,03

A: Limo muy fino, liviano, arenoso - **B:** Limo algo grueso, liviano, arenoso - **C:** Limo arenoso de aluvión - **D:** Limo grueso o restos de terrenos duros.

Tabla 12: Velocidades mínimas. Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos - Departamento de Hidráulica - EIC - FCEIA - UNR. (2020). Escurrimiento de flujo a superficie libre: Movimiento permanente y uniforme.

Para tierra vegetal compacta, la velocidad máxima es de 0,85 m/s para radio hidráulico menor a 0,5 m y es de 0,75 m/s para radio hidráulico mayor a 0,5 m.

En cuanto a la velocidad mínima adoptada, se considera que se trata de aguas muy limosas, clase D.

Según los coeficientes de rugosidad obtenidos del *Decreto 4841/2012 de la Provincia de Santa Fe* [14], para las cunetas de tierra vegetal, el coeficiente de rugosidad será de 0,033 y, para las cunetas revestidas de hormigón, será de 0,016.

Para el dimensionamiento de las cunetas se propone un tirante y se verifica que el caudal resultante sea igual o mayor que el caudal requerido en cada cuneta. Se

muestra en el [ANEXO 3- Proyecto hidráulico](#) las tablas correspondientes al cálculo de caudales en cada cuneta junto a su verificación.

Asimismo, se utiliza el Método Racional Modificado para calcular el caudal que aporta la misma a su sección de control, adoptando las siguientes simplificaciones:

- La intensidad de la lluvia de diseño de cada subcuenca se corresponde con una duración igual al Tiempo de Concentración de la cuenca, no menor a 10 minutos, y una recurrencia de 5 años.
- El coeficiente de escorrentía C se mantiene constante en toda la cuenca.
- Para obtener la intensidad de la lluvia de diseño no se usaron duraciones de lluvia menores a 10 minutos, ya que no son representativas.
- El Tiempo de Concentración de cada subcuenca se calcula a partir de la longitud y la velocidad para cada tipo de flujo, sea mantiforme o encauzado y el material.

Como resultado, las dimensiones de las cunetas proyectadas son las que se presentan en la siguiente tabla.

SECCIÓN	MATERIAL	PENDIENTE TALUD	BASE DE FONDO [m]	PROFUNDIDAD [m]
Trapezoidal	Suelo	1:1	0,30	1,00 a 1,25
Rectangular	Hormigón	Paredes verticales	0,30	0,85 a 1,00

Tabla 13: Secciones de cunetas proyectadas. Fuente: elaboración propia.

6.5.2) Diseño de alcantarillas internas a la Ampliación del Parque Industrial

Las alcantarillas son necesarias para la conexión entre las cunetas, atravesando las calles, y para la conexión de las cunetas con el reservorio.

El diseño de las alcantarillas se realiza para la recurrencia de 20 años y depende de las prestaciones requeridas, según sean las cuencas de aporte y el tiempo de concentración de cada una de ellas.

La recurrencia elegida se debe al análisis probabilístico desarrollado para las obras de arte manteniendo el equilibrio entre el costo y la seguridad de la obra. Asimismo, según Orsolini, H.E., Zimmermann, E.D. y Basile, P.A. (2017), en su obra Hidrología: Procesos y Métodos (4ta edición) [15], publicada por la Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, para el diseño de alcantarillas en Argentina, se suele adoptar una recurrencia de 25 años.

La ubicación de cada una de las alcantarillas se observa en el plano EPI-HID-002 (DESAGÜES PLANTA). A continuación, se observa un esquema tipo en planta con la ubicación de cada una de las alcantarillas:

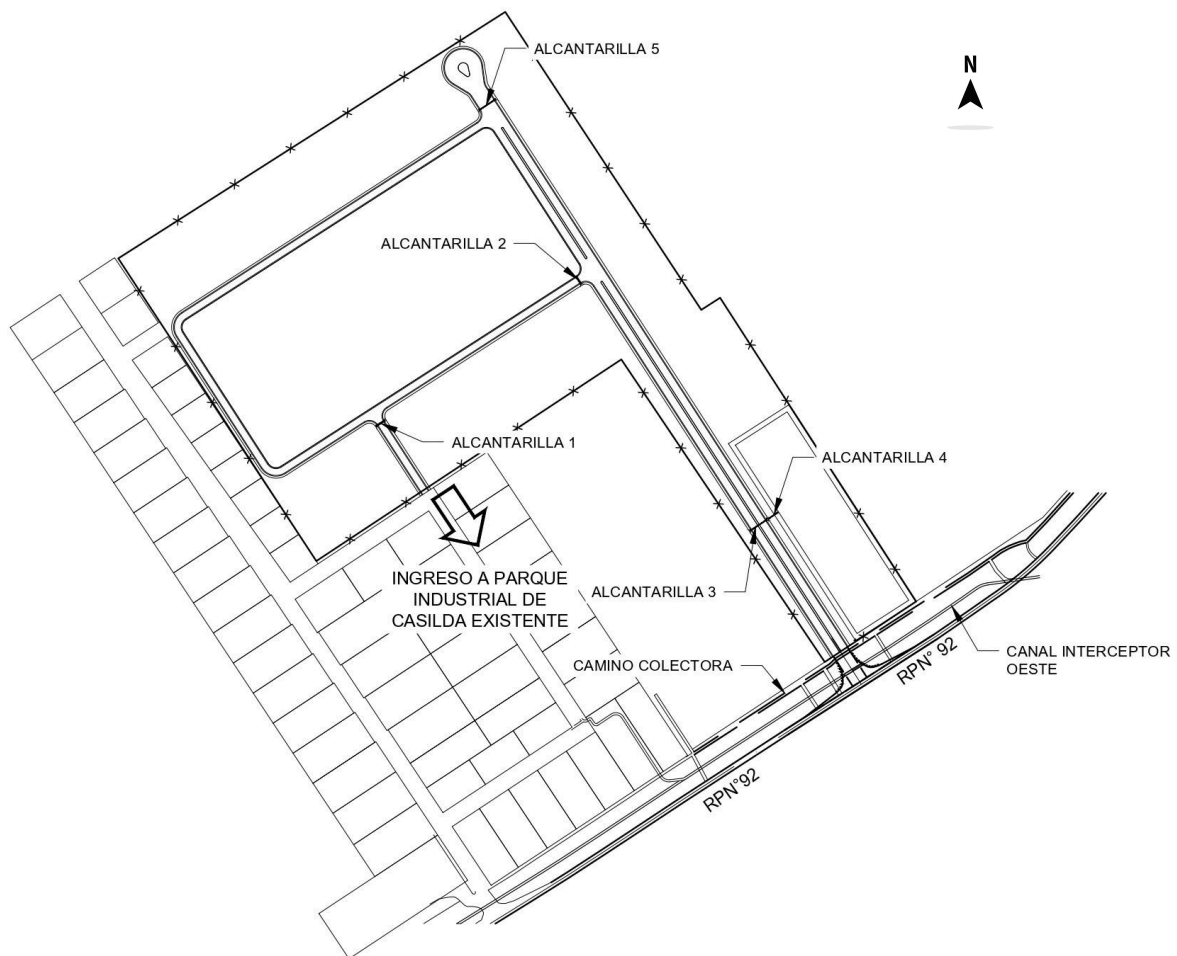


Figura 37: Posición de alcantarillas internas. Fuente: Elaboración Propia.

A partir del Método Racional se pueden determinar los caudales a través de cada una de las alcantarillas propuestas.

Las alcantarillas mencionadas se diseñan según el Plano Tipo H-10236, de la Dirección Nacional de Vialidad Argentina, de manera que trabajen a sección libre y no a presión. De esta manera, se evita la generación de un flujo turbulento y se mantiene un régimen más controlado.

El diseño de las alcantarillas se desarrolla según el Plano Tipo H-10236 debido a las tapadas mínimas a respetar que tienen los caños de chapa ondulada cincada. El terreno de análisis es de pendiente baja, igual a 0,14%, lo que genera que la tapada mínima sea un factor determinante en la profundización de los desagües.

El cálculo de caudales y cálculos complementarios para el diseño de las alcantarillas se muestra en el [ANEXO 3- Proyecto hidráulico](#).

Luego, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

ALCANTARILLA 1	
CONDUCTO CHAPA ONDULADA CINCADA	
SECCIÓN CIRCULAR	ø0.6m
CD=CF [m]	102,79
Cota Entrada [m]	102,89
Cota Salida [m]	102,70
Tamada min. [m]	0,3
Tapada max. [m]	24,5
Pendiente	1,18%
Ondulación	100x20
Espesor [mm]	1,6
Módulos de 1m	11
Longitud [m]	11,00

Tabla 14: Diseño de Alcantarilla N°1. Fuente: Elaboración propia.

ALCANTARILLA 2	
CONDUCTO CHAPA ONDULADA CINCADA	
SECCIÓN CIRCULAR	ø0.7m
CD=CF [m]	102,25
Cota Entrada [m]	102,31
Cota Salida [m]	102,19
Tamada min. [m]	0,3
Tapada max. [m]	16,5
Pendiente	1%
Ondulación	68X13
Espesor [mm]	1,6
Módulos de 0,875m	12
Longitud [m]	10,50

Tabla 15: Diseño de Alcantarilla N°2. Fuente: Elaboración propia.

ALCANTARILLA 3	
CONDUCTO CHAPA ONDULADA CINCADA	
SECCIÓN CIRCULAR	ø0.7m
CD=CF [m]	101,38
Cota Entrada [m]	101,51
Cota Salida [m]	101,26
Tamada min. [m]	0,3
Tapada max. [m]	16,5
Pendiente	1,00%
Ondulación	68X13
Espesor [mm]	1,6
Módulos de 0,875m	26
Longitud [m]	22,75

Tabla 16: Diseño de Alcantarilla N°3. Fuente: Elaboración propia.

ALCANTARILLA 4	
CONDUCTO CHAPA ONDULADA CINCADA	
SECCIÓN CIRCULAR	ø0,7m
CD=CF [m]	101,18
Cota Entrada [m]	101,26
Cota Salida [m]	101,15
Tamada min. [m]	0,3
Tapada max. [m]	16,5
Pendiente	1%
Ondulación	68X13
Espesor [mm]	1,6
Módulos de 0,875m	16
Longitud [m]	14

Tabla 17: Diseño de Alcantarilla N°4. Fuente: Elaboración propia.

ALCANTARILLA 5	
CONDUCTO CHAPA ONDULADA CINCADA	
SECCIÓN CIRCULAR	ø0.7m
CD=CF [m]	102,64
Cota Entrada [m]	102,77
Cota Salida [m]	102,52
Tamada min. [m]	0,3
Tapada max. [m]	16,5
Pendiente	1,00%
Ondulación	68X13
Espesor [mm]	1,6
Módulos de 0,875m	26
Longitud [m]	22,75

Tabla 18: Diseño de Alcantarilla N°5. Fuente: Elaboración propia.

6.5.3) Diseño de alcantarillas de conexión

Las alcantarillas son necesarias para la conexión entre la Ampliación del Parque Industrial y el Parque Industrial Existente y para la conexión entre la Ampliación del Parque Industrial y la RPN° 92.

El diseño de las alcantarillas se realiza para la recurrencia de 20 años y depende de las prestaciones requeridas, según sean las cuencas de aporte y el tiempo de concentración de cada una de ellas.

La recurrencia elegida se debe al análisis probabilístico desarrollado para las obras de arte manteniendo el equilibrio entre el costo y la seguridad de la obra. Asimismo, según Orsolini, H.E., Zimmermann, E.D. y Basile, P.A. (2017), en su obra Hidrología: Procesos y Métodos (4ta edición), publicada por la Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, para el diseño de alcantarillas laterales en rutas provinciales en Argentina, se suele adoptar una recurrencia de 25 años.

La ubicación de cada una de las alcantarillas se observa en el plano EPI-HID-002 (DESAGÜES PLANTA). A continuación, se observa un esquema tipo en planta con la ubicación de cada una de las alcantarillas:

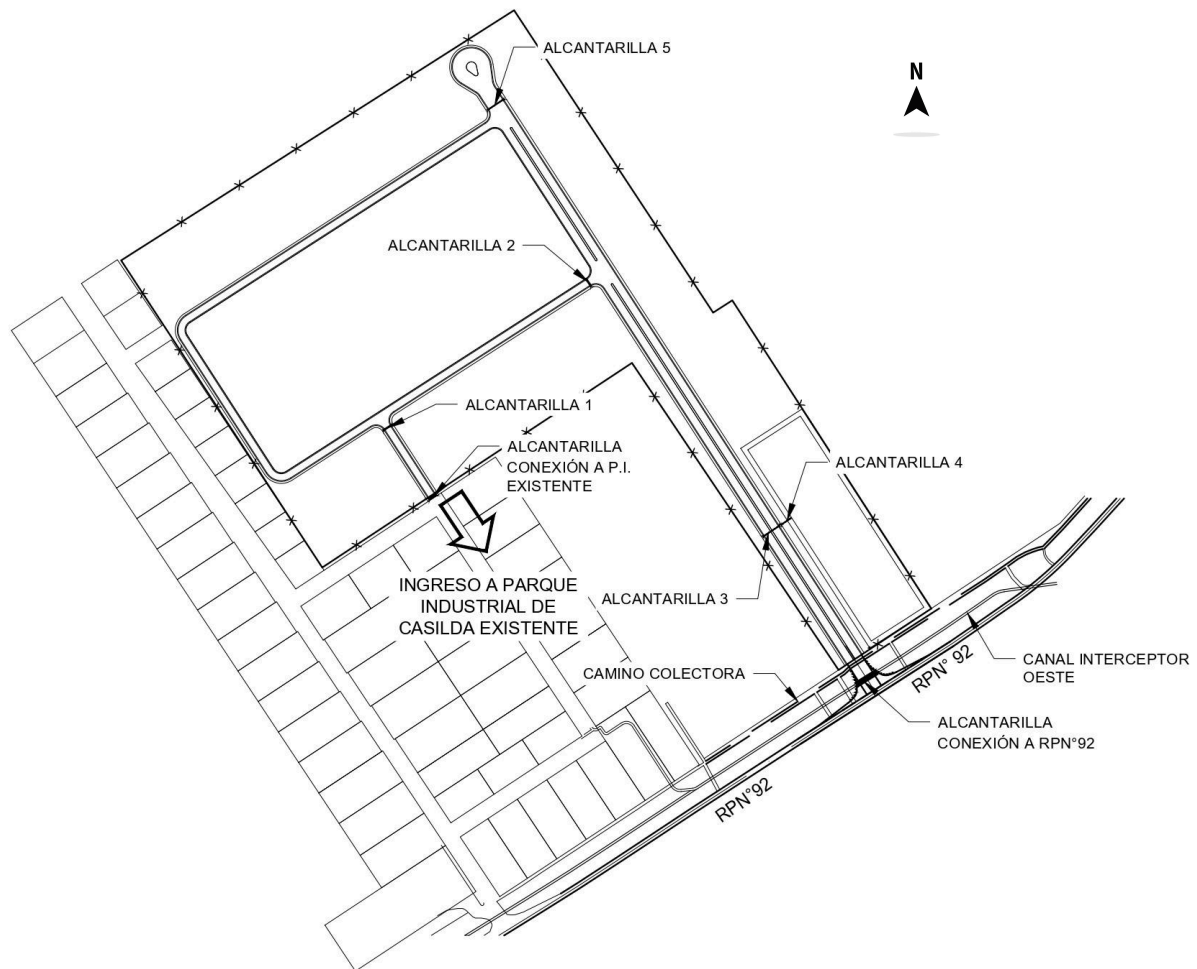


Figura 38: Posición de alcantarillas de conexión. Fuente: Elaboración Propia.

A partir del Método Racional se pueden determinar los caudales a través de cada una de las alcantarillas propuestas.

El cálculo de caudales y cálculos complementarios se muestran en el [ANEXO 3-Proyecto hidráulico](#).

Las alcantarillas mencionadas se diseñan según el Plano Tipo A1 de la Dirección Provincial de Vialidad de Santa Fe. La elección del Plano Tipo A1 para el diseño de las alcantarillas responde a la necesidad de adecuarse a las dimensiones de los canales existentes y a los caudales previstos para cada sección. Esta tipología estructural asegura un comportamiento hidráulico eficiente y compatible con las condiciones geométricas del entorno y fueron diseñadas por la entidad que las debe autorizar.

Luego, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

ALCANTARILLA CONEXIÓN A P.I. EXISTENTE	
AC [m]	10,00
L [m]	1,50
H [m]	2,50
Pf [m]	0,68
CON PLATEA	
2 TRAMOS	

Tabla 19: Diseño de Alcantarilla de Conexión entre P.I.Existente y la Ampliación del P.I.Fuente:
Elaboración propia.

ALCANTARILLA CONEXIÓN A RPNº 92	
AC [m]	28,00
L [m]	2,00
H [m]	2,50
Pf [m]	0,53
CON PLATEA	
3 TRAMOS	

Tabla 20: Diseño de Alcantarilla de Conexión entre la Ampliación del P.I. y RPNº 92. Fuente:
Elaboración propia.

6.5.4) Diseño de obra de regulación

El dimensionamiento del volumen del reservorio se desarrolla a partir del análisis comparativo entre los hidrogramas de entrada y de salida correspondientes a la situación post-propuesta y la situación pre-propuesta respectivamente, para una recurrencia de 100 años.

Para tal fin, se determina el volumen como el área máxima comprendida entre ambos hidrogramas para duraciones igual o mayores al tiempo de concentración de la cuenca. De esta manera, se garantiza que el caudal de descarga del sistema propuesto no supere los valores de escurrimiento previos al desarrollo de la ampliación del Parque Industrial, no agravando las condiciones hidráulicas aguas abajo.

Los caudales para cada uno de los hidrogramas se calculan según el método racional clásico. Según Chow et al., (1994) [28] este método fue desarrollado de tal manera que los conceptos del método racional pudieran utilizarse para determinar hidrogramas aproximados utilizables en el diseño de embalses.

Los cálculos complementarios para obtener el volumen del reservorio se muestran en el [ANEXO 3- Proyecto hidráulico](#). Por consiguiente, el volumen del reservorio necesario es de 24644,94m³, el cual se corresponde con una duración del evento de 70,11 minutos, es decir, para una duración D igual a TC + 35 minutos.

Se propone una superficie para el reservorio de 280,00m x 85,50m, con una pendiente de los taludes de 1:4 y profundidad de 1,5 m. El volumen del reservorio

resulta de 25864 m³. La justificación de las dimensiones se basa en la disponibilidad del terreno y el volumen necesario calculado.

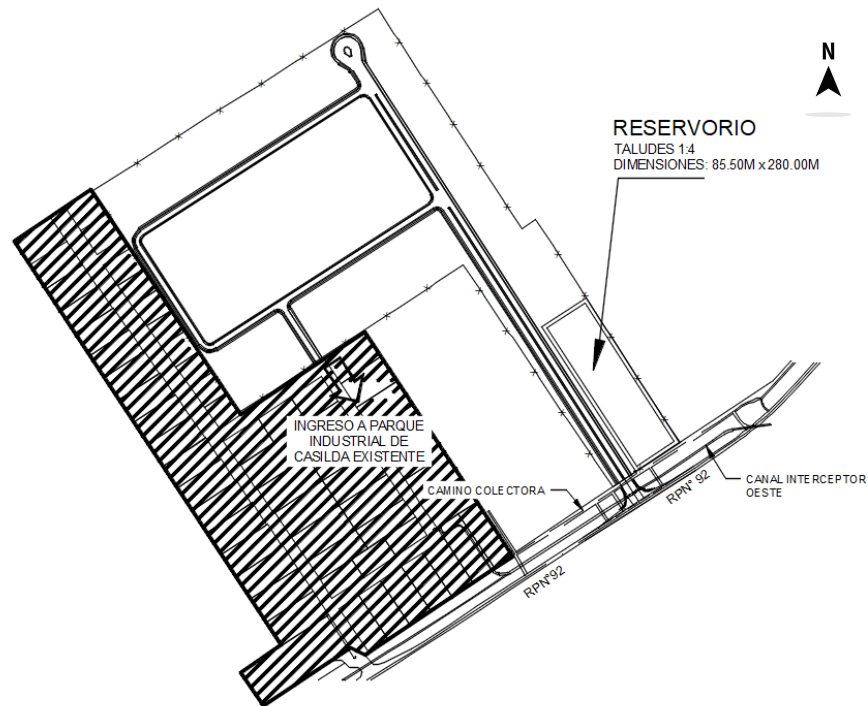


Figura 39: Ubicación del Reservorio. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se presenta una ampliación del sector del reservorio con su diseño geométrico.

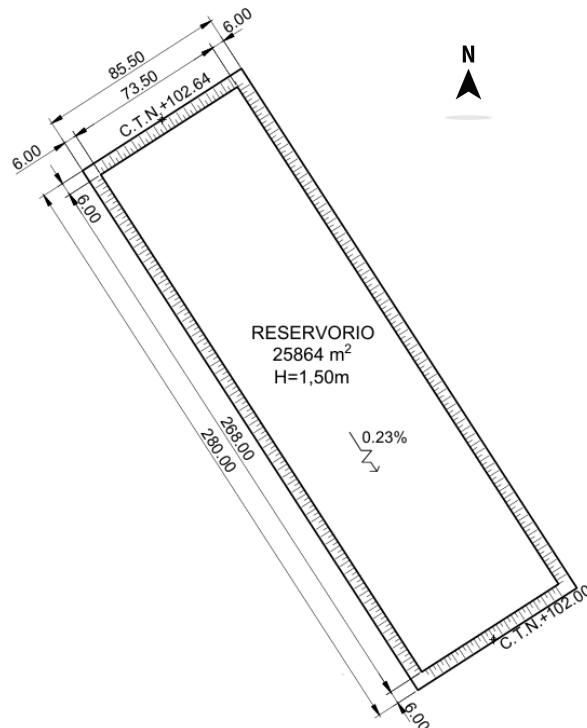


Figura 40: Dimensiones del Reservorio. Fuente: Elaboración propia.

El volumen del reservorio resulta, matemáticamente, a partir del área encerrada entre el hidrograma de entrada y el hidrograma de salida para una recurrencia de 100 años.

A partir del Método Racional se pueden determinar los caudales del hidrograma de entrada y del hidrograma de salida.

Los hidrogramas presentes en la **Figura 41** se corresponde para una duración del evento de tormenta igual al Tiempo de Concentración de la cuenca + 35 minutos; es decir, como el Tiempo de Concentración es de 35,11 min, la duración de la tormenta es de 70,11 min. Los mismos constituyen los hidrogramas de diseño para una recurrencia de 100 años, la cual refleja un evento de diseño severo asegurando que toda la cuenca de aporte esté contribuyendo al escurrimiento superficial.

Los cálculos que sustentan la determinación de dichos hidrogramas de diseño se encuentran descritos en el [ANEXO 3- Proyecto hidráulico](#).

Tal como se fundamenta en *Riccardi* (2004) [27], cuando se utiliza el método racional para construir un hidrograma con una duración de lluvia mayor al tiempo de concentración, su forma resulta trapezoidal. En este caso, las ramas de ascenso y descenso se igualan al tiempo de concentración, y el caudal pico se calcula según el método racional, en función de la intensidad correspondiente a la duración total.

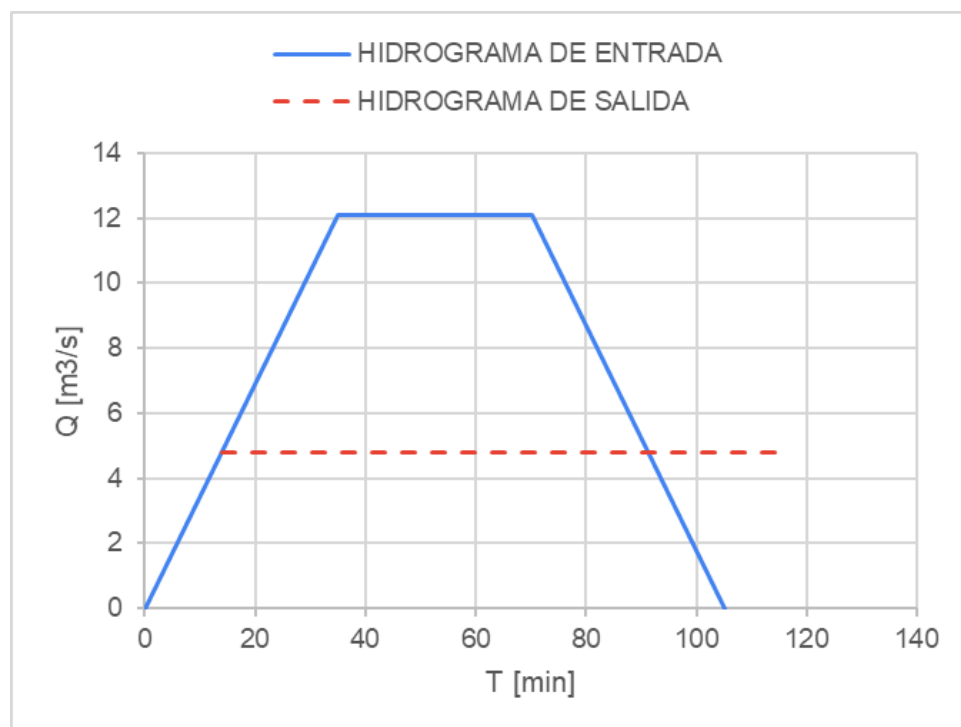


Figura 41: Hidrogramas de Entrada y de Salida - R 100 años. Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, el volumen del reservorio se determina a partir de la curva Volumen vs. Duración de la tormenta, en donde se calcula el caudal de diseño para cada duración de la tormenta superior a la del tiempo de concentración de la cuenca de aportes. Luego, el volumen del reservorio resulta el mayor volumen obtenido a partir de la mencionada curva. A continuación, se presenta la curva mencionada, en donde el valor máximo de 24644,94 m³ se corresponde al volumen del reservorio necesario.

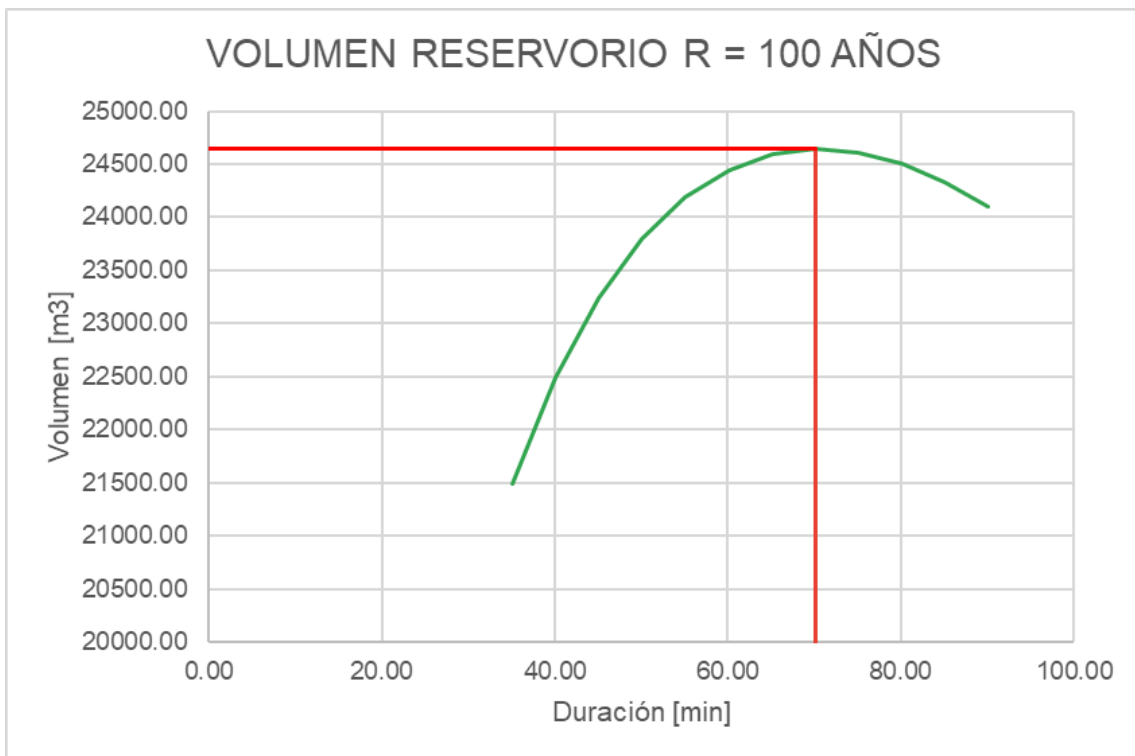


Figura 42: Volumen del Reservorio - R 100 años. Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de los caudales, la determinación de los hidrogramas de diseño, la determinación del volumen del reservorio y cálculos complementarios se muestran en el [ANEXO 3- Proyecto hidráulico](#).

6.5.5) Diseño de obra de descarga al canal interceptor oeste

El sistema de desagües internos de la ampliación al Parque Industrial, proyectados con canales a cielo abierto y alcantarillas, captan y conducen el agua hacia la obra de regulación diseñada para atenuar el caudal. A medida que se desarrolla el evento de lluvia, el reservorio almacena parte del volumen y permite una descarga controlada hacia el Canal Interceptor oeste, evitando superar el caudal previo a la ejecución del proyecto.

Como obra de descarga, se diseñan orificios encargados de evacuar el volumen de agua almacenado en el reservorio y descargar en el Canal Interceptor oeste, ubicado al noreste de la RPNº 92.

Los orificios se diseñan para una recurrencia de 5 años con una capacidad de erogación equivalente al caudal de salida en la situación pre-proyecto, la cual resulta de 1,92 m³/s.

La recurrencia elegida se debe al análisis probabilístico desarrollado para los desagües pluviales urbanos manteniendo el equilibrio entre el costo y la seguridad de la obra; además, se mantiene la compatibilidad con las cunetas diseñadas anteriormente. Asimismo, según Orsolini, H.E., Zimmermann, E.D. y Basile, P.A. (2017), en su obra Hidrología: Procesos y Métodos (4ta edición), publicada por la Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, para el diseño de desagües pluviales urbanos en Argentina, se suele adoptar una recurrencia entre 2 y 10 años.

Los conductos de los orificios mencionados se diseñan de chapa ondulada cincada, según el Plano Tipo H-10236, de manera de mantener la uniformidad con los

conductos de las alcantarillas internas diseñadas anteriormente y para permitir el paso de vehículos por el camino colectora que se encuentra por encima de ellos. Además, debido a la pendiente baja del terreno, igual a 0,14%, la tapada mínima resulta ser un factor determinante en la profundización del orificio.

Para el dimensionamiento del orificio se aplica la teoría de orificios, la cual se basa en principios hidráulicos y considera un coeficiente de gasto, pérdida de carga y el comportamiento del flujo, ya sea libre o sumergido.

En el caso del presente proyecto, los orificios se diseñan bajo la condición de descarga ahogada, lo que significa que el tirante aguas abajo, correspondiente al del Canal Interceptor oeste, supera el intradós del orificio de descarga. Asimismo, ellos están diseñados para que cuando ocurra un evento de 5 años de recurrencia en la Ampliación del Parque Industrial, no descarguen más de lo que el Canal Interceptor oeste puede recibir en un evento de recurrencia de 2 años.

Para comprender mejor esta situación, se puede observar la siguiente figura y ver los cálculos correspondiente en el [ANEXO 3- Proyecto hidráulico](#).

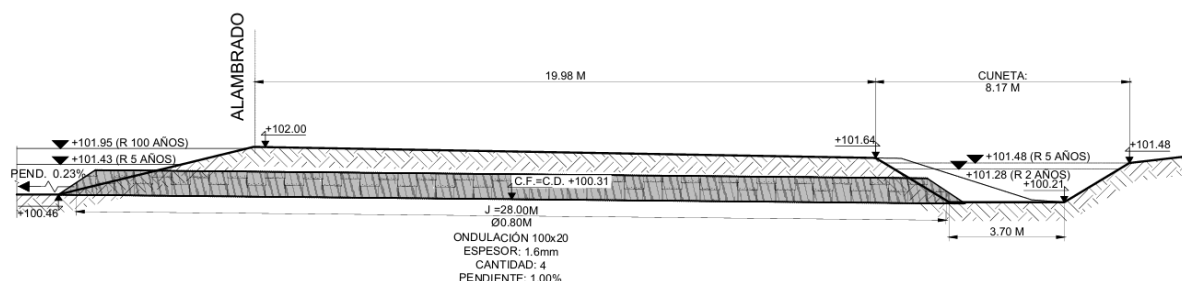


Figura 43: Sección 6-6 - Diseño de los orificios. Fuente: Elaboración propia.

Luego, se obtienen 4 conductos de 80cm de diámetro de material de chapa ondulada cincada. Individualmente, cada uno eroga un caudal de 0,49 m³/s; mientras que, en el conjunto, descargan 1,95 m³/s.

Las características de cada uno de los orificios se presentan en la siguiente tabla.

CONDUCTO CHAPA ONDULADA CINCADE - 1 ORIFICIO	
SECCIÓN CIRCULAR	ø0.8m
CD=CF [m]	100,31
Cota Entrada [m]	100,46
Cota Salida [m]	100,21
Tamada min. [m]	0,30
Tapada max. [m]	18,40
Pendiente	1,00%
Ondulación	100X20
Espesor [mm]	1,6
Módulos de 1m	28
Longitud [m]	28

Tabla 21: Diseño del Orificio. Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de niveles de agua en el reservorio y el nivel en Canal Interceptor oeste, además de cálculos complementarios, se muestra en el [ANEXO 3- Proyecto hidráulico](#).

El diseño de los orificios se observa en el plano EPI-HID-002 (DESAGÜES PLANTA) y en la planialtimetría correspondiente al plano EPI-HID-005 (DETALLES VARIOS).

7. PROYECTO ESTRUCTURAL - NAVE INDUSTRIAL PARA RECICLADO DE VIRUTA METÁLICA

7.1) Viruta desechada y proceso de reciclado

Como se mencionó anteriormente, las virutas de acero son un residuo metálico que se obtiene al mecanizar piezas de acero. La forma y el tamaño dependen del tipo de material y de la herramienta de corte utilizada. Se pueden reciclar, proporcionando un nuevo material para la industria y evitando la utilización de metales provenientes de la extracción minera. Este reciclaje es uno de los objetivos del presente trabajo, por lo que se llevará a cabo el diseño de una nave metálica que será utilizada para este fin.

En la nueva planta, se tratarán todo tipo de virutas metálicas, ya sean en espirales, cortas, planas, en tira o cónicas. Cada una de estas depende del origen al que pertenecen. Según el análisis realizado, se tendrá mayor cantidad de virutas de tipo espirales, ya que estas son habituales en el torneado de metales dúctiles, como el aluminio. Esto se debe a que una de las empresas que mayor volumen de residuo aporta es *Tornado SRL* la cual fabrica clavo y autoperforantes para techo, planchuelas perforadas, hebillas metálicas, etc.

Para determinar las dimensiones necesarias del galpón es fundamental la medición del volumen de residuo metálico que se maneja. Según el análisis efectuado a las empresas, se produce un aproximado de 15 volquetes de 7.00 m³ por año, sin considerar los nuevos residuos que se produzcan por las nuevas implantaciones. Considerando una densidad de la viruta de 1,20 t/m³, se tiene un volumen aproximado de 130.00 t al año sin considerar las nuevas empresas. Para definir las capacidades necesarias se realizarán estimaciones, ya que, actualmente, cómo las empresas que se instalarán en el nuevo sector industrial no están determinadas, no se cuenta con pesajes ni con datos específicos de cantidades de viruta desechada. Se estima un volumen final de 30 volquetes de 7 m³ al año, considerando las empresas ya implantadas en el parque industrial, las factibles de instalarse en la ampliación y la recepción de este desecho proveniente de empresas externas al parque industrial. Los volúmenes a manipular son pequeños, lo que trae en relación directa a que el tamaño de la planta de tratamiento sea de dimensiones pequeñas.

Se efectuó una investigación acerca de los m² que se necesitan para cada uno de los procesos del reciclado dependiendo del volumen de material a manejar. Se piensa en una planta modulada, donde no se requiere constantemente personal para su funcionamiento. El modelo de estructura se basa en los equipos que comercializa la reconocida empresa en la fabricación de maquinaria para reciclajes metálicos PRAB, brindando módulos de las diferentes máquinas que se necesitan para el proceso de reciclado.

El proceso adoptado es un proceso lineal con los siguientes componentes:

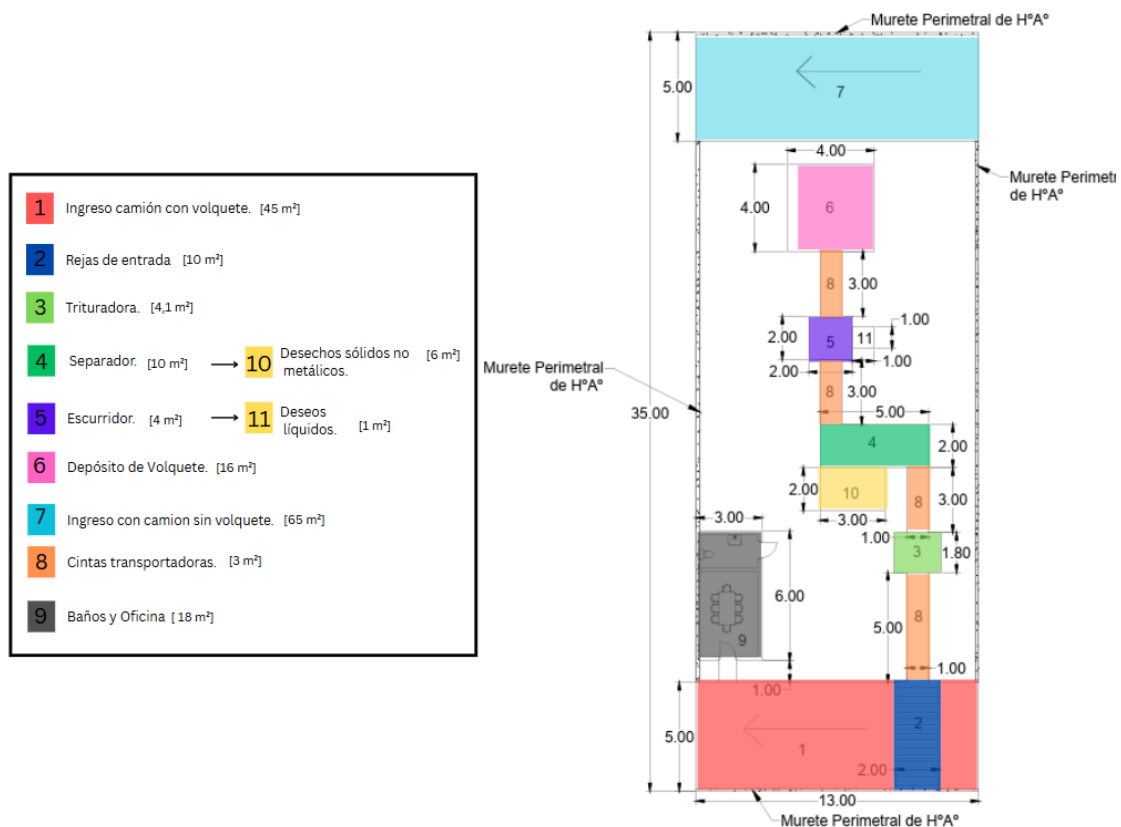


Figura 44: Distribución de sectores en planta. Fuente: Elaboración propia.

El proceso se inicia con el ingreso del camión (1), el mismo descarga el volquete, dejando los residuos sobre rejas (2) conectadas a la primera cinta transportadora (8). Estos son conducidos hacia una trituradora (3) donde los mismos son procesados disminuyendo su volumen y volcados nuevamente hacia la segunda cinta transportadora (8). De allí, se dirigen hacia el separador (4), el cual clasifica el material separando los residuos no metálicos del proceso y depositandolos en su sector específico (10). Luego, las virutas se dirigen hacia el escurridor (5) donde se produce el lavado de las mismas. En este punto del proceso, se tienen desechos líquidos, los cuales también poseen un lugar específico (11). Para finalizar, el producto ya tratado se dirige por la última cinta transportadora (8) hacia el depósito (6) donde se encuentra el volquete a ser rellenado. Para el retiro del mismo, el camión vacío ingresa por (7). La planta también cuenta con un sector de baños y oficina (9) para el personal necesario.

Por lo tanto, la nave tendrá 35m de largo y 13m de ancho, un total de 455m² techados. Las dimensiones surgen de la necesidad de maquinarias y elementos que necesita nuestra planta para su funcionamiento.

No se cuenta con puente grúa ya que, al evaluar su utilización para el transporte del volquete en el que llegan los residuos hacia el comienzo del proceso de reciclaje, se concluye que serían maniobras muy peligrosas e innecesarias; por lo que, se busca otra alternativa más eficiente, segura y dinámica para realizarlo. En base a ello, la alternativa mencionada trata sobre que cada camión que llegue a la planta, vaciará su volquete sobre rejas que descargan en cintas transportadoras para llevarlas hacia el inicio del proceso.

La nave se encuentra ubicada en el terreno 35 del nuevo parque industrial. Uno de los motivos de esta adopción es que el terreno se encuentra en la intersección de 2 avenidas, de las cuales, una es la principal y la otra es una vía directa hacia el parque industrial existente. Esto permite un fácil acceso a la planta de reciclaje por parte de las industrias emplazadas en ambos sectores. La ubicación se observa en la siguiente figura:



Figura 45: Ubicación de nave metálica. Fuente: Elaboración propia.

Los ingresos y egresos se realizan por portones en ambos extremos y uno de cada lado. La circulación está pensada para permitir el ingreso y egreso desde ambas avenidas. Esto genera una circulación fluida y flexible.

Las calles internas poseen un ancho de 5m y radios de giro de 9 m lo cual permite el correcto giro de los vehículos. Se toma como vehículo determinante al camión que transporta los volquetes.

Los radio de giro se verifican según AASHTO-2004(US).

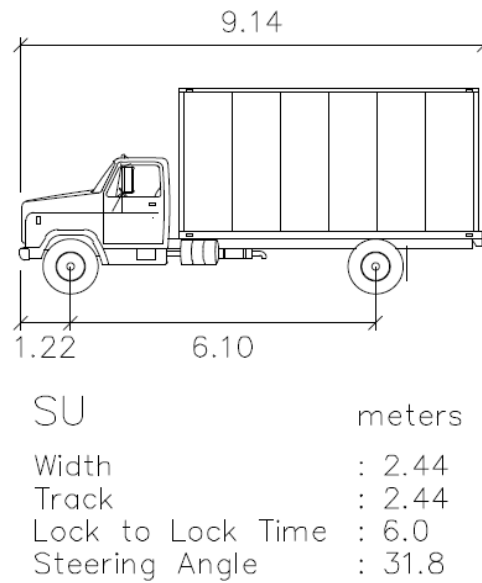


Figura 46: Camión modelo. Fuente: Plano tipo de trayectorias curvas según AASHTO 2004.

Se utiliza el giro a 90° del siguiente bloque:

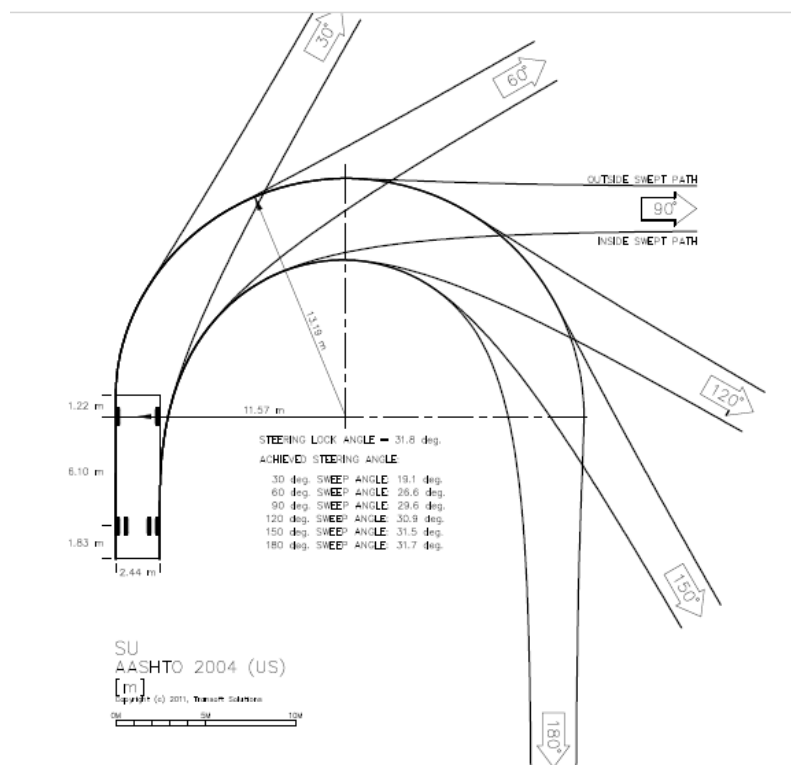


Figura 47: Trayectorias teóricas de giro de vehículos. Fuente: Plano tipo de trayectorias curvas según AASHTO 2004.

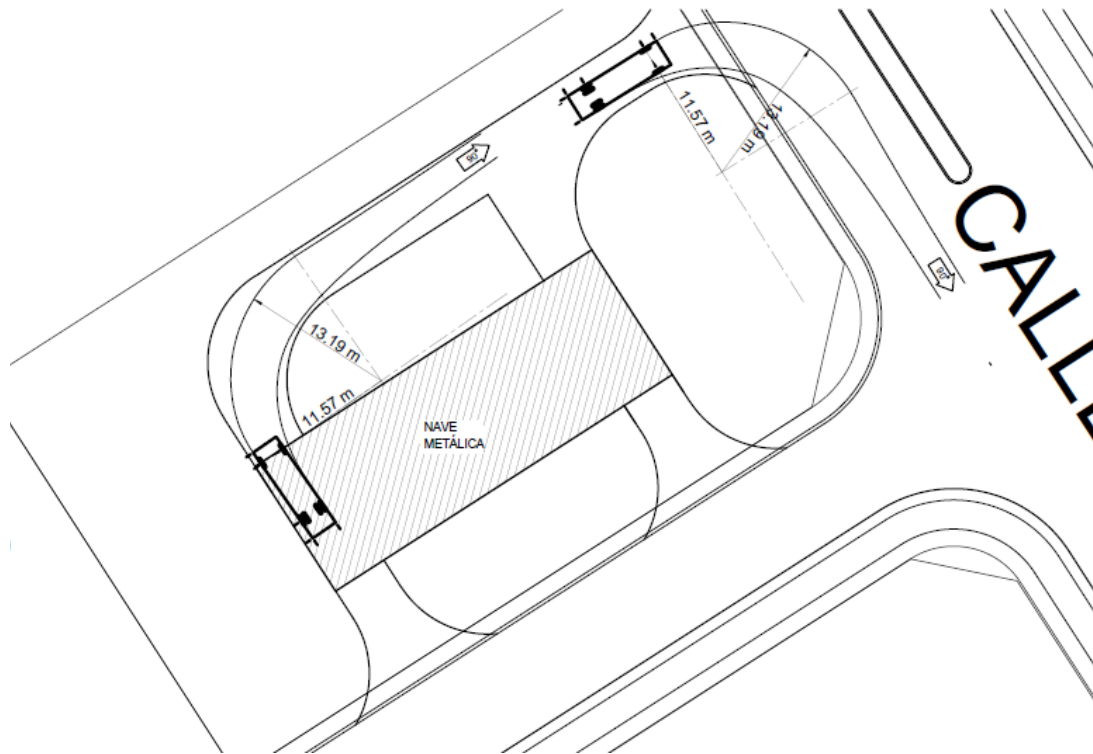


Figura 48: Verificación trayectoria de salida por calle I. Fuente: Elaboración propia.

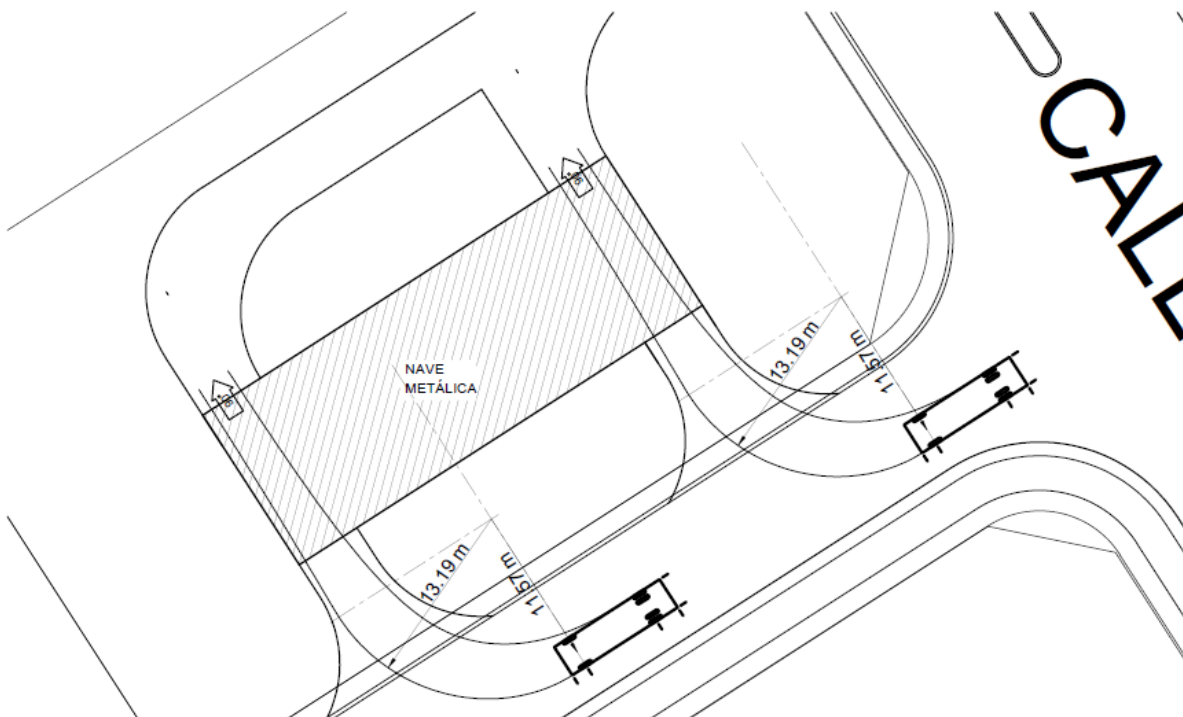


Figura 49: Verificación trayectoria de salida por calle II. Fuente: Elaboración propia.

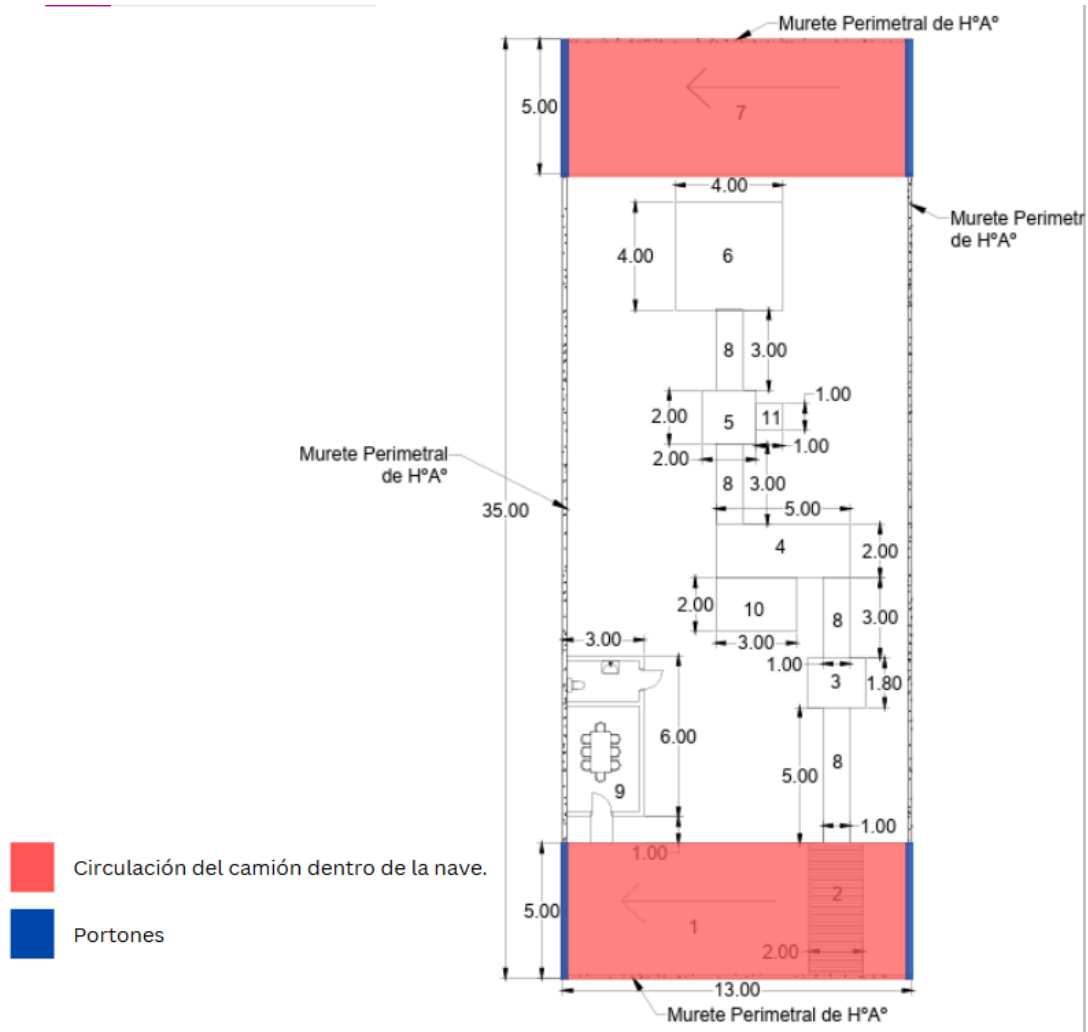


Figura 50: Circulación de Camiones dentro de la nave. Fuente: Elaboración propia.

La altura de la nave, se ve condicionada por el ingreso del camión para la descarga de los desechos. Los camiones que transportan los volquetes, son estándar y tienen alturas de aproximadamente 4,6 m. Se debe respetar esta altura para garantizar un correcto movimiento del camión dentro de la nave, con lo cual, la altura de la regla del pórtico es de 6,25 m. Con un portón de entrada lateral de 5 m de altura.

7.2) Propuesta de Nave Industrial

La estructura se materializa a través de una serie de pórticos metálicos de secciones doble T, empotrados en su base e independientes entre sí. La estabilidad de la estructura se completará a través de un sistema de contraviento compuesto por puntales y tensores, cuyo propósito será transmitir las cargas perpendiculares al plano del pórtico, garantizando la estabilidad longitudinal de la nave ante acciones externas, como las cargas de viento. Se completa la estructura con parantes en los frontis, en coincidencia con los puntales de techo e independientes de las cargas de techo; por lo que, estarán solicitados principalmente a flexión.

En planta, se tiene un área de 455m² en relación al análisis realizado previamente. Para esto, se proponen “módulos” de 5m longitudinalmente y 3,25 de separación entre columnas del frontis. De esta manera, se obtiene una nave con dimensiones en planta de 13m de frontis por 35m de desarrollo longitudinal. Esto se puede visualizar en la **Figura 51**. Para el piso interior de la nave metálica se adopta una

base de suelo mejorado con cemento y un piso de hormigón H-30 llaneado. Esto permite resistir las cargas de la maquinaria a instalarse, al mismo tiempo que se tiene una limpieza simple y un bajo costo de mantenimiento. Los ingresos y egresos de camiones serán materializados con el mismo pavimento diseñado anteriormente para las calles del parque industrial.

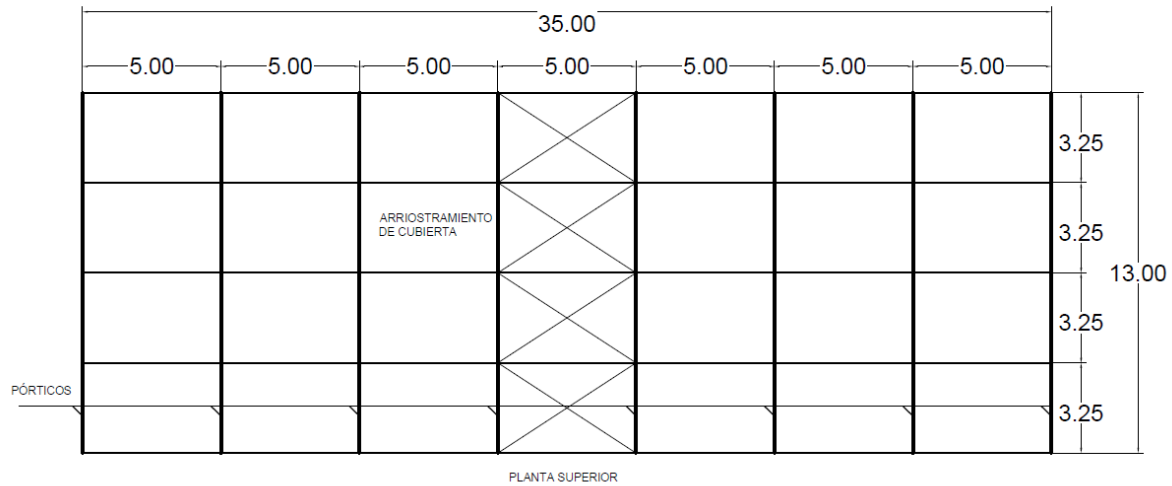


Figura 51: Planta nave industrial metálica. Fuente: Elaboración propia.

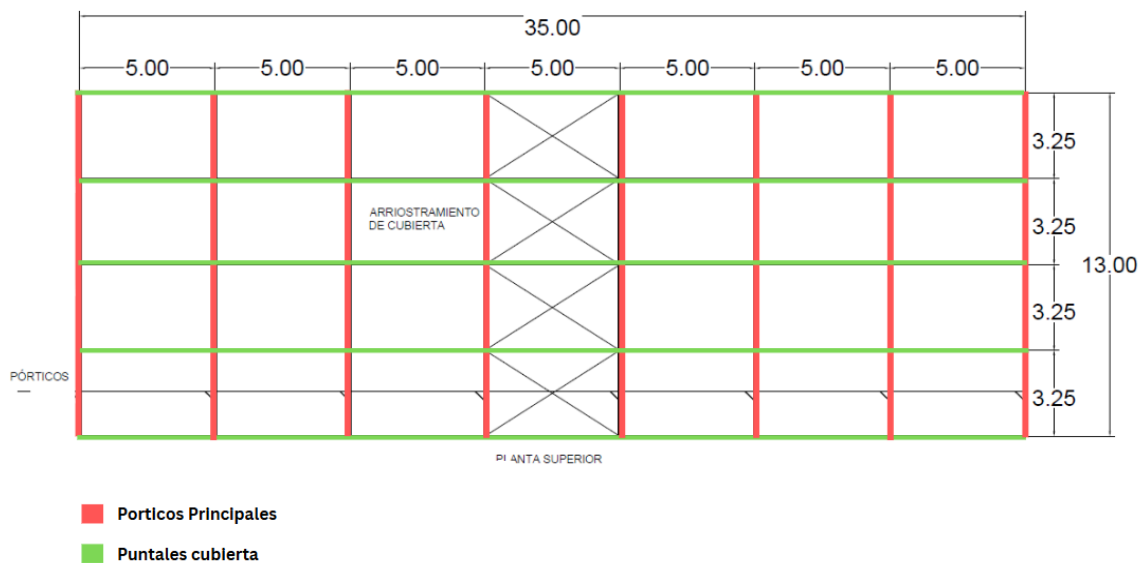


Figura 52: Ilustración de elementos estructurales de la planta. Fuente: Elaboración propia.

La altura se ve condicionada por el ingreso del camión para la descarga de los desechos. Los camiones que transportan los volquetes, son estándar y tienen alturas de aproximadamente 4,6 m. Se debe respetar esta altura para garantizar un correcto movimiento del camión dentro de la nave. En base a ello, la altura de la regla del pórtico es de 6,25 m; mientras que, las alturas extremas son de 6 m. Esto se debe a que se adopta una leve pendiente de techo para generar un correcto escurrimiento de las aguas.

Se identifica que el limitante para la estructura son las deformaciones máximas, generando la necesidad de superar ampliamente los requerimientos por resistencia en caso de adoptar por un sistema apoyado-apoyado. Debido a esto, se opta por un sistema de pórtico empotrado-empotrado. Esto permite disminuir notablemente la diferencia entre las secciones necesarias por deformación y por resistencia junto con

las secciones mínimas necesarias por ambos criterios. La desventaja de esto radica en un aumento de la dificultad de la materialización de los apoyos.

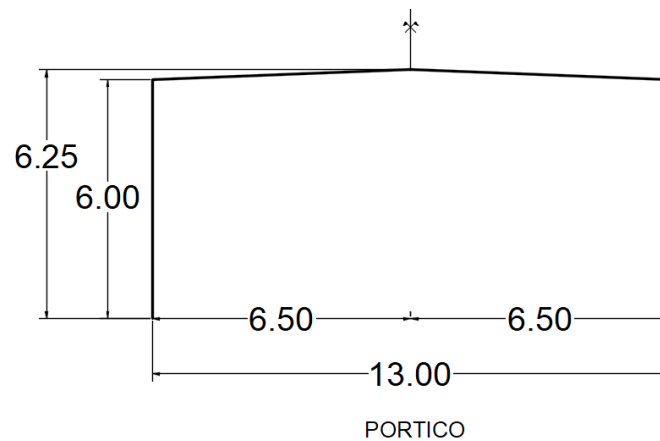


Figura 53: Dimensiones Pórticos. Fuente: Elaboración propia.

Se prevén dos frontis con parantes desvinculados de la cubierta de manera que resulten desarmables y se tenga posibilidad de seguir expandiendo la nave de manera modular. Los parantes se encuentran cada 3,25 m.

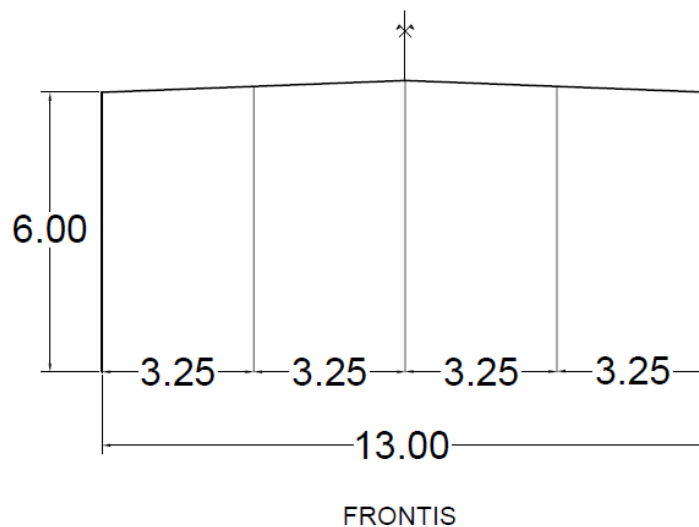


Figura 54: Parantes de Frontis. Fuente: Elaboración propia.

Se genera un arriostramiento central para absorber las cargas generadas en los frontis. Este se materializa como un conjunto de tensores en cruz en el vano central, tanto en la cubierta como en los laterales. Estos tensores serán barras de hierro redondo, a las cuales se les aplicará una pequeña tensión inicial con un manguito roscado. Las cargas generadas en los frontis serán trasladadas a este arriostramiento central mediante puntales ubicados en coincidencia con los extremos de la cubierta y las columnas de frontis. Estos puntales serán secciones rectangulares.

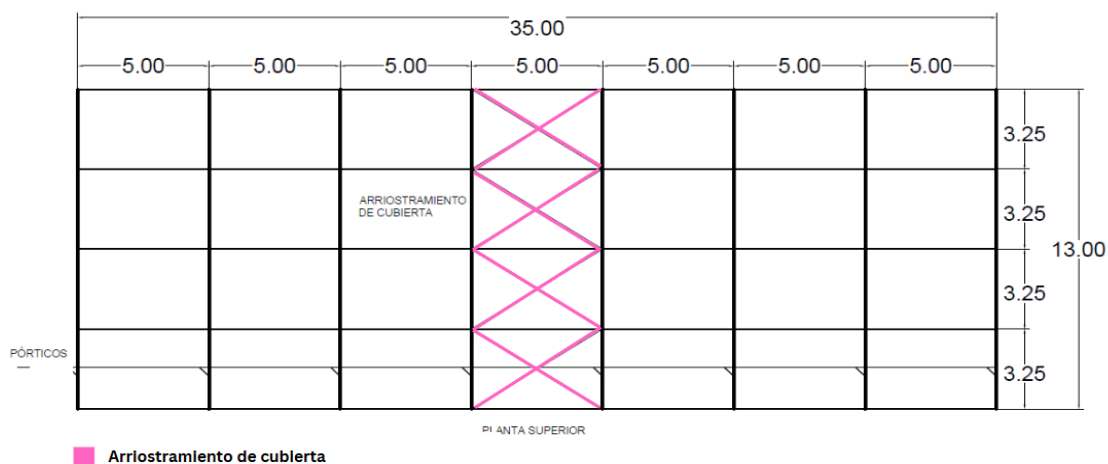


Figura 55: Arriostramientos de cubierta. Fuente: Elaboración propia.

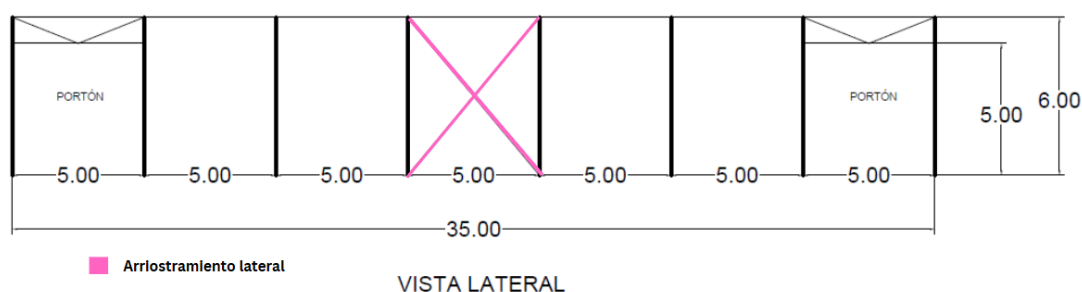


Figura 56: Arriostramientos laterales. Fuente: Elaboración propia.

Según todo lo especificado anteriormente, se detalla una tabla con las dimensiones de la nave:

Características Geométricas		
Longitud mayor	35	m
Longitud menor	13	m
Ángulo de cubierta	2.2	°
Altura cumbrera	6.25	m
Altura del alero	6	m
Luz del pórtico	13	m
Separación entre pórticos	5	m
Luz de correas laterales/cubierta	5	m
Luz de correas de frontis	3.25	m
Separación entre correas	1.5	m

Tabla 22: Características Geométricas de la nave. Fuente: Elaboración propia.

Para el traslado y montaje de los pórticos, se divide en 3 partes. Dos de ellas son las columnas solidarizadas mediante soldadura a una parte de la viga y la otra es la viga unida mediante soldadura. Todas las soldaduras se realizan en taller. En la obra, se unen las 3 partes mediante bulones. Lo detallado anteriormente se ilustra en la siguiente figura:

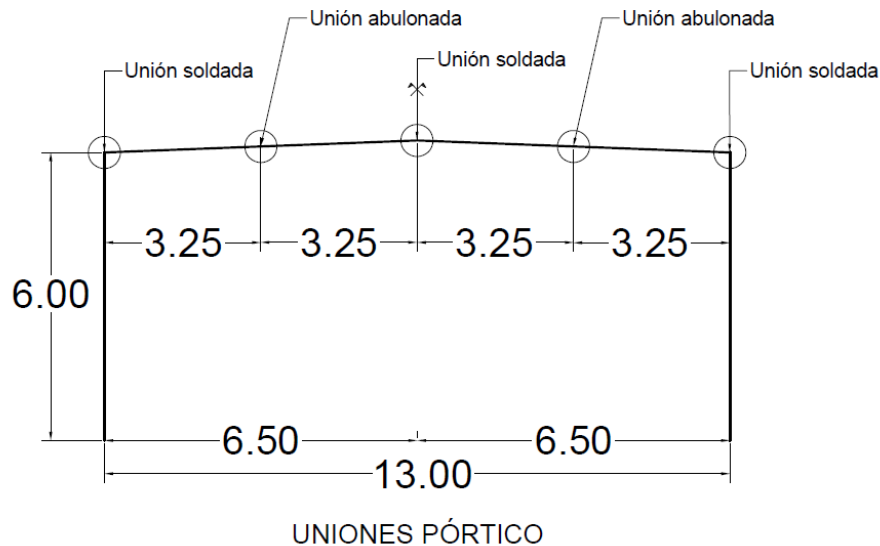


Figura 57: Uniones pórtico. Fuente: Elaboración propia.

Se ilustran las 3 piezas, unidas cada una mediante soldadura, las cuales deberán montarse mediante uniones abulonadas en obra.

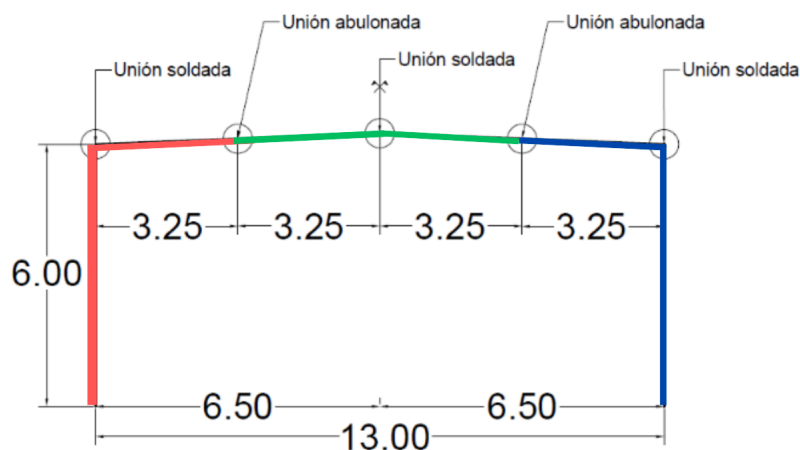


Figura 58: Ilustración de las 3 partes a unir en obra. Fuente: Elaboración propia.

7.3 Reglamentos y materiales

Las Normas y Reglamentos utilizados para el cálculo son:

- Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones CIRSOC 102 208 (2005) [16].
- Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301 (2018) [17].
- Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón CIRSOC 201 (2005) [18].

Los materiales a utilizar son:

- Perfiles Laminados en Caliente series W, Placas y Barras Redondas y cuadradas: F-24 ($f_y = 235$ MPa; $f_u = 370$ MPa).

- Correas "C" de chapa Plegada en Frío: material base ZAR250 ($f_y = 250$ MPa; $f_u = 330$ MPa).
- Hormigón calidad H-30 (según CIRSOC 201-05) y Hormigón pobre.
- Acero ADN-420 ($F_y = 420$ MPa).
- Hormigón llaneado.

7.4 Análisis de cargas

7.4.1 Estados de carga básicos

Cargas permanentes (D): todos los elementos tendrán las cargas permanentes provenientes del peso propio del elemento en cuestión, sumándole el peso de los elementos que apoyen sobre él.

Cargas D		
Peso Propio Chapas T101 n°22	0.067	kN/m ²
Peso Propio Correas Perfil C 200-70-25-3.2	0.094	kN/m

Tabla 23: Cargas permanentes. Fuente: Elaboración propia.

Sobrecargas de cubierta (Lr): Los parámetros utilizados y los resultados obtenidos se encuentran en la **Tabla 24**.

CARGAS DE TECHO		
Correas cubierta		
Luz entre columnas	13	m
Separación entre correas	1.5	m
Separación entre pórticos	5	m
Altura de la cumbrera	0.25	m
Sobrecarga de techo: $L_r = 0.96 R_1 R_2$	0.96	KN/m ²
Pórtico (Chapa)		
Luz entre columnas	13	m
Separación entre pórticos	5	m
Altura de la cumbrera	0.25	m
Sobrecarga de techo: $L_r = 0.96 R_1 R_2$	0.58	KN/m ²

Tabla 24: Sobrecargas de techo. Fuente: Elaboración propia.

Cargas de viento (W): Para el cálculo se utiliza el Método Analítico. Los parámetros utilizados y los resultados obtenidos se observan en la **Tabla 25**.

DATOS - MÉTODO ANALÍTICO	
Edificio	Cerrado
Ubicación	Casilda
Categoría	II
Exposición	C
Factor de Ráfaga G	0.85
h [m]	6.25
θ [°]	2.20
zg	274.00
α [°] de tabla	9.50
Velocidad Básica del viento [m/s]	50
Coeficiente de exposición Kz	0.907
Factor de direccionalidad Kd	0.85
Factor Topográfico Kzt	1
Factor de importancia I	1
q [N/m ²]	1.181
GCpi coef. de presión interna (cond. galpón cerrado)	±0,18

Tabla 25: Datos necesarios y Factores para aplicación Método Analítico. Fuente:Elaboración propia.

Para el cálculo de las presiones, por disposición de reglamento se divide la nave en un sistema principal resistente al viento (SPRFV) y componentes y revestimientos (C&R). Los mismos se tratan en forma separada.

- Viento normal a la cumbrera.

Paredes y Cubierta	qz	Cp (externo)	GCp - (-GCpi)	GCp - (GCpi)	Succión interna [kN/m ²]	Presión interna [kN/m ²]
Barlovento	1.181	0.8	0.86	0.5	1.02	0.59
Sotavento	1.181	-0.50	-0.25	-0.61	-0.29	-0.71
Laterales	1.181	-0.7	-0.42	-0.78	-0.49	-0.92
Cubierta 0 a h	1.181	-0.9	-0.59	-0.95	-0.69	-1.12
Cubierta h a 2h	1.181	-0.5	-0.25	-0.61	-0.29	-0.71
Cubierta >2h	1.181	-0.30	-0.08	-0.44	-0.09	-0.51

Tabla 26: Presión en paredes y cubierta para viento normal a la cumbrera (SPRFV). Fuente: Elaboración propia.

- Viento paralelo a la cumbrera.

Paredes y Cubierta	qz	Cp (externo)	GCp - (-GCpi)	GCp - (GCpi)	Succión interna [kN/m ²]	Presión interna [kN/m ²]
Barlovento	1.181	0.8	0.86	0.5	1.02	0.59
Sotavento	1.181	-0.23	-0.02	-0.38	-0.02	-0.45
Laterales	1.181	-0.7	-0.42	-0.78	-0.49	-0.92
Cubierta 0 a h/2	1.181	-0.90	-0.59	-0.95	-0.69	-1.12
Cubierta h/2 a h	1.181	-0.90	-0.59	-0.95	-0.69	-1.12
Cubierta h a 2h	1.181	-0.50	-0.25	-0.61	-0.29	-0.71
Cubierta >2h	1.181	-0.30	-0.08	-0.44	-0.09	-0.51

Tabla 27: Presión en paredes y cubierta para viento paralelo a la cumbrera (SPRFV). Fuente: Elaboración propia.

7.4.2 Combinaciones en Estado de Servicio (ELS)

Se utilizarán las combinaciones de carga establecidas en el *Capítulo B- Sección 2.3* del Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301 2018. En dichas combinaciones, el viento W puede ser de presión o succión, y la sobrecarga de cubierta Lr puede estar aplicada total o parcialmente. Teniendo entonces las siguientes combinaciones:

- $D \pm W$
- $D + Lr$
- $D + 0.7 (Lr \pm W)$

7.4.3 Combinaciones en Estado Último (ELU)

Se utilizarán las combinaciones de carga establecidas en el *Capítulo B- Sección 2.2* del Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301 2018. En dichas combinaciones, el viento W puede ser de presión o succión, y la sobrecarga de cubierta Lr puede estar aplicada total o parcialmente. De esta manera, se tienen las siguientes combinaciones:

- $1.4 D$
- $1.2 D + 1.6 Lr$
- $1.2 D + 1.6 Lr \pm 0.8 W$
- $1.2 D + 0.5 Lr \pm 1.5 W$
- $0.9 D \pm 1.5 W$

7.5 Adopción de Perfiles

7.5.1 Correas

Las correas, serán materializadas con perfiles C. Estas, van a diferenciarse según en qué sector se encuentre, cubierta, frontis y paredes laterales. Se obtiene así, una tabla resumen con los respectivos perfiles adoptados:

Correas								
Ubicación	Perfil	Luz	Flecha adm,	Flecha Max.	Mu(presión)	Md(presión)	Mu(succion)	Md(succion)
Lateral	200-70-25-3.2	5	2,78	0.79	893.98	1490.36	879.91	894.26
Cubierta	180-70-25-3.2	5	2.78	1.80	791.59	1291.04	551.85	1291.04
Frontis	160-50-20-2.5	3.25	1.81	0.84	394.54	697.95	403.35	418.77
			[cm]		[kNcm]			

Tabla 28: Perfiles para correas lateral, cubierta y frontis. Fuente: Elaboración propia.

7.5.2 Viga dintel

Se tendrá una viga dintel por cada uno de los portones en los laterales. Las mismas se ven más solicitadas a barlovento; por lo que, se dimensionan para estas cargas. En la siguiente tabla se detalla el perfil adoptado, sus deformación máxima y solicitaciones.

Viga Dintel		
Perfil	W200x22.5	
Luz	5.00	m
Ancho Influencia	3.50	m
Flecha adm	3.13	cm
Flecha max	0.72	cm
Mu	16.67	kNm
Md	22.99	kNm
Vu	13.33	kN
Vd	238.71	kN

Tabla 29: Viga dintel. Fuente:Elaboración propia.

7.5.3 Columnas del frontis

Se dimensiona el parante más solicitado y para cargas las columnas a sotavento, ya que representan la peor situación. El resumen de las características geométricas y solicitudes se muestra en la **Tabla 30**.

Columnas de frontis	
Perfil	W200x26.6
Luz [m]	6.25
Flecha adm [cm]	3.91
Flecha max [cm]	1.273
Mu [kNm]	24.18
Md [kNm]	31.8
Vu [kN]	15.48
Vd [kN]	225.21
Pu [kN]	12.35
Pd [kN]	
Flexion disimetrica	0.72

Tabla 30: Columnas de frontis. Fuente: Elaboración propia.

7.5.4 Pórticos

Los pórticos se encuentran compuestos por 2 columnas unidos por una viga superior.

En las columnas, el mayor desplazamiento lateral se da en el nudo de la izquierda, y corresponde al estado de cargas en servicio D+W (normal a la cumbrera - presión interna). En cuanto a la viga, posee el máximo desplazamiento vertical en el nudo central y para la combinación D+W (paralelo a la cumbrera - presión interna).

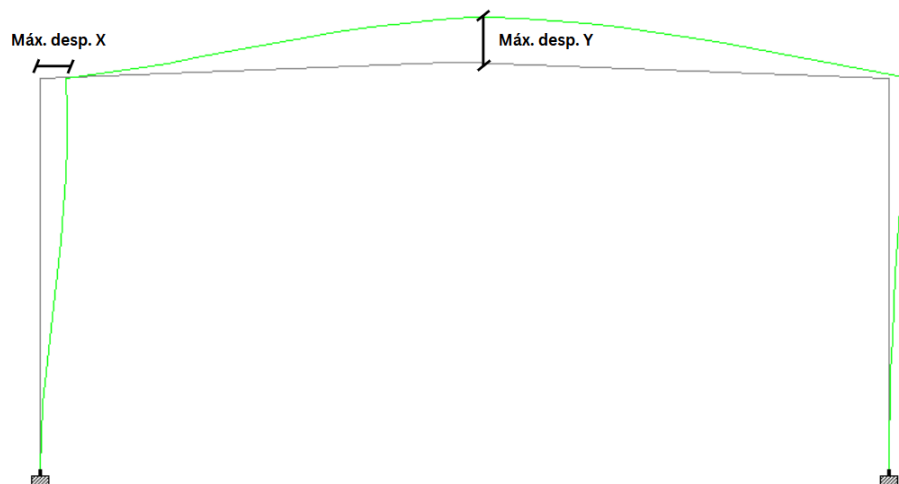


Figura 59: Desplazamientos de los pórticos. Fuente:Elaboración propia.

Las verificaciones de los desplazamientos se resumen en la **Tabla 31**.

Verificación desplazamiento		
Columnas del pórtico		
Longitud [m]	6	
Fadm [cm]	4	H/150
Fmax [cm]	1.6	
Viga del pórtico		
Longitud [m]	6.5	
Fadm [cm]	3.25	L/200
Fmax [cm]	3.23	

Tabla 31: Verificaciones de desplazamientos. Fuente: Elaboración propia.

Tanto en viga como columnas, se dan los mismos esfuerzos máximos en las mismas secciones. Por lo tanto, se dimensiona para este esfuerzo y para la longitud mayor. Se adoptan para los 3 elementos los mismos perfiles, es decir, se realiza un solo cálculo para todo el pórtico utilizando las peores condiciones.

La peor condición se tiene para las deformaciones en ELS por encima de las solicitaciones ELU.

En la siguiente tabla se resumen las solicitaciones y valores de diseño para cada una de ellas.

Pórtico	
Perfil	W310x32.7
Pu [kN]	42.44
Pd [kN]	1170.09
Mu [kNm]	86.75
Md [kNm]	189.41
Vu [kN]	45.96
Vd [kN]	337.28
Flexión disimétrica	0.232

Tabla 32: Solicitaciones pórtico. Fuente: Elaboración propia.

7.6 Sistema de contraviento

7.6.1 Puntales

La estructura cuenta con 5 puntales longitudinales de techo con la disposición como se muestra en la siguiente figura:

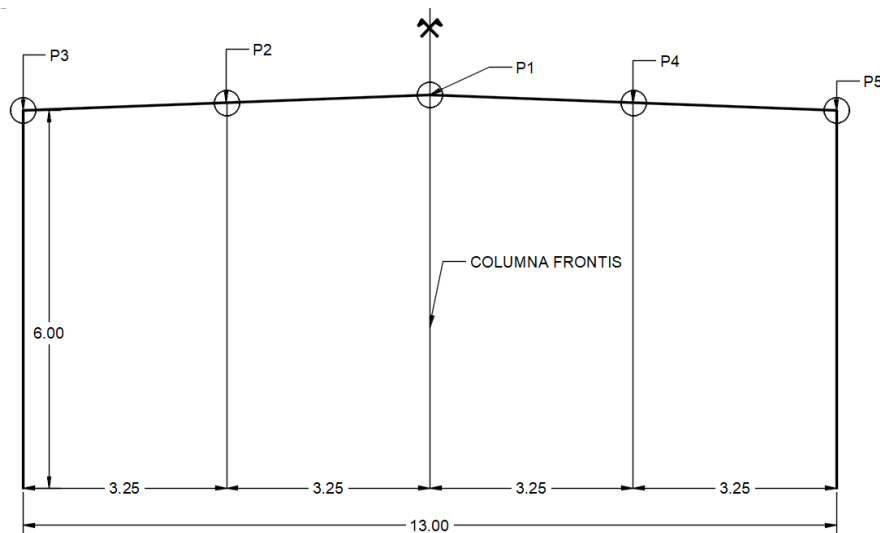


Figura 60: Puntales de cubierta. Fuente:Elaboración propia.

Estos toman las cargas horizontales provenientes de las columnas de frontis. Como se considera que estas columnas apoyan, en la parte inferior, en el suelo y, la superior, en los puntales, cada uno de los puntales toma la mitad de la carga horizontal. Este estudio se realiza tanto a sotavento como a barlovento. En las siguientes tablas se tiene un resumen de lo expresado anteriormente.

REACCIONES LONGITUDINALES			
BARLOVENTO			
P1	R1	15.48	kN
P2- P4	R2	15.48	kN
P3- P5 (PARED)	R3	7.74	kN

Tabla 33: Reacciones longitudinales de los puntales a barlovento. Fuente: Elaboración propia.

REACCIONES LONGITUDINALES			
SOTAVENTO			
P1	R6	-6.80	kN
P2- P4	R7	-6.80	kN
P3- P5 (PARED)	R8	-3.40	kN

Tabla 34: Reacciones longitudinales de los puntales a sotavento. Fuente: Elaboración propia.

Se aclara que, los puntales extremos (P3-P5) cuentan con menores solicitaciones debido a que las columnas del frontis tienen menores áreas de influencia.

Entonces, se calculan las cargas que deben soportar los puntales teniendo en cuenta la influencia a sotavento y a barlovento. Esto se expresa en la **Figura 61**.

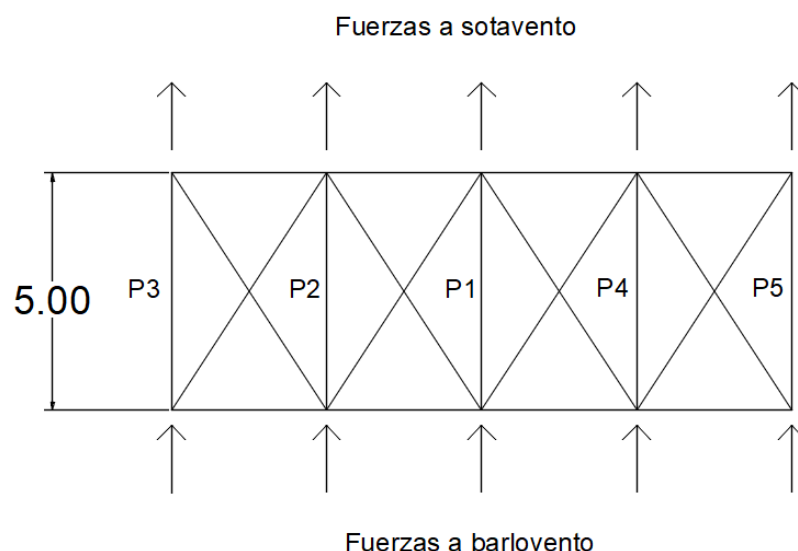


Figura 61: Fuerzas actuantes en puntales de cubierta. Fuente: Elaboración propia.

Se calculan las solicitaciones para cada puntal y se dimensionan todos para el más solicitado. Es decir, para los puntales P3- P5.

SOLICITACIONES AXIALES EN PUNTALES - COMPRESIÓN			
L PUNTAL	L	5.00	m
TECHO	P1	15.48	kN
	P2 - P4	26.61	kN
	P3 - P5 (PARED)	41.15	kN

Tabla 35: Reacciones longitudinales de los puntales a barlovento. Fuente:Elaboración propia.

El resumen de las características geométricas y solicitaciones de los puntales se muestra en la **Tabla 36**.

PUNTALES	
Perfil	Tubo acero- Sec. cuadrada 80x2.5
Luz [m]	5
Lx [m]	5
Ly [m]	5
Pu [kN]	41.15
Pd [kN]	44.33

Tabla 36: Resumen de características geométricas y solicitaciones. Fuente: Elaboración propia.

7.6.2 Diagonales

Se propone un único módulo de diagonales en el centro de la cubierta, las mismas se muestran en la **Figura 62**.

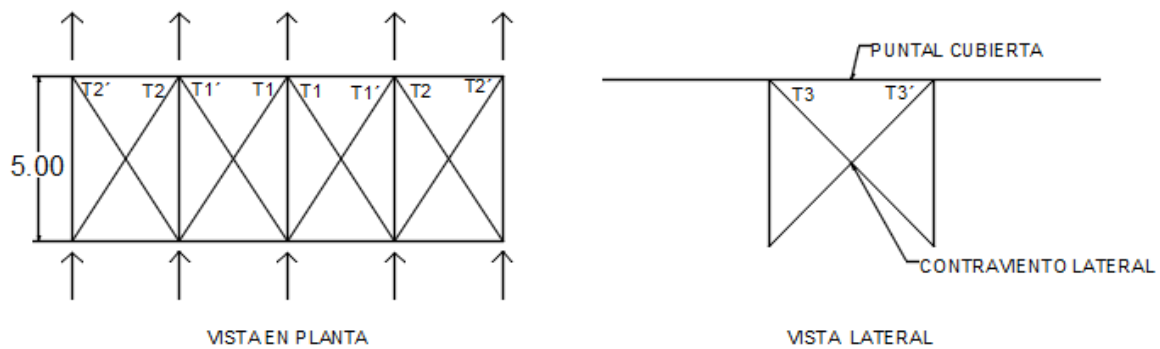


Figura 62: Diagonales de arriostramiento. Fuente: Elaboración propia.

Se calculan las solicitaciones para cada diagonal y se dimensionan todos para la más solicitada. Es decir, para la diagonal T2-T2' y para T3-T3'. Lo mismo se muestra en las siguientes tablas.

SOLICITACIONES AXIALES EN DIAGONALES - TRACCIÓN			
L DIAG TECHO	L	5.96	m
TECHO	T1 - T1'	13.28	kN
	T2 - T2'	31.74	kN
PARED	T3- T3'	64.28	kN

Tabla 37: Reacciones sobre diagonales. Fuente: Elaboración propia.

DIAGONALES	
Sección	Barra Redonda 1"
Luz [m]	7.1
Tu [kN]	64.28
Td [kN]	105.46

Tabla 38: Dimensionamiento diagonales. Fuente: Elaboración propia.

7.7 Placa base

Para el apoyo de las columnas del pórtico se materializan bases metálicas que se comportan como un empotramiento en cada una de ellas. El resumen de las características geométricas se muestra en las siguientes tablas.

W310x32.7		
h	31.00	cm
b	16.50	cm
tw	0.58	cm
tf	0.97	cm

Tabla 39: Propiedades de la columna del pórtico . Fuente: Elaboración propia.

NARIZ DE CORTE		
W4x13		
Zx	103	cm ³
BN	10.3	cm
AN	10.2	cm
P	10	cm
$x = (P-G)/2 + G$	49.69	cm

Tabla 40: Propiedades de la nariz de corte de la base. Fuente: Elaboración propia.

PERNOS ANCLADOS EN H°		
Ø perno	5/8	"
	1.59	cm
Ag	1.98	cm ²
Fu	37	KN/cm ²
N° Pernos	8	
Ø agujero	1.00	"
	2.54	cm

Tabla 41: Propiedades de los pernos de anclajes pertenecientes a la base. Fuente:Elaboración propia.

DIMENSIONES DE BASE DE HORMIGÓN		
BF	45	cm
AF	50	cm
Área	2250	cm ²
G	5	cm

Tabla 42: Dimensiones de la base de hormigón . Fuente:Elaboración propia.

DIMENSIONES DE PLACA METÁLICA		
tp	2.54	cm
Largo (B)	35	cm
Ancho (A)	40	cm
L	2.5	cm
Área	1400	cm ²
$D = A - 2 \cdot L$	35	cm
$H = B - 2 \cdot L$	30	cm
Z	2	cm
2Z	4	cm
L+Z	4.5	cm
$W = (AF-h)/2$	9.5	cm
BP	32	cm

Tabla 43: Dimensiones de placa metálica. Fuente: Elaboración propia.

7.8 Fundaciones

7.8.1 Solicitaciones en servicio y capacidad de carga

El pórtico, trabajando en su plano, se dimensiona como una estructura apoyada en sus parantes, los cuales se encuentran empotrados en sus fundaciones. Como reacciones de apoyo, tendrá normal, corte y momento. Se realizarán análisis sobre situaciones en donde se produzcan máximo normal de tracción, máximo normal de compresión, máximo corte, máximo momento positivo, máximo momento negativo, además de situaciones intermedias que podrían generar estados más comprometedores. Para cada situación debe considerarse cada uno de los esfuerzos en concomitancia con los demás. Es por ello que se analizan cada una de las combinaciones de carga consideradas, de manera de lograr garantizar la seguridad y estabilidad de la estructura. Cabe destacar que los momentos serán evaluados como cuplas que generan cargas en cada uno de los 2 pilotes separadas por la distancia entre ellos. Con ello, se buscan las peores combinaciones.

La carga en servicio máxima para el cálculo de las dimensiones de los pilotes, se detalla en la siguiente tabla.

Máximos esfuerzos por pilote	
Compresión [kN]	84.20
Tracción [kN]	-90.56
Dimensionamiento para [kN]	90.56

Tabla 44: Cargas máximas en servicio de fundaciones. Fuente: Elaboración propia.

A estas cargas debe adicionarse el peso propio de los cabezales y de la base.

Dimensiones Cabezal		
Altura cabezal=	0.5	m
Largo Cabezal=	1.25	m
Ancho cabezal=	0.5	m
Peso propio cabezal=	7.81	kN

Tabla 45: Dimensiones cabezales. Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones Base		
Dimensión a1 col A=	0.5	m
Dimensión a1 col B=	0.45	m
Altura base	0.9	m
Peso propio Base =	5.06	m

Tabla 46: Dimensiones Base. Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, resulta la carga con la que se dimensionan los pilotes, la cual se observa en la siguiente tabla.

Ps por pilote [kN]	96.99
--------------------	-------

Tabla 47: Carga utilizada para obtener geometría de los pilotes. Fuente: Elaboración propia.

Con los esfuerzos obtenidos en ELS se obtuvo la geometría (Diámetro y longitud) necesaria de los pilotes, para lo cual se verificó la capacidad únicamente por fricción. Esto se debe a que, como el pilote debe resistir tanto esfuerzos de compresión como de tracción, el esfuerzo de tracción genera una pérdida de contacto entre la punta del pilote y el suelo; por lo que, el pilote deja de trabajar por punta. Esta situación ocasiona que, ante un posterior esfuerzo de compresión, el pilote continúe trabajando por fricción y no por punta.

Con los valores obtenidos, se realiza la siguiente verificación, llegando a tener un coeficiente de seguridad de 1,1.

Verificación	
Capacidad por fuste [kN]	106.877
Ps por pilote [kN]	96.99
Coef seguridad	1.10

Tabla 48: Verificación de capacidades del suelo y la carga por cada pilote. Fuente:Elaboración propia.

Luego, se obtiene las dimensiones siguientes:

Pilotes	
Cantidad de pilotes=	2
Longitud Pilote [m]=	3.4
Diámetro [m]=	0.3
NI Pilote [m]=	-4.8
NS Pilote [m]	-1.4

Tabla 49: geometría final de los pilotes. Fuente: Elaboración propia.

7.8.1 Solicitaciones en E.L.U. y dimensionamiento

De la misma manera que en el ítem anterior, se obtienen las reacciones máximas en los pilotes para combinaciones en E.L.U., como se indica en la **Tabla 50**.

Cargas últimas		
PU por pilote	143.55	kN
Pu total	287.10	KN
Fy	420	[Mpa]
F'c	30	[Mpa]
Considero un hormigón H-30		

Tabla 50: Cargas máximas sobre pilotes en ELU. Fuente:Elaboración propia.

Con estas cargas se dimensionan las armaduras de los pilotes y sus respectivos cabezales, las cuales se indican en la **Tabla 51**.

Resumen de armaduras			
CABEZAL			
Armadura principal	5 Ø 16	10.05	cm2
Armadura superior	4 Ø 8	2.01	cm2
Estribos	1 Ø 8 c/ 15 cm		
Armadura de piel	2 Ø 10	0.73	cm2
PILOTES			
Armadura principal	5 Ø 12	5.65	cm2
Estribos	1 Ø 6 c/ 19 cm		

Tabla 51: Armadura de cabezales y pilotes. Fuente:Elaboración propia.

Del análisis de los resultados se observa que, debido a la baja capacidad portante del suelo en comparación con la del hormigón, las dimensiones requeridas para los pilotes son considerables. Como consecuencia, la demanda de armadura estructural

para los pilotes disminuye, y las cuantías mínimas normativas resultan ser las limitantes en su dimensionamiento.

7.9 Losa de ingreso

Se procede al dimensionamiento de la losa de ingreso al predio, compuesta por hormigón armado H-30, con un espesor de 20 cm, un ancho de 5,00 m y una luz de 30 cm. La losa se configura como una losa derecha, simplemente apoyada sobre el terreno en sus extremos. El diseño se realiza considerando los Estados Límite Últimos (ELU), siendo el estado de sollicitación más desfavorable el correspondiente al paso del eje de un camión de diseño.

DIMENSIONAMIENTO DE LOSA INGRESO		
Apoyos	Apoyada - Apoyada	
b	100	cm
L	30	cm
e	20	cm
Pu	250.16	kN
Mu	1876	kNcm
Vu	125.08	kN
f'c	3	cm

Tabla 52: Solicitaciones Losa de Ingreso. Fuente: Elaboración propia.

Luego del dimensionamiento, se observa que es determinante la armadura mínima por fragüe y retracción, del 0,18%.

Armadura de Losas de Ingreso		
As	2.79	cm ² /m
Asmin	3.6	cm ² /m
Atransversal (min)	3.6	cm ² /m
Adopto	d8 c/13 cm	en ambos sentidos

Tabla 53: Armadura Losa de Ingreso. Fuente: Elaboración propia.

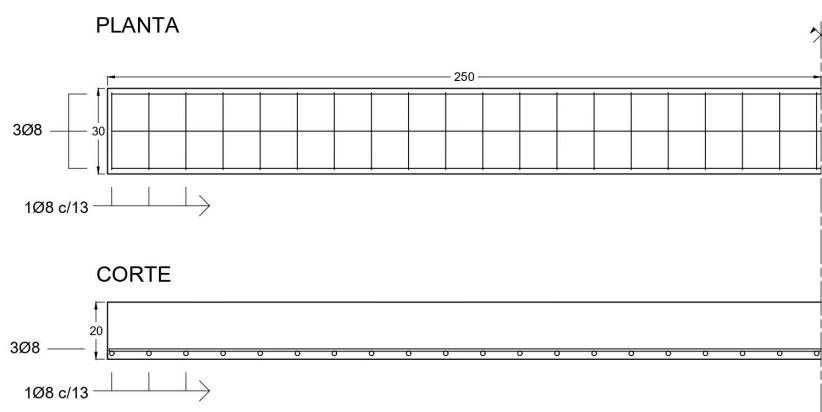


Figura 63: Armadura Losa de Ingreso. Elaboración propia.

8. INCORPORACIÓN DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

El crecimiento de las actividades industriales ha traído consigo un aumento significativo en la generación de residuos metálicos, siendo la viruta de metal uno de los más comunes. Este subproducto, resultante de procesos como el mecanizado y el corte, representa un desafío ambiental debido a su acumulación indiscriminada y a la falta de estrategias adecuadas para su manejo.

En este sentido, la industria del reciclaje de la viruta se presenta como una solución viable para mitigar los efectos negativos de la contaminación, promoviendo la economía circular y la sostenibilidad ambiental. Este apartado examina los impactos ambientales generados por las operaciones de reciclaje de la viruta, analizando tanto los efectos adversos, como las emisiones atmosféricas, la contaminación hídrica y del suelo, el ruido, y los riesgos para la salud y la seguridad ocupacional, así como los beneficios ambientales, socioeconómicos y para la salud pública que esta industria puede ofrecer. Asimismo, se abordarán las medidas de mitigación que se pueden implementar para minimizar los impactos negativos y maximizar los positivos, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [19] que orientan las prácticas sostenibles en la actualidad. Al comprender estos aspectos, se busca promover un enfoque integral que permita aumentar el reciclado de viruta metálica y, por ende, contribuir a un futuro más sostenible.

8.1 Impactos negativos

8.1.1 Emisiones atmosféricas

- **Dióxido de carbono (CO₂):** Resultante del uso de combustibles fósiles en maquinaria y transporte, contribuyendo al efecto invernadero y al cambio climático.
- **Material particulado:** Liberado durante la manipulación y procesamiento de las virutas, puede afectar la calidad del aire y ser dañino para la salud humana y ambiental.

8.1.2 Contaminación hídrica

- **Residuos líquidos contaminantes:** Durante el proceso de limpieza de las virutas, pueden generarse efluentes cargados de aceites, grasas, solventes u otros productos químicos utilizados en el procesamiento.
- **Filtración de metales pesados:** Si no se gestionan adecuadamente los residuos, partículas metálicas y compuestos tóxicos pueden infiltrarse en el suelo y percolar hasta llegar al agua subterránea, afectando ecosistemas acuáticos y fuentes de agua potable.
- **Aumento de sólidos suspendidos:** Los residuos sólidos, como partículas de metal generados durante el reciclaje, pueden ser arrastrados hacia ríos o lagos, disminuyendo la calidad del agua y afectando a los organismos acuáticos.

8.1.3 Contaminación del suelo

- **Derrames de aceites y químicos:** Durante el manejo y procesamiento de las virutas, pueden ocurrir fugas o derrames de lubricantes, solventes y otros productos químicos, que pueden infiltrarse en el suelo y contaminarlo.
- **Acumulación de metales pesados:** Las partículas metálicas que no son correctamente gestionadas pueden acumularse en el suelo, alterando su composición química y afectando su fertilidad.

8.1.4 Ruido

- **Generación de ruido por maquinaria:** El uso de equipos como trituradoras, compactadoras y otros sistemas mecánicos puede producir niveles elevados de ruido, afectando a los trabajadores y a las comunidades cercanas.
- **Impacto en la fauna local:** El ruido constante y elevado puede ahuyentar o desorientar a los animales en las áreas cercanas, afectando el equilibrio de los ecosistemas.
- **Riesgos para la salud ocupacional:** La exposición prolongada al ruido dentro de la instalación puede causar pérdida auditiva y otros problemas de salud en los trabajadores si no se adoptan medidas de protección adecuadas.

8.1.5 Impacto visual

- **Alteración del paisaje:** La construcción y operación de instalaciones destinadas al reciclaje pueden generar estructuras visibles que alteren el entorno visual, especialmente en zonas rurales o paisajes naturales.
- **Iluminación excesiva:** Las instalaciones que funcionan en horarios nocturnos pueden generar contaminación lumínica, afectando tanto a la percepción visual del entorno como a las comunidades cercanas.

8.2 Impactos positivos

8.2.1 Beneficios ambientales

- **Reducción de residuos industriales:** Se disminuye la cantidad de residuos enviados a vertederos, evitando la acumulación de desechos y su impacto negativo en el medio ambiente.
- **Conservación de recursos naturales:** Este proceso permite recuperar materiales metálicos, reduciendo la necesidad de extraer materias primas de la naturaleza y preservando recursos limitados.
- **Fomento de la economía circular:** Este proceso promueve un modelo sostenible en el que los residuos de una industria se convierten en insumos para otra, minimizando el impacto ambiental global.

8.2.2 Beneficios socioeconómicos

- **Generación de empleo:** La implementación de instalaciones para el reciclaje crea oportunidades laborales en diversos niveles, desde operarios hasta técnicos especializados, dinamizando la economía local.

- **Reducción de costos industriales:** Al aprovechar las virtudes metálicas, las industrias pueden disminuir los gastos asociados con la compra de materia prima y la gestión de residuos, aumentando su eficiencia económica
- **Fomento de empresas sostenibles:** El reciclaje impulsa la creación de negocios enfocados en la economía circular, lo que fortalece el desarrollo de modelos empresariales innovadores y responsables.
- **Impacto positivo en las comunidades:** Una adecuada gestión de residuos mejora la calidad de vida en las comunidades cercanas, reduciendo problemas relacionados con la contaminación y contribuyendo al bienestar social.

8.2.3 Beneficios para la salud ambiental

- **Reducción de la contaminación ambiental:** Una correcta gestión y reciclaje de virtudes metálicas disminuye la contaminación del aire, agua y suelo, lo que resulta en un entorno más saludable para las comunidades cercanas.
- **Prevención de enfermedades:** Al minimizar la liberación de partículas tóxicas y sustancias químicas al medio ambiente, se reduce el riesgo de enfermedades respiratorias, dermatológicas y gastrointestinales relacionadas con la exposición a contaminantes.
- **Mejor calidad del aire:** La disminución de emisiones contaminantes derivadas de una adecuada reutilización de materiales metálicos contribuye a un aire más limpio, promoviendo la salud respiratoria de la población.
- **Concientización y educación ambiental:** Este tipo de propuestas fomenta la sensibilización sobre prácticas responsables, promoviendo estilos de vida más saludables y sostenibles en las comunidades.

8.3 Medidas de mitigación

8.3.1 Emisiones atmosféricas

- **Tratamiento de Dióxido de carbono (CO₂):** Utilizar equipos con bajas emisiones o implementar sistemas de tratamiento de gases de combustión para reducir las emisiones de gases contaminantes.
- **Material particulado:** Implementar sistemas de control del material particulado, como filtros de mangas o ciclones, en las áreas de recepción, clasificación y trituración.

8.3.2 Contaminación hídrica

- **Prevención de derrames:** Implementar medidas para prevenir derrames de líquidos contaminantes, como diques de contención y sistemas de detección de fugas.
- **Tratamientos líquidos contaminantes:** Instalar sistemas de tratamiento para depurar los efluentes antes de su vertido, eliminando aceites, grasas y productos químicos. Implementar sistemas de separación como decantadores y filtros para remover contaminantes líquidos antes de su disposición.

- **Filtración de metales pesados:** Tratar y gestionar los desechos que contienen metales pesados de forma segura para evitar que contaminen fuentes de agua.
- **Tratamiento de sólidos suspendidos:** Instalar tanques de sedimentación para permitir que los sólidos se acumulen en el fondo y puedan ser retirados. Incorporar filtros para atrapar partículas suspendidas antes de que entren en cuerpos de agua.
- **Monitoreo de acuíferos:** Monitorear la calidad del agua subterránea para detectar posibles contaminaciones.

8.3.3 Contaminación del suelo

- **Control de derrames de aceites y químicos:** Instalar bandejas o tanques secundarios para capturar fugas de líquidos y evitar su contacto directo con el suelo.
- **Análisis de suelos:** Realizar análisis periódicos para detectar posibles acumulaciones y actuar de manera preventiva.

8.3.4 Ruido

- **Aislamiento acústico:** Implementar medidas de aislamiento acústico en las áreas de procesamiento para reducir el ruido.
- **Mantenimiento de maquinaria:** Realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria para minimizar el ruido generado.
- **Optimización de rutas de transporte:** Planificar las rutas de transporte para minimizar el impacto del tráfico en las áreas residenciales.

8.3.5 Impacto visual

- **Integración paisajística:** Diseñar la planta de reciclaje parquizando la zona, plantando árboles y vegetación alrededor de la planta para lograr un impacto visual agradable brindando un valor que actualmente no tiene.
- **Almacenamiento adecuado de residuos:** Almacenar la viruta reciclada en áreas cerradas o cubiertas para reducir el impacto visual.

8.4 ODS en la Industria de reciclaje de Viruta de Metal

La industria de reciclaje de virutas de metal desempeña un papel clave en la transición hacia un modelo de economía circular y un futuro más sostenible, abordando de manera directa la problemática del desecho y desuso de este material. Al gestionar las virutas desechadas de manera eficiente y promover la reutilización de este material, esta industria no sólo mitiga los impactos ambientales negativos, sino que también genera beneficios sociales y económicos.

Esta actividad está estrechamente vinculada con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Por un lado, contribuye a mejorar la salud y el bienestar de las personas al reducir la contaminación ambiental y sus efectos nocivos. Por otro lado, fomenta el crecimiento económico inclusivo, impulsando nuevas oportunidades de empleo y fortaleciendo la innovación tecnológica en procesos de reciclaje. Asimismo,

su impacto positivo en la creación de comunidades sostenibles se refleja en la promoción de prácticas responsables de producción y consumo.

En la **Figura 64** se destacan los ODS más relevantes para esta propuesta, y en los apartados siguientes se profundiza en cómo estas metas se integran en las actividades y objetivos del reciclaje de viruta metálica.



Figura 64: Objetivos de desarrollo sostenible. Fuente: página web ODS.

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura: La industria de reciclaje de viruta contribuye a este objetivo al impulsar la innovación en tecnologías de reciclaje, crear infraestructuras de recolección y procesamiento de materiales y promover el desarrollo de nuevos productos a partir de materiales reciclados. En este sentido, resultan relevantes las siguientes metas:

- Meta 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. La industria del reciclaje de viruta requiere de una infraestructura adecuada para la recolección, clasificación y procesamiento de los residuos.
- Meta 9.4: Modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos de manera más eficiente 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. La innovación tecnológica en el desarrollo de procesos más eficientes para el reciclaje de viruta es fundamental para la sostenibilidad de la industria.
- Meta 9.5: Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras, fomentando la innovación y aumentando considerablemente el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos en investigación y desarrollo de los sectores público y privado. El desarrollo de nuevas tecnologías y la

investigación son esenciales para mejorar la eficiencia y la calidad del reciclaje.

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico: Como se mencionó anteriormente, la industria de reciclaje genera empleos y fomenta el desarrollo económico local. Esto contribuye al ODS 8 al proporcionar oportunidades de trabajo decente y estimular el crecimiento económico inclusivo y sostenible. En este sentido, resultan relevantes las siguientes metas:

- Meta 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 que estimulen la formalización y el crecimiento de las microempresas y pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros. La industria del reciclaje de la viruta, especialmente a pequeña escala, puede ser una fuente de trabajo decente y contribuir al crecimiento económico.
- Meta 8.5: 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. Es importante que la industria del reciclaje ofrezca oportunidades de trabajo equitativas para todos los grupos de la población.

ODS 3: Salud y bienestar: A través de la gestión adecuada de estos residuos, se minimiza la contaminación del aire, el agua y el suelo, reduciendo la exposición a sustancias tóxicas que pueden generar enfermedades. Además, la implementación de prácticas sostenibles en el reciclaje contribuye a mejorar la calidad del entorno para las comunidades cercanas, fomentando condiciones de vida más seguras y saludables, contribuyendo al ODS 3. En este sentido, resulta relevante la siguiente meta:

- Meta 3.9: Reducir considerablemente el número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo.

ODS 13: Acción por el clima: La industria de reciclaje contribuye a la lucha contra el cambio climático al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promueve un uso más eficiente de los recursos. En este sentido, resultan relevantes las siguientes metas:

- Meta 13.3: Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana. Informar a la población sobre los beneficios del reciclaje para el medio ambiente es clave para promover su participación.
- Meta 13.2: Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales. Es importante que existan políticas que promuevan y regulen la industria del reciclaje para asegurar su contribución a la mitigación del cambio climático.

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles: La industria del reciclaje ayuda a crear ciudades y comunidades más sostenibles al reducir la contaminación,

mejorar la gestión de residuos y promover la economía circular. En este sentido, resulta relevante la siguiente meta:

- Meta 11.6: Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo, en nuestro caso los industriales. El reciclaje de viruta reduce la cantidad de residuos metálicos desechados, contribuyendo a la gestión de residuos y reutilización de estos materiales.

ODS 12: Producción y consumo responsables: Este objetivo se centra en reducir el impacto ambiental de las actividades humanas a través de la gestión sostenible de los recursos naturales y la promoción de patrones de consumo y producción sostenibles. La industria de reciclaje de viruta se alinea directamente con este objetivo al reducir la generación de residuos, fomentar la reutilización de materiales y disminuir la demanda de recursos naturales vírgenes. En este sentido, resultan relevantes las siguientes metas:

- Meta 12.5: Reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización, teniendo en cuenta el rol del reciclaje de viruta metálica.
- Meta 12.6: Alentar a las empresas existentes y futuras a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes, fomentando la transparencia en sus procesos y la adopción de prácticas más sostenibles.
- Meta 12.8: Asegurar que las personas de todo el mundo tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza. La concientización sobre la importancia del reciclaje y la reutilización.

ODS 5: Igualdad de género: Este objetivo se centra en buscar garantizar que hombres y mujeres tengan las mismas oportunidades en todos los ámbitos de la vida, promoviendo un mundo más equitativo. En nuestro proyecto, resulta relevante la siguiente meta:

Meta 5.5: Asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios en la vida política, económica y pública. Incentivando la participación de las mujeres en la actividad industrial, hecho particularmente mencionado por la Municipalidad de Casilda a la hora de solicitar la ampliación del parque.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Gobierno de la Provincia de Santa Fe. (s.f.). *Portal Oficial del Gobierno de Santa Fe*. Recuperado de <https://www.santafe.gov.ar>
- [2] Odicini, L., Navarro, R., Mancinelli, A., González, A., & Jokanovich, M. E. Determinación de áreas de riesgo hídrico: Aplicación en la localidad de Casilda, provincia de Santa Fe. Departamento de Hidráulica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario (2012).
- [3] Honorable Legislatura de la Provincia de Santa Fe. (2000). Ley Provincial N° 11.730. Santa Fe, Argentina. <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/5321>
- [4] Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente. Reglamento de la Ley N° 13.246. https://www.ecofield.net/Legales/Seguridad/SantaFe/ley13246_SFE.htm
- [5] Cecchini JF, Mestres F, Mondino M. "Nave Industrial DarkFlow, Área industrial Casilda". Informe final proyecto 4. FCEIA UNR 2024.
- [6] Nicolini, Rossana. Estudio ambiental de la zona factible de convertirse en área industrial, Anexo VI. 2003. Centro Regional de análisis de aguas, suelos y alimentos.
- [7] Carlos Rosado y Asociados, Informe Técnico "Estudio de suelo para el diseño de la fundación de una nueva nave Industrial", Junio 2022.
- [8] Sierra, F. J., & Fissore, A. D. (2013). Dimensiones vehículos de diseño-AASHTO 2011. Ingeniería de Seguridad Vial. Recuperado <http://ingenieriadeseguridadvial.blogspot.com.ar/>
- [9] Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA). (2014). Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. <https://icpa.org.ar/manual-mdcph/>
- [10] Dirección Provincial de Protección Urbana Contra Inundaciones. (2010). *Reacondicionamiento hídrico en canal interceptor oeste II: Ciudad de Casilda, departamento Caseros - Memoria descriptiva*. Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente, Provincia de Santa Fe.
- [11] Basile, P. A., Zimmermann, E., Riccardi, G., y Stenta, H. (2010). Derivación de curvas intensidad-duración-recurrencia (IDR) para las ciudades de Casilda y Zavalla, Santa Fe, Argentina. https://www.fceia.unr.edu.ar/curiham/es/wp-content/uploads/2018/11/Pedro-Abel-Basile_Taller-lluvias-2012.pdf
- [12] Chiodo, C., & Falaschi, F. M. (2024). Análisis de precipitaciones máximas de duración entre 1 y 5 días y derivación de curvas intensidad-duración-recurrencia en estaciones del sur santafesino.
- [13] Cátedra de Hidráulica de Canales Abiertos - Departamento de Hidráulica - EIC - FCEIA - UNR. (2020). Esguimiento de flujo a superficie libre: Movimiento permanente y uniforme. Universidad Nacional de Rosario.
- [14] Decreto 4841/2012 de la Provincia de Santa Fe. https://www.ecofield.net/Legales/SantaFe/dec4841_SFE.htm
- [15] Hidrología: Procesos y Métodos (4ta edición). Orsolini, H.E., Zimmermann, E.D. y Basile, P.A. (2017)
- [16] Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones CIRSOC 102 208 (2005) <http://contenidos.inpres.gob.ar/docs/Reglamentos/CIRSOC-102-Reglamento.pdf>

- [17] Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301 (2018). https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/08-reglamentos-3ra-generacion/area300/08_Area300-1A-301-Reglamento-CIRSOC-301-18-APROBADO.pdf
- [18] Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón CIRSOC 201 (2005). <https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area100/area100a/reglamento201completo.pdf>
- [19] Naciones Unidas. (s.f.). Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.
- [20] Recomendaciones para el reciclaje y reutilización (2023). [Recomendaciones para el reciclaje y reutilización de viruta de metal - Metal Mecanica Noticias By Admin User - Blog Author](#)
- [21] Reciclaje de viruta metálica (2023). [Viruta metálica: compra para reciclaje | Recuperaciones Trifeyme](#)
- [22] Una solución sostenible para los residuos (2023). [¿Cómo aprovechar la viruta y rebaba metálica? » Proyectos llave en mano para el tratamiento y reciclado de residuos. - GTA Ambiental](#)
- [23] OBRAS DE DESCARGA PARA EVACUACIÓN DE CRECIDAS. Dr. Ing. Gerardo A. Riccardi Ing. Raul Postiglione Ing. Hernán Stenta Ing. Carlos Scuderi (2009).
- [24] Área industrial. Decreto N° 1090. Reglamento de edificación y usos “área industrial Casilda”(1999).
- [25] Plan de Desarrollo del Área Industrial de Casilda y Proyecto con Perspectiva de Género (2013).
- [26] Ordenanza N° 2294 (2013).
- [27] Embalses urbanos. Hidrología en medios antropizados, Rosario (2004). https://aulavirtual.fio.unam.edu.ar/pluginfile.php/323806/mod_folder/content/0/HMA_Cap11.pdf
- [28] Chow, V. T., Maidment, D. y Mays, L. (1994), Hidrología Aplicada, McGraw-Hill Interamericana, Buenos Aires.584 p.

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

Propuesta de Ampliación Parque Industrial Casilda

10. LEGAJO DE PLANOS

ESTUDIANTES

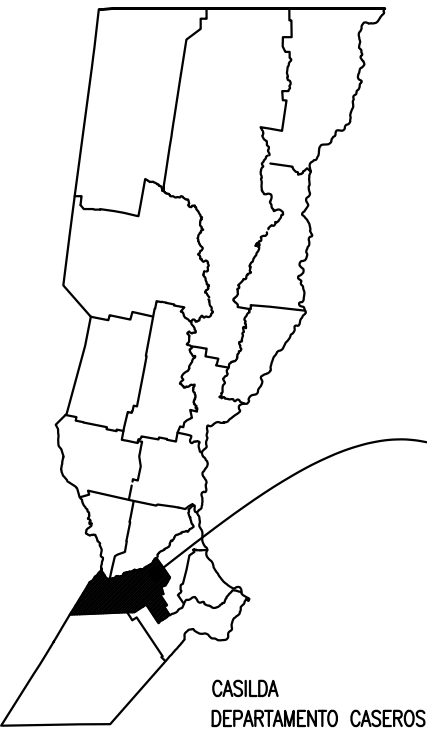
Bini, Camila (Legajo N° B-6128/1)
Chiodo, Celeste (Legajo N° C-6856/1)
Fanjul, Ignacio Jano (Legajo N° F-3597/1)
Forli, Giovanna (Legajo N° F-3581/5)

*Trabajo presentado en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura,
en cumplimiento parcial de los requisitos para alcanzar la titulación en*

Ingeniería Civil

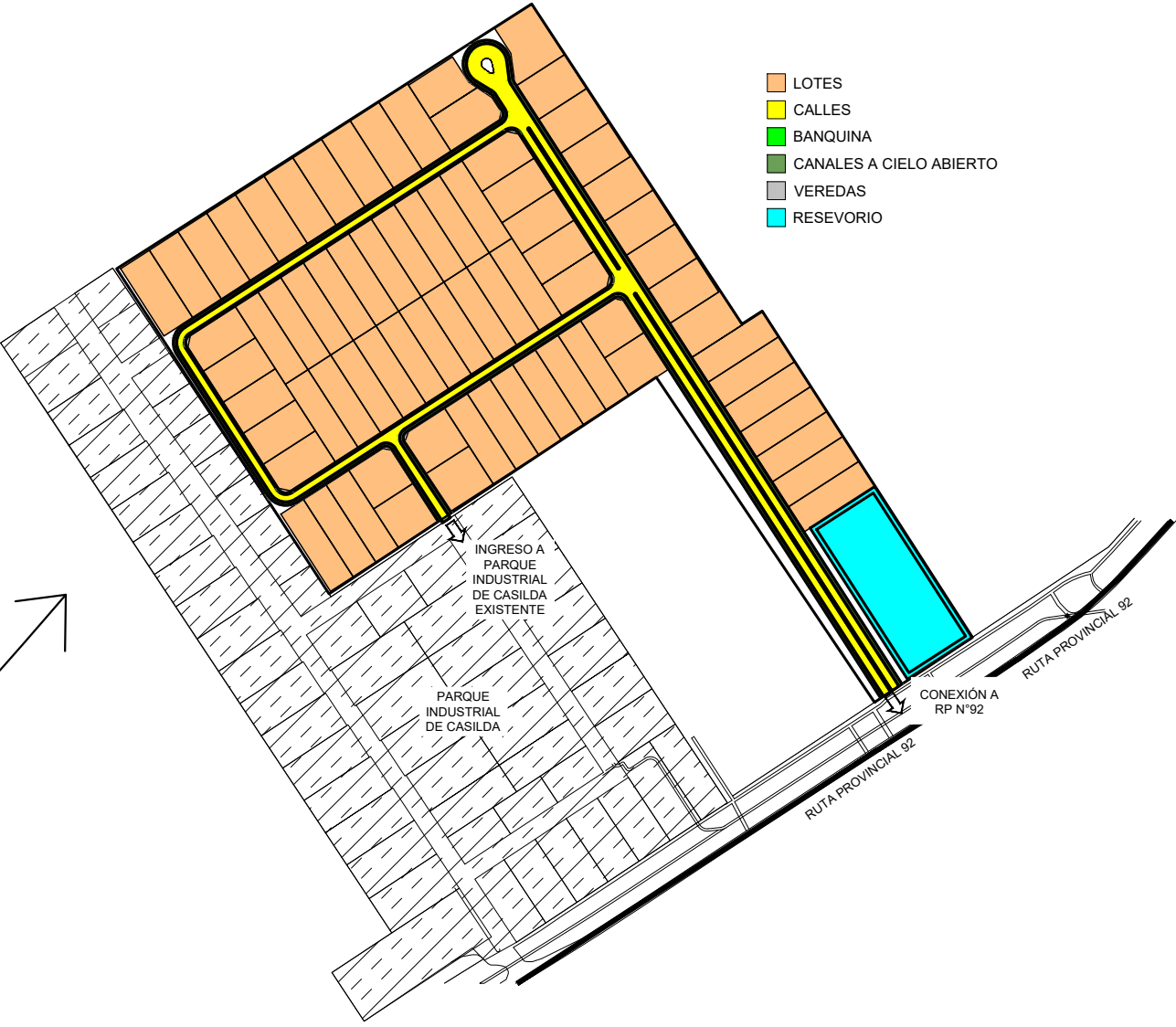
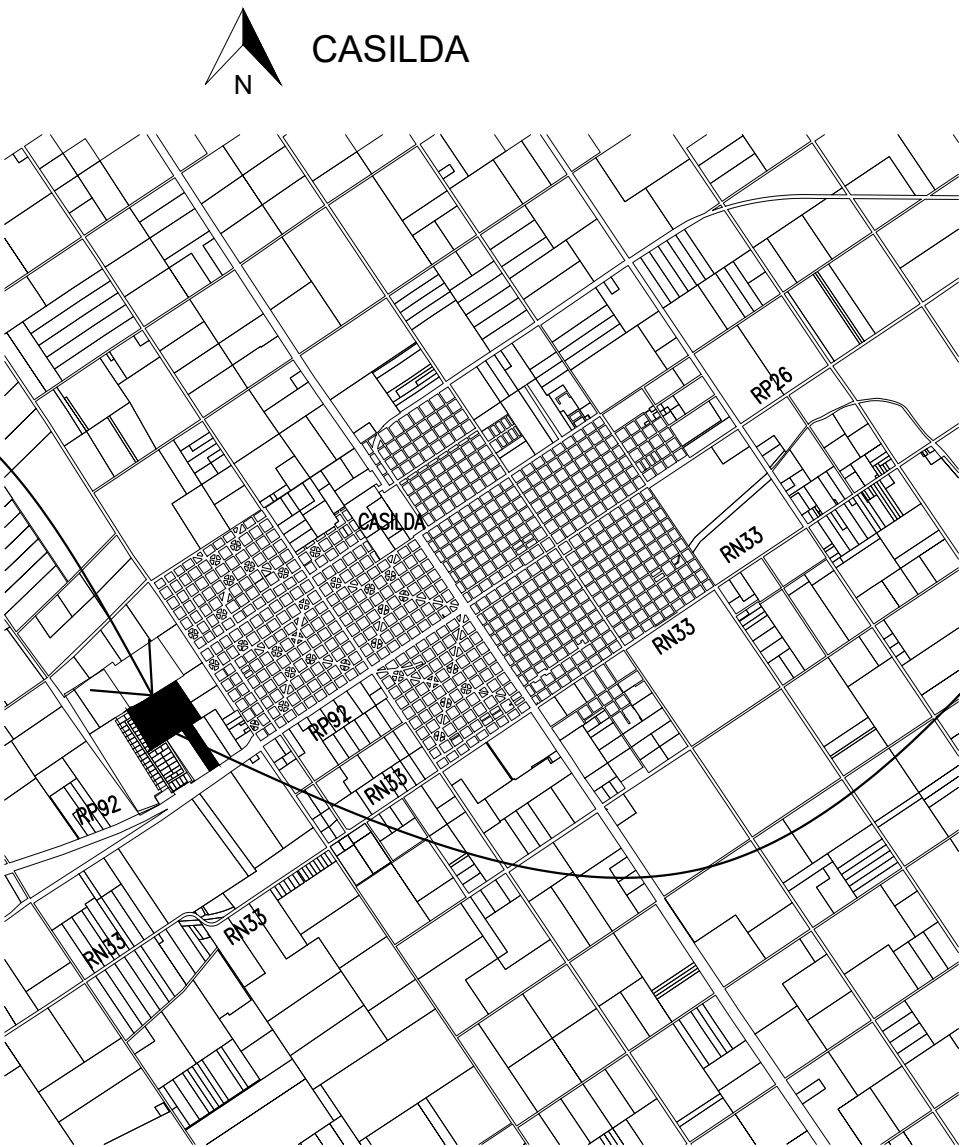
Agosto de 2025

UBICACIÓN AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL
SIN ESCALA



LISTADO DE PLANOS

- TAREAS DE CAMPO
PLANO EPI-TC-001 (GRILLA DE NIVELACIÓN)
- LAYOUT
PLANO EPI-LY-001 (UBICACIÓN)
PLANO EPI-LY-002 (LAYOUT GENERAL)
- PROYECTO DE VÍAS DE CIRCULACIÓN
PLANO EPI-VC-001 (DISEÑO DE CALLES)
PLANO EPI-VC-002 (PLANTA PAVIMENTO)
PLANO EPI-VC-003 (PERFILES TIPO DE O.B. Y PAVIMENTO 1/2)
PLANO EPI-VC-003 (PERFILES TIPO DE O.B. Y PAVIMENTO 2/2)
PLANO EPI-VC-004 (DISEÑO DE JUNTAS 1/2)
PLANO EPI-VC-004 (DISEÑO DE JUNTAS 2/2)
- PROYECTO DE LOTEO
PLANO EPI-LO-001 (LOTEO)
- PROYECTO DE ESTRUCTURA
PLANO EPI-ES-001 (ESTRUCTURA PLANTA DE RECICLAJE - (PLANTA UNIFILAR)
PLANO EPI-ES-002 (ESTRUCTURA PLANTA DE RECICLAJE - (VISTA LATERAL UNIFILAR)
PLANO EPI-ES-003 (ESTRUCTURA PLANTA DE RECICLAJE - (VISTA FRONTAL UNIFILAR)
PLANO EPI-ES-004 (ESTRUCTURA PLANTA DE RECICLAJE - (UNIÓN ABULONADA VIGA-VIGA)
PLANO EPI-ES-005 (ESTRUCTURA PLANTA DE RECICLAJE - (BASE METÁLICA)
PLANO EPI-ES-006 (ESTRUCTURA PLANTA DE RECICLAJE - (CABEZALES Y PILOTES)
PLANO EPI-ES-007 (ESTRUCTURA PLANTA DE RECICLAJE - (ARMADURA CABEZALES Y PILOTES)
- PROYECTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
PLANO EPI-HID-001 (CUENCAS DE APORTE)
PLANO EPI-HID-002 (DESAGÜES PLANTA)
PLANO EPI-HID-003 (PERFILES DE DESAGÜE 1/2)
PLANO EPI-HID-003 (PERFILES DE DESAGÜE 2/2)
PLANO EPI-HID-004 (PLANIALTIMETRÍA)
PLANO EPI-HID-005 (DETALLES VARIOS)



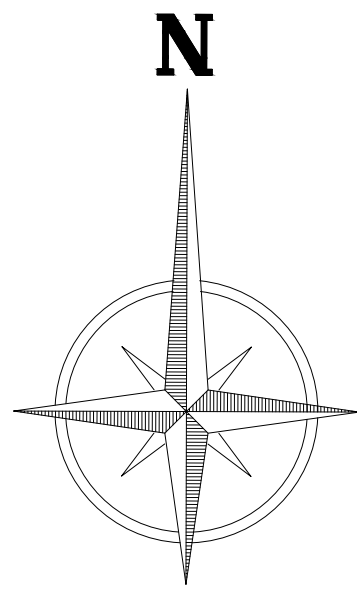
- LOTES
- CALLES
- BANQUINA
- CANALES A CIELO ABIERTO
- VEREDAS
- RESEVORIO

2	22-07-25	PARA APROBACIÓN	G.F.	
1	17-06-25	PARA APROBACIÓN	G.F.	
0	06-05-25	PARA APROBACIÓN	G.F.	
REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB.	APR.

OBRA:	PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	PLANO N°:	EPI-LY-001	REV.:	2
-------	-----------------------------	-----------	------------	-------	---

PLANO:	ARCHIVO:	
UBICACIÓN	EPI-LY-001-2 (UBICACIÓN).DWG	
	ESCALA:	LÁMINA:
	SIN ESCALA	A3 (420x297)mm

PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIODO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna	FCEIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO CONTINGERE HOMINEM COGITANTEM
---------------	--	-------	--



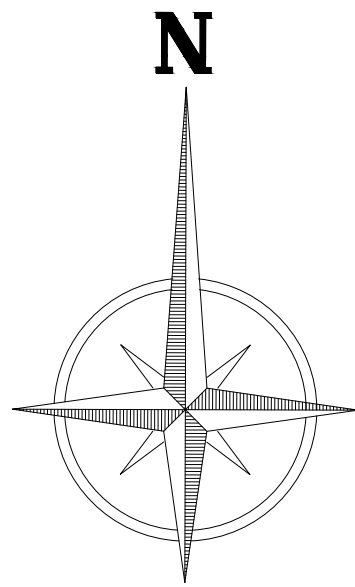
PLANO DE GRILLA DE NIVELACIÓN FINAL
ESCALA 1:2000

- Puntos existentes
- Puntos relevados
- Puntos interpolados

REFERENCIAS:
102.00 NIVEL DE TERRENO NATURAL
EXISTENTE
—x— ALAMBRADO PERIMETRAL

- NOTAS:**
- MEDIDAS EN METROS
 - NIVELES EN METROS REFERIDOS AL
PF +100 DEL PROYECTO
 - REFERENCIAS AL PLANO EPI - LY - 001
 - REFERENCIAS A MEMORIAS
EPI - MD - 001

OBRA:	AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA			2
	PLANO:			2
	GRILLA DE NIVELACIÓN			2
	CATEDRA:			2
PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIDO, Celeste			
	FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna			
	ARCHIVO:			
	EPI-TC-001-2 (GRILLA DE NIVELACIÓN).DWG			
ESCALA:	1:2000			
	LÁMINA:			
	A1 (841x594)mm			
	FCEIA			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO	FCEIA			
	FCEIA			
	FCEIA			
	FCEIA			



PLANTA LAYOUT GENERAL
ESCALA 1:3000

- LOTES
- CALLES
- BANQUINA
- CANALES A CIELO ABIERTO
- VEREDAS
- RESEVORIO

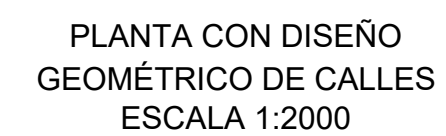


REFERENCIAS:

- ALAMBRADO PERIMETRAL
- BARANDA DE DEFENSA

OBRA:	PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA		PLANO N°:	EPI-LY-002	REV.:	1
PLANO:	LAYOUT GENERAL		ARCHIVO: EPI-LY-002-2 (LAYOUT GENERAL).DWG			
			ESCALA: 1:3000	LÁMINA: A2 (594X420)mm		
CÁTEDRA:	PROYECTO IV					
PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIODO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna					





VER DETALLE 2 EN PLANO "DETALLES VARIOS"

INGRESO A PARQUE INDUSTRIAL DE CASILDA EXISTENTE

CONEXIÓN
A RP N°92

ALAMBRADO PERIMETRAL

PF PUNTO FIJO

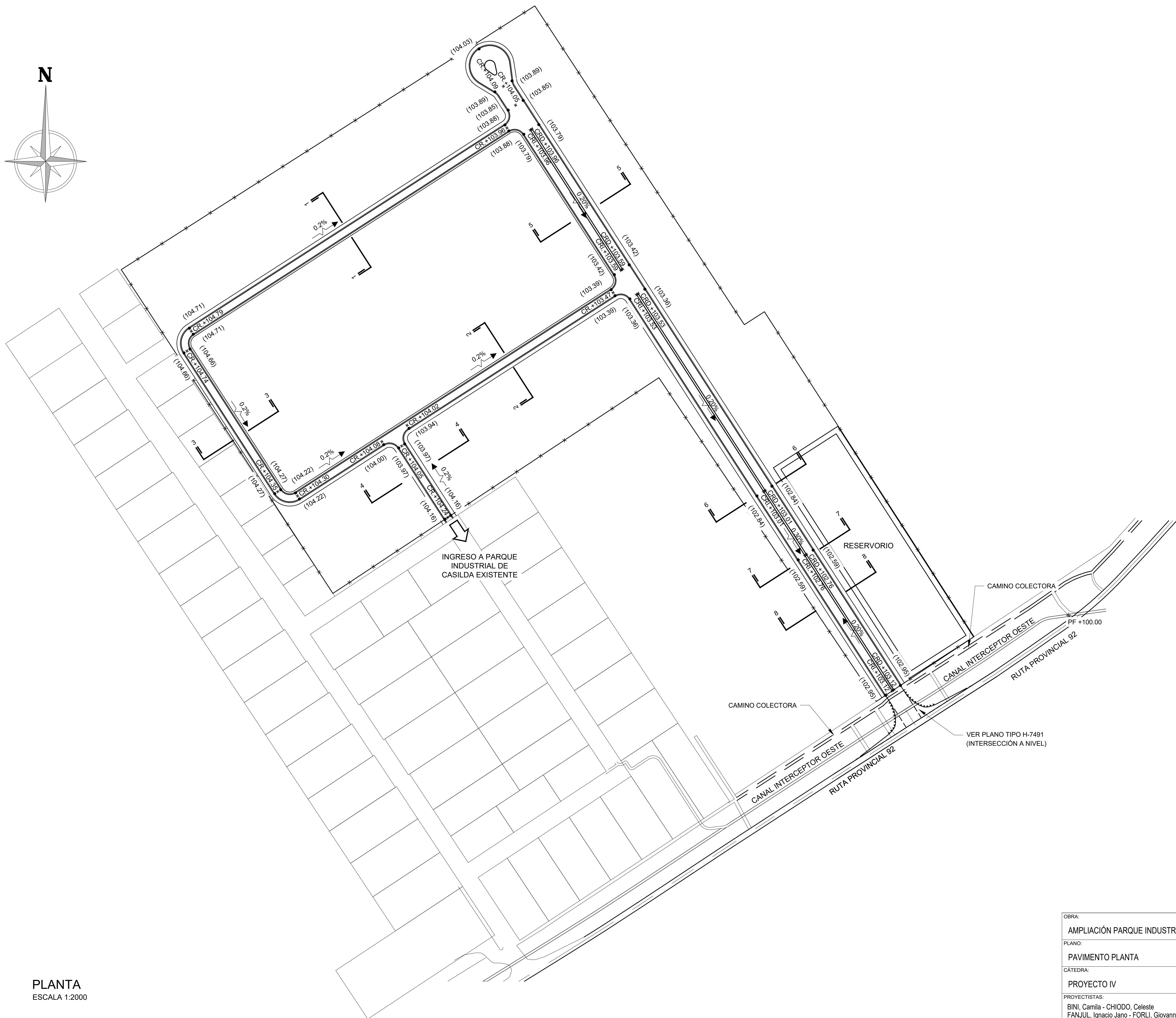
— MEDIDAS EN METROS

1	17-06-25	PARA APROBACIÓN	G.F.	
0	06-05-25	PARA APROBACIÓN	G.	
REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB.	APR.
PLANO N°:				REV.
EPI-VC-001				1
ARCHIVO: EPI-VC-001-2 (DISEÑO DE CALLES).DWG				
ESCALA: 1:2000		LÁMINA: A1 (841x594)mm		

PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIODO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna
---------------	--

ARCHIVO: EPI-VC-001-2 (DISEÑO DE CALLES).DWG	
ESCALA: 1:2000	LÁMINA: A1 (841x594)mm





REFERENCIAS:	
CR.	COTA DE RASANTE
C.R.D.	COTA DE RASANTE DERECHA
C.R.I.	COTA DE RASANTE IZQUIERDA
(102.95)	NIVEL DE PROYECTO DE PAVIMENTO
0.2%	PENDIENTE LONGITUDINAL DE PAVIMENTO
	ALAMBRADO PERIMETRAL
	BARANDA DE DEFENSA

REFERENCIAS:	
CR.	COTA DE RASANTE
C.R.D.	COTA DE RASANTE DERECHA
C.R.I.	COTA DE RASANTE IZQUIERDA
(102.95)	NIVEL DE PROYECTO DE PAVIMENTO
0.2%	PENDIENTE LONGITUDINAL DE PAVIMENTO
	ALAMBRADO PERIMETRAL
	BARANDA DE DEFENSA

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

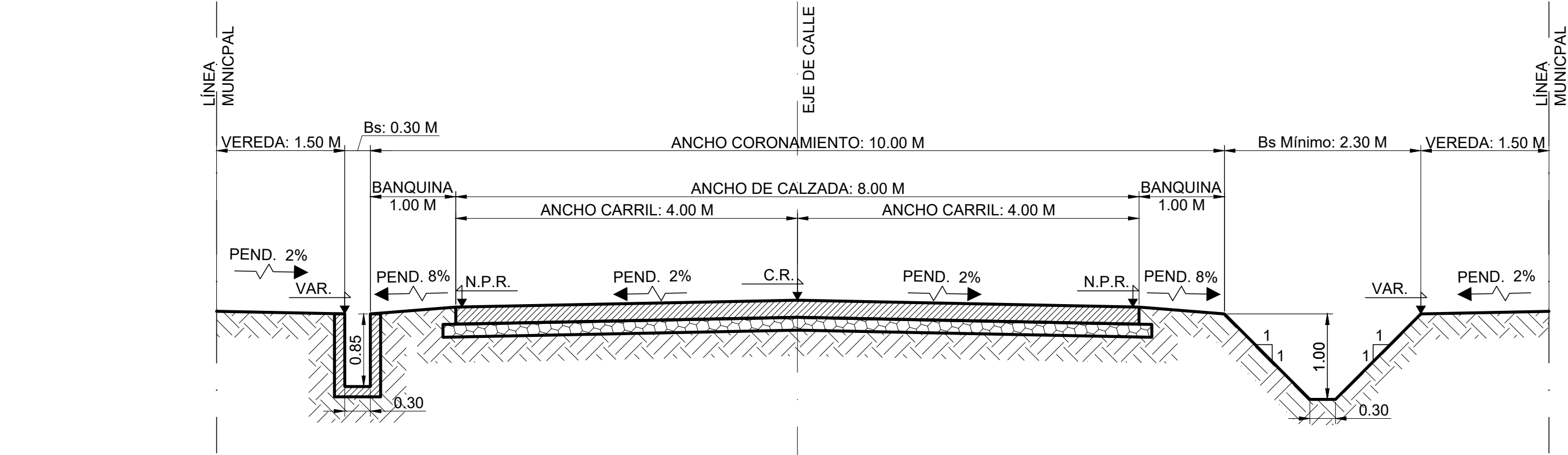
NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

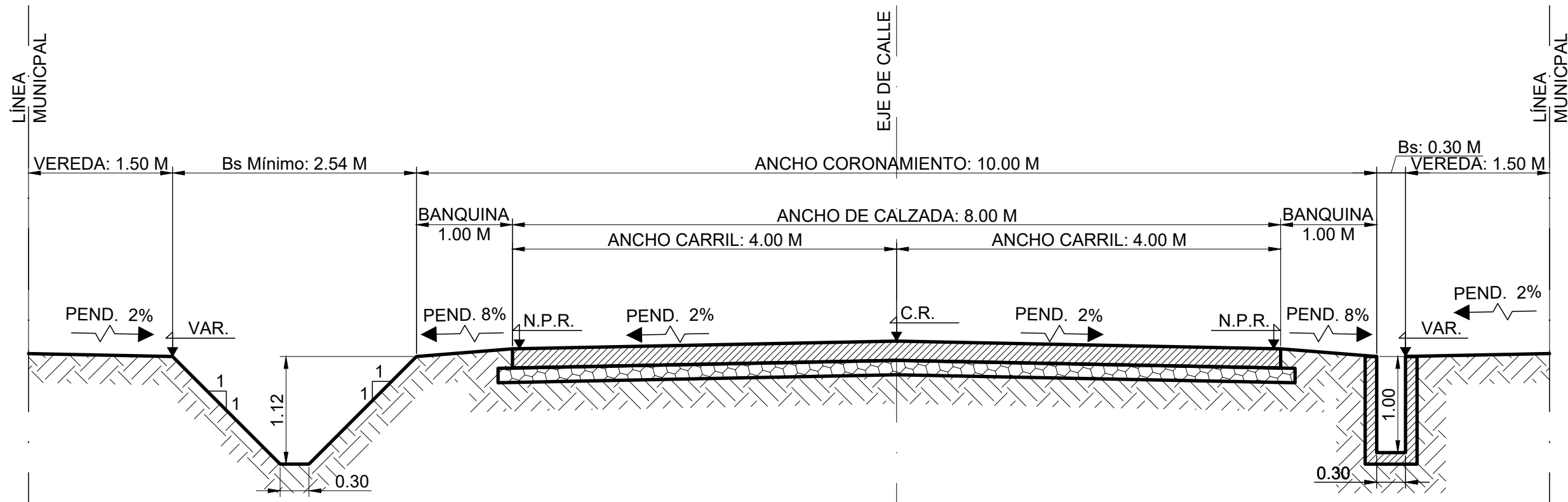
NOTAS:

— MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

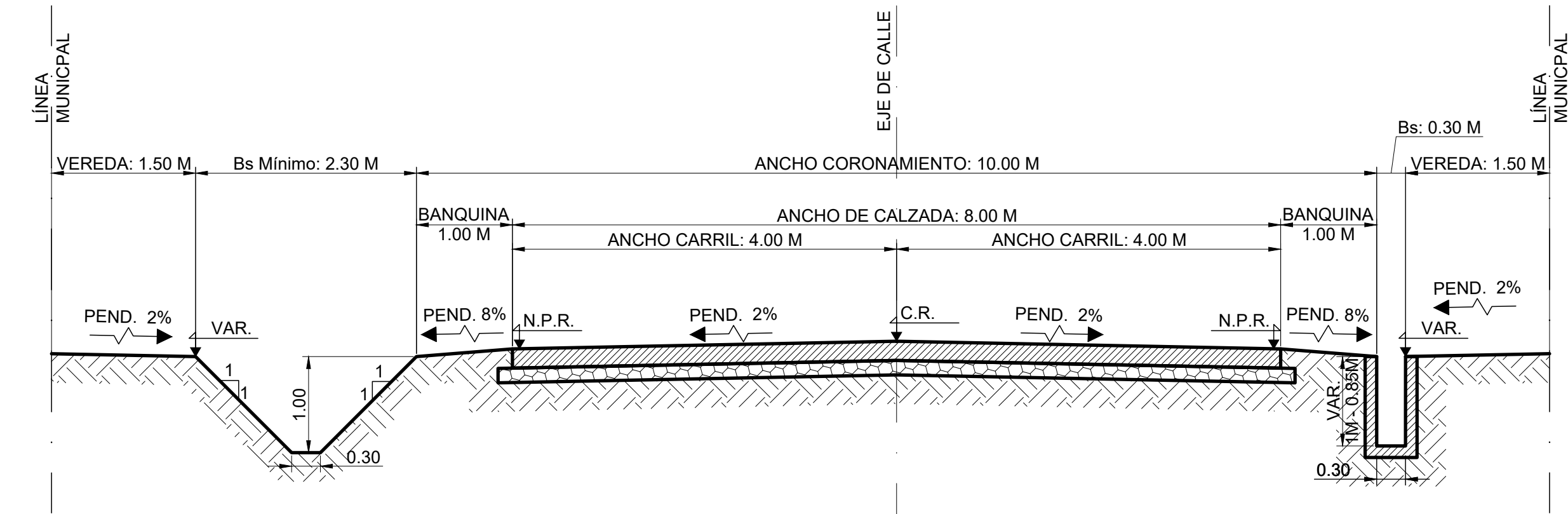
PLANTA
ESCALA 1:2000



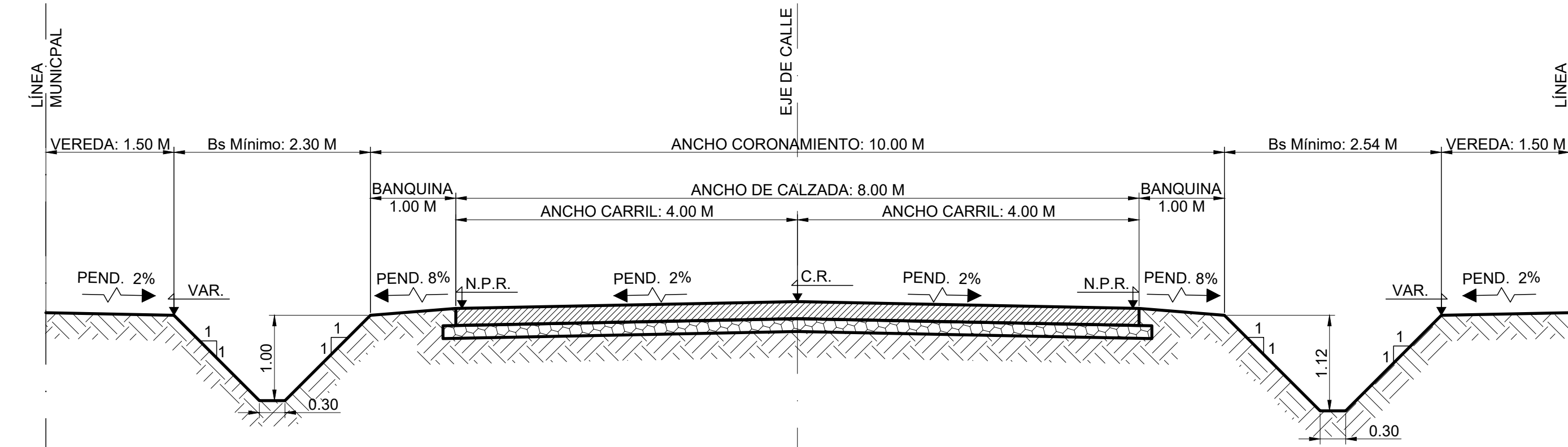
SECCIÓN 1-1
ESCALA 1:50



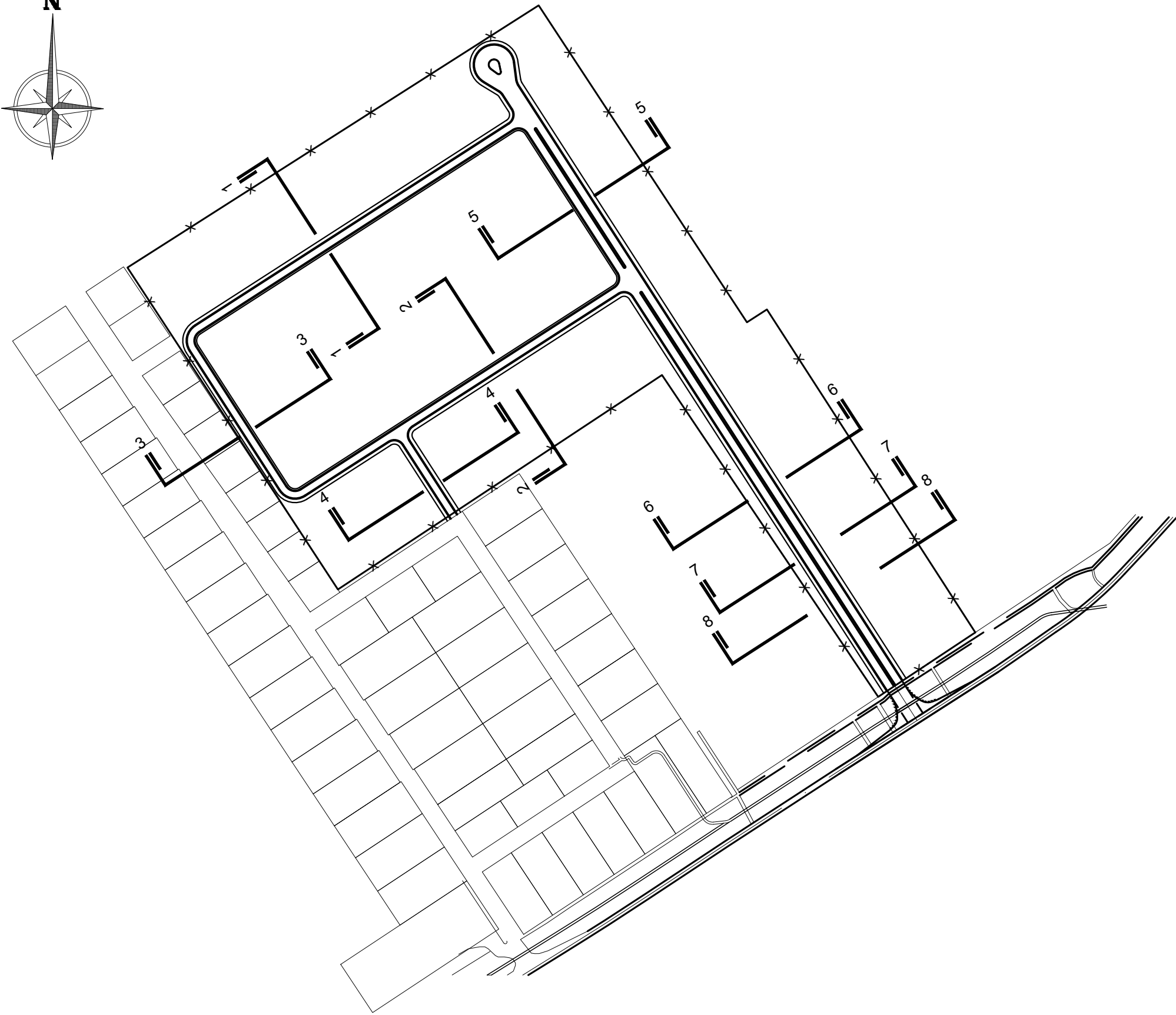
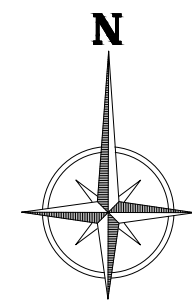
SECCIÓN 2-2
ESCALA 1:50



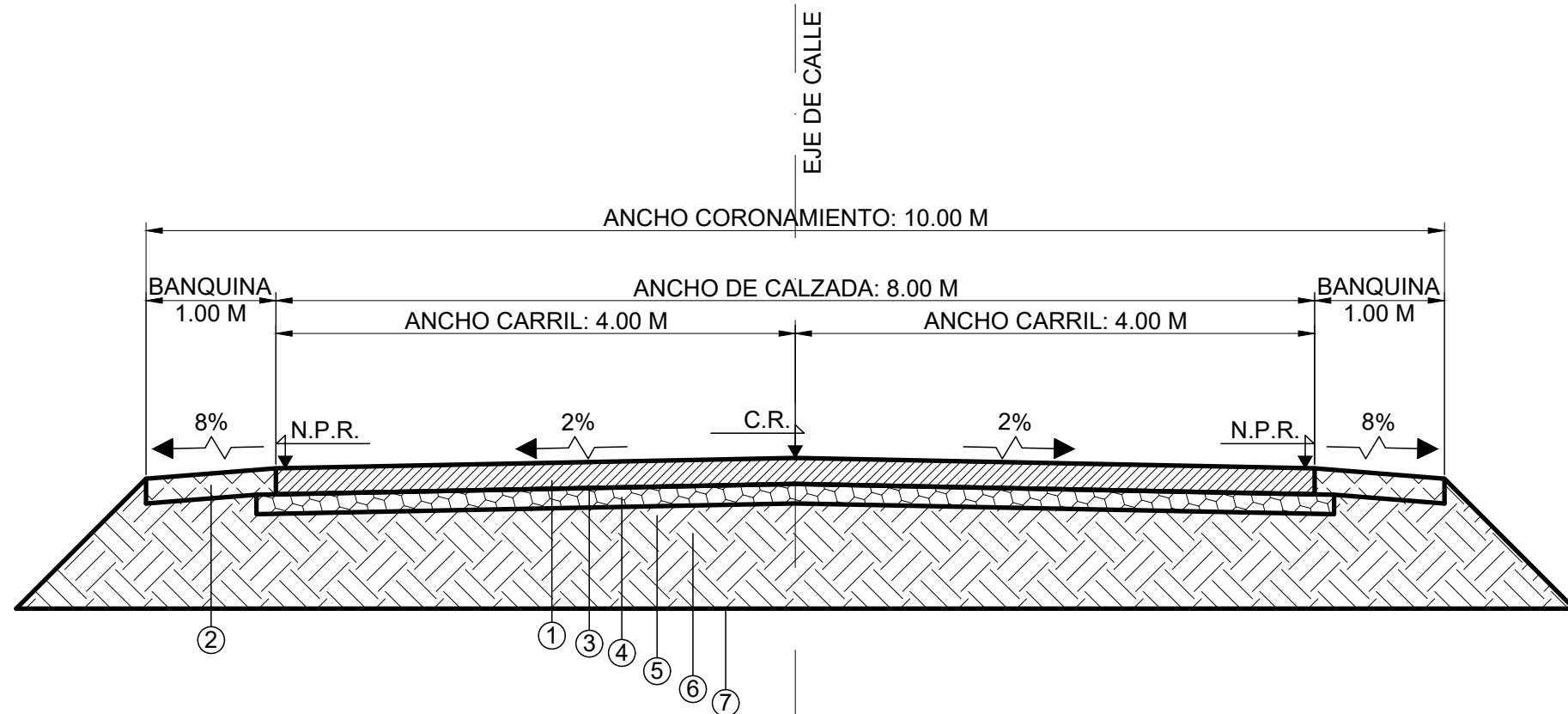
SECCIÓN 3-3
ESCALA 1:50



SECCIÓN 4-4
ESCALA 1:50



KEYPLAN
ESCALA 1:5000



- ① LOSA DE HORMIGÓN H-30 DE 0.20cm DE ESPESOR Y 8m DE ANCHO
② BANQUINA DE SUELO COMPACTADO EN 1m DE ANCHO
③ MEMBRANA ANTIADHERENTE DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (250µm) DE 8m DE ANCHO
④ BASE TRATADA CON CEMENTO DE 15cm DE ESPESOR Y 8.30m
⑤ SUBRASANTE DE SUELO TRATADA CON CAL
⑥ PERFIL EN TERRAPLÉN: NÚCLEO CON COMPACTACIÓN ESPECIAL
⑦ COMPACTACIÓN DE LA BASE DE ASIENTO DEL TERRAPLÉN EN 30cm DE ESPESOR Y ANCHO VARIABLE

PERFIL TIPO DE PAVIMENTO
ESCALA 1:50

REFERENCIAS:

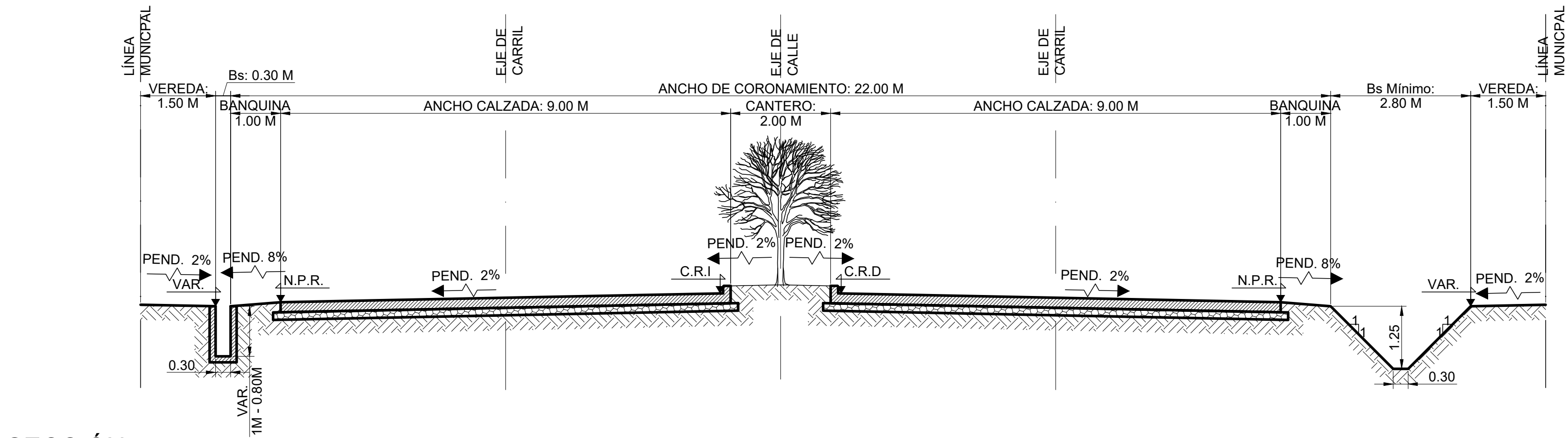
C.R.	COTA DE RASANTE
C.R.D.	COTA DE RASANTE DERECHA
C.R.I.	COTA DE RASANTE IZQUIERDA
N.P.R.	NIVEL DE PROYECTO
VAR.	NIVEL VARIABLE
Bs.	BASE SUPERFICIAL DE CANAL
PEND. 2%	PENDIENTE TRANSVERSAL DE PAVIMENTO
—x—	ALAMBRADO PERIMETRAL
■	BARANDA DE DEFENSA

NOTAS:

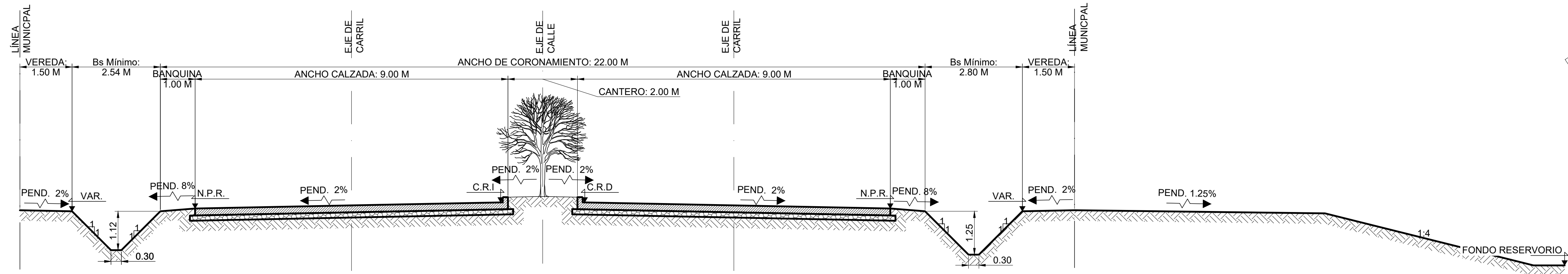
- MEDIDAS Y NIVELES EN METROS
- SE DEBEN RESPETAR COMO MÍNIMO LAS DIMENSIONES DE LOS CANALES A CIELO ABIERTO INDICADAS

OBRA:	AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	PLANO N°:	EPI-VC-003A	REV.:	3
PLANO:	PERFILES TIPO DE OBRA BÁSICA Y PAVIMENTO 1/2	ARCHIVO:	EPI-VC-002-003-2 (PAVIMENTO) DWG	ESCALA:	1:50
CÁTEDRA:	PROYECTO IV	LÁMINA:	A1 (841x594)mm	REV.:	
PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIODO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna				

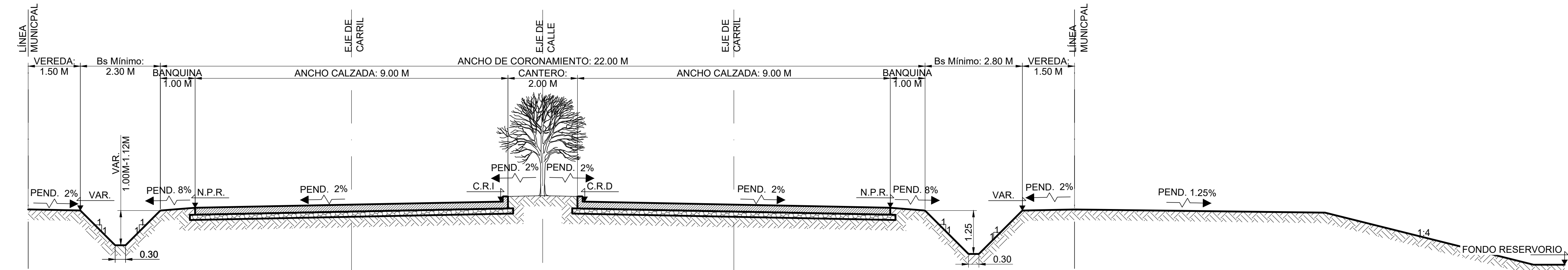




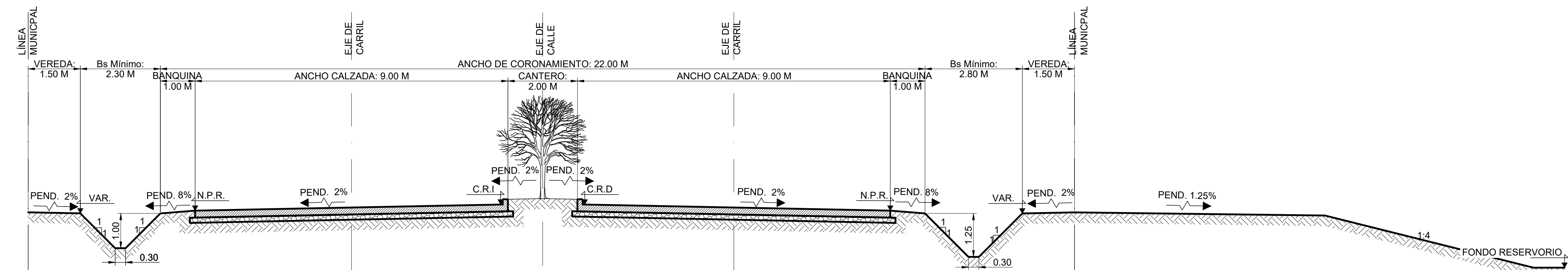
SECCIÓN 5-5
ESCALA 1:75



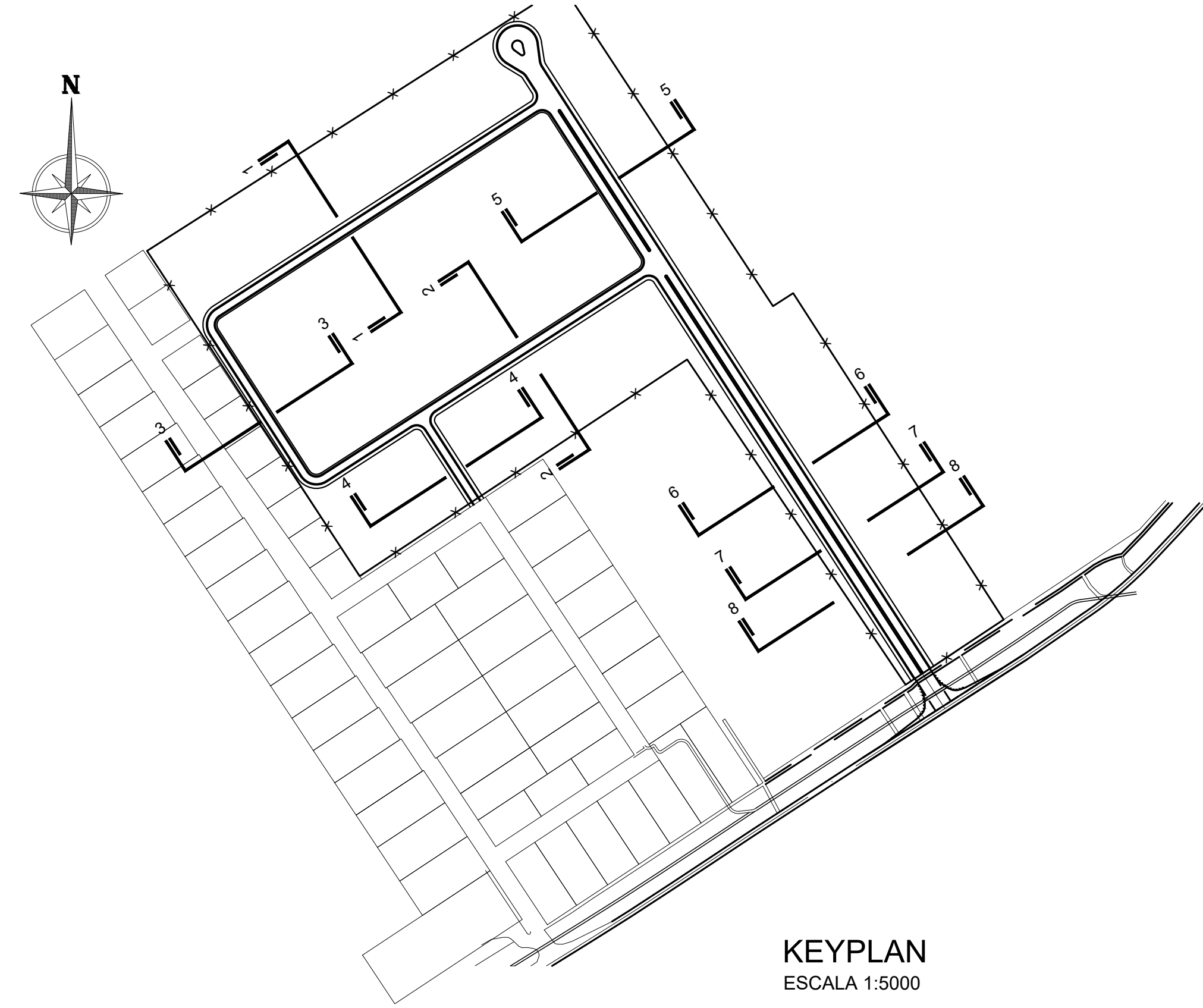
SECCIÓN 6-6
ESCALA 1:75



SECCIÓN 7-7
ESCALA 1:75



SECCIÓN 8-8
ESCALA 1:75



KEYPLAN
ESCALA 1:5000

REFERENCIAS:

- C.R. COTA DE RASANTE
- C.R.D. COTA DE RASANTE DERECHA
- C.R.I. COTA DE RASANTE IZQUIERDA
- N.P.R. NIVEL DE PROYECTO
- VAR. NIVEL VARIABLE
- Bs. BASE SUPERFICIAL DE CANAL
- PEND. 2% PENDIENTE TRANSVERSAL DE PAVIMENTO
- ALAMBRADO PERIMETRAL
- BARANDA DE DEFENSA

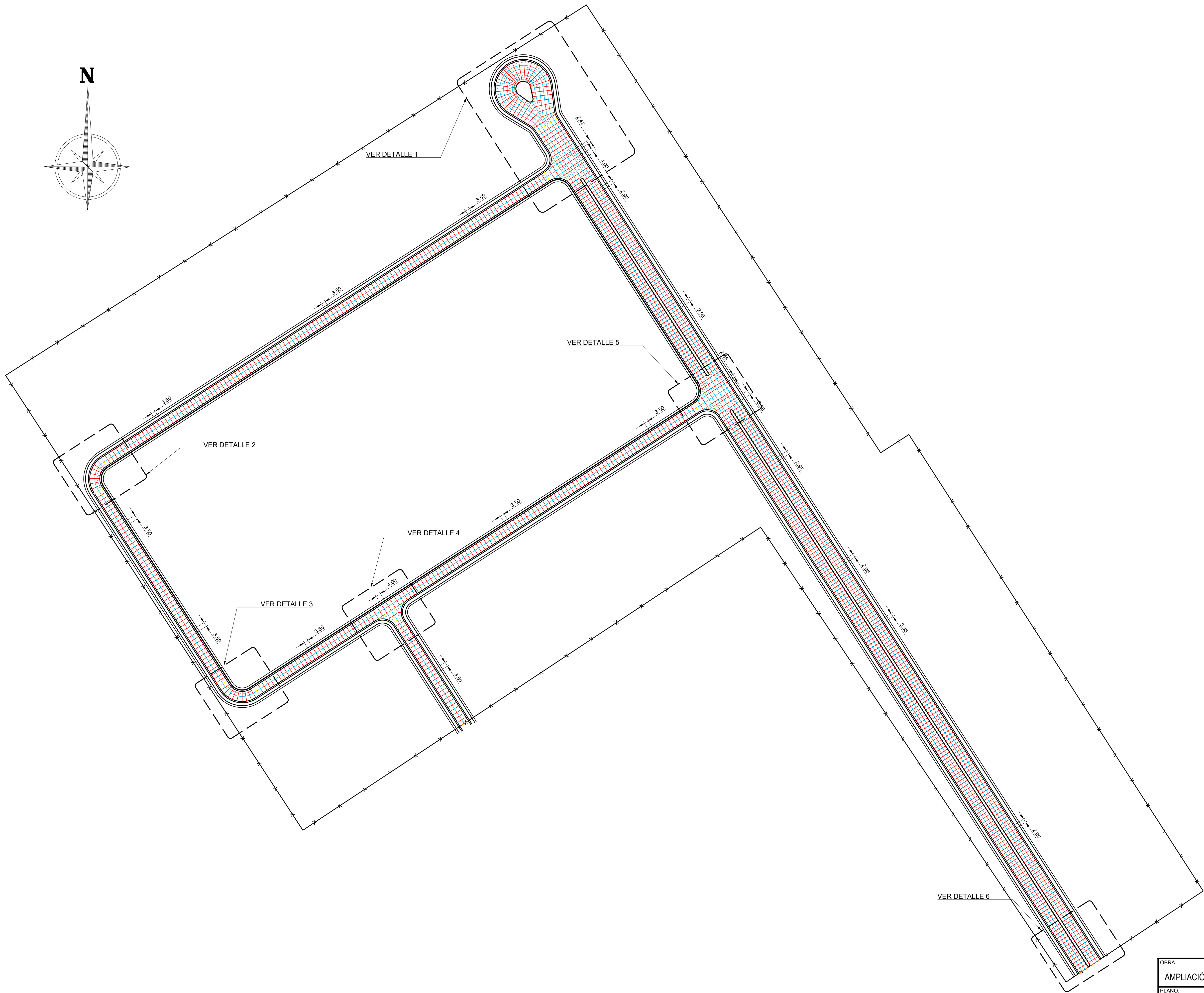
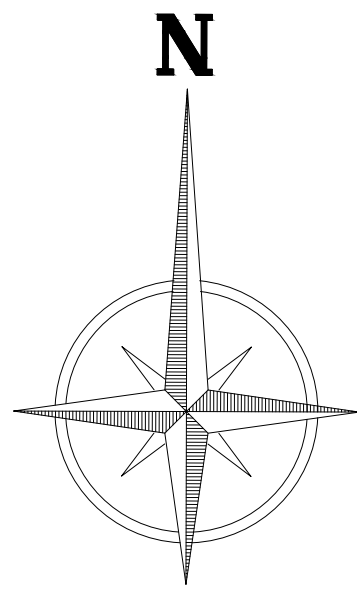
NOTAS:

- MEDIDAS Y NIVELES EN METROS
- SE DEBEN RESPETAR COMO MÍNIMO LAS DIMENSIONES DE LOS CAÑALES A CIELO ABIERTO INDICADAS

OBRA:	AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	PLANO N°:	EPI-VC-003B	REV.:	2
PLANO:	PERFILES TIPO DE O.B. Y PAVIMENTO 2/2	ARCHIVO:	EPI-VC-002-003-2 (PAVIMENTO) DWG	ESCALA:	1:75
CÁTEDRA:	PROYECTO IV	LÁMINA:	A1 (841x594)mm		
PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIODI, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna				

2	22-07-25	PARA APROBACIÓN	C.C.
1	17-06-25	PARA APROBACIÓN	C.C.
0	06-05-25	PARA APROBACIÓN	C.C.
REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB. APR. REV.:





REFERENCIAS:

- JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN CON PASADORES
- JUNTA LONGITUDINAL DE ARTICULACIÓN CON BARRAS DE UNIÓN
- JUNTA LONGITUDINAL ENSAMBLADA A BORDE LIBRE
- JUNTA TRANSVERSAL DE DILATACIÓN O EXPANSIÓN
- LOSA TABIQUE
- LOSA ARMADA DE MALLA Ø8MM
- CALADO DE DESAGÜE

NOTAS:

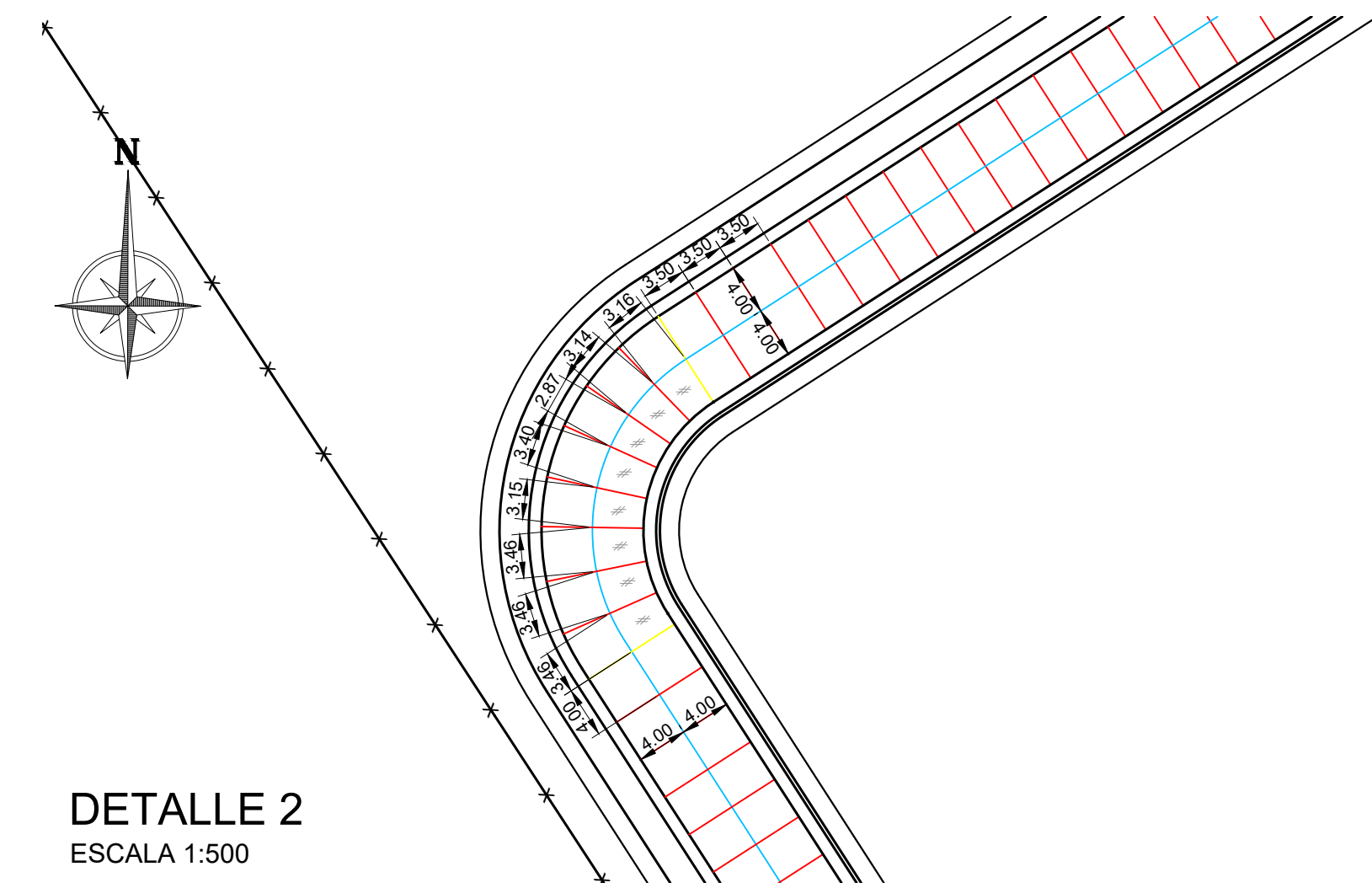
— MEDIDAS EN METROS

PLANTA
ESCALA 1:1500

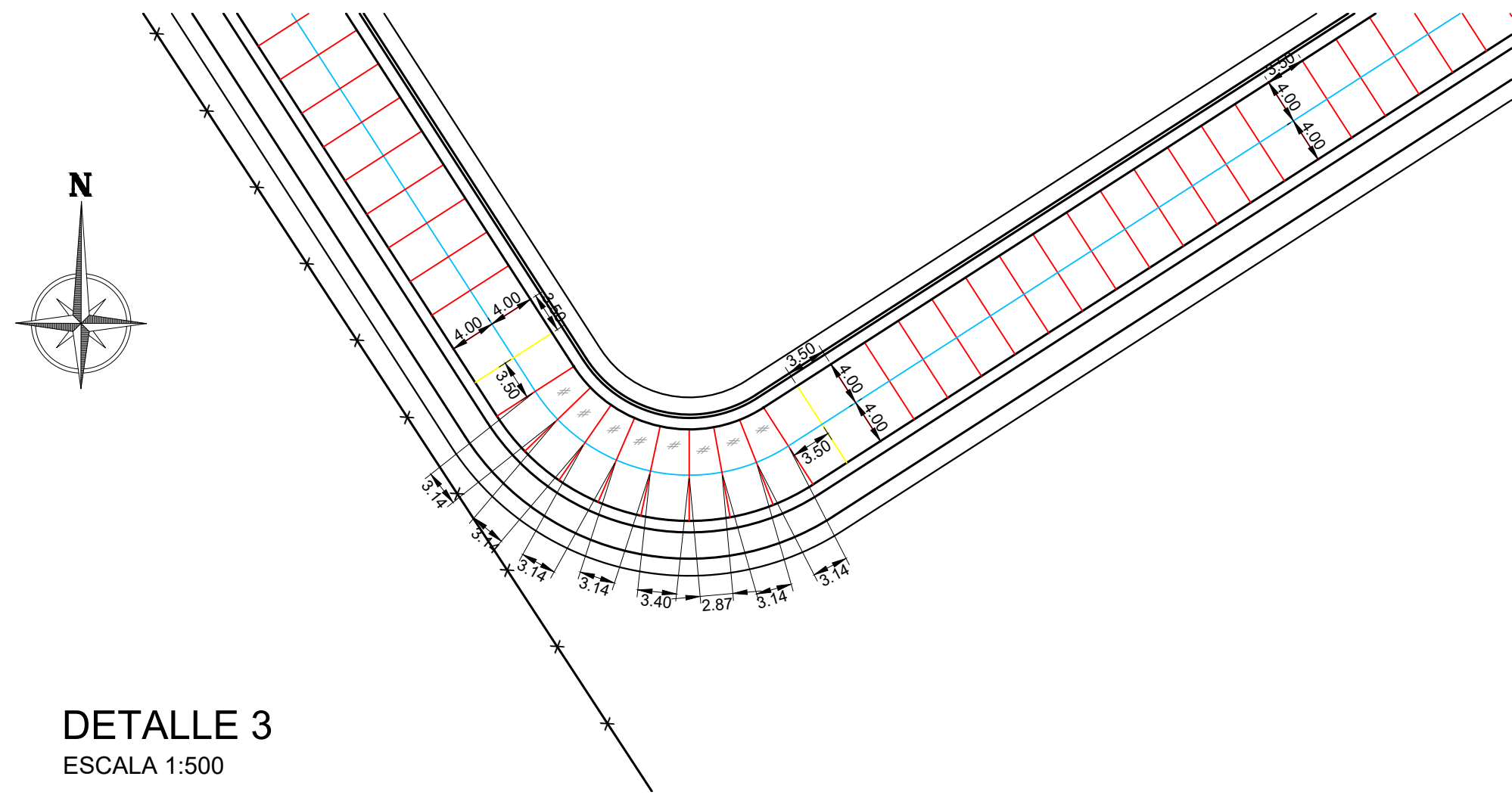
OBRA:	AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	PLANO N°:	EPI-VC-004	REV.:	1
PLANO:	DISEÑO DE JUNTAS 1/2	ARCHIVO:	EPI-VC-004-2 (DISEÑO DE JUNTAS) DWG	REV.:	
CATEDRA:	PROYECTO IV	ESCALA:	1:1500	LÁMINA:	A1 (841x594)mm
PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIDO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna				



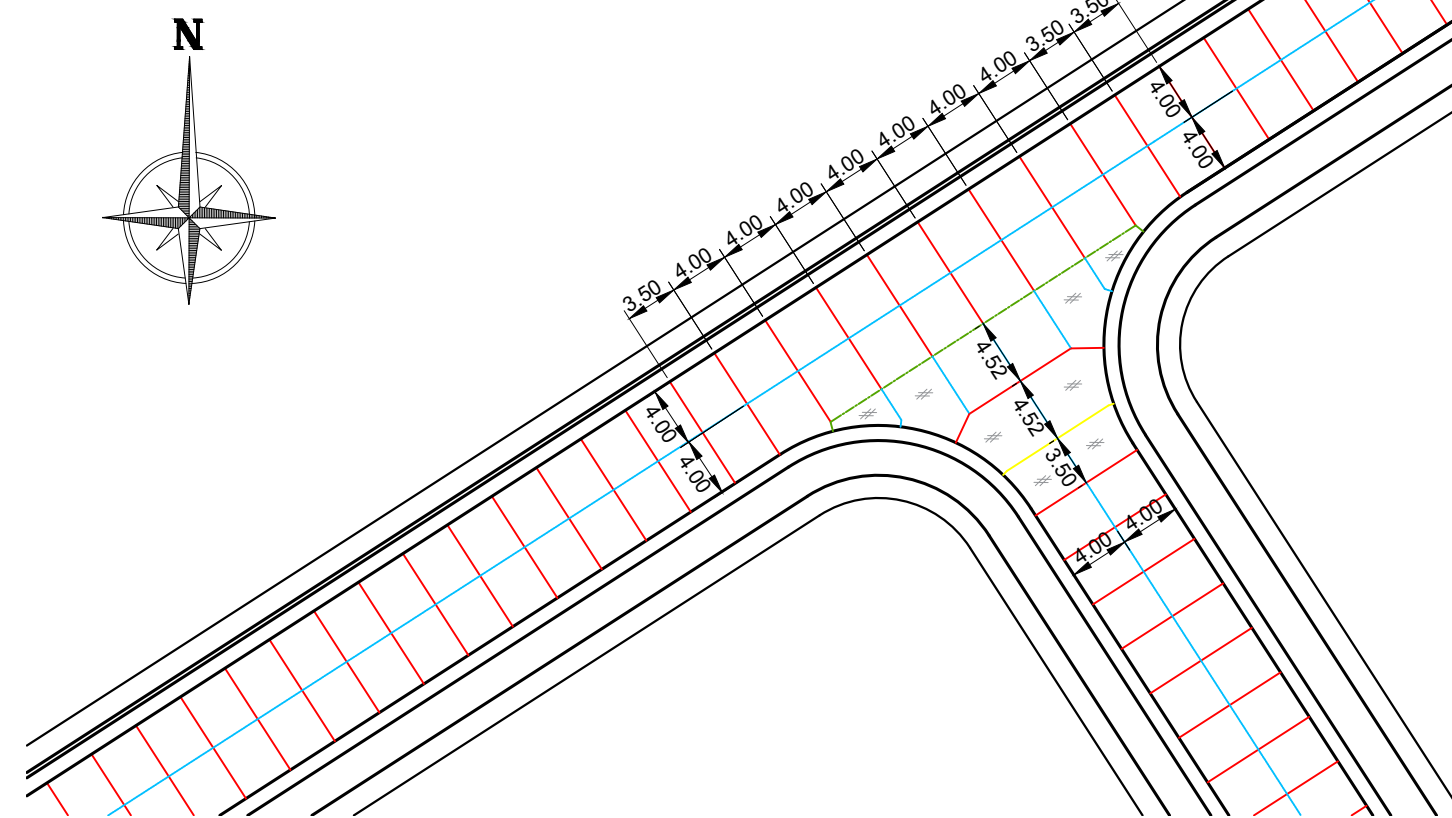
DETALLE 1
ESCALA 1:500



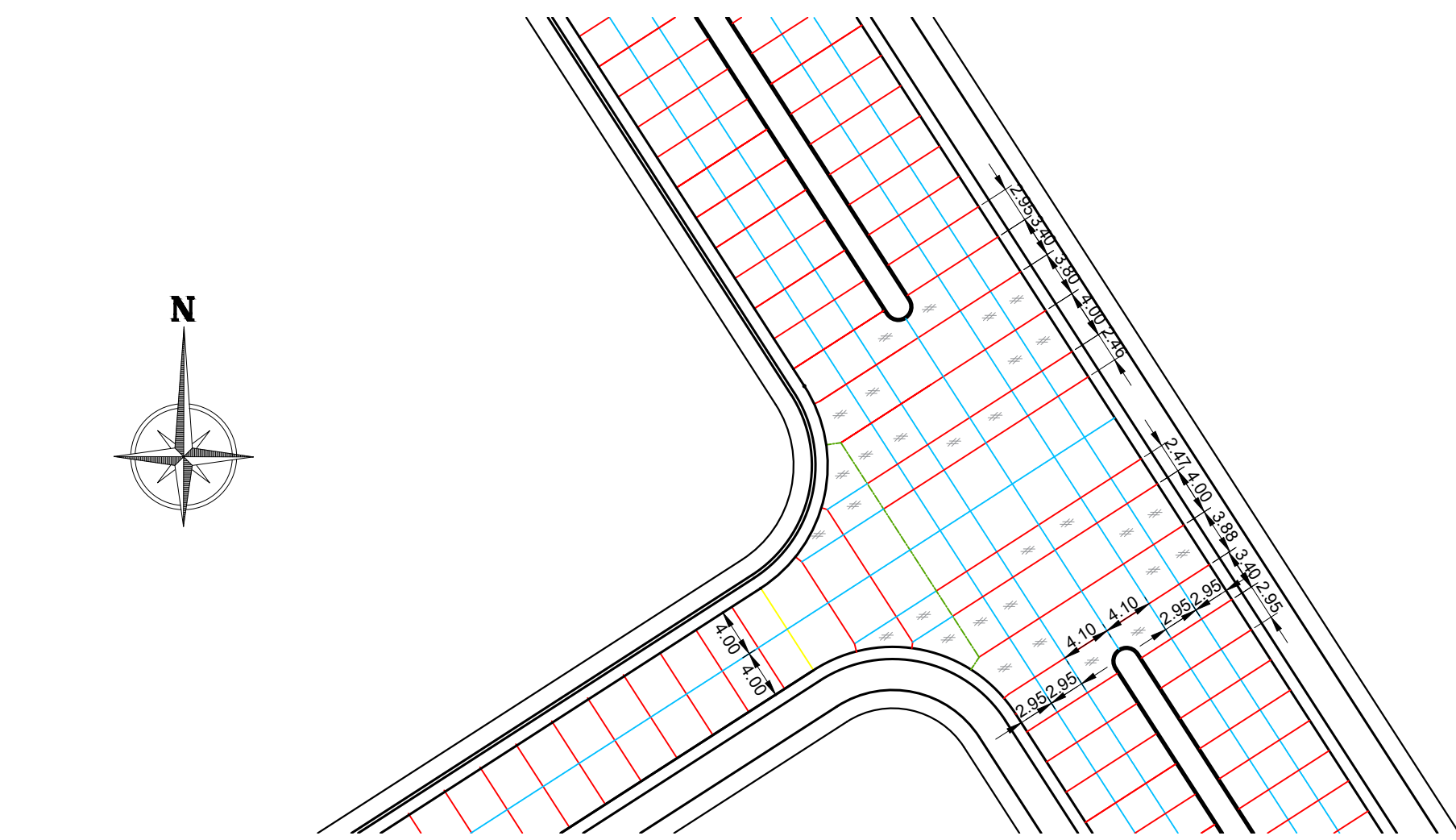
DETALLE 2
ESCALA 1:500



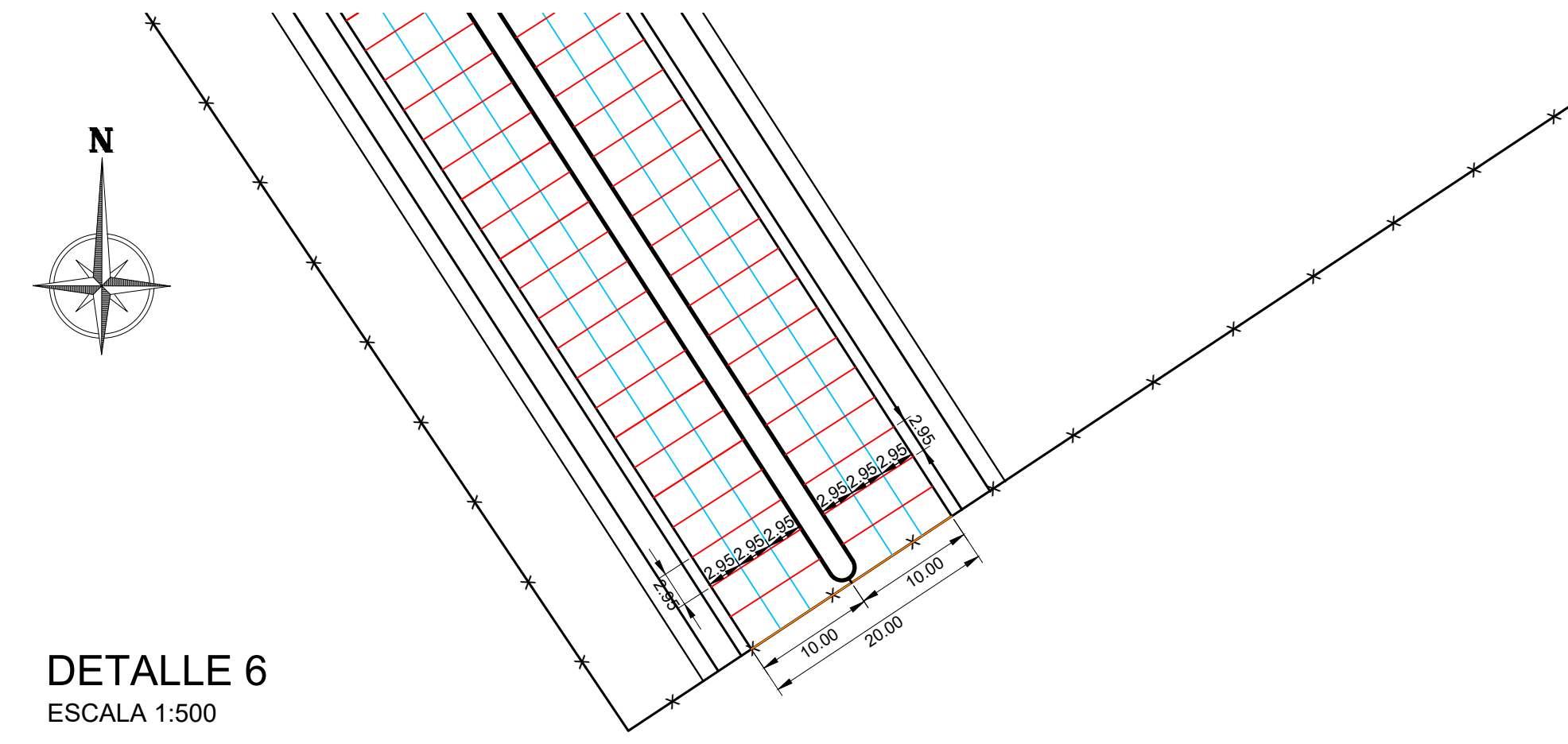
DETALLE 3
ESCALA 1:500



DETALLE 4
ESCALA 1:500



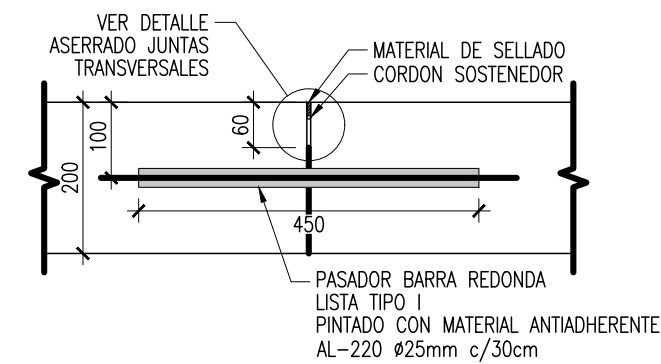
DETALLE 5
ESCALA 1:500



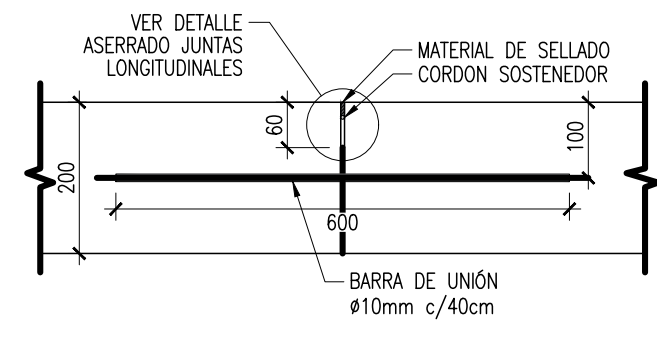
DETALLE 6
ESCALA 1:500

DETALLE TIPOS DE JUNTAS ESCALA: 1:10

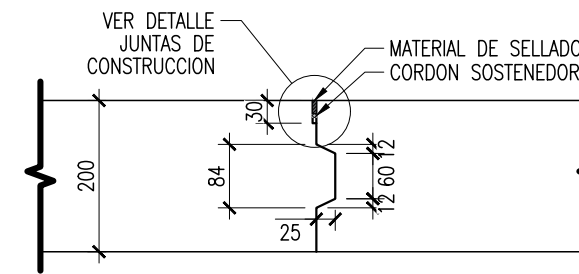
TIPO A-1 Junta transversal de contracción con pasadores



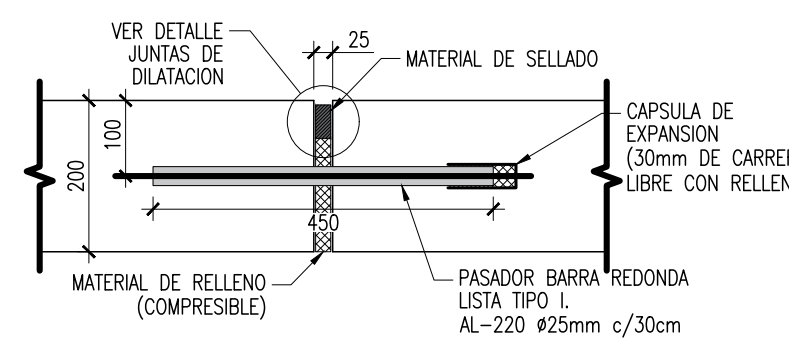
TIPO C-1 Junta longitudinal de contracción o articulación con barras de unión



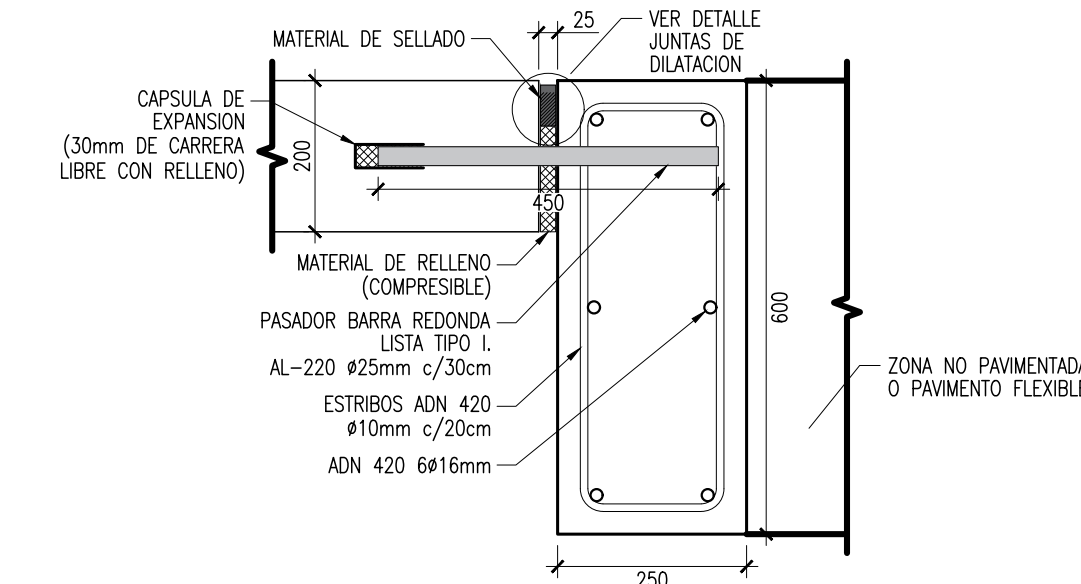
TIPO D-2 Junta longitudinal de construcción o ensamblada a borde libre



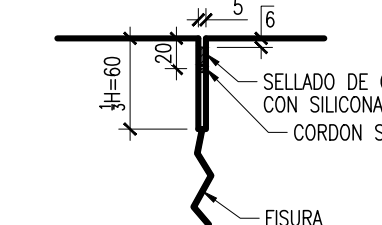
TIPO E Junta transversal de dilatación o expansión



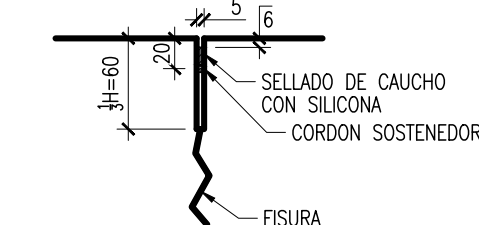
LOSA TABIQUE Contra calzada no pavimentada o pavimento flexible



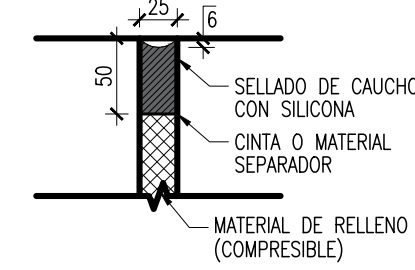
DETALLE ASERRADO JUNTAS TRANSVERSALES ESCALA: 1:5



DETALLE ASERRADO JUNTAS LONGITUDINALES ESCALA: 1:5



DETALLE JUNTAS DE DILATACIÓN ESCALA: 1:5



REFERENCIAS:

- JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN CON PASADORES
- JUNTA LONGITUDINAL DE ARTICULACIÓN CON BARRAS DE UNIÓN
- JUNTA LONGITUDINAL ENSAMBLADA A BORDE LIBRE
- JUNTA TRANSVERSAL DE DILATACIÓN O EXPANSIÓN
- LOSA TABIQUE
- LOSA ARMADA DE MALLA Ø8MM
- CALADO DE DESAGÜE

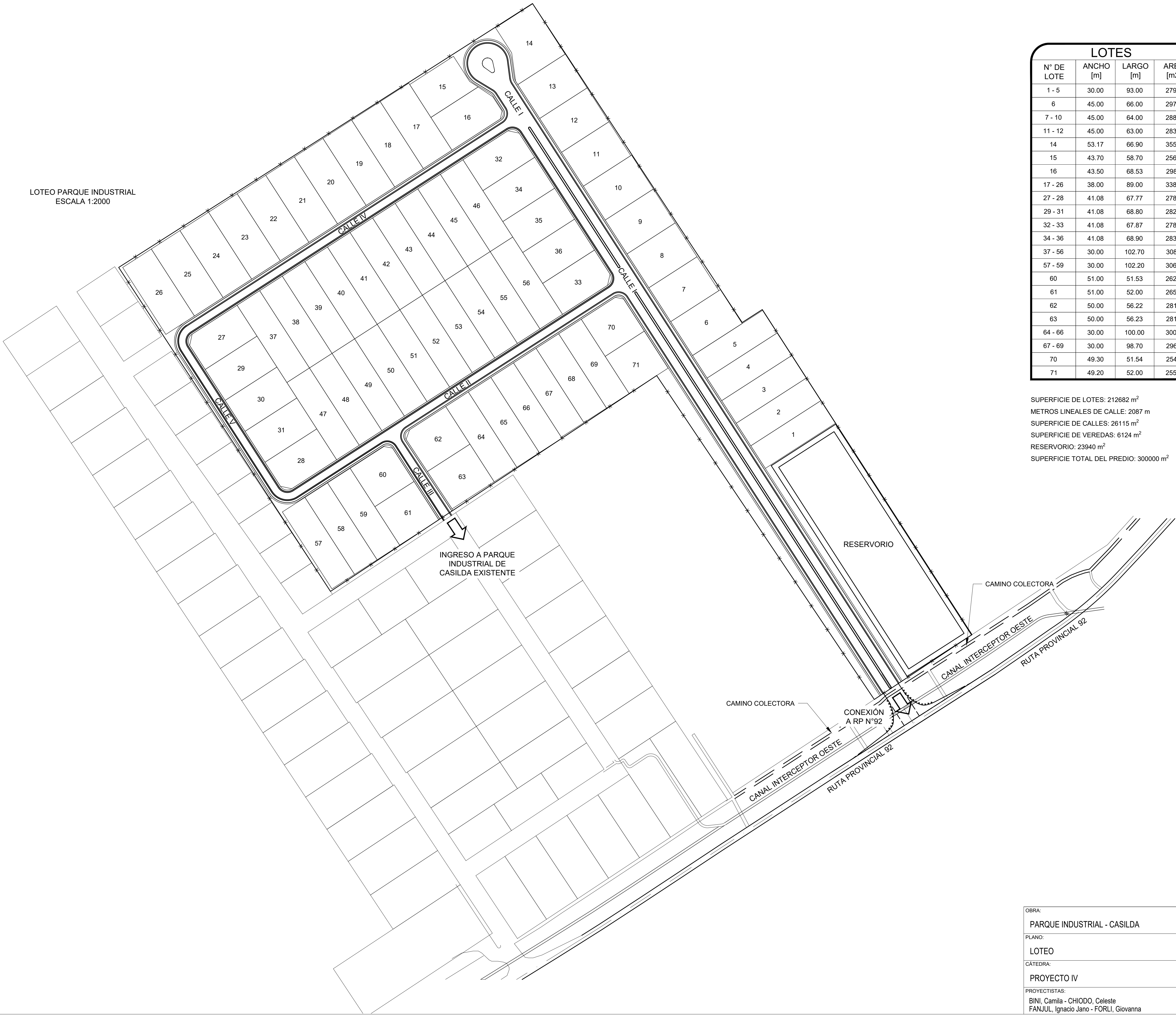
NOTAS:

— MEDIDAS EN METROS

OBRA:	AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	PLANO N°:	EPI-VC-004A	REV:	2
PLANO:	DISEÑO DE JUNTAS 2/2	ARCHIVO:	EPI-VC-004-2 (DISEÑO DE JUNTAS) DWG		
CATEDRA:	PROYECTO IV	ESCALA:	VARIAS	LÁMINA:	A1 (841x594)mm
PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIODO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna				



LOTEO PARQUE INDUSTRIAL
ESCALA 1:2000



LOTES			
N° DE LOTE	ANCHO [m]	LARGO [m]	AREA [m2]
1 - 5	30.00	93.00	2790
6	45.00	66.00	2970
7 - 10	45.00	64.00	2880
11 - 12	45.00	63.00	2835
14	53.17	66.90	3557
15	43.70	58.70	2565
16	43.50	68.53	2981
17 - 26	38.00	89.00	3382
27 - 28	41.08	67.77	2784
29 - 31	41.08	68.80	2826
32 - 33	41.08	67.87	2788
34 - 36	41.08	68.90	2830
37 - 56	30.00	102.70	3081
57 - 59	30.00	102.20	3066
60	51.00	51.53	2628
61	51.00	52.00	2652
62	50.00	56.22	2811
63	50.00	56.23	2811
64 - 66	30.00	100.00	3000
67 - 69	30.00	98.70	2961
70	49.30	51.54	2541
71	49.20	52.00	2558

SUPERFICIE DE LOTES: 212682 m²
METROS LINEALES DE CALLE: 2087 m
SUPERFICIE DE CALLES: 26115 m²
SUPERFICIE DE VEREDAS: 6124 m²
RESERVORIO: 23940 m²
SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO: 300000 m²

REFERENCIAS:

ALAMBRADO PERIMETRAL

BARANDA DE DEFENSA

OBRA:
PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA

PLANO:
LOTEO

CATEDRA:
PROYECTO IV

PROYECTISTAS:
BINI, Camila - CHIDO, Celeste
FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna

0 | 06-05-25 | PARA APROBACIÓN | C.C.

REV. | FECHA | OBSERVACIONES | DIB. | APR. |

PLANO N°:
EPI-LO-001

ARCHIVO:
EPI-LO-001-2 (LOTEO).DWG

ESCALA:
1:2000

LÁMINA:
A1 (841x594)mm

0

FCEIA

INCLUIDO DE
CIRCULO NACIONAL
INGENIERIA Y AGRICULTURA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

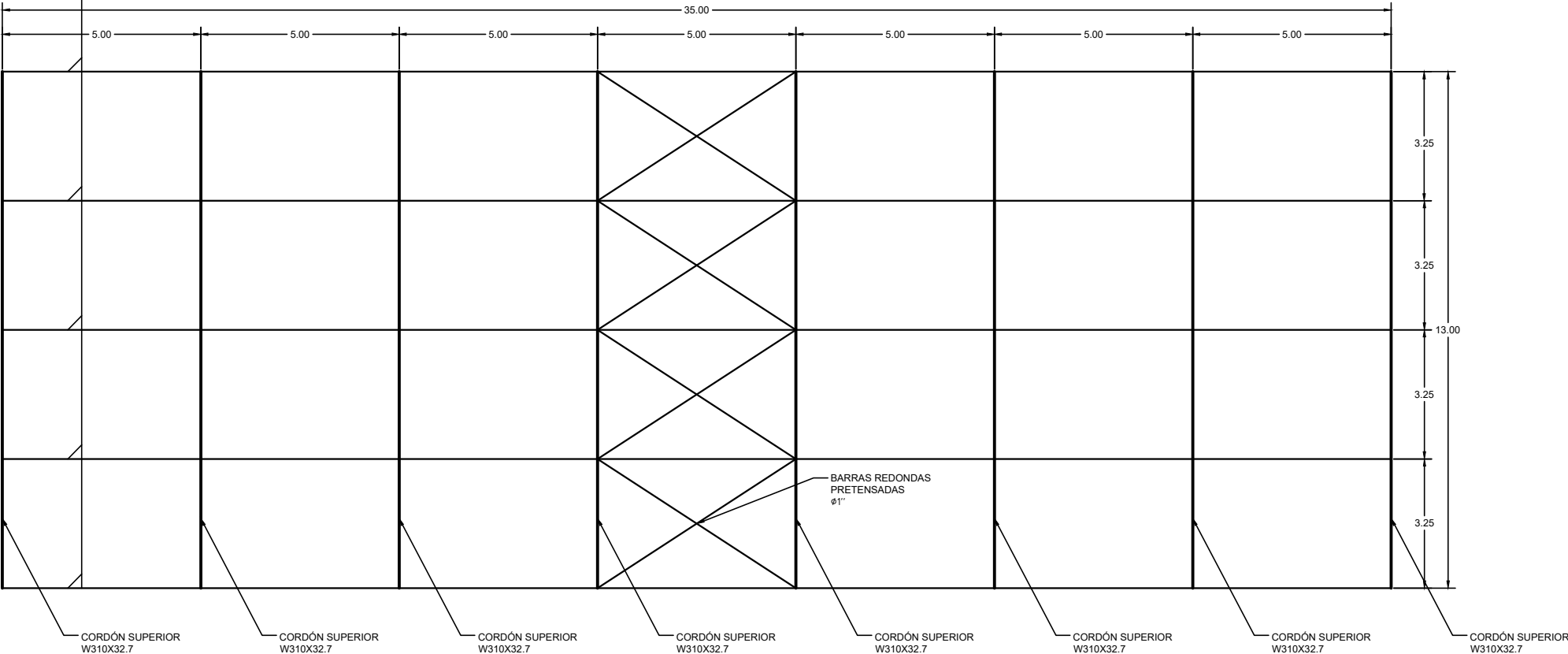
INGENIERIA Y AGRICULTURA



N

PUNTAL CUBIERTA
Tubo de acero- Sección
cuadrada 80x2.5

PLANTA SUPERIOR

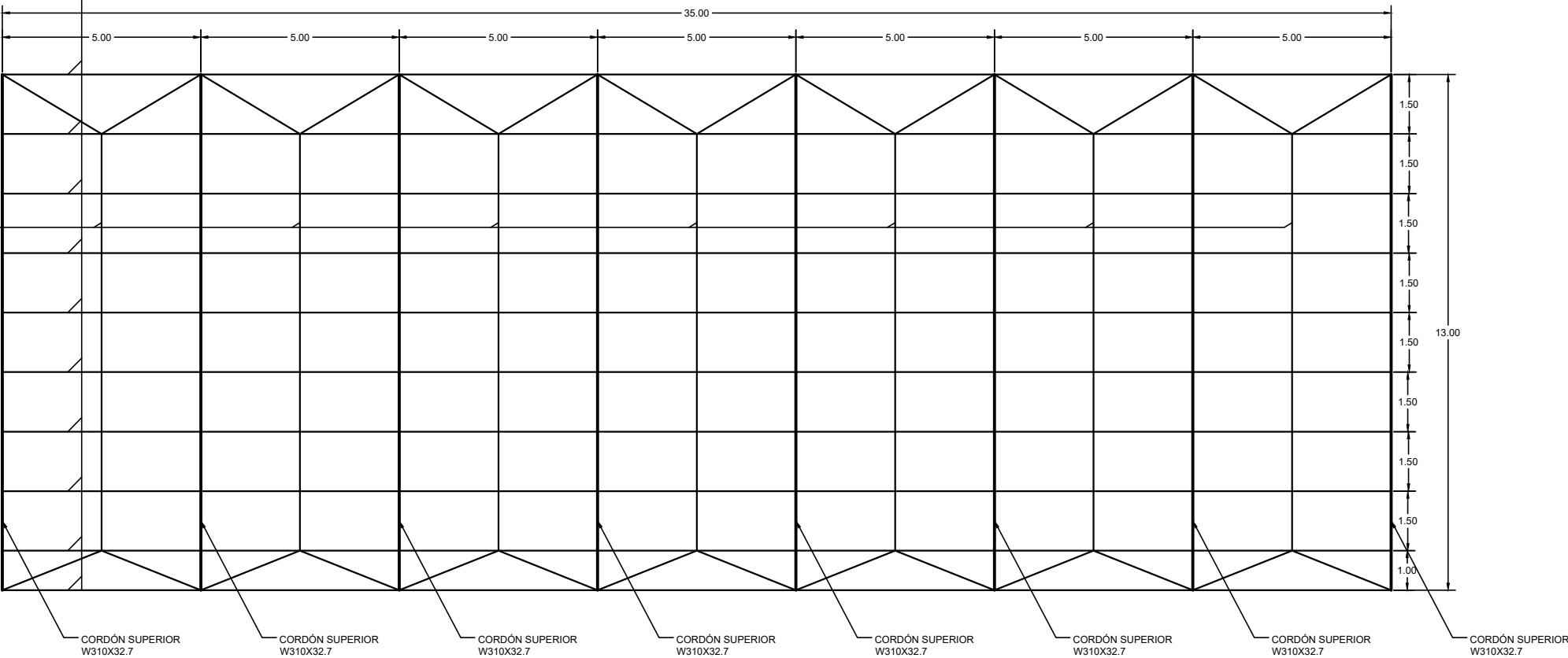


N

CORREAS DE TECHO
Perfil C 180-70-25-3.2

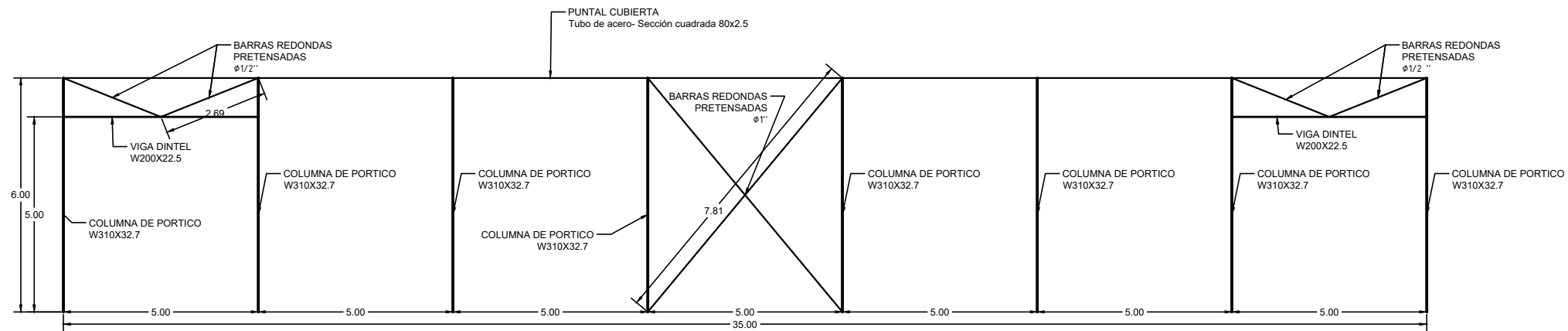
PLANTA DE TECHO - CORREAS

TILLAS EN L/2
Hierro redondo 1"

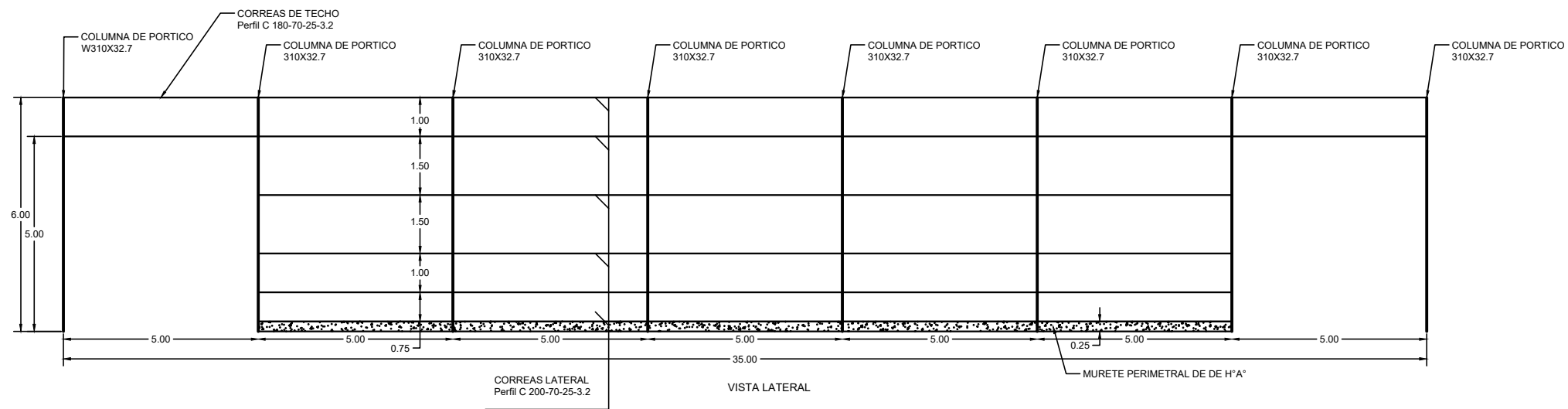


NOTA: Medidas en m

OBRA:		PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	
PLANO:		PLANTA UNIFILAR	
CÁTEDRA:		PROYECTO IV	
PROYECTISTAS:		BINI, Camila - CHIDO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna	
ARCHIVO:		EPI-ES.DWG	
ESCALA:		1:150	
LÁMINA:		A3 (420 x 210)mm	
REV.		FECHA	
OBSERVACIONES		DIB.	
APR.		REV.	
PLANO N°:		EPI-ES-001	
1		1	
2		22-07-25	
1		17-06-25	
0		06-05-25	
PARA APROBACIÓN		C.B.	
PARA APROBACIÓN		C.B.	
PARA APROBACIÓN		L.F.	
FCEA		FEDERACIÓN NACIONAL DE CHIMENISTAS	
INCLUSIÓN DE CRUCES BACNA		FEDERACIÓN NACIONAL DE CHIMENISTAS	



VISTA LATERAL EXTERNA

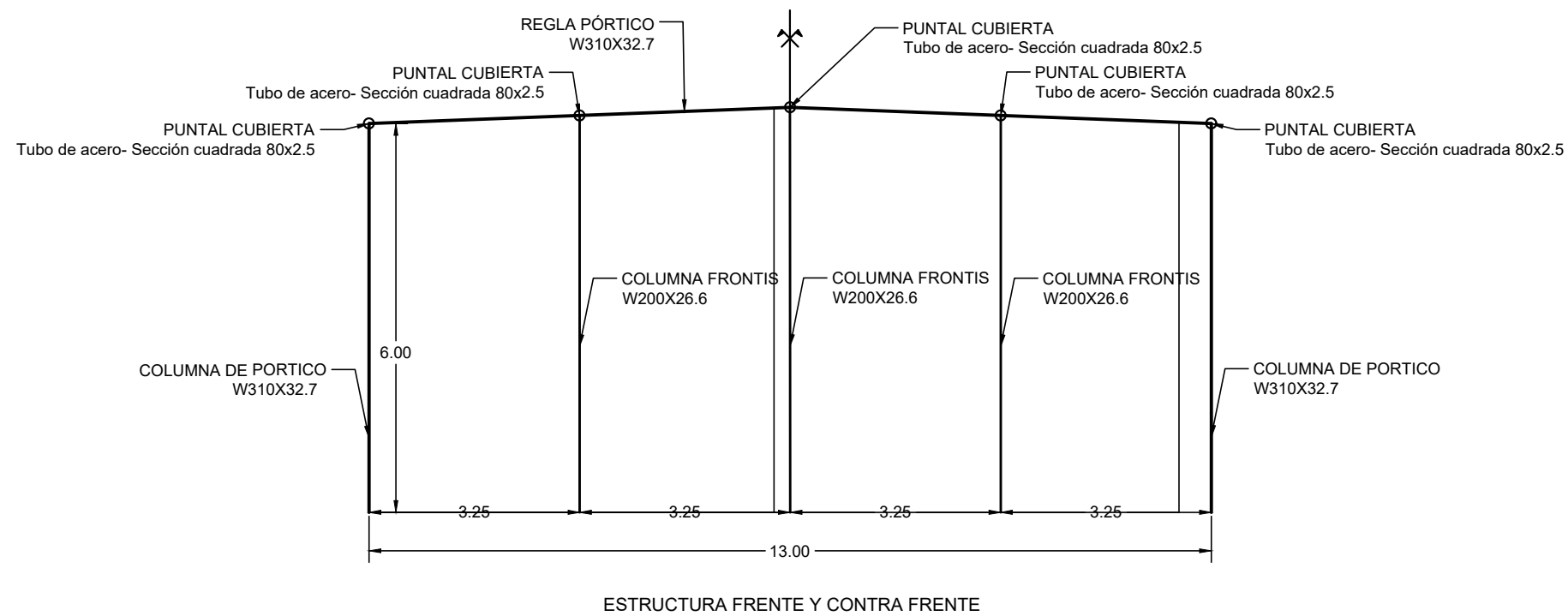
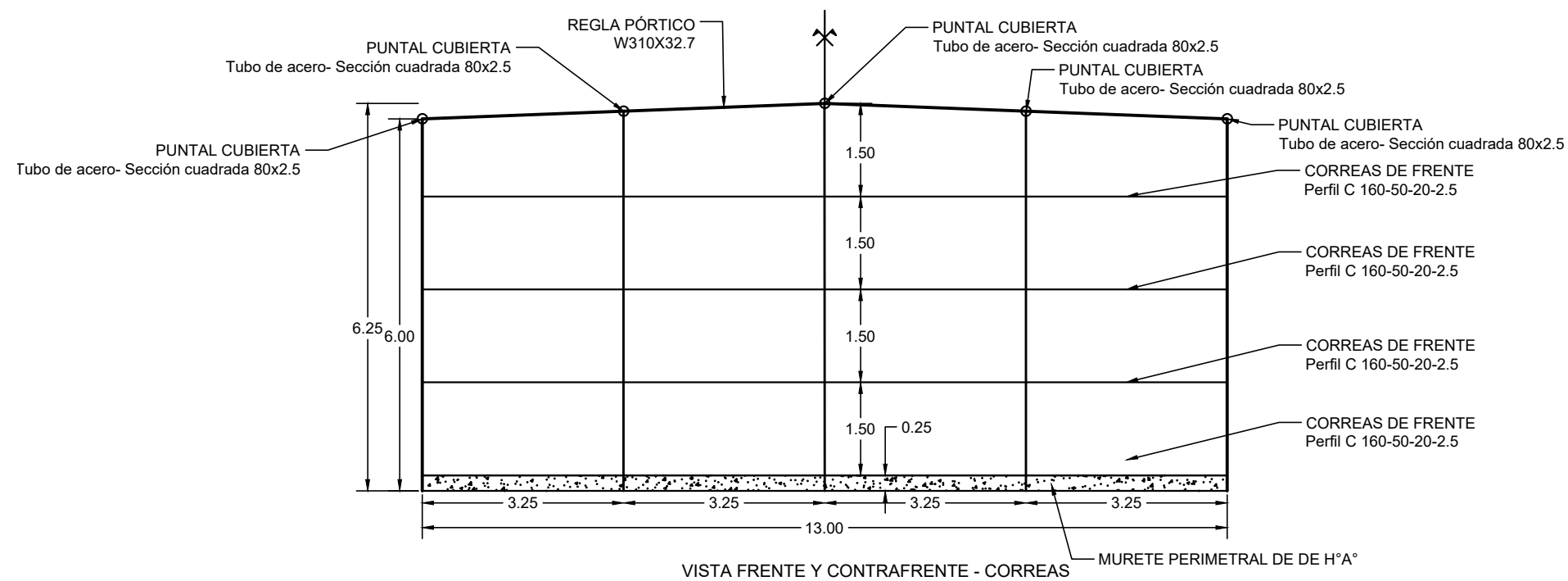


VISTA LATERAL

NOTAS:
- MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

		1	17-05-25	PARA APROBACIÓN	C.B.	
		0	06-05-25	PARA APROBACIÓN	L.J.F.	
REV.		FECHA	OBSERVACIONES	DIB.	APR.	
OBRA:		PLANO N°:				REV.:
PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA		EPI-ES-002				1
PLANO:		ARCHIVO:				
VISTA LATERAL UNIFILAR		EPI-ES- DWG				
		ESCALA:		LAMINA:		
		1:150		A3 (420 x 210)mm		
CÁTEDRA:						
PROYECTO IV						
PROYECTISTAS:						
BINI, Camila - CHIODO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLÌ, Giovanna						
						

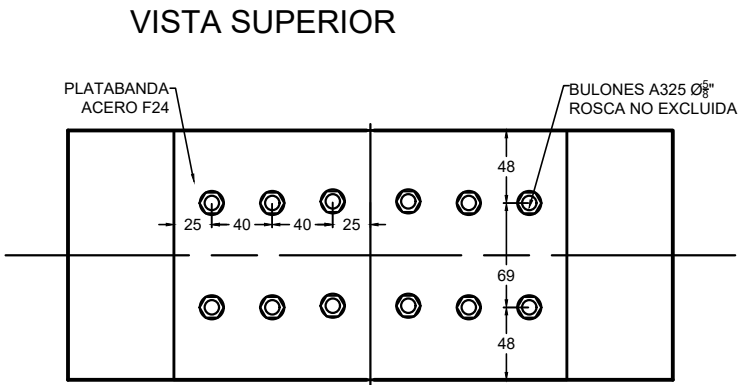
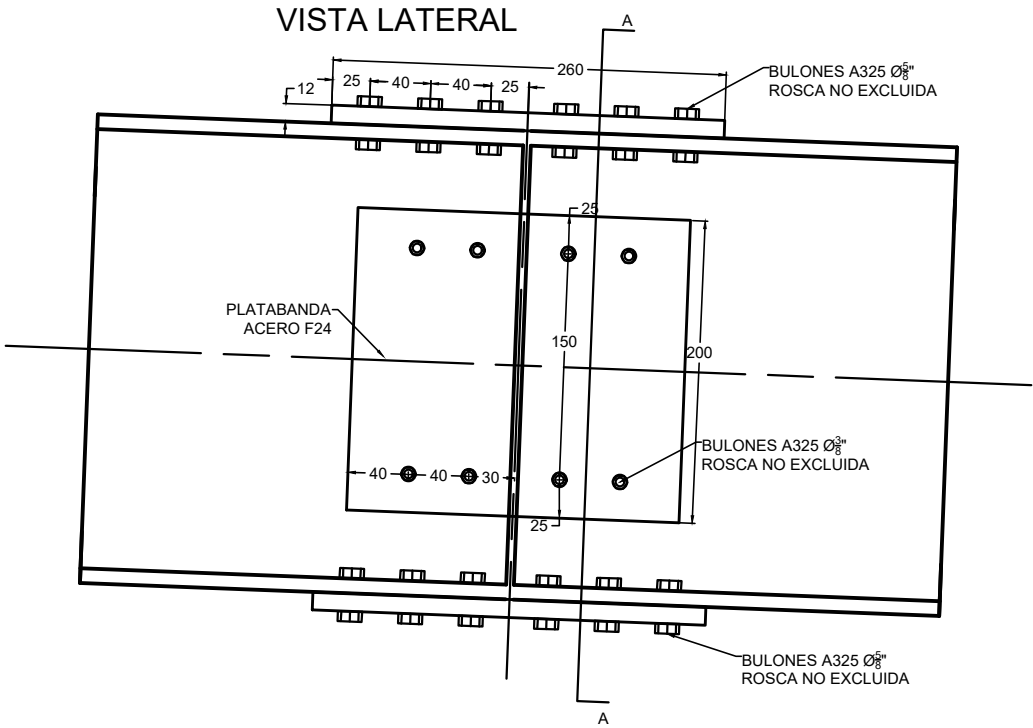




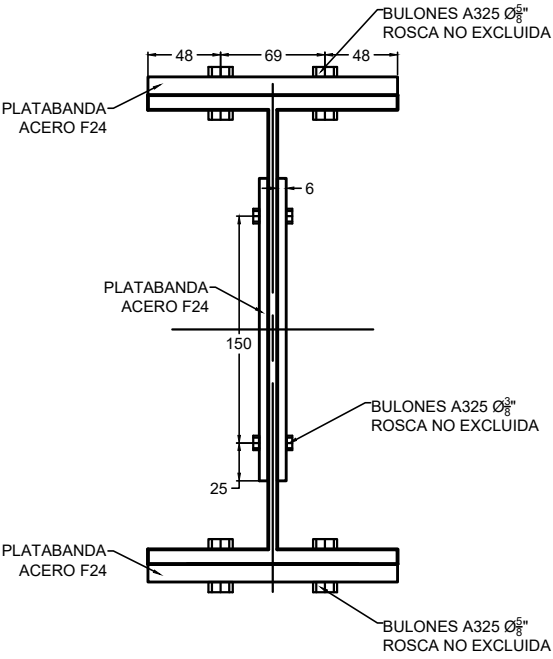
NOTAS:
- MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

OBRA:	PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA			1	17-05-25	PARA APROBACIÓN	C.B.
	EPI-ES-003			0	06-05-25	PARA APROBACIÓN	L.J.F.
PLANO:	VISTA FRONTAL UNIFILAR			REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB.
ARCHIVO:	EPI-ES.DWG			REV.			APR.
ESCALA:	1:100			LAMINA:			
CÁTEDRA:	PROYECTO IV			A3 (420 x 210)mm			
PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIODO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna						





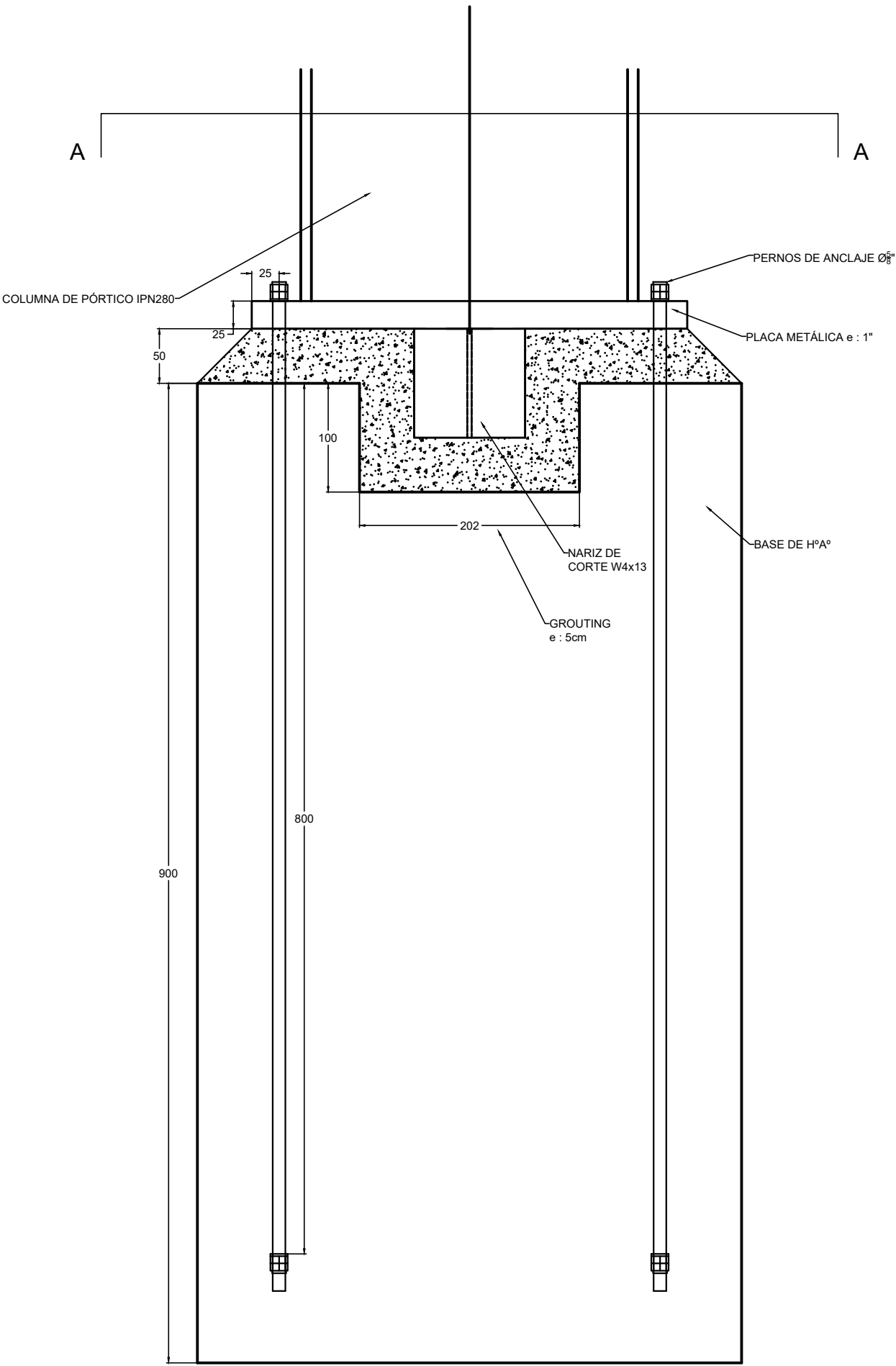
CORTE A-A



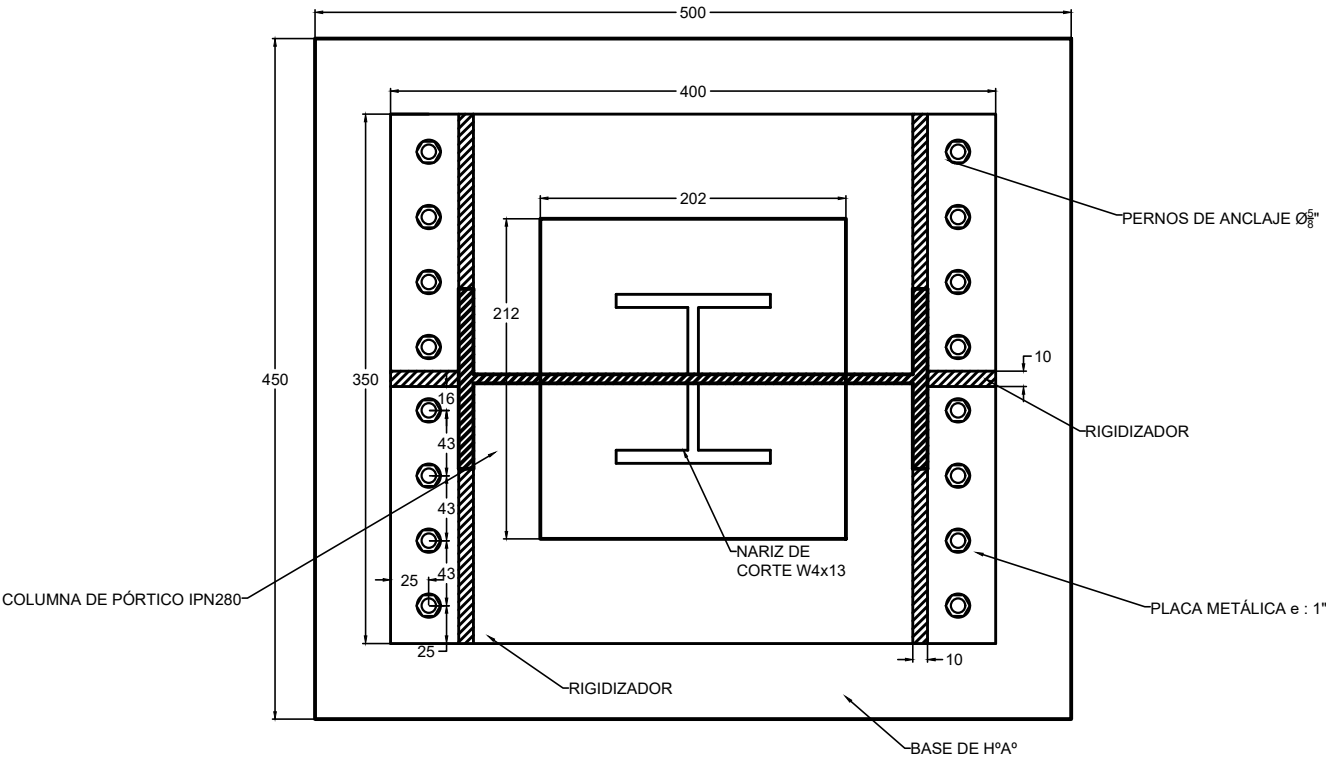
NOTAS:
- MEDIDAS Y NIVELES EN MILIMETROS

1	17-06-25	PARA APROBACIÓN	L.J.F.	
0	06-05-25	PARA APROBACIÓN	L.J.F.	
REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB.	APR.
OBRA:			PLANO N°:	REV.
PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA			EPI-ES-004	1
PLANO:			ARCHIVO:	
UNION ABULONADA VIGA-VIGA			EPI-ES.DWG	
CÁTEDRA:			ESCALA:	LÁMINA:
PROYECTO IV			1:5	A3 (420 x 210)mm
PROYECTISTAS:				
BINI, Camila - CHIODO, Celeste				
FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna				

DETALLE BASE



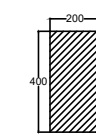
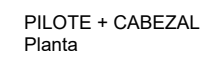
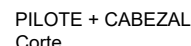
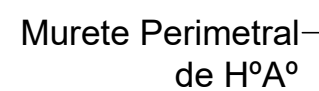
CORTE A-A



NOTAS:
- MEDIDAS Y NIVELES EN MILIMETROS

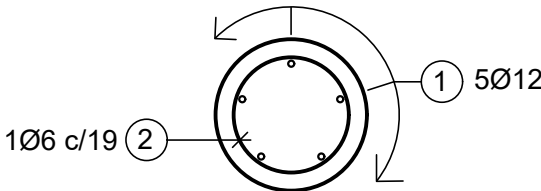
OBRA:	PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	PLANO N°:	EPI-ES-005	REV.:	1
PLANO:	BASE METALICA	ARCHIVO:	EPI-ES.DWG	ESCALA:	1:5
CATEDRA:	PROYECTO IV	LAMINA:	A3 (420 x 210)mm		
PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIODO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna				



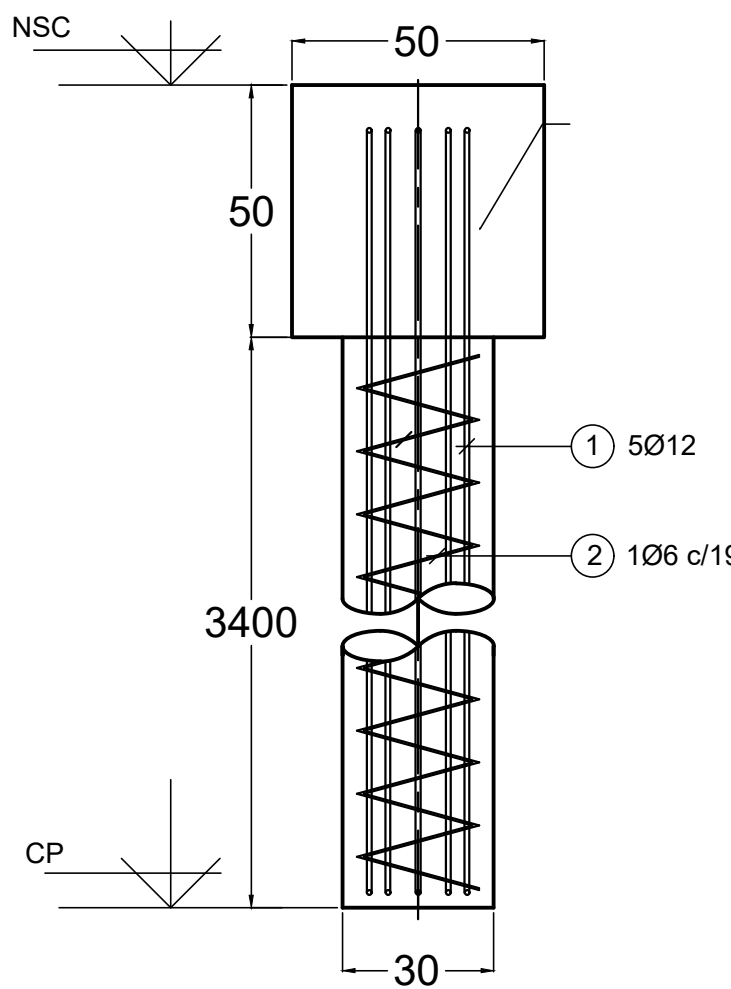


- | | | | | | |
|---|--|---|----------|------------------|-----------|
| | | 0 | 17-06-25 | PARA APROBACIÓN | J.F.F. |
| OBRA: | | REV. | FECHA | OBSERVACIONES | DIB. APR. |
| PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA | | PLANO N°: | | | REV.: |
| | | EPI-ES-006 | | | 0 |
| PLANO: | | ARCHIVO: | | | |
| CABEZALES Y PILOTOS | | EPI-ES DWG | | | |
| | | ESCALA: | | LAMINA: | |
| | | 1:150 / 1:30 | | A3 (420 x 210)mm | |
| CÁTEDRA: | |  | | | |
| PROYECTO IV | | | | | |
| PROYECTISTAS: | | | | | |
| BINI, Camila - CHIODO, Celeste
FANJUL, Impario Jairo - FORLÌ, Giovanna | | | | | |

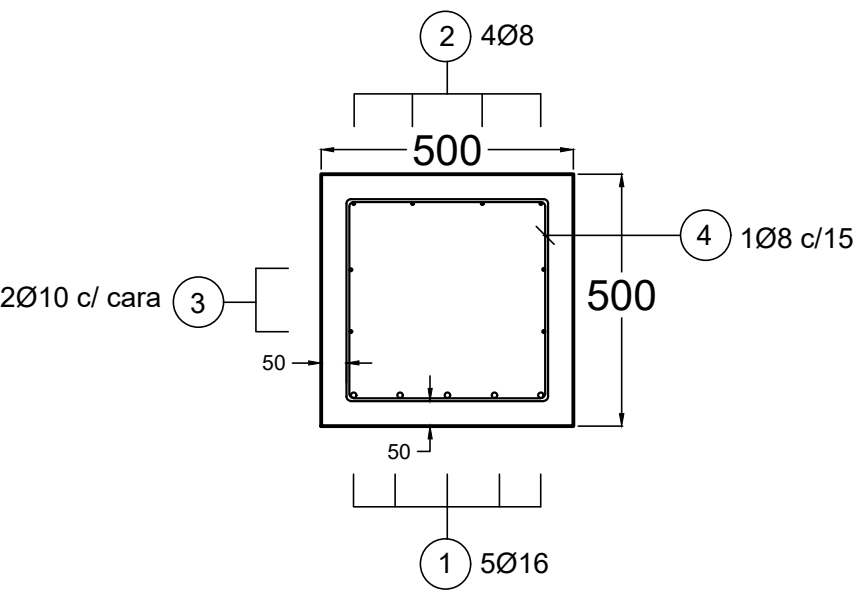
PILOTE - DETALLE ARMADURA
Planta



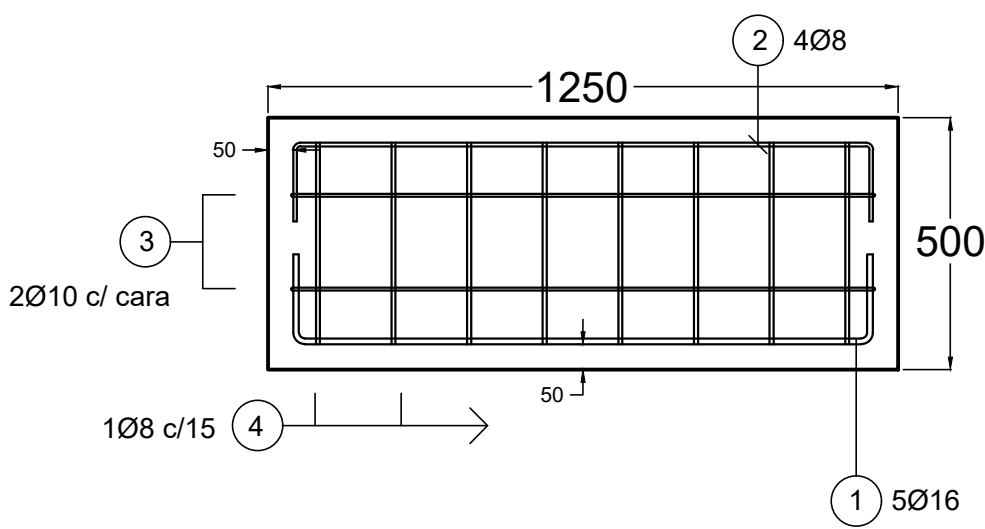
PILOTE - DETALLE ARMADURA
Corte



CABEZAL - DETALLE ARMADURA
CORTE TRANSVERSAL

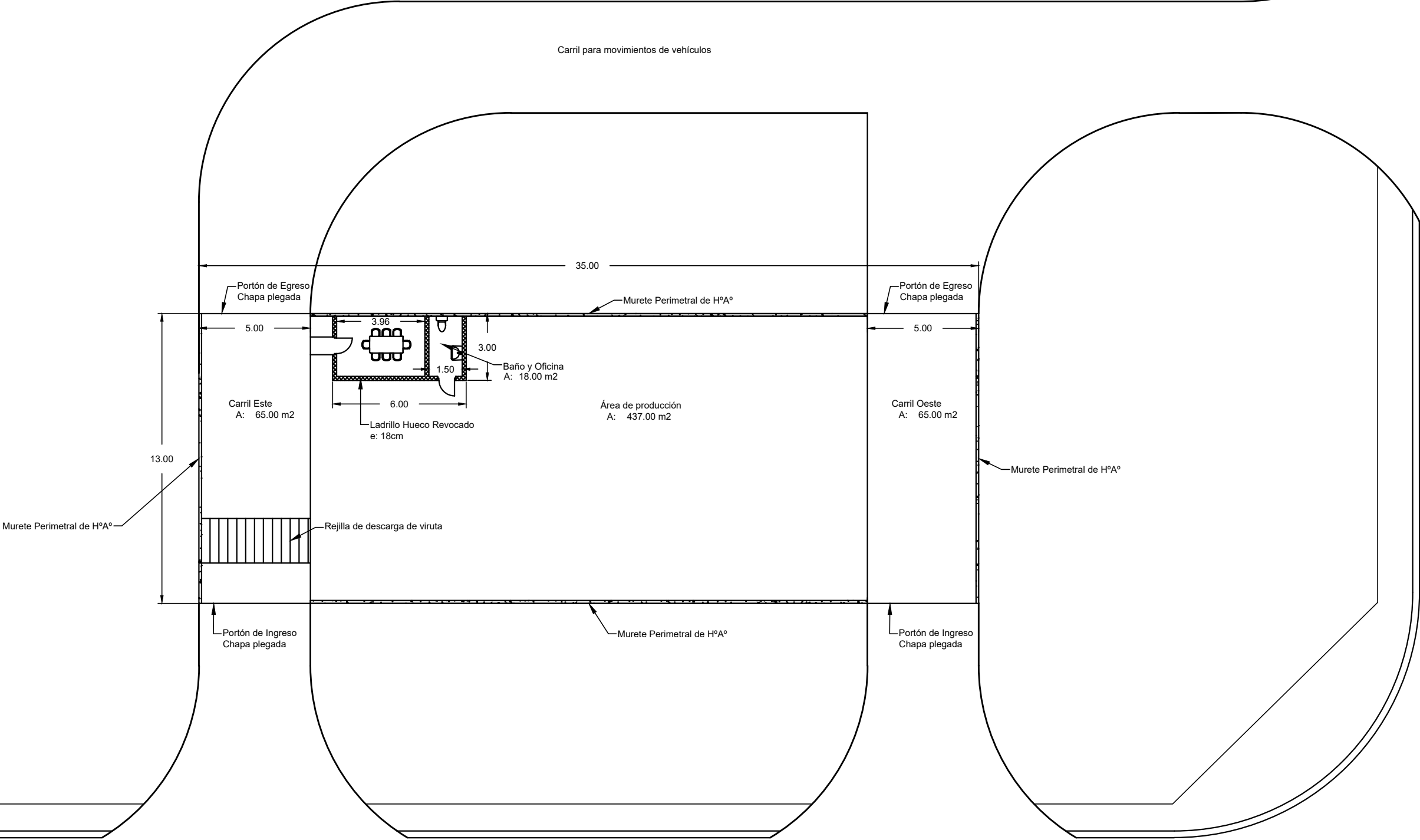


CABEZAL - DETALLE ARMADURA
CORTE LONGITUDINAL



NOTAS:
- MEDIDAS Y NIVELES EN MILIMETROS

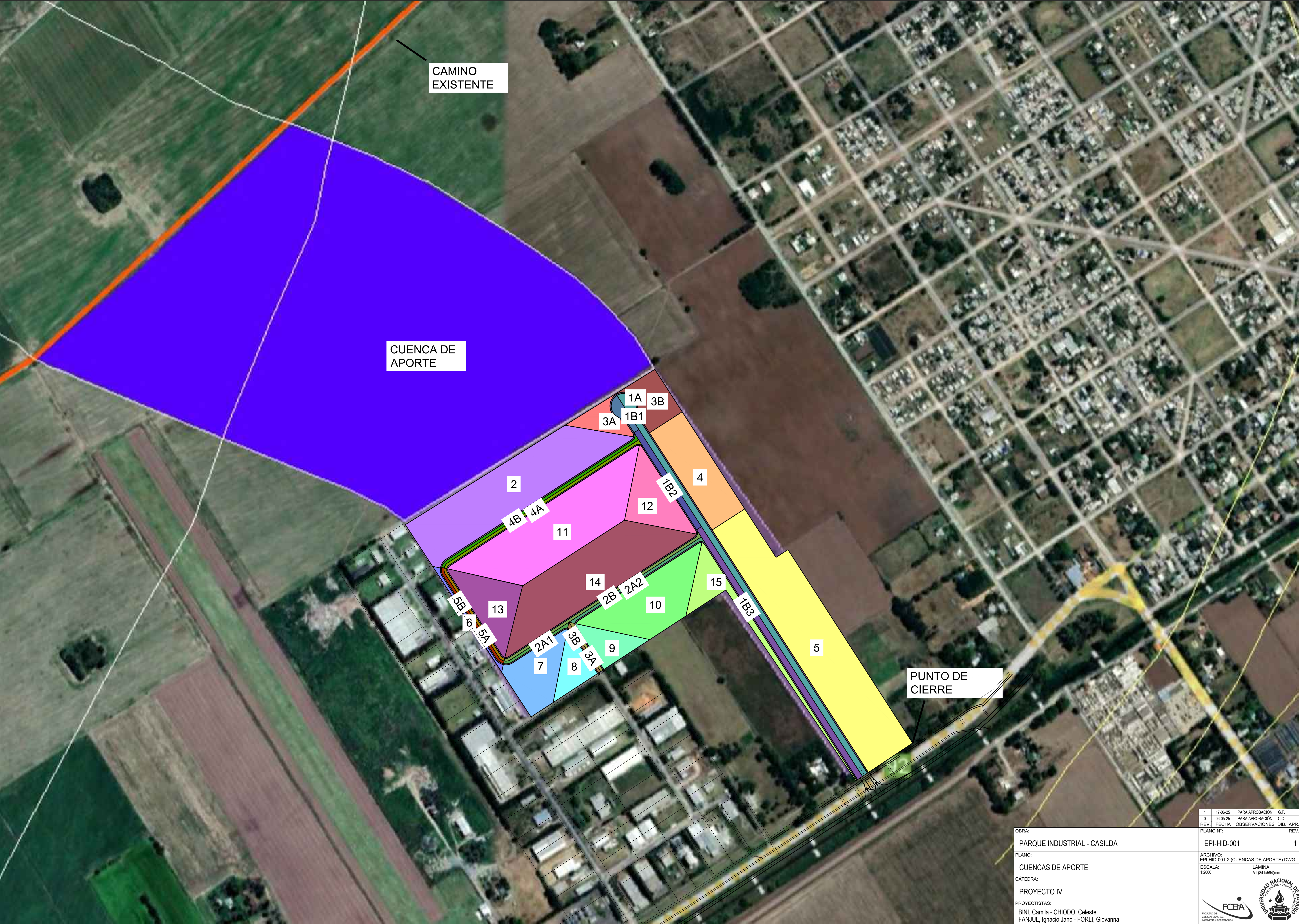
OBRA:	PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	PLANO N°:	EPI-ES-007	REV.:	0
PLANO:	ARMADURA CABEZALES Y PILOTES	ARCHIVO:	EPI-ES.DWG	ESCALA:	1:15
CATEDRA:	PROYECTO IV	LAMINA:	A3 (420 x 210)mm		
PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIODO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna				



NOTAS:
- MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

		1		17-06-25		PARA APROBACIÓN		C.B.					
		REV.		FECHA		OBSERVACIONES		DIB.		APR.			
OBRA:		PLANO N°:										REV.:	
PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA		EPI-ES-008										1	
PLANO:		ARCHIVO:											
PLANTA ARQUITECTURA		EPI-ES.DWG											
		ESCALA:										LÁMINA:	
		1:200										A3 (420 x 210)mm	
CÁTEDRA:													
PROYECTO IV													
PROYECTISTAS:													
BINI, Camila - CHIODO, Celeste													
FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna													





OBRA:
PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA

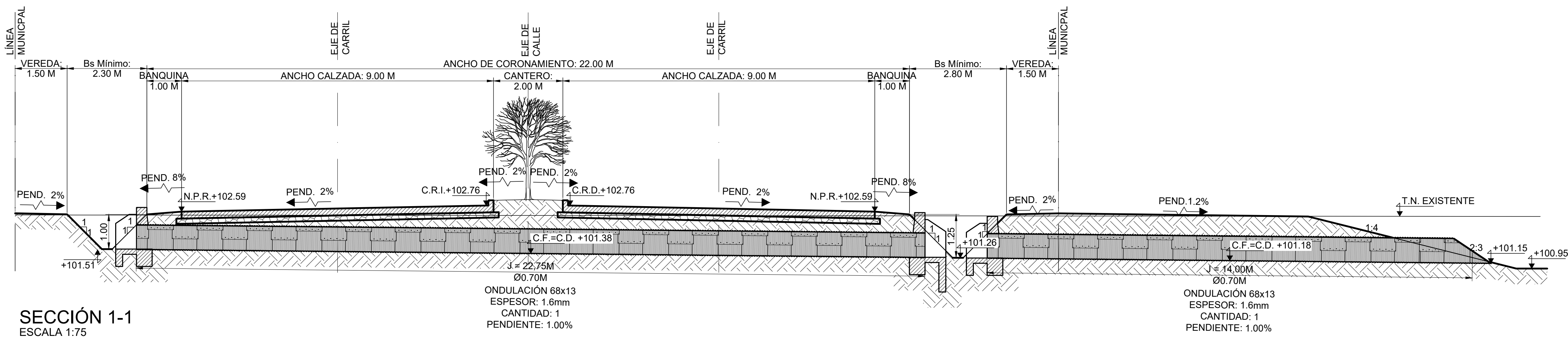
PLANO:
CUENCAS DE APORTE

CATEDRA:
PROYECTO IV
PROYECTISTAS:
BINI, Camila - CHIODO, Celeste
FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna

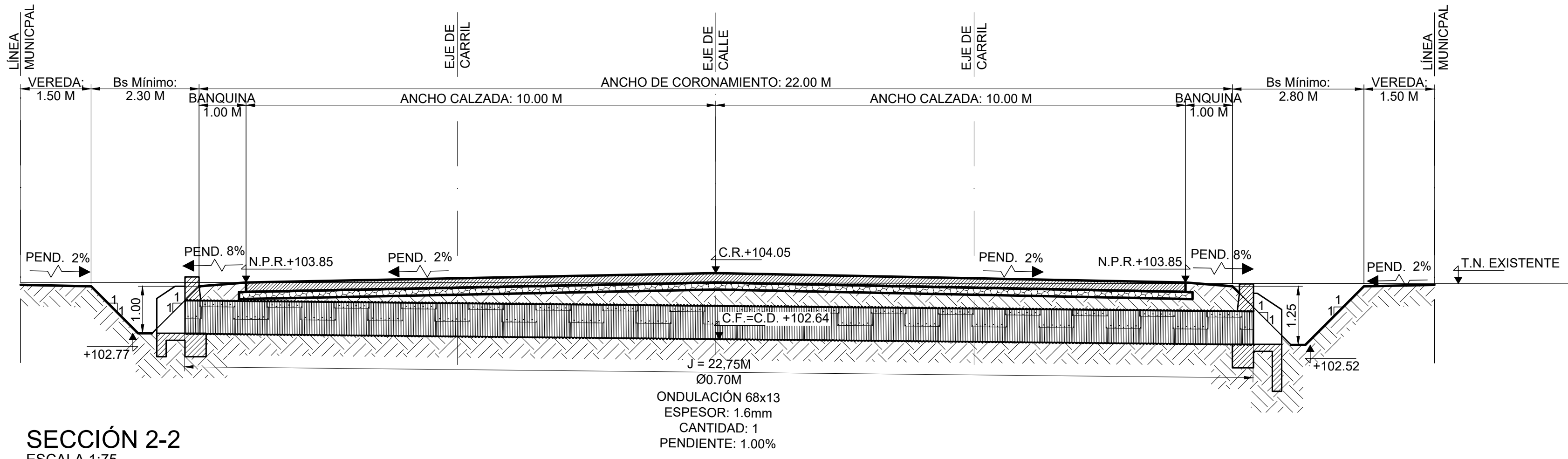
1	17-06-25	PARA APROBACIÓN	G.F.
0	06-05-25	PARA APROBACIÓN	C.C.
REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB. APR. REV.:
PLANO N°:			
EPI-HID-001			1

ARCHIVO:
EPI-HID-001-2 (CUENCAS DE APORTE) DWG
ESCALA:
1:2000
LÁMINA:
A1 (841x594)mm

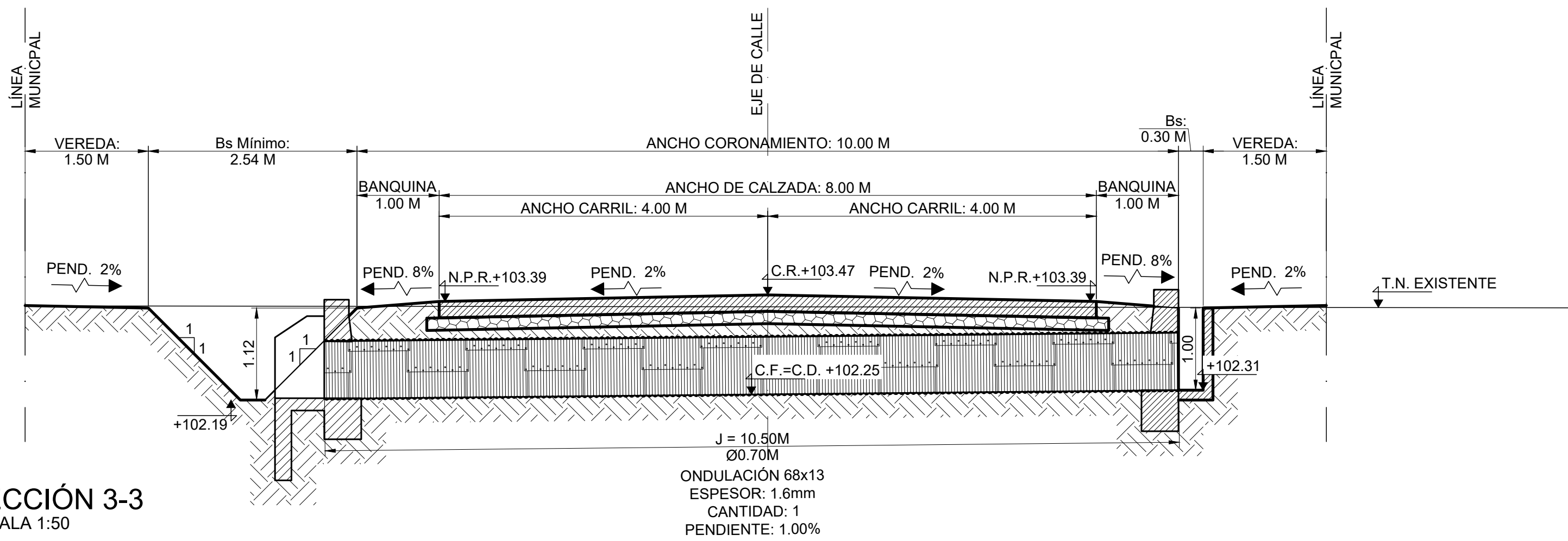




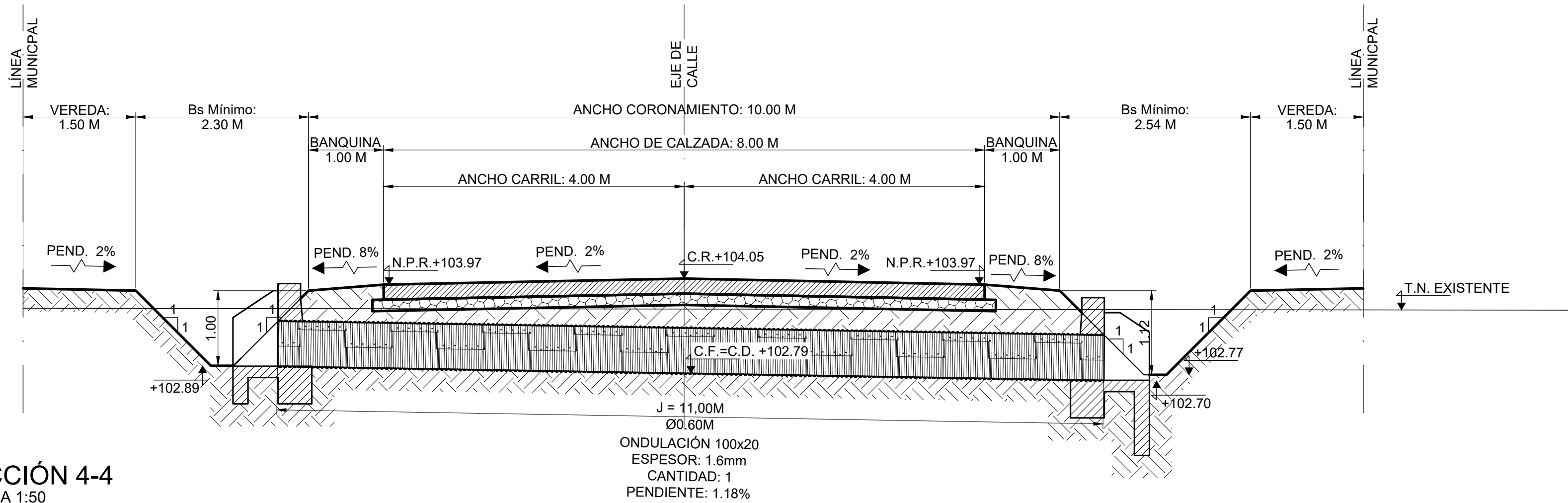
SECCIÓN 1-1
ESCALA 1:75



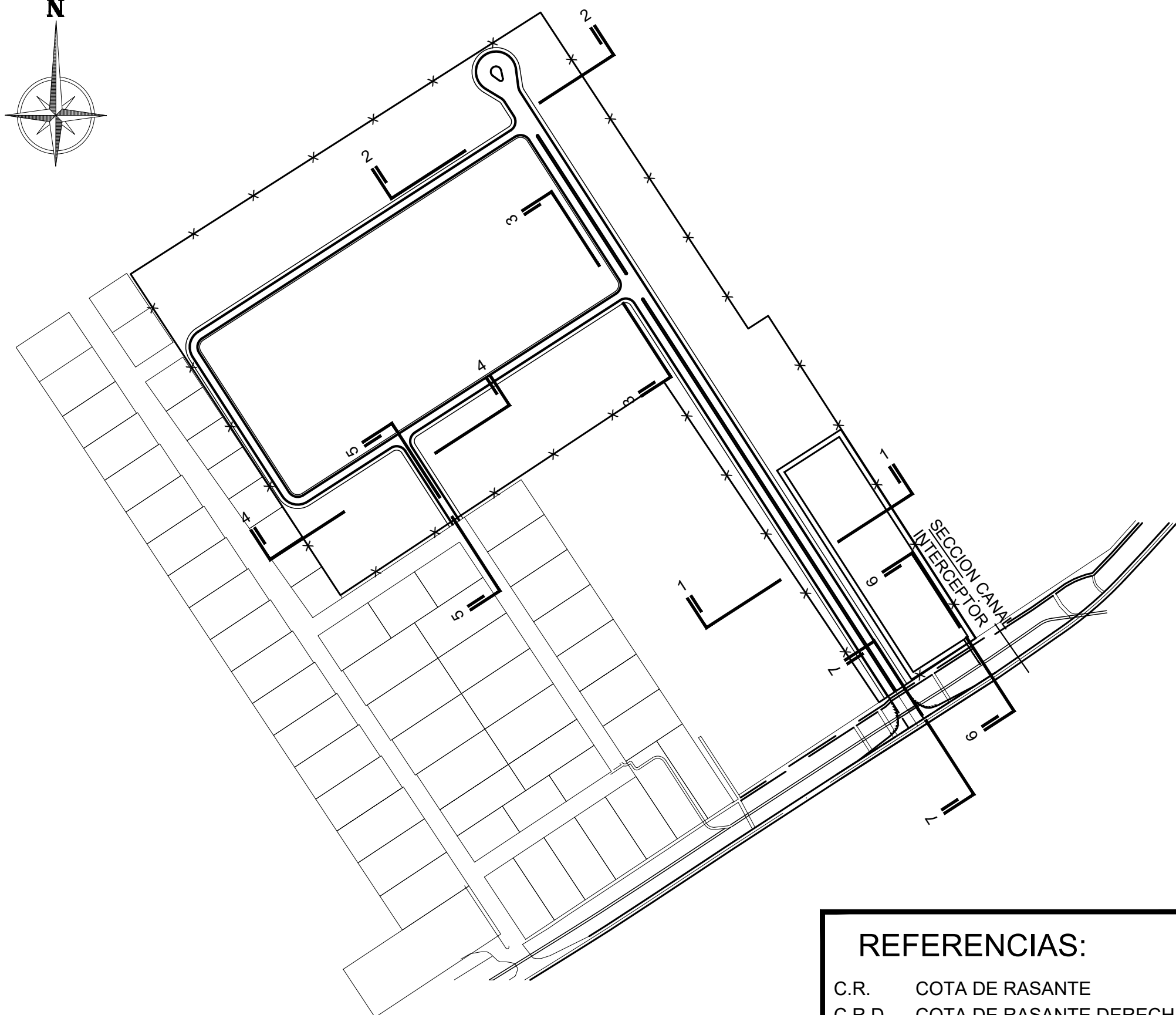
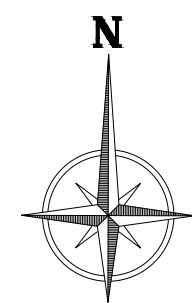
SECCIÓN 2-2
ESCALA 1:75



SECCIÓN 3-3
ESCALA 1:50



SECCIÓN 4-4
ESCALA 1:50



KEYPLAN
ESCALA 1:5000

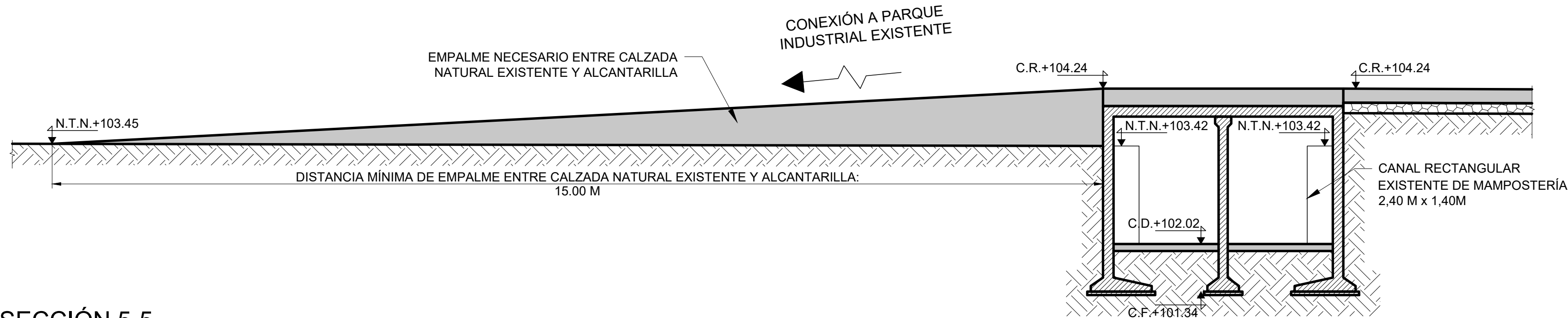
REFERENCIAS:

C.R.	COTA DE RASANTE
C.R.D.	COTA DE RASANTE DERECHA
C.R.I.	COTA DE RASANTE IZQUIERDA
N.P.R.	NIVEL DE PROYECTO
VAR.	NIVEL VARIABLE
C.F.	COTA DE FONDO
C.D.	COTA DE DESAGÜE
T.N.	TERRENO NATURAL
Bs.	BASE SUPERFICIAL DE CANAL
PEND. 2%	PENDIENTE TRANSVERSAL DE PAVIMENTO
—x—	ALAMBRADO PERIMETRAL
■ ■	BARANDA DE DEFENSA

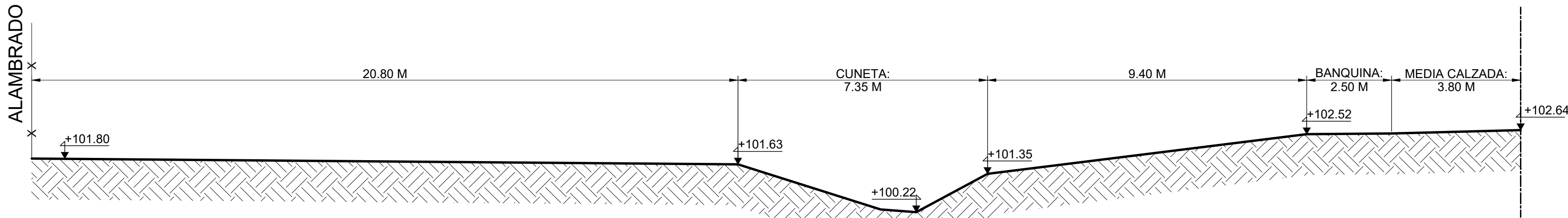
NOTAS:

- MEDIDAS Y NIVELES EN METROS
- SE DEBEN RESPETAR COMO MÍNIMO LAS DIMENSIONES DE LOS CANALES A CIELO ABIERTO INDICADAS

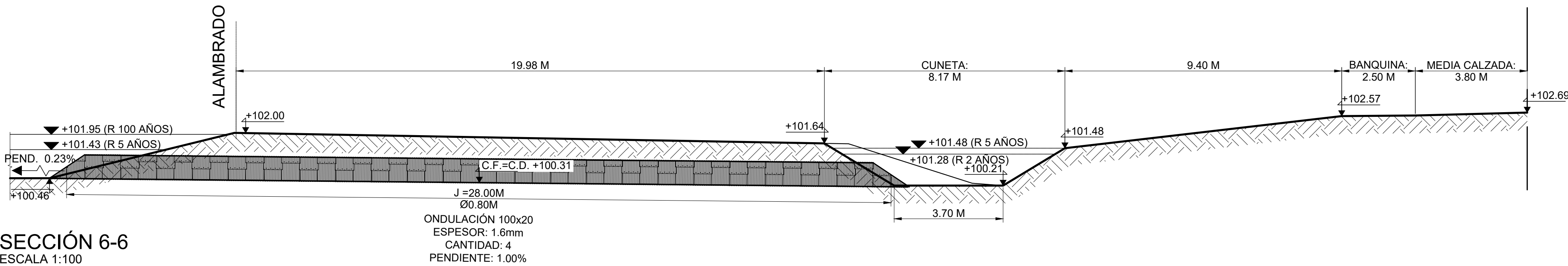
OBRA:	AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	PLANO N°:	EPI-HID-003
PLANO:	PERFILES DE DESAGÜE 1/2	ARCHIVO:	EPI-HID-002-003-2 (DESAGÜES) DWG
CATEDRA:	PROYECTO IV	ESCALA:	VARIABLE
PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIODO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna	LÁMINA:	A1 (841x594)mm
		FCEIA	
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO	



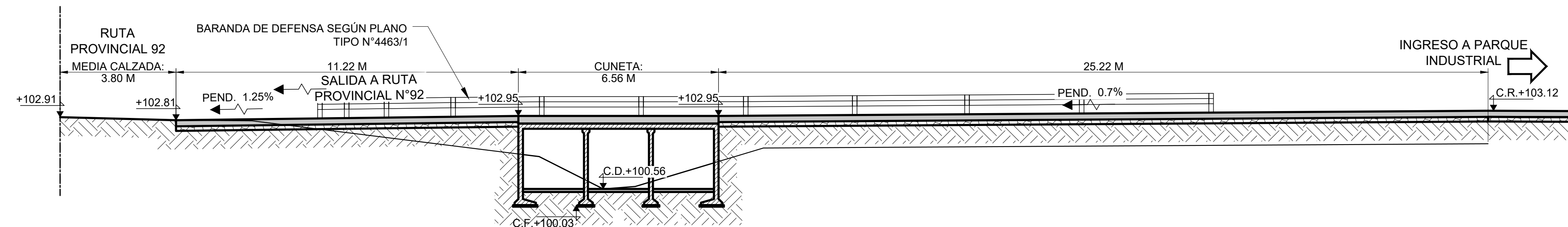
SECCIÓN 5-5
ESCALA 1:50



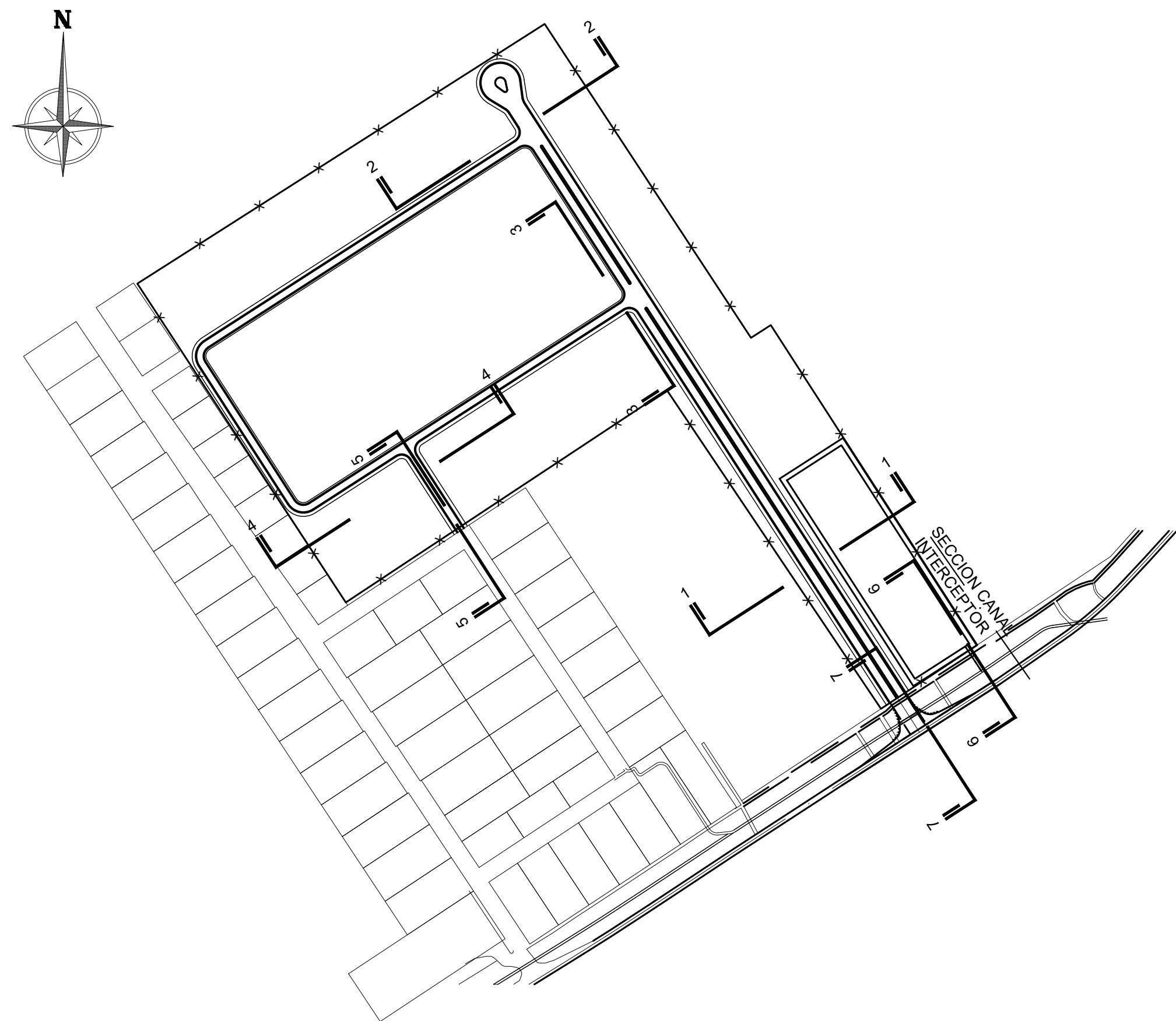
SECCIÓN CANAL INTERCEPTOR
ESCALA 1:100



SECCIÓN 6-6
ESCALA 1:100



SECCIÓN 7-7
ESCALA 1:100



KEYPLAN
ESCALA 1:5000

REFERENCIAS:

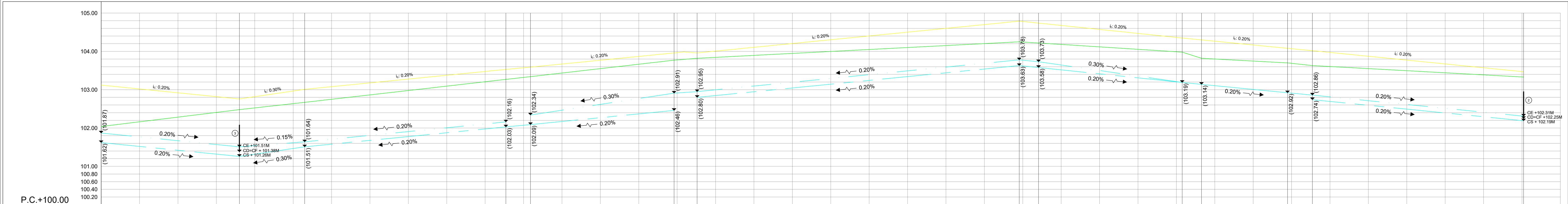
C.R.	COTA DE RASANTE
C.R.D.	COTA DE RASANTE DERECHA
C.R.I.	COTA DE RASANTE IZQUIERDA
N.P.R.	NIVEL DE PROYECTO
VAR.	NIVEL VARIABLE
C.F.	COTA DE FONDO
C.D.	COTA DE DESAGÜE
T.N.	TERRENO NATURAL
Bs.	BASE SUPERFICIAL DE CANAL
PEND. 2%	PENDIENTE TRANSVERSAL DE PAVIMENTO
—x—	ALAMBRADO PERIMETRAL
■ ■	BARANDA DE DEFENSA

NOTAS:

- MEDIDAS Y NIVELES EN METROS
- SE DEBEN RESPETAR COMO MÍNIMO LAS DIMENSIONES DE LOS CANALES A CIELO ABIERTO INDICADAS

OBRA:	AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	PLANO N°:	EPI-HID-003	REV.:	2
PLANO:	PERFILES DE DESAGÜE 2/2	ARCHIVO:	EPI-HID-002-003-2 (DESAGÜES) DWG		
CÁTEDRA:	PROYECTISTAS:	ESCALA:	VARIABLE	LÁMINA:	A1 (841x594)mm
	BINI, Camila - CHIDO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna				





OBRAS PROYECTADAS

2 ALCANTARILLA TRANSVERSAL
METÁLICA
S/PL TIPO H-10236
Pr. 1852.10m
Sección circular de 1 luz de e0.70m
Ondulación = 68x13 e= 1.60mm
 $\alpha = 90^\circ$ i = 1.00%
Jproyecto = 10.50m

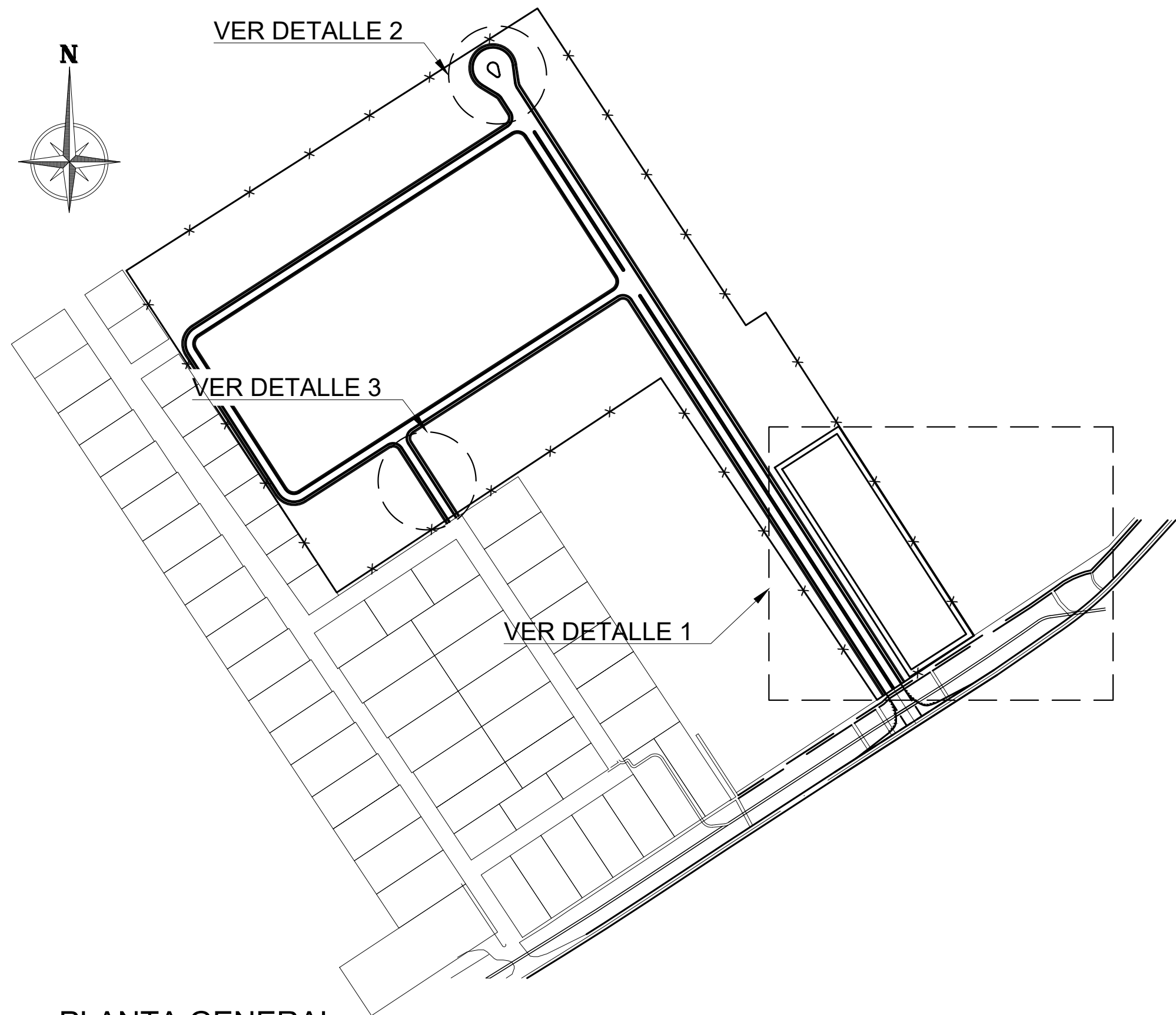
3 ALCANTARILLA TRANSVERSAL
METÁLICA
S/PL TIPO H-10236
Pr. 180.00m
Sección circular de 1 luz de e0.70m
Ondulación = 68x13 e= 1.60mm
 $\alpha = 90^\circ$ i = 1.00%
Jproyecto = 22.75m

	RASANTE
	TERRENO NATURAL
	AMBAS CUNETAS
	CUNETA IZQUIERDA
	CUNETA DERECHA
	ALCANTARILLA ALTIMETRÍA
CE	COTA DE ENTRADA
CS	COTA DE SALIDA
CD	COTA DE DESAGÜE
CF	COTA DE FONDO
P.C.	PLANO DE COMPARACIÓN
ic:0.20%	PENDIENTE LONGITUDINAL
	CALLE

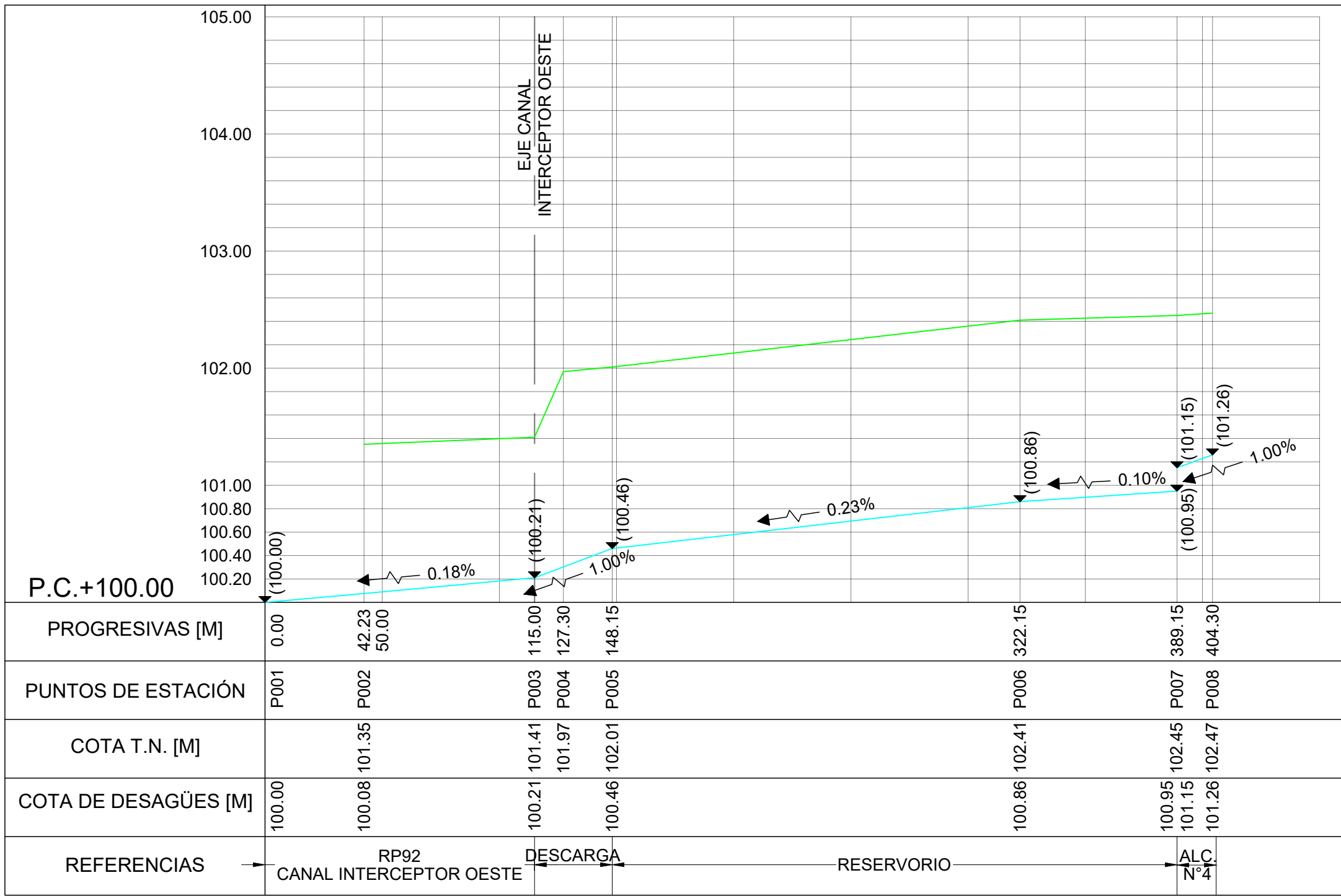
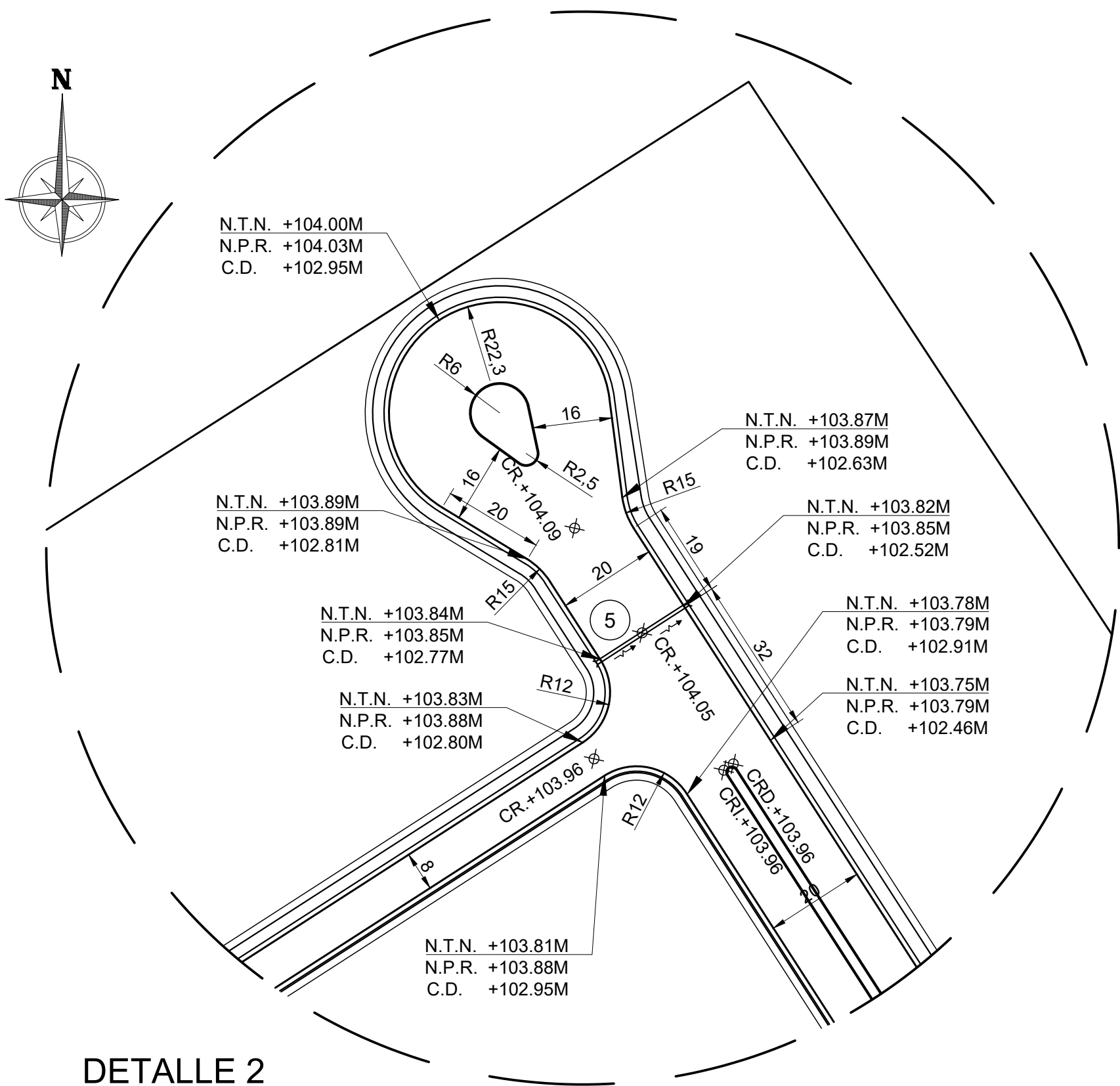
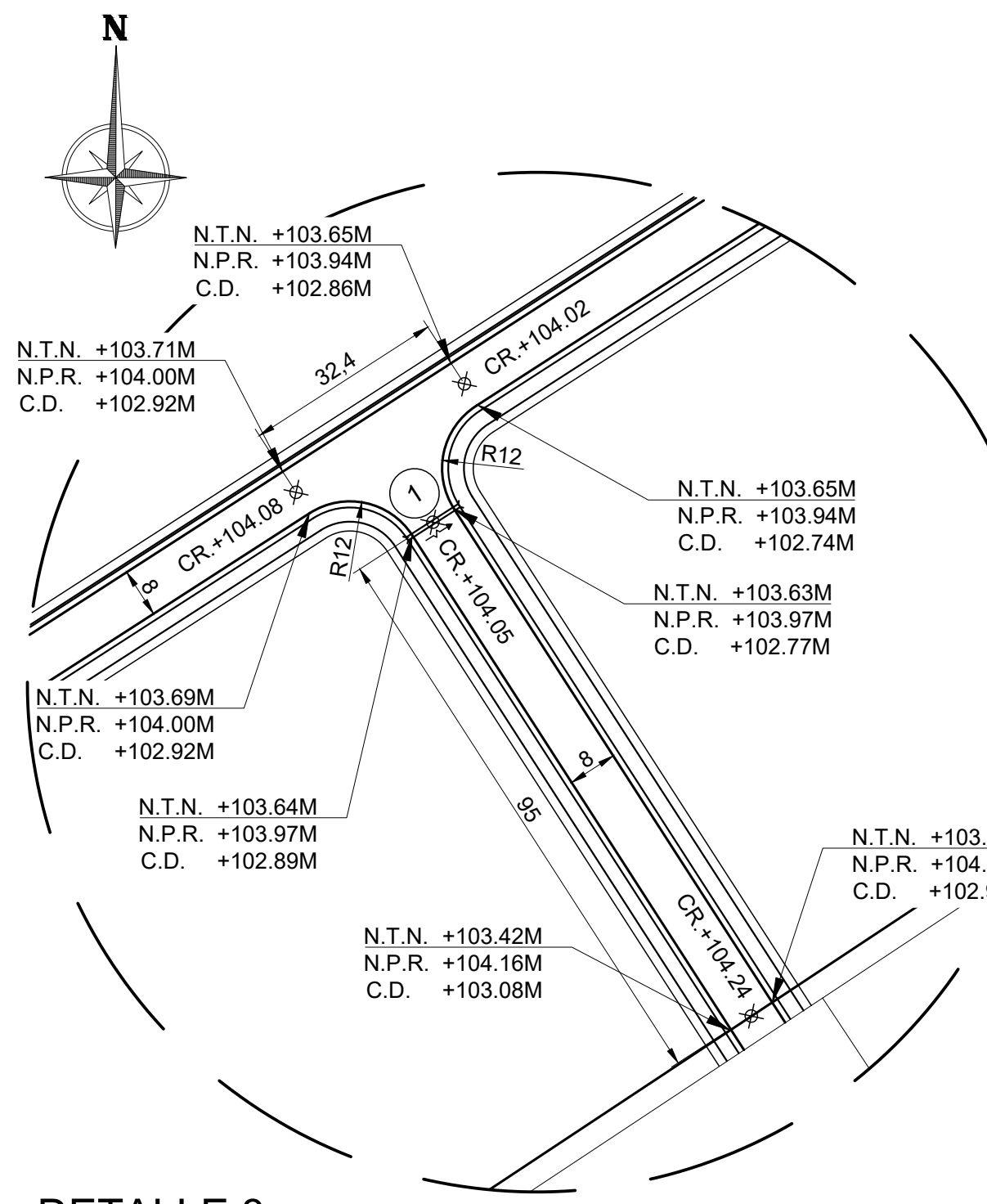
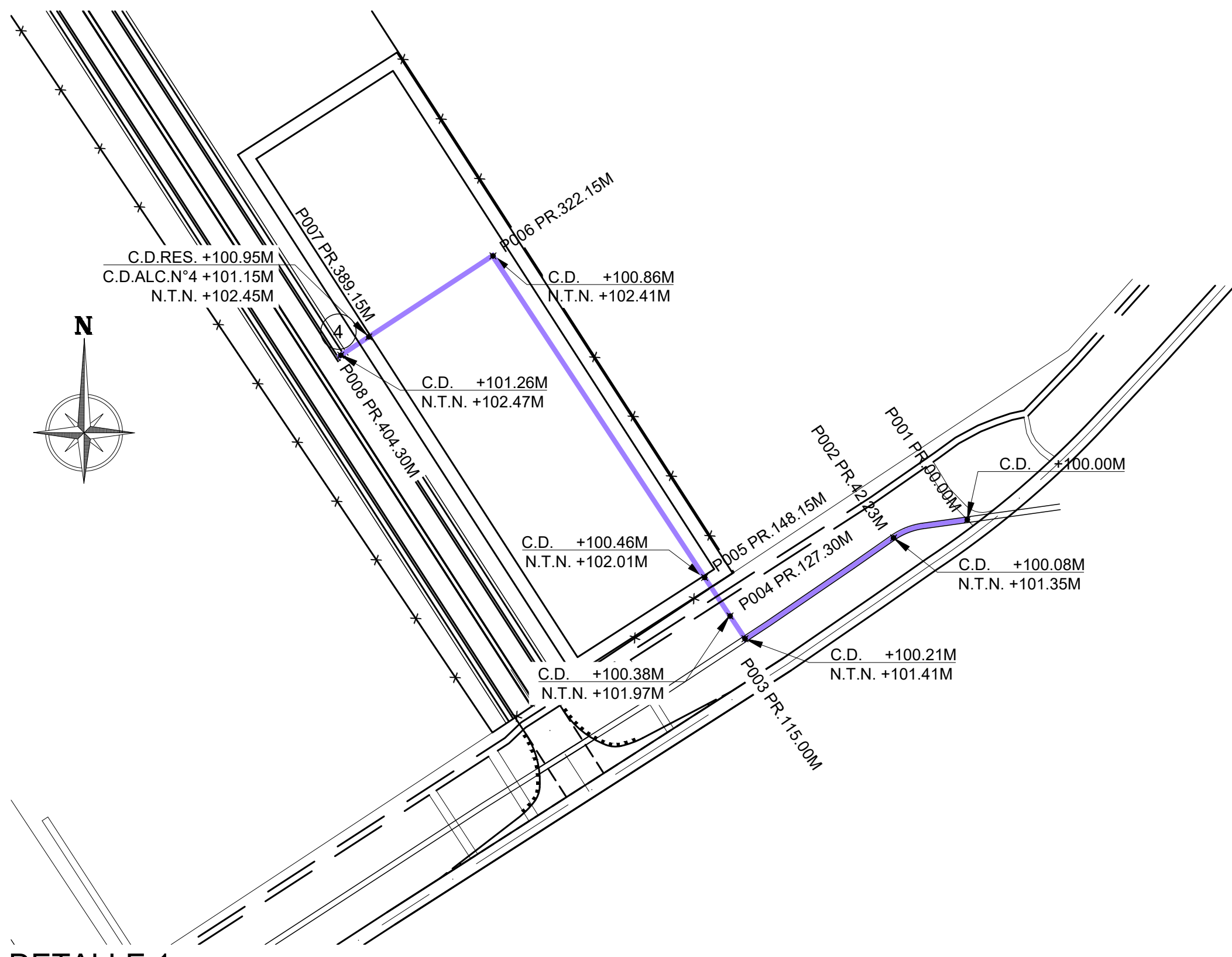
	ALCANTARILLA PLANIMETRÍA
	ESGUERRAMIENTO
N.T.N.	NIVEL DE TERRENO NATURAL
C.R.	COTA DE RASANTE
C.D.I.	COTA DE DESAGÜE IZQUIERDA
C.D.D.	COTA DE DESAGÜE DERECHA
	ALAMBRAO PERIMETRAL
	BARANDA DE DEFENSA

— PROGRESIVAS, MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

OBRA:	AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	PLANO N°:	EPI-HID-004	REV.:	1
PLANO:	PLANIALTIMETRÍA	ARCHIVO:	EPI-HID-004-2 (PLANIALTIMETRÍA) DWG		
CÁTEDRA:	PROYECTO IV	ESCALA:	H: 1:2000 - V: 1:25	LÁMINA:	
PROYECTISTAS:	FINI, Camila - CHIOD, Celeste BANI, Julia, Ignacio Jaro - FORLÌ, Giovanna				
					



PLANTA GENERAL
ESCALA 1:5000



PLANIALTIMETRÍA DESAGÜES INGRESO - DETALLE 1
ESCALA VERTICAL 1:25
ESCALA HORIZONTAL 1:2000

OBRAS PROYECTADAS

- 1 ALCANTARILLA TRANSVERSAL METÁLICA
S/PL TIPO H-10236
Sección circular de 1 luz de ø0.60m
Ondulación = 100x20 e= 1.60mm
 $\alpha = 90^\circ$ i = 1.18%
Jproyecto = 11.00m
- 4 ALCANTARILLA TRANSVERSAL METÁLICA
S/PL TIPO H-10236
Pr. 396.73m
Sección circular de 1 luz de ø0.70m
Ondulación = 68x13 e= 1.60mm
 $\alpha = 0^\circ$ i = 1.00%
Jproyecto = 14.00m
- 5 ALCANTARILLA TRANSVERSAL METÁLICA
S/PL TIPO H-10236
Sección circular de 1 luz de ø0.70m
Ondulación = 68x13 e= 1.60mm
 $\alpha = 90^\circ$
Jproyecto = 22.75m

REFERENCIAS:

- TERRENO NATURAL
- CUNETA
- ALCANTARILLA PLANIMETRÍA
- N.T.N. NIVEL DE TERRENO NATURAL
- N.P.R. NIVEL DE PROYECTO
- C.D. COTA DE DESAGÜE
- PR. PROGRESIVA
- P.C. PLANO DE COMPARACIÓN
- ALAMBRADO PERIMETRAL
- BARANDA DE DEFENSA

NOTAS:

- PROGRESIVAS, MEDIDAS Y NIVELES EN METROS

OBRA:	AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	PLANO N°:	EPI-HID-005	REV.:	1
PLANO:	DETALLES VARIOS	ARCHIVO:	EPI-HID-005-2 (DETALLES VARIOS) DWG		
CATEDRA:	PROYECTO IV	ESCALA:	VARIABLE	LÁMINA:	A1 (841x594)mm
PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIOLO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLÌ, Giovanna				

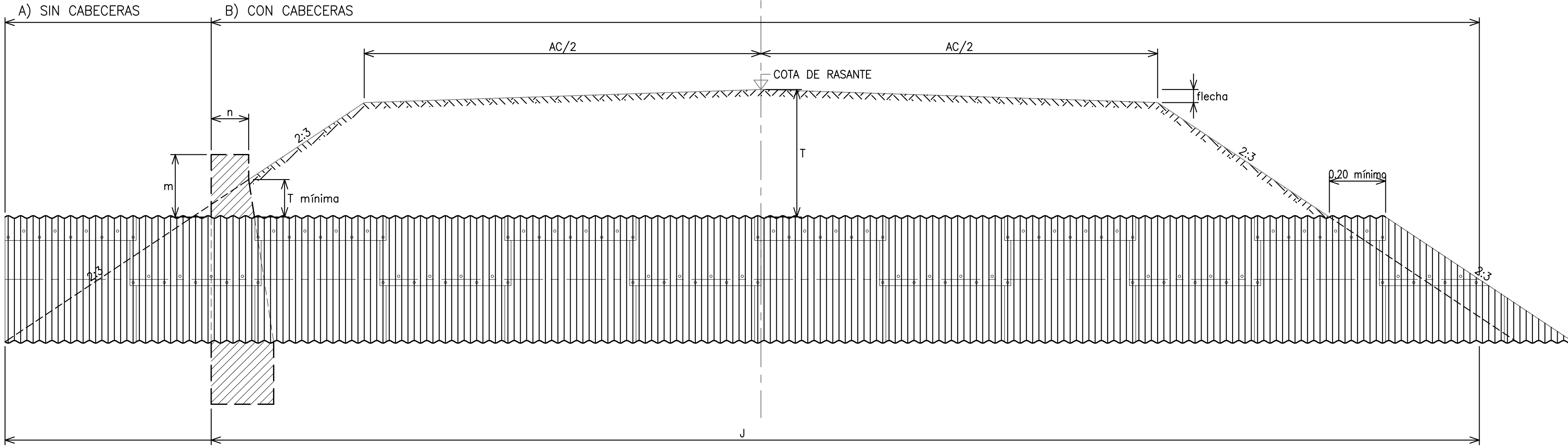
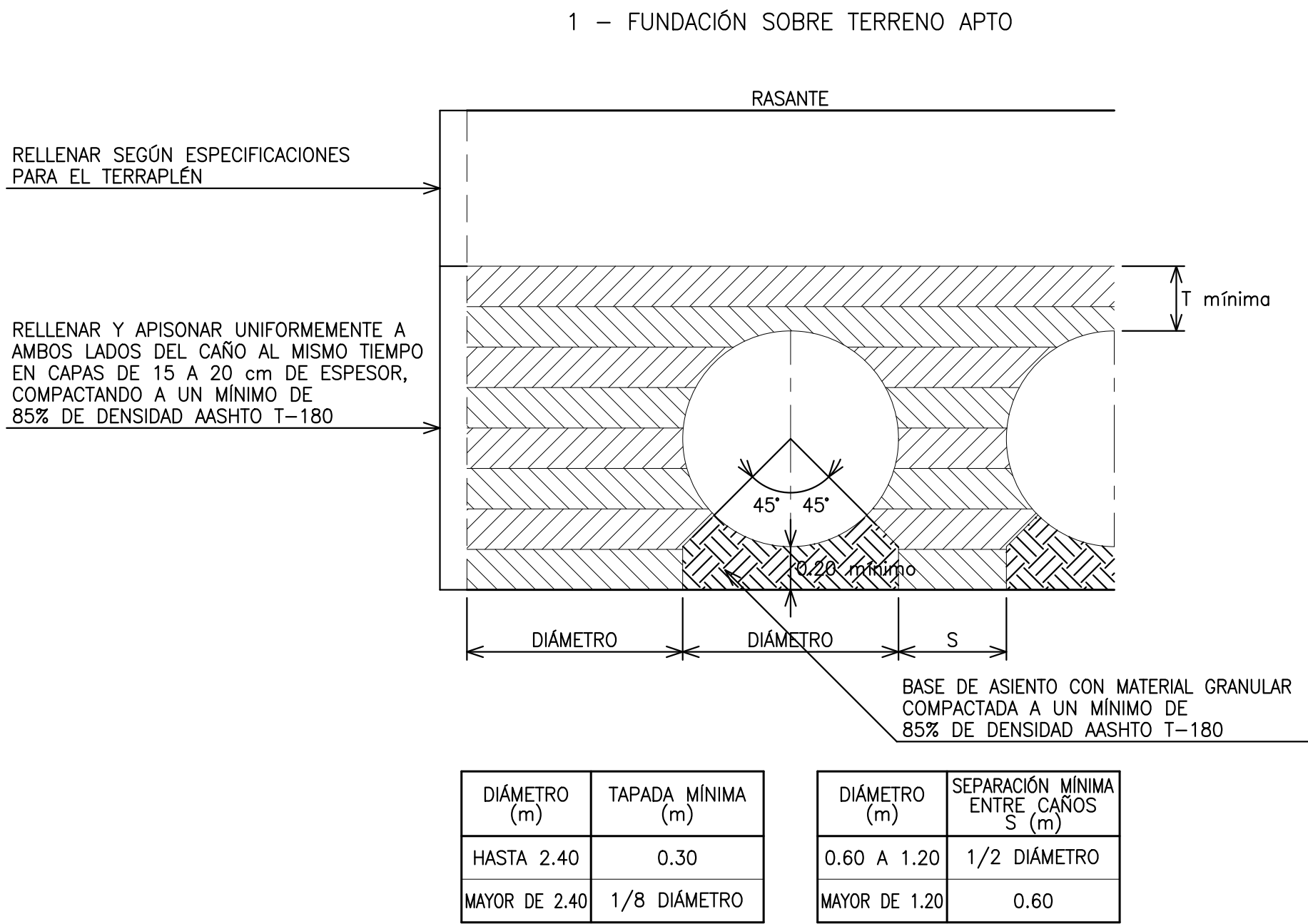


INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACIÓN

CORTE TRANSVERSAL – INDICACIONES SOBRE LA MEDICIÓN DE J

ALTERNATIVAS CON EXTREMOS RECTOS

ALTERNATIVA CON EXTREMOS BISELADOS



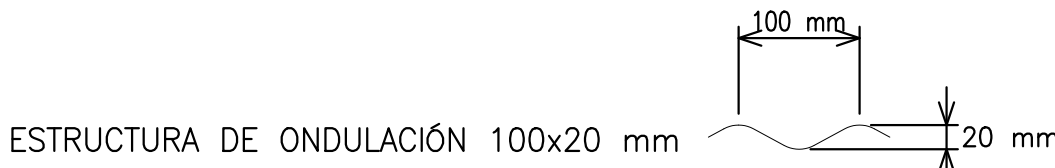
NOTA
LOS VALORES DE TAPADAS MÁXIMA ESTÁN CALCULADOS PARA UNA CARGA VIVA TIPO A-30 DE LA D.N.V. Y ESTÁN BASADOS EN QUE EL RELLENO SEA COMPACTADO A UN MÍNIMO DEL 85% DE LA DENSIDAD AASHTO T-180.

PARA PROYECTOS QUE REQUIERAN TAPADAS MAYORES A LAS MÁXIMAS INDICADAS CONSULTAR CON LA GERENCIA DE OBRAS Y SERVICIOS VIALES.

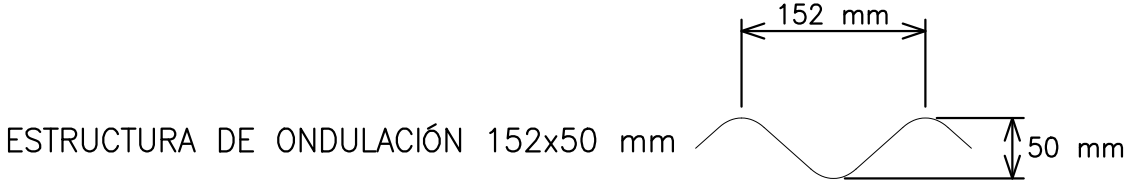
BULONERÍA
LA BULONERÍA CORRESPONDE A LAS NORMAS QUE SE INDICAN:
ONDULACIÓN 68x13 mm: AASHTO A-307
ONDULACIÓN 100x20 mm: AASHTO A-307
ONDULACIÓN 152x50 mm: AASHTO A-307
P/ESPESORES HASTA 2.50 mm: AASHTO A-307
P/ESPESORES MAYORES DE 2.50 mm: AASHTO A-325

CÁLCULO DE LA LONGITUD "J"
EXTREMO BISELADO SIN OBLICUIDAD: $J = AC + 3(T - f + g/2) + 0.40$ [m]
EXTREMO BISELADO CON OBLICUIDAD: $J = [AC + 3(T - f + g/2) + 0.40] / \text{sen } \alpha$ [m]
EXTREMO RECTO SIN OBLICUIDAD: $J = AC + 3[T - (m + f)] + 2n$ [m]
EXTREMO RECTO CON OBLICUIDAD: $J = \{AC + 3[T - (m + f)] + 2n\} / \text{sen } \alpha$ [m]
PARA CASOS DE CONDUCTO CON PENDIENTE, EL VALOR "J" SE ESTABLECERÁ GRÁFICAMENTE. EL VALOR DE LA LONGITUD "J" SE AJUSTARÁ DE ACUERDO AL MÚLTIPLO DE LA ESTRUCTURA.

IMPORTANTE
LA LONGITUD DE LAS ESTRUCTURAS SE CALCULARÁN TENIENDO EN CUENTA LOS SIGUIENTES MÓDULOS PARA CADA UNA:
ONDULACIÓN 68x13 mm: 0.875 m
ONDULACIÓN 100x20 mm: 1.000 m
ONDULACIÓN 152x50 mm: 0.610 m

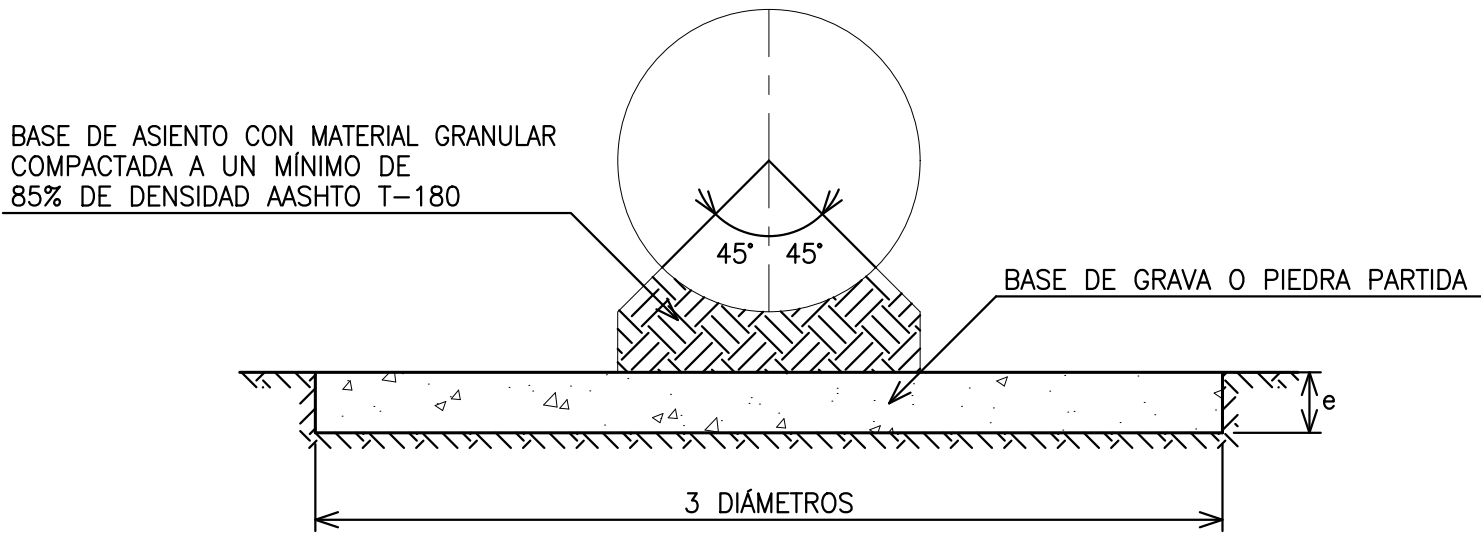


DIÁMETRO (m)	ÁREA (m ²)	PESO (kg/m)				TAPADA MÁXIMA (m)			
		ESPESOR (mm)				ESPESOR (mm)			
		1.60	2.00	2.50	3.20	1.60	2.00	2.50	3.20
0.60	0.28	34	41	50	63	24.5	31.6	40.9	54.9
0.70	0.38	39	47	57	73	21.0	27.1	35.1	47.1
0.80	0.50	44	54	67	84	18.4	23.7	30.7	41.2
0.90	0.64	49	60	73	92	16.3	21.0	27.3	36.6
1.00	0.79	52	66	82	102	14.7	18.9	24.5	32.9
1.10	0.95	56	72	90	112	13.4	17.2	22.3	29.9
1.20	1.13	61	79	98	122	12.2	15.8	20.4	27.4
1.30	1.33	66	85	107	133	11.3	14.6	18.9	25.3
1.40	1.54	71	92	115	143	10.5	13.5	17.5	23.5
1.50	1.77	76	98	123	153	9.8	12.6	16.3	21.9
1.60	2.01	81	105	131	163	9.2	11.8	15.3	20.6
1.70	2.27	87	114	142	177	8.6	11.1	14.4	19.4
1.80	2.54	92	120	150	187	8.1	10.5	13.6	18.3
1.90	2.84	98	126	158	196	7.7	9.9	12.9	17.3
2.00	3.14	—	132	165	206	—	9.4	12.2	16.4
2.10	3.46	—	138	173	215	—	9.0	11.7	15.7
2.20	3.80	—	145	181	225	—	8.6	11.1	14.9
2.30	4.15	—	151	188	235	—	8.2	10.6	14.3
2.40	4.52	—	—	196	244	—	—	10.2	13.7
2.50	4.82	—	—	207	258	—	—	9.8	13.1
2.60	5.23	—	—	215	268	—	—	9.4	12.6
2.70	5.72	—	—	—	277	—	—	—	12.2
2.80	6.16	—	—	—	287	—	—	—	11.7
2.90	6.61	—	—	—	297	—	—	—	11.3
3.00	7.07	—	—	—	306	—	—	—	10.9

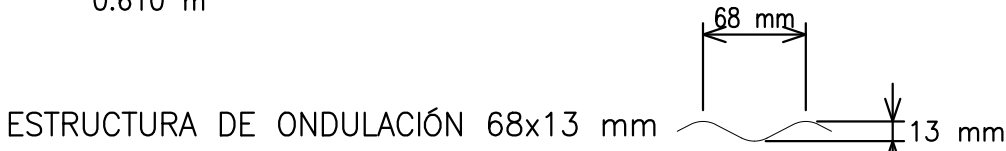
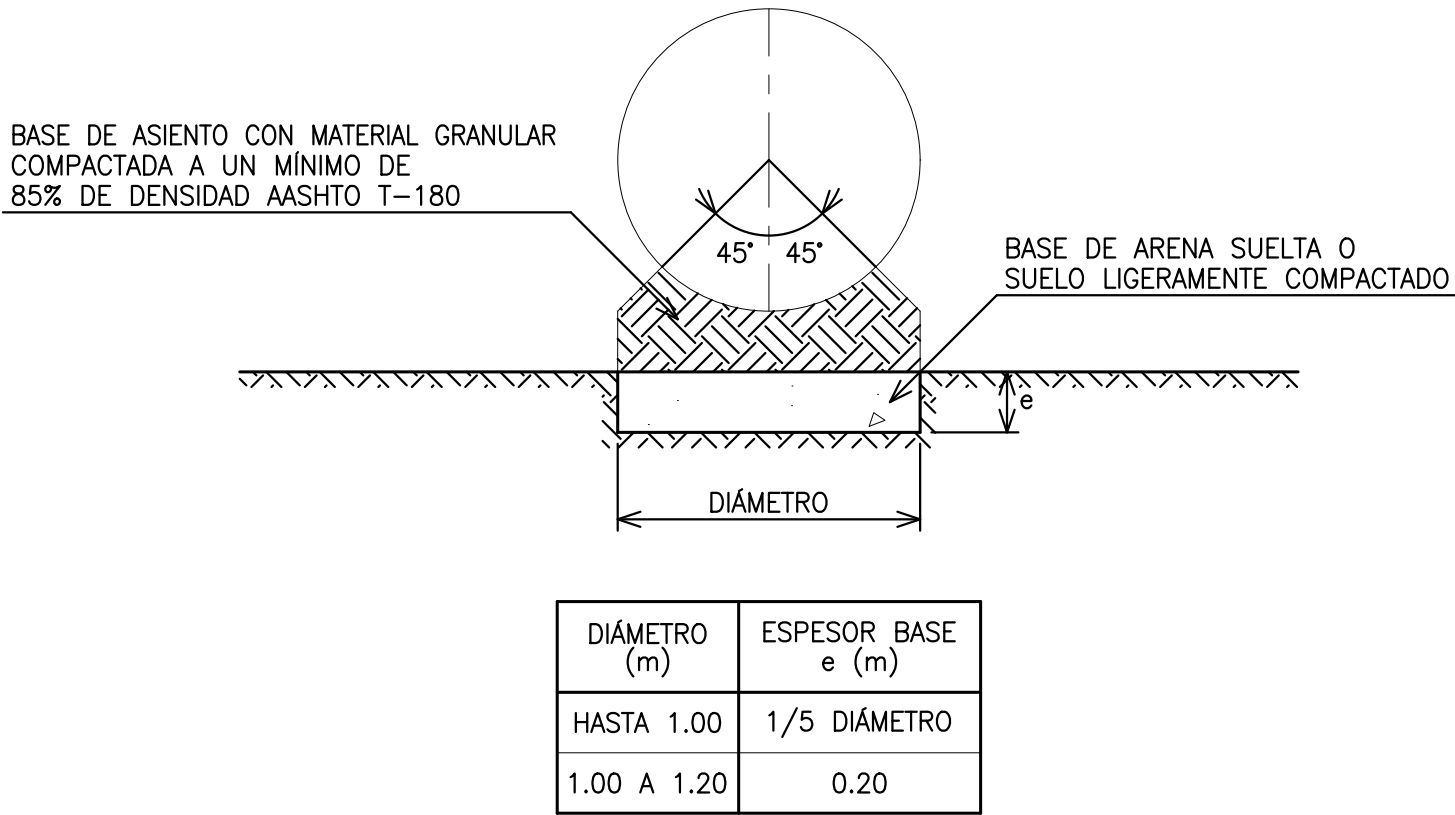


DIÁMETRO (m)	ÁREA (m ²)	PESO (kg/m)					TAPADA MÁXIMA (m)					
		ESPESOR (mm)					ESPESOR (mm)					
		2.50	3.20	4.75	6.35	6.87	2.50	3.20	4.75	6.35	6.87	
1.50	1.82	147	188	271	355	390	25.7	34.6	56.6	75.8	82.9	
1.75	2.69	179	229	328	431	472	22.1	29.6	48.5	64.9	71.0	
2.00	3.08	191	245	353	463	508	19.3	25.9	42.4	56.8	62.2	
2.25	4.11	223	286	410	538	590	17.1	23.0	37.7	50.5	55.2	
2.50	5.27	249	319	459	602	661	15.4	20.7	33.9	45.4	49.7	
2.75	5.91	268	343	492	646	708	14.0	18.8	30.8	41.3	45.2	
3.00	7.29	294	376	541	710	779	12.9	17.3	28.3	37.9	41.4	
3.25	8.04	307	393	565	742	814	11.9	15.9	26.1	34.9	38.2	
3.50	9.66	338	433	623	818	897	11.0	14.8	24.2	32.4	35.5	
3.75	11.43	370	474	680	893	979	10.3	13.8	22.6	30.3	33.1	
4.00	12.36	383	490	705	925	1015	9.6	12.9	21.2	28.4	31.1	
4.25	14.31	408	524	753	989	1085	9.1	12.2	19.9	26.7	29.2	
4.50	16.44	441	564	811	1065	1168	8.6	11.5	18.8	25.2	27.6	
4.75	17.55	454	581	835	1097	1203	8.1	10.9	17.8	23.9	26.1	
5.00	19.88	—	621	893	1172	1286	—	10.3	16.9	22.7	24.8	
5.25	21.10	—	638	917	1204	1321	—	9.8	16.1	21.6	23.6	
5.50	23.67	—	668	975	1278	1404	—	9.4	15.4	20.6	22.6	
5.75	26.36	—	—	1035	1344	1474	—	—	14.7	19.7	21.6	
6.00	27.77	—	—	—	1056	1387	1522	—	—	14.1	18.9	20.7
6.25	30.70	—	—	—	1106	1452	1592	—	—	13.5	18.2	19.9
6.50	33.69	—	—	—	1163	1527	1675	—	—	13.0	17.5	19.1

2 – FUNDACIÓN SOBRE TERRENO INESTABLE



3 – FUNDACIÓN SOBRE TERRENO ROCOSO



DIÁMETRO (m)	ÁREA (m ²)	PESO (kg/m)				TAPADA MÁXIMA (m)			
		ESPESOR (mm)				ESPESOR (mm)			
		1.60	2.00	2.50	3.20	1.60	2.00	2.50	3.20
0.60	0.28	33	41	50	63	19.3	24.9	24.9	54.9
0.70	0.38	38	47	58	73	16.5	21.3	21.3	47.1
0.80	0.50	42	53	65	82	14.5	18.6	18.6	41.2
0.90	0.64	47	59	73	92	12.9	16.6	16.6	36.6
1.00	0.79	52	65	80	101	11.6	14.9	14.9	32.9
1.10	0.95	56	70	88	110	10.5	13.5	13.5	29.9
1.20	1.13	61	76	95	120	9.6	12.4	12.4	27.4
1.30	1.33	68	82	103	129	8.9	11.4	11.4	25.3
1.40	1.54	—	88	110	139	—	10.6	10.6	23.5
1.50	1.77	—	—	117	148	—	—	9.9	21.9
1.60	2.01	—	—	125	157	—	—	9.3	20.6
1.70	2.27	—	—	—	170	—	—	—	8.7
1.80	2.54	—	—	—	179	—	—	—	8.3

ES COPIA DEL PLANO H-10236 DE LA D.N.V. ADAPTADO EN TAMAÑO

OBRA:	AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL – CASILDA	PLANO N°:	PLANO TIPO H-10236	REV.:	1
PLANO:	ALCANTARILLA CAÑO DE CHAPA ONDULADA	ARCHIVO:	H-10236.DWG	LÁMINA:	A1 (841x594)mm
CÁTEDRA:	PROYECTO IV	ESCALA:			
PROYECTISTAS:	BINI, Camila – CHIODO, Celeste FANJUL, Ignacio Jano – FORLI, Giovanna				



1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	

DETALLE MURO
DE ALA SIN ZAPATA
FUNDACION

1/8x20

3Ø10 (18)

AGREGAR HIERROS
(11) (12) S/PLANILLA

DETALLE MURO
DE ALA CON ZAPATA
DE FUNDACION

14

13

13

14

11

12

19

18

Technical drawing of a shaft with a diameter of 0.03 and a length of 1.

En las alcantarillas compuestas de mas de 4m de luz total se colocara un caño de desagüe pluvial a un metro de cada esquina.
Ø EXTERIOR DEL CAÑO 7,55cm

MASTIC ASFALTICO

0,01

0,03

$l_2 =$	$L + 2b - 4 \text{ cm}$	PARA LUZ SIMPLE
$l_2 =$	$2L + 2b + 9 \text{ cm}$	PARA LUZ DOBLE
$l_2 =$	$3L + 2b + 22 \text{ cm}$	PARA LUZ TRIPLE
$l_1 =$	$L + 2b - 4 \text{ cm}$	PARA LUZ SIMPLE
$l_1 =$	$L + b + 3 \text{ cm}$	PARA LOSA EXTREMA
$l_1 =$	$L + 11 \text{ cm}$	PARA LOSA INTERMEDIA



PLANO N° 3557/A
ESCALA: VARIAS

ALCANTARILLA TIPO A₁
SIMPLES Y MULTIPLES
LUCES 1,00_1,50_2,00

FECHA:
MARZO/2007

DIRECTOR:
ING. O.CONTURSI

PROYECTISTA: ING. J. SALVAY
Actualizado por la Ing. CANO en ABRIL,1980. MAYO,1989
DIBUJO: Tec. I. FIGUEROA

*ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL N° 3557/B.-

COMPUTO DE HIERROS

N° DE TRAMOS	BARRA H (m)	1			2			3	4	5	6	7	8	9	10	11				12				13	14		15	16			17	18	19				20				21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		L=100	L=150	L=200	L=100	L=150	L=200									1:2		1:3	1:4	1:2		1:3	1:4					L=100	L=150	L=200			2:3	1:2	1:3	1:4	2:3	1:2	1:3	1:4	2:3	1:2	1:3	1:4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

DIMENSIONES

H	b (cm)	c (cm)	c ₁ (cm)	c ₂ (cm)	d (cm)	LONG. MURO DE ALA (m)			
						i			
						2:3	1:2	1:3	1:4
1,50	13	45	22,5	22,5	20	0,83	1,18	1,88	2,60
2,00	13	45	22,5	22,5	20	1,35	1,88	2,95	4,00
2,50	15	50	20	30	20	1,88	2,60	4,00	
3,00	17	60	20	40	20	1,88	2,60	4,00	
3,50	19	70	25	45	25	2,40	3,30		

MURO DE ALA CON BASE (m)						
H	i	c ₁	c ₂	c	l	d
1,50	1:4	0,20	0,40	0,60	2,60	0,20
2,00	1:4	0,20	0,35	0,55	4,00	0,20
2,00	1:3	0,20	0,45	0,65	2,95	0,20
2,50	1:3	0,20	0,50	0,70	4,00	0,20
2,50	1:2	0,25	0,62	0,87	2,60	0,20
3,00	1:3	0,25	0,70	0,95	4,00	0,20
3,00	1:2	0,25	0,78	1,03	2,60	0,20
3,50	1:2	0,25	1,00	1,25	3,30	0,25
3,50	2:3	0,25	0,86	1,11	2,40	0,25

ZAPATA MURO FRONTAL				
H (m)	C (cm)	C ₁ (cm)	C ₂ (cm)	d (cm)
1,50	45	22,5	22,5	20
2,00	45	22,5	22,5	20
2,50	50	20	30	20
3,00	60	20	40	20
3,50	70	25	45	25

H (m)	H ₁ (m)				K (m)			
	2:3	1:2	1:3	1:4	2:3	1:2	1:3	1:4
1,50	0,75	0,71	0,67	0,65	0,55	0,59	0,63	0,65
2,00	0,90	0,86	0,82	0,80	0,90	0,94	0,98	1,00
2,50	1,05	1,00	0,97		1,25	1,30	1,33	
3,00	1,55	1,50	1,47		1,25	1,30	1,33	
3,50	1,65	1,60			1,60	1,65		

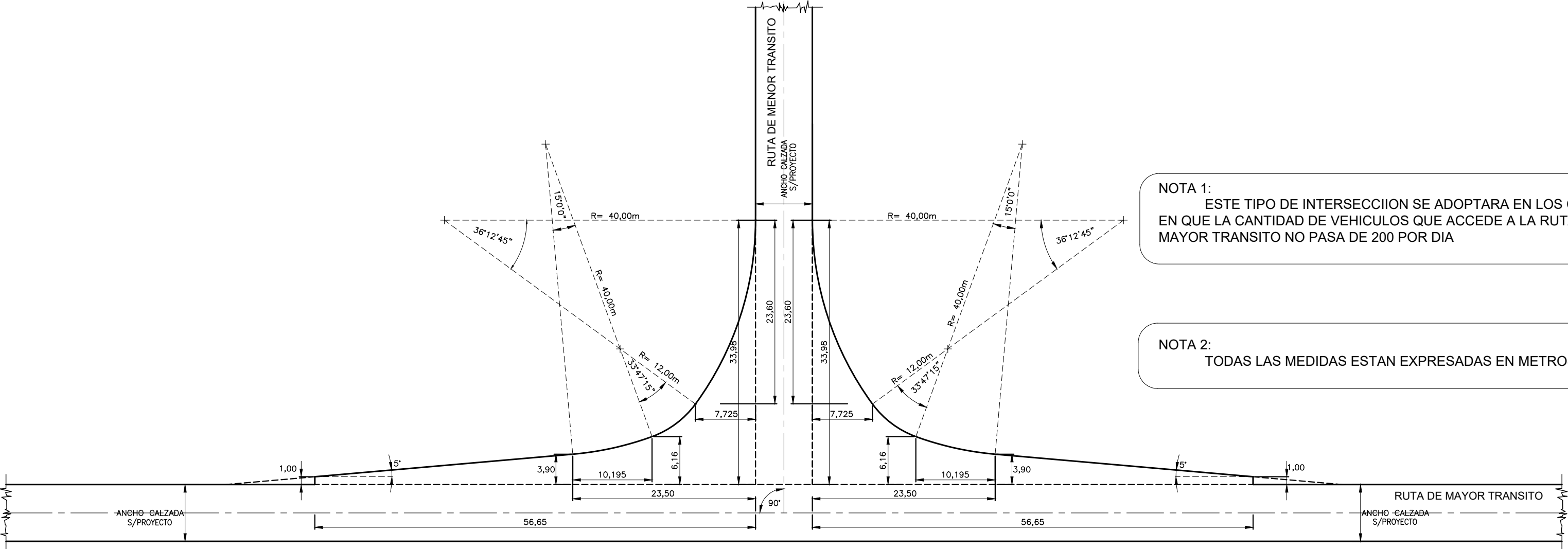
L (m)	a (cm)
1,00	13
1,50	15
2,00	17

BARRA L (m)	N°	1		2	
		Ø	S	Ø	S
1,00		10	28	10	28
1,50		10	25	10	25
2,00		10	21	10	21

TALUDES (i)			
2:3	1:2	1:3	1:4

ARMADURAS

CARACT.	MURO DE ALA CON ZAPATA Y SIN ZAPATA DE FUNDACION												MURO DE ALA SIN ZAPATA		MURO DE ALA CON ZAPATA																							
															2:3	1:2	1:3	1:4	2:3	1:2	1:3	1:4	2:3	1:2	1:3	1:4	2:3	1:2	1:3	1:4	2:3	1:2	1:3	1:4				
BARRA	3	4	5	6	7	8	9	10	13	14	15	11	12	11	11	11	11	12	12	12	12	19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	21					
H(m)	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s				
1,50	8	20	8	20	8	20	6	20	8	20	8	20	8	20	6	20	10	40	10	40	8	20	10	40	10	40								8	20			
2,00	8	20	8	20	8	20	6	20	8	20	8	20	8	20	6	20	10	40	10	40	8	20	10	40	10	40							8	20	8	20		
2,50	8	20	8	20	8	20	6	20	8	20	8	20	8	20	6	20	10	36	10	36	8	20	10	36	10	36			10	30	10	20						
3,00	8	20	8	20	8	20	6	20	8	20	8	20	8	20	6	20	10	34	10	34	8	20	10	34	10	34			10	30	10	10						
3,50	8	20	8	20	8	20	6	20	8	20	8	20	8	20	6	20	12	30	12	30	8	20	12	30	12	30	12	40	12	30								



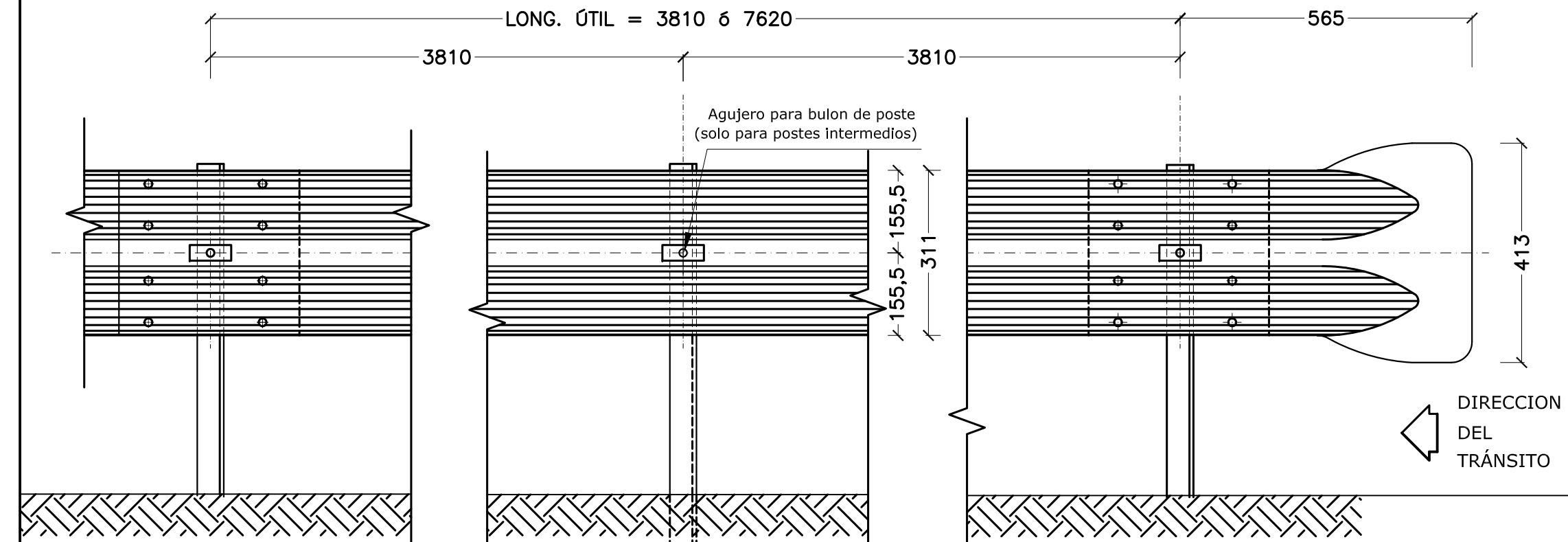
NOTA 1:
ESTE TIPO DE INTERSECCIION SE ADOPTARA EN LOS CASOS
EN QUE LA CANTIDAD DE VEHICULOS QUE ACCEDE A LA RUTA DE
MAYOR TRANSITO NO PASA DE 200 POR DIA

NOTA 2:
TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN METROS.

OBRA:	AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL - CASILDA	PLANO N°:	PLANO TIPO H-7491	REV.:	1
PLANO:	INSERCCIÓN A NIVEL	ARCHIVO:			
		H-7491 INTERSECCIÓN A NIVEL.DWG			
CÁTEDRA:	PROYECTO IV	ESCALA:	LÁMINA:		
		1:5000	A1 (841x594)mm		
PROYECTISTAS:	BINI, Camila - CHIODD, Celeste FANJUL, Ignacio Jano - FORLI, Giovanna	 FCEIA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERIA Y AGRIMENSURA  UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO CONFINGERE HOMINEM COGNOSCERE COPIANTEREM			

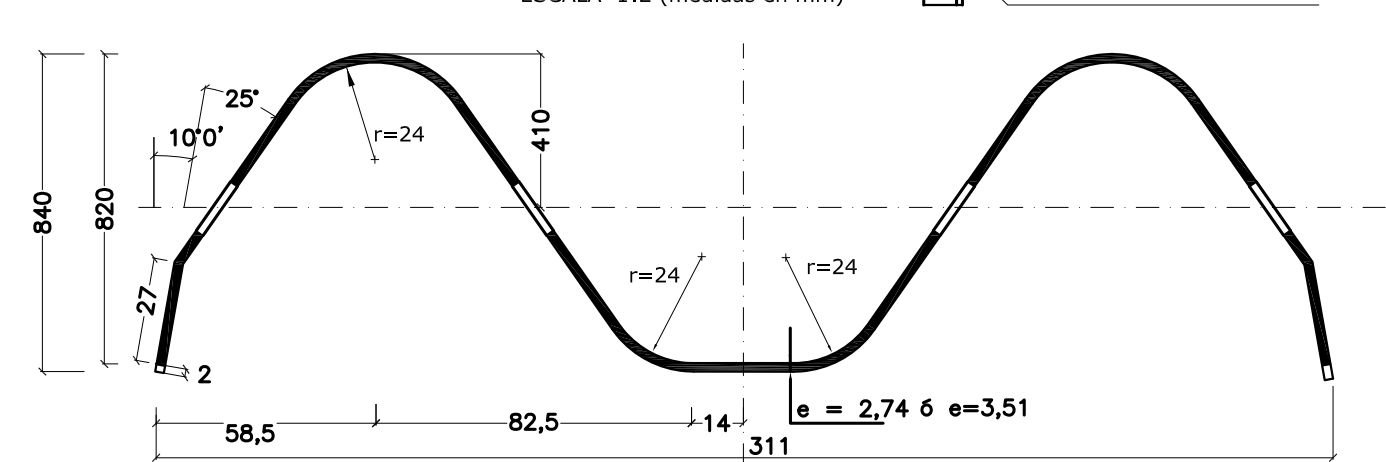
BARANDA (CONJUNTO)

ESCALA 1:10 (medidas en mm)

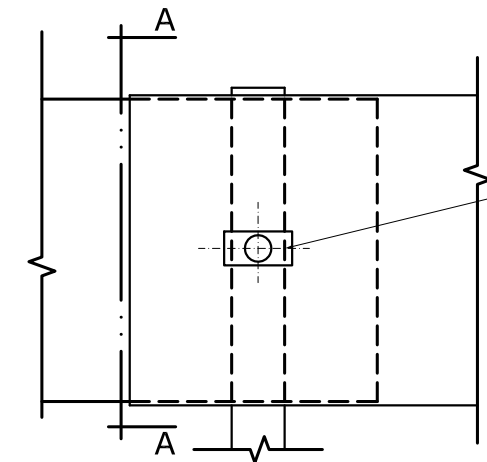


SECCION TRANSVERSAL

ESCALA 1:2 (medidas en mm)



DETALLE UNION DE DOS DEFENSAS

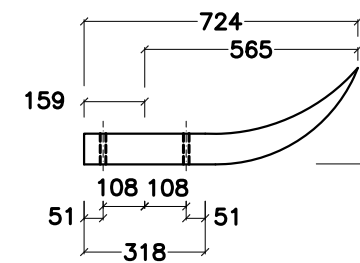


ARANDELA EN L REFLECTANTE S/DETALLE

LAS DEFENSAS DEBEN IR EMPALMA EN LA DIRECCION DEL TRANSITO C LO INDICA LA FIGURA

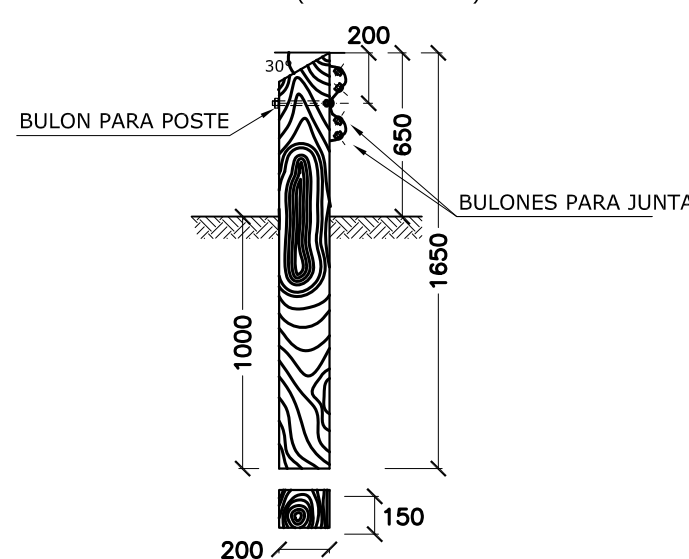
DETALLE ALA TERMINAL TIPO 1

SOLAPADA EN LA DIRECCION DEL TRANSITO
ESCALA 1:2 (medidas en mm)



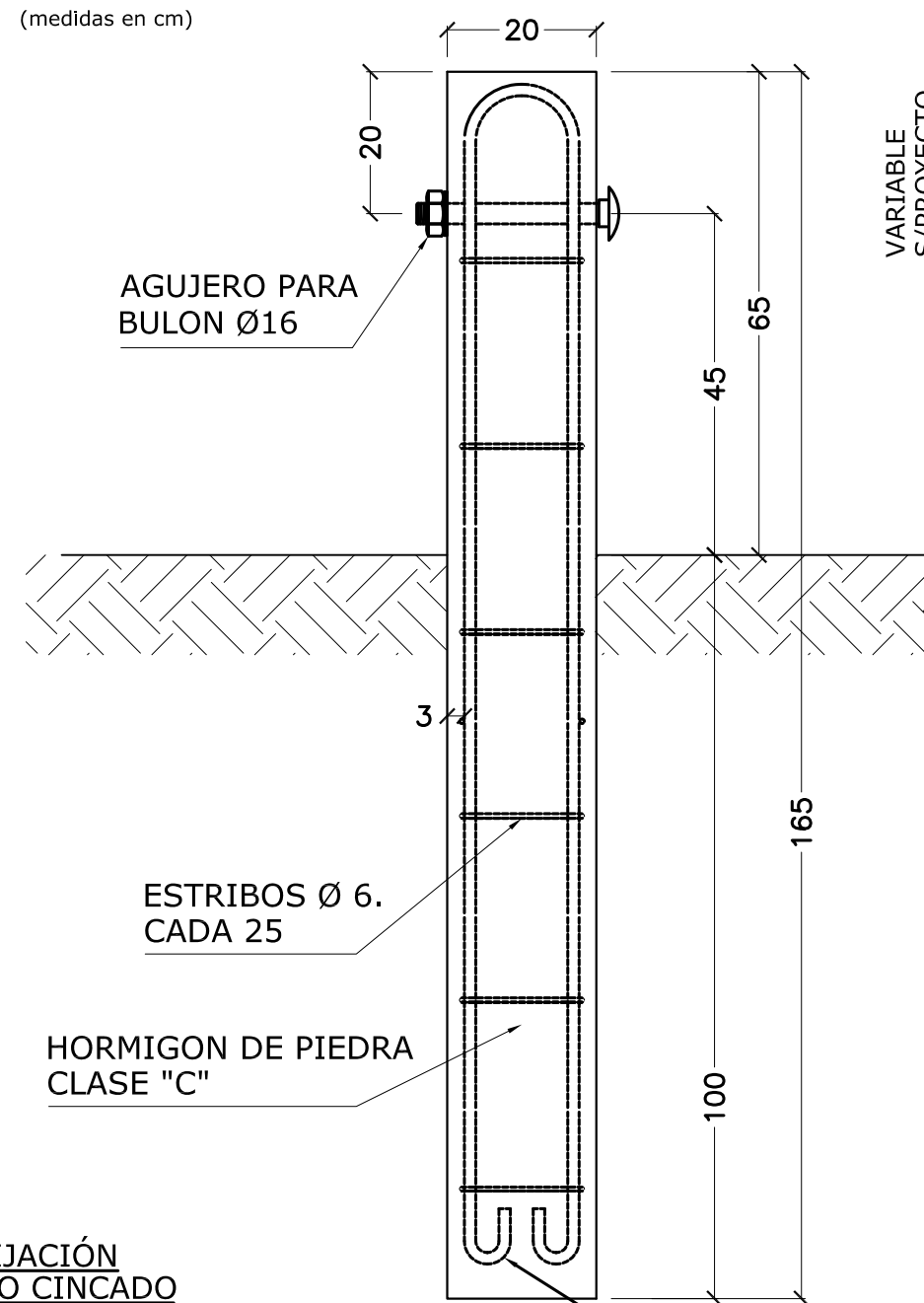
POSTE FIJACIÓN DE MADERA

ESCALA 1:3 (medidas en mm)



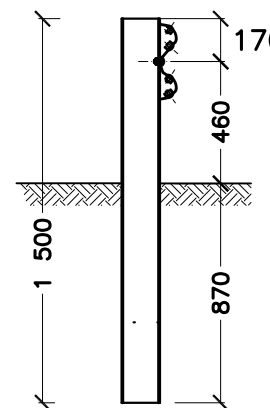
POSTE DE FIJACIÓN DE HORMIGÓN

(medidas en cm)

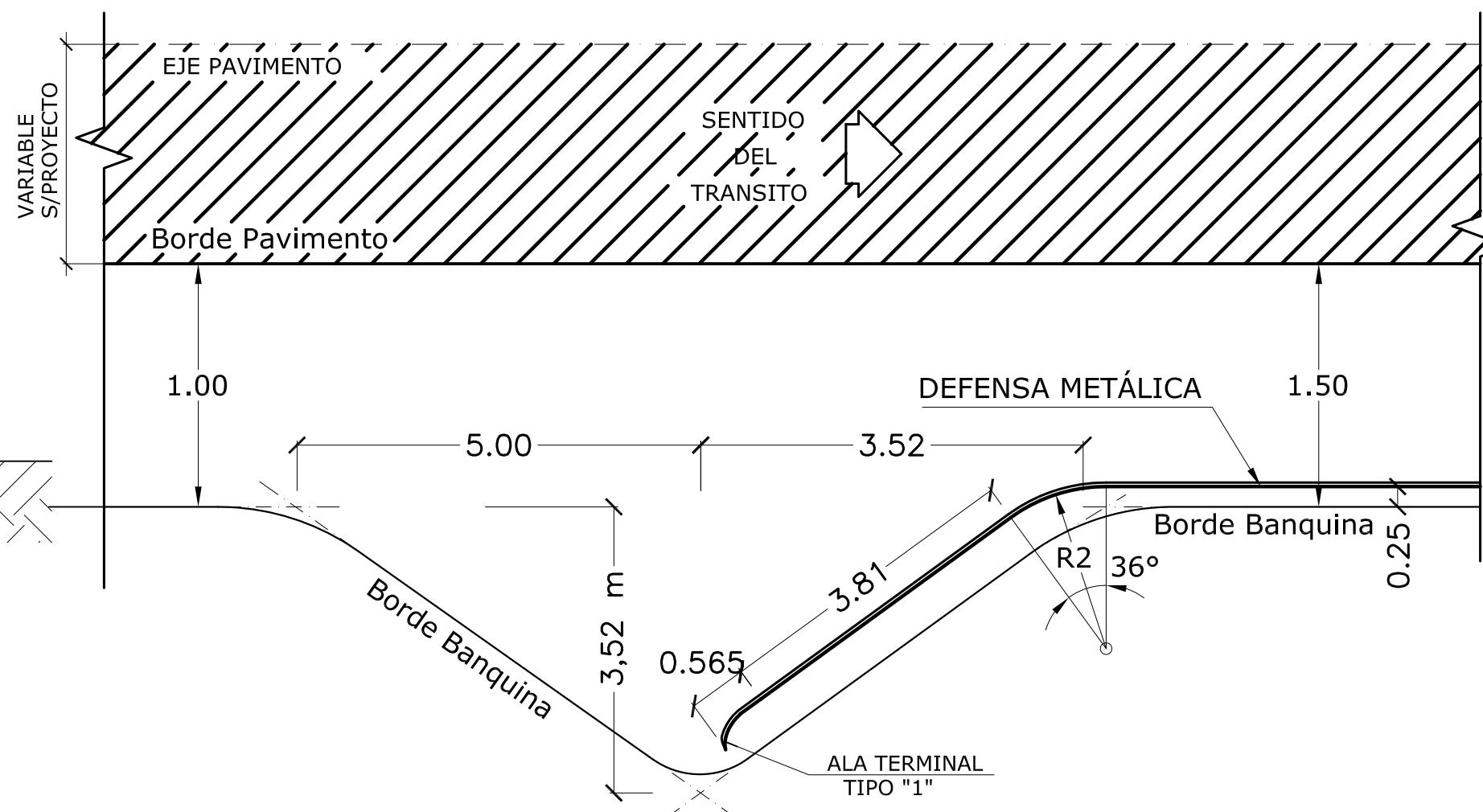


POSTE FIJACIÓN METÁLICO CINCADO

ESCALA 1:3 (medidas en mm)



DETALLE UBICACION BARANDA (VISTA SUPERIOR)

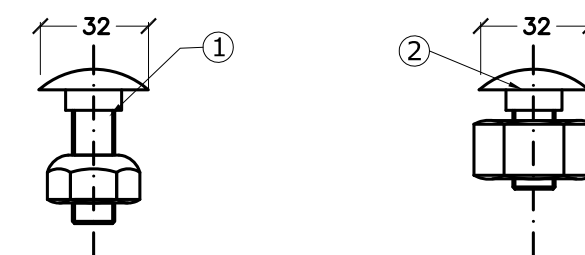


DIMENSIONES Y PROPIEDADES FISICAS DE LAS DEFENSAS METALICAS

ESPESORES (mm)			AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	MOMENTOS DE INERCIA (cm ⁴)		MODULO RESISTENTE (cm ³)		Peso aprox. chapa cincada	
Chapa base	Chapa Cincada	Tolerancia		HORIZONTAL	VERTICAL	HORIZONTAL	VERTICAL	L= 3,81m Kg	L= 7,62m Kg
2,67	2,74	± 0,23	12,84	96,15	1249,0	22,53	80,6	43,80	84,50
3,43	3,51	± 0,25	16,52	123,62	1607,0	28,90	103,6	55,90	107,90

DETALLE DE TUERCA Y BULÓN

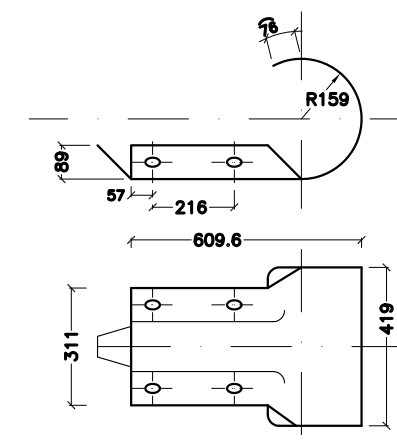
ESCALA 1:2 (medidas en cm)



- BULON DE 32mm LONG. CON TUERCA DE CARAS RECTAS PARA UNION DE LAS DEFENSAS ENTRE SI.
- BULON DE 45mm LONG. CON TUERCA DE CARA REDONDEADA PARA FIJAR LAS DEFENSAS A LOS POSTES METALICOS

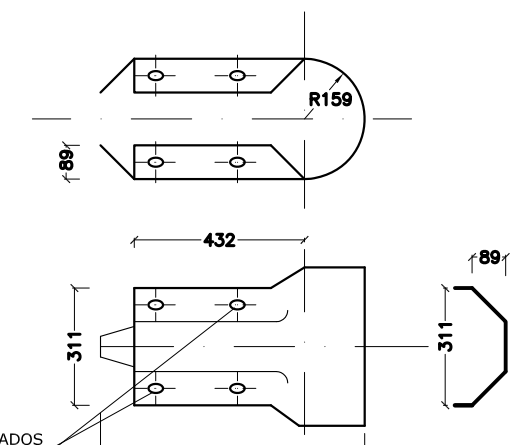
ALA TERMINAL ESPECIAL TIPO "A" SIMPLE

(medidas en mm)



ALA TERMINAL ESPECIAL TIPO "B" DOBLE

(medidas en mm)



PROVINCIA DE SANTA FE

DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD

DIRECCION DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

PLANO TIPO

BARANDA METÁLICA CINCADA PARA DEFENSA

FECHA:

MARZO 2007

DIRECTOR:

ING. O. CONTURSI

PLANO Nº

4463/1

ESCALA:

INDICADAS

ANTECEDENTE:

Plano J-7915 DNV

COLABORADOR:

DIBUJO:

NOTAS:

- Cuando no se indique lo contrario en el proyecto, los Postes de Fijación serán Metálicos cincados, y las alas terminales responderán al tipo "1".
- Las Defensas en Curvas, cuyo radio sea mayor a 45m, podrán adaptarse directamente en obra, al ser instaladas.
- Las de radio menor, deben ser provistas previamente.

DATOS A FIJAR EN EL PROYECTO

- * LONGITUD ÚTIL: (Múltiplo de 3,81 m)
- * CON / SIN ALAS TERMINALES
- * TIPO DE ALA TERMINALES
- * TIPO DE POSTE DE FIJACIÓN: Metálico / Madera / Hormigón
- * ESPESOR DE LA DEFENSA:(mm)

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



Proyecto de Grado
Carrera de Ingeniería Civil

Propuesta de Ampliación Parque Industrial Casilda 11.ANEXOS

ESTUDIANTES

Bini, Camila (Legajo N° B-6128/1)
Chiodo, Celeste (Legajo N° C-6856/1)
Fanjul, Ignacio Jano (Legajo N° F-3597/1)
Forli, Giovanna (Legajo N° F-3581/5)

*Trabajo presentado en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura,
en cumplimiento parcial de los requisitos para alcanzar la titulación en*

Ingeniería Civil

Agosto de 2025

ANEXO 1

PLANILLA DE NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA

Tramo		Lectura Adelante	Lectura Atras	Distancia	Desnivel	Punto	Cota
1	Lec.Superior	2.92		36		0	100
	Lect. Intermedia	2.74					
	Lect. Inferior	2.56					
	Lec.Superior		1.15	40		1	101.79
	Lect. Intermedia		0.95		1.79		
	Lect. Inferior		0.75				
2	Lec.Superior	1.69		47		1	101.79
	Lect. Intermedia	1.45					
	Lect. Inferior	1.22					
	Lec.Superior		1.55	47		2	101.92
	Lect. Intermedia		1.32		0.13		
	Lect. Inferior		1.08				
3	Lec.Superior	1.51		34		2	101.92
	Lect. Intermedia	1.34					
	Lect. Inferior	1.17					
	Lec.Superior		1.36	28		3	102.04
	Lect. Intermedia		1.22		0.12		
	Lect. Inferior		1.08				
4	Lec.Superior	1.37		23		3	102.04
	Lect. Intermedia	1.25					
	Lect. Inferior	1.14					
	Lec.Superior		1.25	23		4	102.15
	Lect. Intermedia		1.14		0.11		
	Lect. Inferior		1.02				

Tabla 11.1-A: Planilla de nivelación topográfica. Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2

SALIDAS SOFTWARE PCA

PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES

Hoja 1/3

Datos de Proyecto

Obra: Acceso a Ampliación del Parque Industrial Casilda

Categoría: Otro

Comitente: Grupo 3

Ubicación:

Longitud:

Periodo de diseño: 35 años

Descripción:

Datos de Diseño

Tránsito

Tránsito pesado medio diario anual:	20 VP/día
Tasa de crecimiento:	4%
Coef. Distr. por sentido de circulación:	100%
Coef. Distr. por carril:	100%
Total vehiculos pesados en carril de diseño:	537.661 VP
Total ejes equivalentes 8,2tn (AASHTO):	3.845.338 (Con espesor de 19,2 cm)

Estructura

k combinado subrasante-base:	74 MPa/m
Resist. a flexión del hormigón:	4,7 MPa
Factor de seguridad de cargas:	1,1
Juntas transversales con pasadores:	SI
Banquina de hormigón vinculada:	NO

Verificación

Modelo de fatiga: PCA '84

Espesor de diseño:

19,2 cm

Consumo por Fatiga:	99%
Consumo por Erosión:	64%

PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES

Hoja 2/3

Espectro de cargas utilizado en los cálculos

CONFIGURACION DE CARGAS POR EJE							
Ejes por cada 1000 Vehículos Pesados							
(excluyendo todos los vehículos de 2 ejes-4 cubiertas)							
Ejes simples			Ejes Dobles			Ejes Triples	
Cargas (tn)	Cantidad de Ejes		Cargas (tn)	Cantidad de Ejes		Cargas (tn)	Cantidad de Ejes
6	1000,0		18	550,0		26	450,0
11	1150,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0</

PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES

Detalle consumos de Fatiga y Erosión por eje

Hoja 3/3

	Carga [tn]	Carga mayorada [tn]	Repeticiones esperadas	Fatiga		Erosión	
				Repeticiones admisibles	Consumo	Repeticiones admisibles	Consumo
Ejes simples	6,0	6,6	537661	Ilimitado	0,0%	187376894	0,29%
	10,5	11,6	618310	624872	98,9%	1773164	34,87%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
				Total ES	98,9%	Total ES	35,16%
Ejes dobles	18,0	19,8	295714	Ilimitado	0,0%	2249976	13,14%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
				Total ED	0,0%	Total ED	13,14%
Ejes triples	25,5	28,1	241948	Ilimitado	0,0%	1506106	16,06%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
				Total ET	0,0%	Total ET	16,06%
TOTALES				FATIGA:	98,9%	EROSIÓN:	64,4%

ANEXO 3

PROYECTO HIDRÁULICO

A continuación, se procede a desarrollar la memoria de cálculo hidráulico correspondiente a la propuesta “Ampliación del Parque Industrial de Casilda”. El objetivo principal del estudio hidráulico es garantizar el correcto dimensionamiento de las obras hidráulicas necesarias para lograr una adecuada gestión de los escurrimientos pluviales dentro del área propuesta, minimizando así los riesgos asociados a anegamientos para las recurrencias de diseño adoptadas.

El análisis se lleva a cabo en dos etapas: situación pre-propuesta y situación post-propuesta. Por un lado, en la etapa pre-propuesta, se determinan las condiciones hidráulicas del terreno antes de la intervención a partir de los datos climáticos, topográficos y normativas locales. Por otro lado, en la etapa post-propuesta, se evalúan las condiciones hidráulicas frente al cambio de uso de suelo generado por la ejecución de la propuesta, con la finalidad de diseñar soluciones de infraestructura que permitan controlar y mitigar los efectos de dicho cambio.

Situación PRE-Proyecto

- Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía se define como la relación entre el caudal que ingresa sobre la cuenca y el caudal evacuado. Depende del grado de impermeabilización de la cuenca y del tipo de superficie, para cada recurrencia de diseño.

Para el caso pre-propuesta se considera un coeficiente de escorrentía, C , de 0,34 para recurrencia de 5 años y de 0,47 para recurrencia de 100 años, según Decreto 4841/2012 de la Provincia de Santa Fe.

A continuación, se presenta la tabla con los coeficientes de escorrentía, en función la recurrencia y las características de la superficie, establecidos por el Decreto 4841/2012 de la Provincia de Santa Fe.

Característica de la Superficie	Recurrencia R (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Hormigón: pavimentos, techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<u>Zonas Verdes (jardines, parques, etc.):</u>							
Condición pobre (cubierta de pasto menor al 50% del área):							
Pendiente baja (0 – 2%)	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Pendiente media (2 – 7%)	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente elevada (> 7%)	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición media (cubierta de pasto entre 50% - 75% del área):							
Pendiente baja (0 – 2%)	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Pendiente media (2 – 7%)	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente elevada (> 7%)	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor al 75% del área):							
Pendiente baja (0 – 2%)	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Pendiente media (2 – 7%)	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente elevada (> 7%)	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos:							
Pendiente baja (0 – 2%)	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Pendiente media (2 – 7%)	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente elevada (> 7%)	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales:							
Pendiente baja (0 – 2%)	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Pendiente media (2 – 7%)	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente elevada (> 7%)	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques:							
Pendiente baja (0 – 2%)	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Pendiente media (2 – 7%)	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente elevada (> 7%)	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Tabla 11.3-A: Coeficiente de escorrentía. Fuente: Decreto 4841/2012 de la Provincia de Santa Fe [14]

- Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se define como el tiempo que le demanda a la gota de agua en transitar la cuenca desde el punto hidráulicamente más alejado hasta la sección de control o salida de la cuenca.

El tiempo de concentración se calcula según la expresión del Federal Aviation Agency, la cual es aplicable para flujo mantiforme predominante.

$$T_c = 22.73(1.1 - C)L^{0.5}S^{-0.33}$$

Donde,

T_c es el tiempo de concentración en minutos.

L es la longitud en km.

S es la pendiente del terreno (m/m).

C es el coeficiente de escurrimiento.

SITUACIÓN	PRE-PROYECTO	
Recurrencia	5 años	100 años
Longitud [m]	1810	1810
Cota sup. [m]	80,50	80,50
Cota inf. [m]	78,00	78,00
Pendiente [m/m; ‰]	0,0014	0,0014
Coef. de escorrentía	0,34	0,47
Tc [min]	204,16	169,24

Tabla 11.3-B: Tiempo de Concentración - Federal Aviation Agency. Fuente: Elaboración propia.

- Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia en la situación PRE-Proyecto permite evaluar la capacidad de evacuación del agua en condiciones habituales y excepcionales, asegurando la estabilidad y eficiencia de la infraestructura hidráulica del sector.

Para el cálculo de la intensidad de lluvia se aplican las curvas IDR (Intensidad-Duración-Recurrencia), junto con su parametrización, para la ciudad de Casilda, estudiadas por Basile, P. A., Zimmermann, E., Riccardi, G., y Stenta, H. (2010). *Derivación de curvas intensidad-duración-recurrencia (IDR) para las ciudades de Casilda y Zavalla, Santa Fe, Argentina*. Ponencia presentada en el I Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras, Azul, Buenos Aires, Argentina.

Ec. N°	R (años)	α	β	γ
1	2	2503,818	19,263	0,8693
2	5	1849,399	12,403	0,7920
3	10	2050,044	13,443	0,7848
4	20	2200,032	13,529	0,7769
5	50	2300,082	11,977	0,7637
6	100	2400,057	11,021	0,7567
7	500	2400,292	8,609	0,7322

Tabla 11.3-C: Ecuaciones de curvas IDR parametrizadas para Casilda. Fuente: Derivación de curvas intensidad-duración-recurrencia (IDR) para las ciudades de Casilda y Zavalla, Santa Fe, Argentina [11].

Luego, a partir de la siguiente ecuación se obtiene la intensidad media máxima de lluvia para una recurrencia dada.

$$i = \frac{\alpha}{(D+\beta)^\gamma}$$

Donde α , β , γ son los parámetros de la **tabla 11.2-C: Ecuaciones de curvas IDR parametrizadas para Casilda** y D es la duración del evento de lluvia en minutos.

De esta manera, se obtiene la intensidad de lluvia correspondiente a recurrencias de 5 y 100 años. Estos valores son fundamentales para el dimensionamiento de los sistemas de desagües de la propuesta, permitiendo garantizar su correcto funcionamiento bajo diferentes eventos de tormenta.

SITUACIÓN	PRE-PROYECTO	
Tc [min]	204,16	169,24
Recurrencia	5	100
α	1849,399	2400,057
β	12,403	11,021
γ	0,792	0,7567
i [mm/hs]	26,14	47,12

Tabla 11.3-D: Intensidad de lluvia - Situación PRE-Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

- Hidrogramas de diseño

Por último, a partir del Método Racional Modificado se asume una distribución triangular del caudal en el tiempo, con un tiempo al pico igual (t_p) al tiempo de concentración de la cuenca (T_c), $t_p = T_c$, y un tiempo de base igual a dos veces el tiempo al pico, $t_b = 2t_p = 2T_c$.

SITUACIÓN	PRE-PROYECTO	
Área cuenca [Ha]	77,8	77,8
Tc [min]	204,16	169,24
Recurrencia	5	100
i [mm/hs]	26,14	47,12
Q [m3/s]	1,92	4,79

Tabla 11.3-E: Caudales de Diseño - Situación PRE-Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

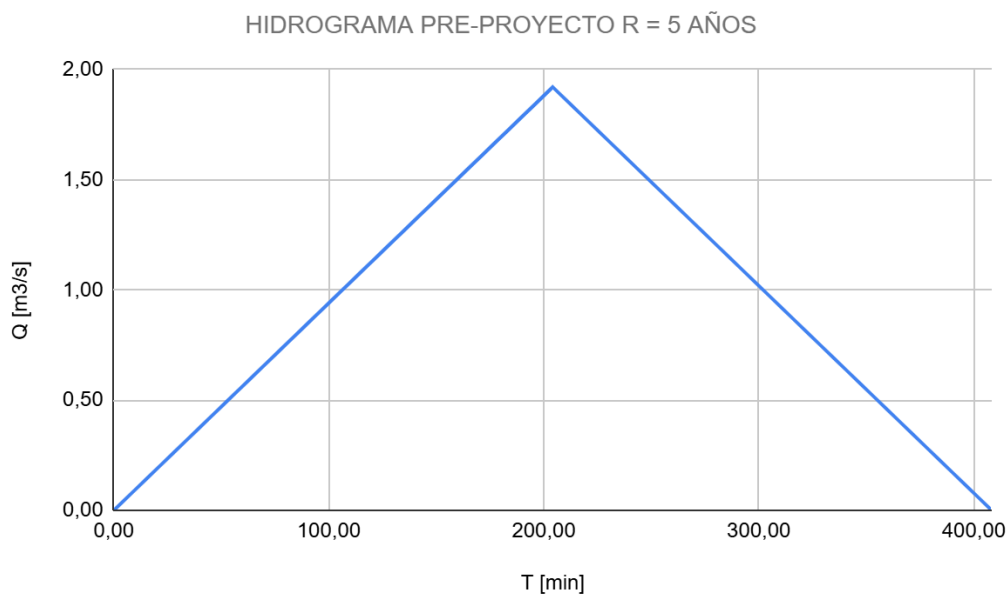


Figura 11.3-A: Hidrograma de diseño para R=5 años - Situación PRE-Proyecto. Fuente: Elaboración propia.



Figura 11.3-B: Hidrograma de diseño para R=100 años - Situación PRE-Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Situación POST-Proyecto

- Coeficiente de escurrimiento

Para el caso post-propuesta se considera un coeficiente de escorrentía ponderado, C, según las características variables del terreno debido a la ejecución de la propuesta. Al igual que en el caso de la situación pre-propuesta, los coeficientes de

escorrentía para cada tipo de superficie se obtienen de la **Tabla 11.3-A: Coeficiente de escorrentía - Decreto 4841/2012 de la Provincia de Santa Fe.**

		C - R=5 años	C - R=100 años	Area parcial [m2]	C pond - 5 años	C pond - 100 años
Calles y veredas		0,8	0,97	30000,00	0,47	0,65
Cuenca de aporte		0,34	0,47	486000,00		
Sección urbanizada: 70% impermeabilizado y 30% permeable	0,7	0,8	0,97	270000,00		
	0,3	0,34	0,47			

Tabla 11.3-F: Coeficientes de escorrentía R=5 años y R=100 años. Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de los coeficientes de escorrentía se considera, por un lado, el sector correspondiente a la ampliación del Parque Industrial en su configuración proyectada, y por otro, la cuenca de aporte aguas arriba del predio, contemplando su condición actual (no urbanizada). Esta decisión permite captar el escurrimiento superficial mientras persistan dichas condiciones, considerando que, una vez urbanizado el sector, podrá vincularse al sistema de desagües existente mediante la incorporación de elementos de control de caudales, tales como reservorios o dispositivos retardadores de flujo.

Este enfoque evita la sobredimensión innecesaria del reservorio de regulación, tanto en planta como en profundidad, y responde a la previsión de que la situación actual de la cuenca de aporte se mantendrá en el tiempo. De esta manera, se optimiza la relación entre infraestructura proyectada y demanda hidráulica real esperada durante la etapa de implementación.

- Tiempo de concentración

Para determinar el tiempo de concentración se emplea el método cinemático, analizando la distancia que recorre la gota hidrológicamente más alejada y la velocidad de escurrimiento según sea el tipo de flujo.

Los valores de referencia de la Velocidad Máxima promedio del flujo, para estimar el Tiempo de Concentración, se establecen en el Decreto 4841/2012 de la Provincia de Santa Fe.

Tipo de flujo	Vel [m/seg]
Flujo no concentrado en campos, zonas verdes, parques y jardines	0.10
Flujo no concentrado en pavimentos	0.35
Flujo en cordón-cuneta	0.60
Flujo en zanjas y canales excavados	1.10
Flujo en conductos de hormigón	1.30
Flujo en canales revestidos en hormigón	1.40

Tabla 11.3-G: Velocidades de escurrimiento. Fuente: Decreto 4841/2012 de la Provincia de Santa Fe

Para determinar el tiempo de concentración de cada subcuenca se realiza la sumatoria entre el tiempo requerido para que el escurrimiento mantiforme alcance el canal a cielo abierto y el tiempo necesario para que la gota de agua hidráulicamente más alejada complete su recorrido a través de los desagües propuestos. Esto permite obtener una estimación precisa del comportamiento del drenaje en el predio.

CÁLCULO TC	
Long mantiforme[m]	109,5
V. esc. mantiforme [m/s]	0,1
TC mantiforme [min]	18,25
Long 1 canal [m]	1096,5
V. esc. canal [m/s]	1,1
TC1 canal [min]	16,61
Long conducto [m]	22,75
V. esc. conducto [m/s]	1,58
TC conducto [min]	0,24
Duración tormenta [min]	35,11

Tabla 11.3-H: Tiempo de concentración - Situación POST-Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

- Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia se determina de la misma manera en la que se analiza la situación pre-propuesta. Luego, los resultados son los siguientes:

SITUACIÓN	POST-PROYECTO	
Tc [min]	35,11	35,11
Recurrencia	5	100
α	1849,399	2400,057
β	12,403	11,021
γ	0,792	0,7567
i [mm/hs]	86,90	132,15

Tabla 11.3-I: Intensidad de lluvia - Situación POST-Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

- Hidrogramas de diseño

Los hidrogramas de diseño se determinan de la misma manera en la que se analiza la situación pre-propuesta. Luego, los resultados son los siguientes:

SITUACIÓN	POST-PROYECTO	
Área cuenca [Ha]	77,8	77,8
Coef. de escorrentía	0,47	0,65
Tc [min]	35,11	35,11
Recurrencia	5	100
i [mm/hs]	86,90	132,15
Q [m3/s]	8,79	18,54

Tabla 11.3-J: Caudales de Diseño - Situación POST-Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

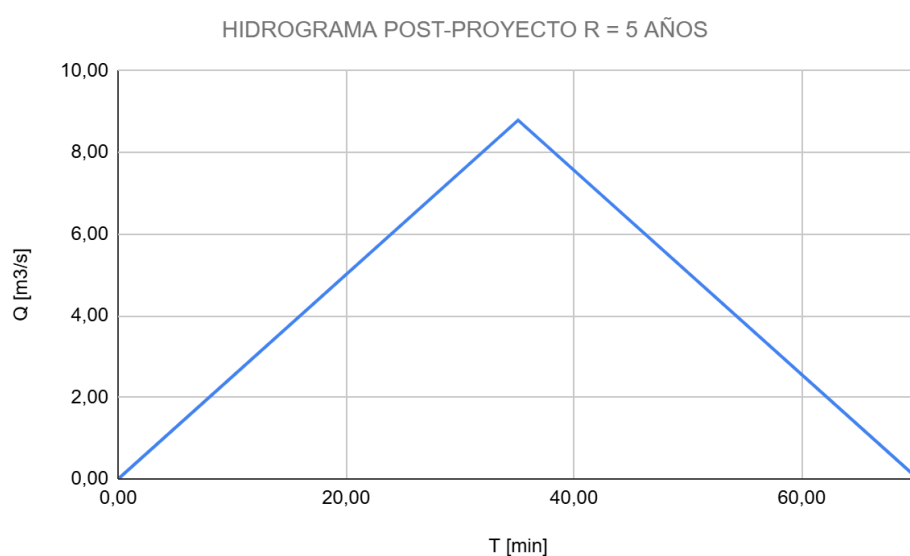


Figura 11.3-C: Hidrograma de diseño para R=5 años - Situación POST-Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

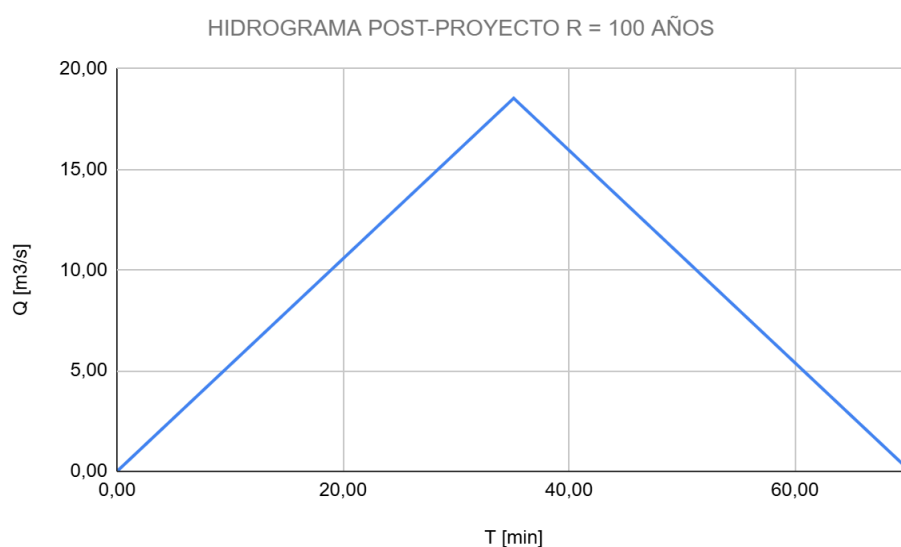


Figura 11.3-D: Hidrograma de diseño para R=100 años - Situación POST-Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Diseño de Obras Hidráulicas

- Diseño de Canales a cielo abierto

A continuación, se presentan los resultados del estudio de caudales para el diseño de los canales a cielo abierto.

Cuenca	Área cuenca [m2]	Área cuenca [has]	Coef. de escurrimiento (C)	Recurrencia [años]	A°C [has]	Long mantiforme[m]	V. esc. mantiforme [m/s]	TC mantiforme [min]	Long 1 canal [m]	Long 2 canal [m]	V. esc. canal [m/s]	TC1 canal [min]	TC2 canal [min]	Long conducto [m]	V. esc. conducto [m/s]	TC conducto [min]	Duracion tormenta [min]	Intensida d I [mm/hs]	Caudal de diseño Qdis [m3/s]	Punto de control A - Q [m3/s]	Punto de control D - Q [m3/s]	Punto de control B - Q [m3/s]	Punto de control C - Q [m3/s]
1 - Aporte aguas arriba /2 - PI /3A - PI /3B - PI /4 - PI /5 - PI /CALLE 1A /CALLE 1B1 /CALLE 4B	620603,56	62,06	0,34	5	21,10	1009,50	0,1	168,25	1096,50		1,1	16,61	0,00	23,63	1,58	0,25	185,11	4,03	0,236	0,2361	0,679	0,342	0,063
6 - PI /7 - PI /8 - PI /9 - PI /10 - PI /11 - PI /12 - PI /13 - PI /14 - PI /15 - PI /CALLE 1B2 /CALLE 1B3 /CALLE 2A1 /CALLE 2A2 /CALLE 2B /CALLE 3A /CALLE 3B /CALLE 4A /CALLE 5A /CALLE 5B	153048,90	15,30	0,66	5	10,13	24,40	0,1	4,07	341,51	654,26	1,1	5,17	9,91	12,25	1,15	0,18	19,33	24,11	0,679				
11 - PI /12 - PI /13 - PI /14 - PI /CALLE 1B2 /CALLE 2B /CALLE 4A /CALLE 5A	20036,06	2,00	0,66	5	1,33	147,20	0,1	24,53	355,74	654,26	1,1	5,39					29,92	17,06	0,063				
6 - PI /7 - PI /8 - PI /CALLE 2A1 /CALLE 3B /CALLE 5B	93627,74	9,36	0,66	5	6,20	101,60	0,1	16,93	648,40	372,47	1,4	7,72					24,65	19,89	0,342				
Cuenca	Área cuenca [m2]	Área cuenca [has]	Coef. de escurrimiento (C)	Recurrencia [años]	A°C [has]	Long mantiforme[m]	V. esc. mantiforme [m/s]	TC mantiforme [min]	Long 1 canal [m]	Long 2 canal [m]	V. esc. canal [m/s]	TC1 canal [min]	TC2 canal [min]	Long conducto [m]	V. esc. conducto [m/s]	TC conducto [min]	Duracion tormenta [min]	Intensida d I [mm/hs]	Caudal de diseño Qdis [m3/s]	Punto de control E - Q [m3/s]			
6 - PI /7 - PI /8 - PI /9 - PI /10 - PI /11 - PI /12 - PI /13 - PI /14 - PI /CALLE 1B2 /CALLE 2A1 /CALLE 2A2 /CALLE 2B /CALLE 3A /CALLE 3B /CALLE 4A /CALLE 5A /CALLE 5B	139318,24	13,93	0,66	5	9,22	147,20	0,1	24,53	355,74	654,26	1,1	5,39	9,91	12,25	1,15	0,18	30,10	16,98	0,435	0,435			

Tabla 11.3-K: Caudales de Diseño - Canales a cielo abierto.

Los puntos de control mencionados en la tabla anterior se pueden observar en el plano EPI-HID-002 (DESAGÜES PLANTA).

Cabe destacar que las secciones que aportan al punto de control C se dimensionan como secciones revestidas de hormigón; mientras que, los restantes desagües son excavados en tierra.

Los coeficientes de rugosidad a considerar son: 0,033 para los canales excavados de suelo y 0,016 para los canales revestidos de hormigón. Los valores de referencia del coeficiente de rugosidad de Manning se establecen en el Decreto 4841/2012 de la Provincia de Santa Fe.

Superficie	n(m/s ^{1/3})
Hormigón	0,012-0,017
Asfalto	0,011-0,015
Conducto de Acero	0,010-0,014
Conducto de metal corrugado	0,019-0,027
Empedrado rugoso	0,040
Adoquinado	0,020-0,025
Canales excavados en tierra (limpios)	0,030-0,035
Superficies naturales y/o Superficies con vegetación	0,080-0,120
Valle de inundación con pastos	0,030-0,050
Valle de inundación con cultivos	0,030-0,045
Valle de inundación con matorrales	0,040-0,080
Valle de inundación con árboles	0,100-0,200

Tabla 11.3-L: Coeficientes de rugosidad. Fuente: Decreto 4841/2012 de la Provincia de Santa Fe [14]

Por consiguiente, las secciones obtenidas son las que se presentan a continuación. Las mismas constituyen las secciones mínimas necesarias para el adecuado desagüe pluvial.

SECCIÓN TRAPEZOIDAL 1 - PUNTO DE CONTROL A - i=0,2%								
Q*n/raiz(l)	0,1742	Y [m]	P [m]	A [m2]	R [m]	R^(2/3)	A*R^(2/3)	V [m/s]
Bf [m]	0,3	0,5340	1,810	0,445356	0,2460	0,3926	0,1749	0,532
z	1						Vmin [m/s]	0,51
SECCION NECESARIA TRAPEZOIDAL: Bf=0.3m; H=0,6m; pendiente 1:1; Bs=1.5m							Vmax [m/s]	0,85

SECCIÓN TRAPEZOIDAL 1 - PUNTO DE CONTROL A - i=0,3%								
Q*n/raiz(l)	0,1423	Y [m]	P [m]	A [m2]	R [m]	R^(2/3)	A*R^(2/3)	V [m/s]
Bf [m]	0,3	0,4855	1,673	0,38136025	0,2279	0,3731	0,1423	0,619
z	1						Vmin [m/s]	0,51
SECCION NECESARIA TRAPEZOIDAL: Bf=0.3m; H=0,55m; pendiente 1:1; Bs=1.4m							Vmax [m/s]	0,85

SECCIÓN TRAPEZOIDAL 1 - PUNTO DE CONTROL A - i=0,46%								
Q*n/raiz(l)	0,1149	Y [m]	P [m]	A [m2]	R [m]	R^(2/3)	A*R^(2/3)	V [m/s]
Bf [m]	0,3	0,4392	1,542	0,32465664	0,2105	0,3539	0,1149	0,727
z	1						Vmin [m/s]	0,51
SECCION NECESARIA TRAPEZOIDAL: Bf=0.3m; H=0,50m; pendiente 1:1; Bs=1.3m							Vmax [m/s]	0,85

Tabla 11.3-M: Diseño de canales a cielo abierto excavados en tierra. Fuente: Elaboración propia.

SECCIÓN RECTANGULAR 2 - PUNTO DE CONTROL E - i=0,2%									
Q*n/raiz(l)	0,5008	Y [m]	P [m]	A [m2]	R [m]	R^(2/3)	A*R^(2/3)	V [m/s]	
Bf	0,3	0,8539	2,715	0,98531521	0,3629	0,5088	0,5013	0,689	
z	1							Vmin [m/s]	0,51
SECCION NECESARIA TRAPEZOIDAL: Bf=0.3m; H=0,95m; pendiente 1:1; Bs=2.2m							Vmax [m/s]	0,85	

SECCIÓN RECTANGULAR 2 - PUNTO DE CONTROL E - i=0,15%									
Q*n/raiz(l)	0,5782	Y [m]	P [m]	A [m2]	R [m]	R^(2/3)	A*R^(2/3)	V [m/s]	
Bf	0,3	0,9090	2,871	1,098981	0,3828	0,5272	0,5794	0,619	
z	1							Vmin [m/s]	0,51
SECCION NECESARIA TRAPEZOIDAL: Bf=0.3m; H=1,00m; pendiente 1:1; Bs=2.3m							Vmax [m/s]	0.85	

Tabla 11.3-N: Diseño de canales a cielo abierto excavados en tierra. Fuente: Elaboración propia.

SECCIÓN RECTANGULAR 3 - PUNTO DE CONTROL B - i=0,2%									
Q*n/raiz(l)	0,2527	Y [m]	P [m]	A [m2]	R [m]	R^(2/3)	A*R^(2/3)	V [m/s]	
Bf	0,3	0,6320	2,088	0,589024	0,2822	0,4302	0,2534	0,583	
z	1							Vmin [m/s]	0,51
SECCION NECESARIA TRAPEZOIDAL: Bf=0.3m; H=0.70m; pendiente 1:1; Bs=1.7m								Vmax [m/s]	0.85

SECCIÓN RECTANGULAR 3 - PUNTO DE CONTROL B - i=0,30%									
Q*n/raiz(l)	0,2063	Y [m]	P [m]	A [m2]	R [m]	R^(2/3)	A*R^(2/3)	V [m/s]	
Bf	0,3	0,5760	1,929	0,504576	0,2616	0,4090	0,2064	0,679	
z	1							Vmin [m/s]	0,51
SECCION NECESARIA TRAPEZOIDAL: Bf=0.3m; H=0.75m; pendiente 1:1; Bs=1.8m								Vmax [m/s]	0.85

Tabla 11.3-Ñ: Diseño de canales a cielo abierto excavados en tierra. Fuente: Elaboración propia.

SECCIÓN RECTANGULAR 4 - PUNTO DE CONTROL C - i=0,2%								
Q*n/raiz(l)	0,0225	Y [m]	P [m]	A [m ²]	R [m]	R ² /3	A*R ² /3	V [m/s]
Bf	0,3	0,3393	0,979	0,10179	0,1040	0,2212	0,0225	0,62
								Vmin [m/s]
SECCION NECESARIA RECTANGULAR: Bf=0.30m; H=0,40m								Vmax [m/s]
								0,51
								0,85

SECCIÓN RECTANGULAR 4 - PUNTO DE CONTROL C - i=0,30%								
Q*n/raiz(l)	0,0184	Y [m]	P [m]	A [m ²]	R [m]	R ² /3	A*R ² /3	V [m/s]
Bf	0,3	0,2900	0,880	0,087	0,0989	0,2138	0,0186	0,73
								Vmin [m/s]
SECCION NECESARIA RECTANGULAR: Bf=0.30m; H=0,33m								Vmax [m/s]
								0,51
								0,85

Tabla 11.3-O: Diseño de canales a cielo abierto revestidos de hormigón. Fuente: Elaboración propia.

Luego, las dimensiones de las cunetas diseñadas son las que se presentan en la siguiente tabla.

SECCIÓN	MATERIAL	PENDIENTE TALUD	BASE DE FONDO [m]	PROFUNDIDAD [m]
Trapezoidal	Suelo	1:1	0,30	1,00 a 1,25
Rectangular	Hormigón	Paredes verticales	0,30	0,85 a 1,00

Tabla 11.3-P: Secciones de cunetas proyectadas. Fuente: Elaboración propia.

- Diseño de Alcantarillas internas a la Ampliación del Parque Industrial

Las 5 alcantarillas interiores al predio de la Ampliación del Parque Industrial de Casilda son diseñadas de manera tal que el remanso de aguas arriba no ahogue la entrada del conducto, considerando una recurrencia de 20 años. Para ello, las dimensiones de la sección transversal del conducto serán tal que la altura de remanso se encuentre por debajo de 90% de la altura del conducto.

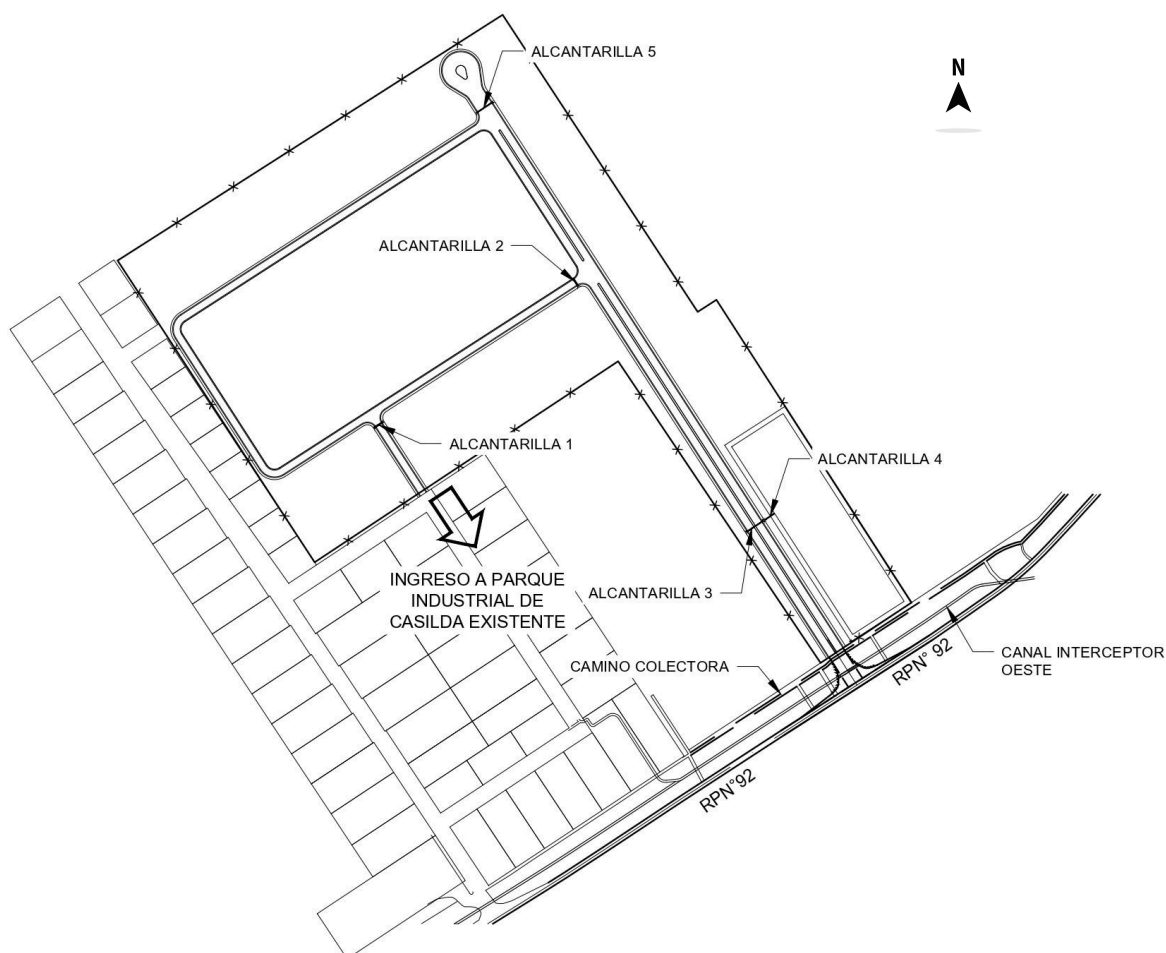


Figura 11.3-E: Posición de alcantarillas internas. Fuente: Elaboración Propia.

En primera instancia, se determinan los caudales para lo que se dimensionan las alcantarillas. Por lo tanto, los resultados son los siguientes:

CAUDALES DE DISEÑO																				
Cuenca	Área cuenca [m2]	Área cuenca [has]	Coef. de escurrimiento (C)	Recurrencia [años]	A*C [has]	Long mantiforme[m]	V. esc. mantiforme [m/s]	TC mantiforme [min]	Long 1 canal [m]	Long 2 canal [m]	V. esc. canal [m/s]	TC1 canal [min]	Duración tormenta [min]	Intensidad I [mm/hs]	Caudal de diseño Qdis [m3/s]	Alcantarilla 1 - Q [m3/s]	Alcantarilla 2 - Q [m3/s]			
6 - PI /7 - PI /8 - PI /CALLE 2A1 /CALLE 3B /CALLE 5B	20036,06	2,00	0,66	20	1,33	147,20	0,1	24,53	355,74	805,66	1,1	5,39	29,92	20,74	0,076	0,076	0,415			
11 - PI /12 - PI /13 - PI /14 - PI /CALLE 1B2 /CALLE 2B /CALLE 4A /CALLE 5A	93627,74	9,36	0,66	20	6,20	101,60	0,1	16,93	648,40	523,87	1,4	7,72	24,65	24,11	0,415					
CAUDALES DE DISEÑO																				
Cuenca	Área cuenca [m2]	Área cuenca [has]	Coef. de escurrimiento (C)	Recurrencia [años]	A*C [has]	Long mantiforme[m]	V. esc. mantiforme [m/s]	TC mantiforme [min]	Long canal [m]		V. esc. canal [m/s]	TC1 canal [min]	TC2 canal [min]	Long conducto [m]	V. esc. conducto [m/s]	TC conducto [min]	Duración tormenta [min]	Intensidad I [mm/hs]	Caudal de diseño Qdis [m3/s]	Alcantarilla 3 - Q [m3/s]
6 - PI /7 - PI /8 - PI /9 - PI /10 - PI /11 - PI /12 - PI /13 - PI /14 - PI /15 - PI /CALLE 1B2 /CALLE 1B3 /CALLE 2A1 /CALLE 2A2 /CALLE 2B /CALLE 3A /CALLE 3B /CALLE 4A /CALLE 5A /CALLE 5B	153048,90	15,30	0,66	20	10,13	147,20	0,1	24,53	355,74	654,26	1,1	5,39	9,91	12,25	1,15	0,18	40,01	16,55	0,466	0,466
CAUDALES DE DISEÑO																				
Cuenca	Área cuenca [m2]	Área cuenca [has]	Coef. de escurrimiento (C)	Recurrencia [años]	A*C [has]	Long mantiforme[m]	V. esc. mantiforme [m/s]	TC mantiforme [min]	Long 1 canal [m]	Long 2 canal [m]	V. esc. canal [m/s]	TC1 canal [min]	TC2 canal [min]	Long conducto [m]	V. esc. conducto [m/s]	TC conducto [min]	Duración tormenta [min]	Intensidad I [mm/hs]	Caudal de diseño Qdis [m3/s]	Alcantarilla 4 - Q [m3/s]
ODAS LAS CUENCA	773652,46	77,37	0,34	5	26,30	1009,50	0,1	168,25	1096,50		1,1	16,61	0,00	23,63	1,58	0,25	185,11	5,03	0,368	0,368
CAUDALES DE DISEÑO																				
Cuenca	Área cuenca [m2]	Área cuenca [has]	Coef. de escurrimiento (C)	Recurrencia [años]	A*C [has]	Long mantiforme[m]	V. esc. mantiforme [m/s]	TC mantiforme [min]	Long canal [m]	V. esc. canal [m/s]	TC1 canal [min]	Duración tormenta [min]	Intensidad I [mm/hs]	Caudal de diseño Qdis [m3/s]	Alcantarilla 5 - Q [m3/s]					
1 - Aporte aguas arriba /2 - PI /3A - PI /CALLE 1B1 /CALLE 4B	533574,43	53,36	0,34	20	18,14	1009,50	0,1	168,25	433,84	1,1	6,57	174,82	5,26	0,265	0,265					

Tabla 11.3-Q: Caudales de Diseño - Alcantarillas.

La numeración de las alcantarillas mencionadas en la tabla anterior se puede observar en el plano EPI-HID-002 (DESAGÜES PLANTA).

Luego, se elige una alcantarilla según el plano tipo H-10236 de la Dirección Nacional de Vialidad, una alcantarilla de sección circular de chapa ondulada cincada. Se dimensionan las alcantarillas con los ábacos correspondientes a una sección circular de chapa ondulada cincada con embocadura de muros de ala Ef. 100%. A dicho ábaco se ingresa mediante el caudal Q unitario, y para el diámetro D elegido, se obtiene el valor de profundidad de remanso (Y).

Por lo tanto, los resultados se presentan a continuación:

- Alcantarilla N°1:

ALCANTARILLA 1	
Plano tipo H-10236	
Q [m³/s]	0,08
D [m]	0,6
Cantidad [u]	1
Q unit [m ³ /s/m]	0,08
Y [m] aprox	0,15
Y/H	0,25
Verificación	$0,8 < Y/H < 0,9$
Trabaja a sección libre	

Tabla 11.3-R: Dimensionamiento de Alcantarilla N°1. Fuente: Elaboración propia.

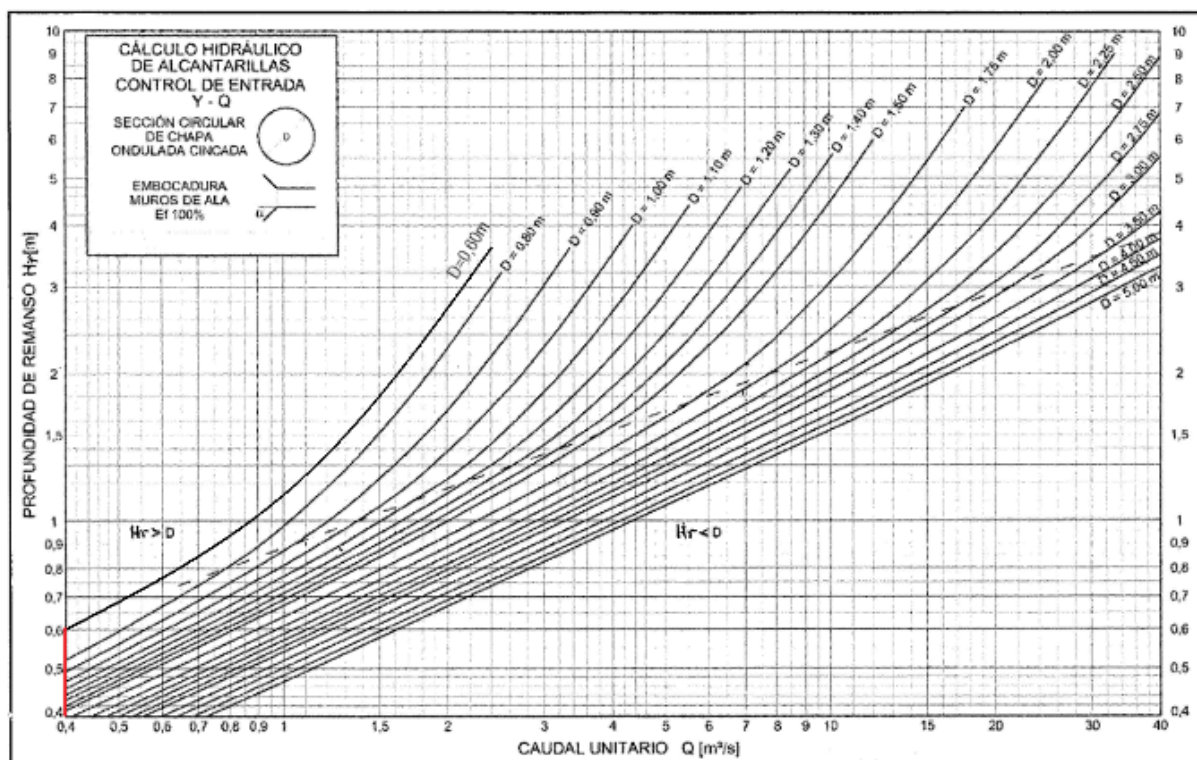


Figura 11.3-F: Diseño de Alcantarilla. Fuente: Cátedra de Proyecto III. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. (s.f.). Rosario, Argentina.

ALCANTARILLA 1	
CONDUCTO CHAPA ONDULADA CINCADA	
SECCIÓN CIRCULAR	ø0.6m
CD=CF [m]	102,79
Cota Entrada [m]	102,89
Cota Salida [m]	102,70
Tamada min. [m]	0,30
Tapada max. [m]	24,50
Pendiente	1,18%
Ondulacion	100x20
Espesor [mm]	1,60
Módulos de 1m	11,00
Longitud [m]	11,00

Tabla 11.3-S: Diseño de Alcantarilla N°1. Fuente: Elaboración propia.

- Alcantarilla N°2:

ALCANTARILLA 2	
Plano tipo H-10236	
Q [m3/s]	0,42
D [m]	0,7
Cantidad [u]	1
Q unit [m3/s/m]	0,42
Y [m] aprox	0,57
Y/H	0,81
Verificación	$0,8 < Y/H < 0,9$
Buenas condiciones	

Tabla 11.3-T: Dimensionamiento de Alcantarilla N°2. Fuente: Elaboración propia.

ALCANTARILLA 2	
CONDUCTO CHAPA ONDULADA CINCADA	
SECCIÓN CIRCULAR	ø0.7m
CD=CF [m]	102,25
Cota Entrada [m]	102,31
Cota Salida [m]	102,19
Tamada min. [m]	0,30
Tapada max. [m]	16,50
Pendiente	1,00%
Ondulacion	68X13
Espesor [mm]	1,60
Módulos de 0,875m	12,00
Longitud [m]	10,50

Tabla 11.3-U: Diseño de Alcantarilla N°2. Fuente: Elaboración propia.

- Alcantarilla N°3:

ALCANTARILLA 3	
Plano tipo H-10236	
Q [m3/s]	0,47
D [m]	0,7
Cantidad [u]	1
Q unit [m3/s/m]	0,47
Y [m] aprox	0,61
Y/H	0,87
Verificación	$0,8 < Y/H < 0,9$
Buenas condiciones	

Tabla 11.3-V: Dimensionamiento de Alcantarilla N°3. Fuente: Elaboración propia.

ALCANTARILLA 3	
CONDUCTO CHAPA ONDULADA CINCADA	
SECCIÓN CIRCULAR	
	ø0.7m
CD=CF [m]	101,38
Cota Entrada [m]	101,51
Cota Salida [m]	101,26
Tamada min. [m]	0,30
Tapada max. [m]	16,50
Pendiente	1,00%
Ondulacion	68X13
Espesor [mm]	1,60
Módulos de 0,875m	26,00
Longitud [m]	22,75

Tabla 11.3-W: Diseño de Alcantarilla N°3. Fuente: Elaboración propia.

- Alcantarilla N°4:

ALCANTARILLA 4	
Plano tipo H-10236	
Q [m3/s]	0,37
D [m]	0,7
Cantidad [u]	1
Q unit [m3/s/m]	0,37
Y [m] aprox	0,56
Y/H	0,80
Verificación	$0,8 < Y/H < 0,9$
Buenas condiciones	

Tabla 11.3-X: Dimensionamiento de Alcantarilla N°4. Fuente: Elaboración propia.

ALCANTARILLA 4	
CONDUCTO CHAPA ONDULADA CINCADA	
SECCIÓN CIRCULAR	ø0,7m
CD=CF [m]	101,18
Cota Entrada [m]	101,26
Cota Salida [m]	101,15
Tamada min. [m]	0,30
Tapada max. [m]	16,50
Pendiente	1,00%
Ondulacion	68X13
Espesor [mm]	1,60
Módulos de 0,875m	16,00
Longitud [m]	14,00

Tabla 11.3-Y: Diseño de Alcantarilla N°4. Fuente: Elaboración propia.

- Alcantarilla N°5:

ALCANTARILLA 5	
Plano tipo H-10236	
Q [m3/s]	0,27
D [m]	0,7
Cantidad [u]	1
Q unit [m3/s/m]	0,27
Y [m] aprox	0,56
Y/H	0,80
Verificación	$0,8 < Y/H < 0,9$
Buenas condiciones	

Tabla 11.3-Z: Dimensionamiento de Alcantarilla N°5. Fuente: Elaboración propia.

ALCANTARILLA 5	
CONDUCTO CHAPA ONDULADA CINCADA	
SECCIÓN CIRCULAR	ø0.7m
CD=CF [m]	102,64
Cota Entrada [m]	102,77
Cota Salida [m]	102,52
Tamada min. [m]	0,30
Tapada max. [m]	16,50
Pendiente	1,00%
Ondulacion	68X13
Espesor [mm]	1,60
Módulos de 0,875m	26,00
Longitud [m]	22,75

Tabla 11.3-AA: Diseño de Alcantarilla N°5. Fuente: Elaboración propia.

- Diseño de Alcantarillas de Conexión

Las alcantarillas de conexión entre la Ampliación del Parque Industrial y el Parque Industrial Existente y de conexión entre la Ampliación del Parque Industrial y la RPN° 92 se diseñan para la recurrencia de 20 años y de manera de no producir cambios en el régimen del flujo de agua en los canales existentes.

El cálculo de los caudales a través del canal perimetral existente del Parque Industrial Existente y a través del Canal Interceptor oeste se realiza a partir del Método Racional Modificado. Para ello, las características de cada canal y de las cuencas de aporte a ellos se obtienen en base al informe elaborado por Cecchini, J. F., Mestres, F., Mondino, M. (2024). Proyecto IV – *Nave Industrial – Área Industrial*

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

En primera instancia, se desarrolla el análisis para el canal perimetral existente del Parque Industrial Existente. Se trata de un canal rectangular de mampostería, cuyas dimensiones son de 2,40m de ancho y 1,40m de profundidad. El mismo se observa en la siguiente figura mencionada como “CANAL PERIMETRAL EXISTENTE A CIELO ABIERTO”.

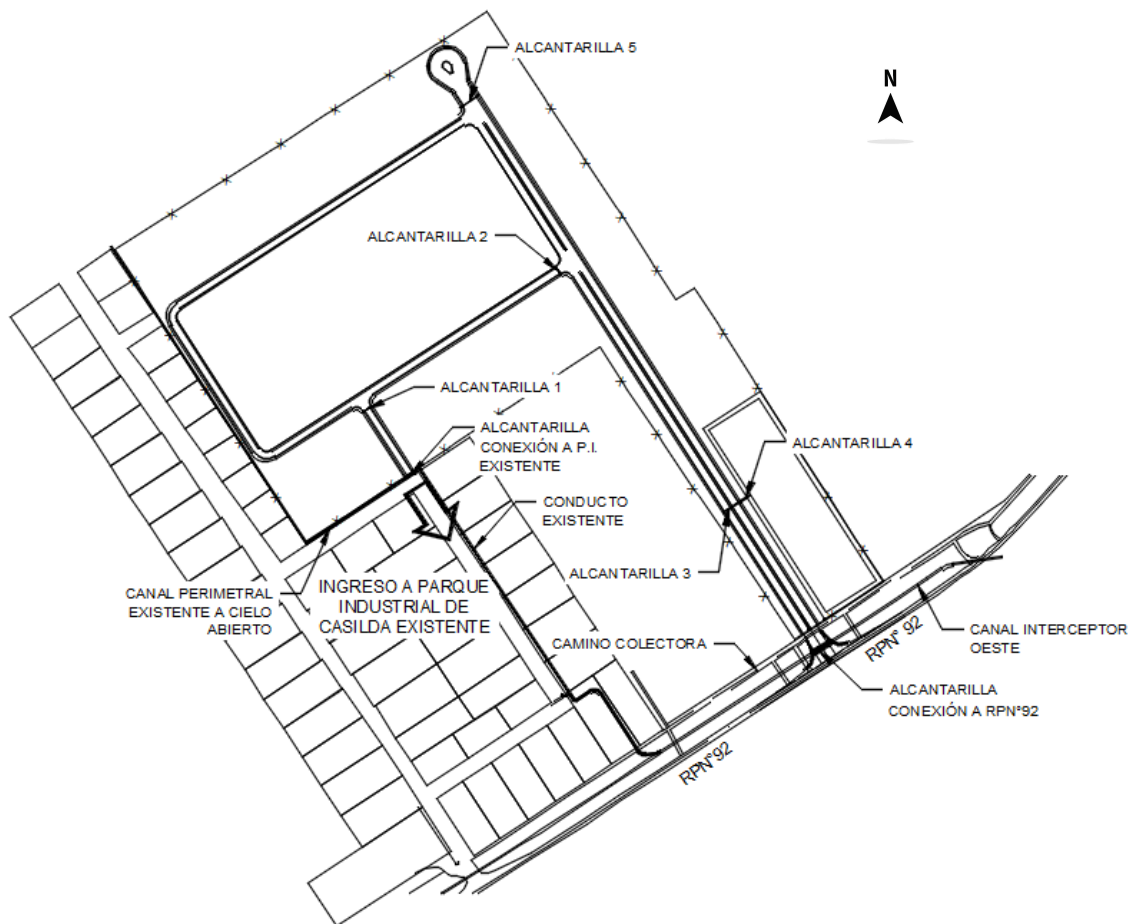


Figura 11.3-G: Ubicación del canal perimetral existente. Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se presentan los cálculos realizados para la determinación del caudal a través del canal mencionado, junto con la imagen en la que se observan las cuencas de aporte analizadas, elaborada por Cecchini, J. et al. (2024).



Figura 11.3-H: Subcuencas y tramos supuestos en el Área Industrial de Casilda. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Subcuenca	SC10	SC11
Área [has]	1,06	2,6
C	0,66	0,34
A x C	0,702	0,884
Longitud en terreno [m]	100	300
Velocidad en terreno [m/s]	0,1	0,1
Tiempo en terreno [s]	1000	3000
Longitud cuneta [m]	100	0
Velocidad cuneta [m/s]	0,6	0,6
Tiempo en cuneta [s]	167	0
Tc calculado [min]	19,4	50,0
Tc mínimo [min]	10	10
Tiempo de concentración [min]	19,4	50,0

Tabla 11.3-AB: Cálculo de aportes por cada subcuenca y Tiempo de Concentración. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Tramos	T3
Longitud [m]	330
A x C total	1,586
Tc [min]	50,0
I [mm/h]	87,4
Q lluvia [m3/s]	0,385

Tabla 11.3-AC: Cálculo de caudal en el Canal Perimetral. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Luego, la alcantarilla de conexión entre la Ampliación del P.I. Existente y el P.I. Existente se diseña conforme al Plano Tipo A1 de la Dirección Provincial de Vialidad de Santa Fe. Sus características se observan en la siguiente tabla. Se ha dimensionado con una sección transversal mayor a la del canal perimetral, a fin de evitar constricciones en el flujo y garantizar una adecuada conducción.

ALCANTARILLA CONEXIÓN A P.I. EXISTENTE	
AC [m]	10,00
L [m]	1,50
H [m]	2,50
Pf [m]	0,68
CON PLATEA	
2 TRAMOS	

Tabla 11.3-AD: Diseño de alcantarilla en el Canal Perimetral. Fuente: Elaboración propia.

En segunda instancia, se desarrolla el análisis para el Canal Interceptor oeste, ubicado al noroeste de la RPN° 92. Se trata de un canal de sección irregular excavado en tierra.

A continuación, se presentan los cálculos realizados para la determinación del caudal a través del canal mencionado, junto con la imagen en la que se observan las cuencas de aporte analizadas, elaborada por Cecchini, J. et al. (2024).



Figura 11.3-I: Cuenca A1. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Cálculo Q - Cuenca A1		
C	0,36	
D	114,81	min
i	50,63	mm/hr
A	1,58	km2
Q	8,00	m3/s

Tabla 11.3-AE: Cálculo de caudal - Cuenca A1. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)



Figura 11.3-J: Cuenca A2. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Cálculo Q - Cuenca A2		
C	0,36	
D	88,73	min
i	60,41	mm/hr
A	0,47	km2
Q	2,85	m3/s

Tabla 11.3-AF: Cálculo de caudal - Cuenca A2. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)



Figura 11.3-K: Cuenca A3. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Cálculo Q - Cuenca A3		
C	0,82	
D	66,00	min
i	73,43	mm/hr
A	0,43	km2
Q	7,21	m3/s

Tabla 11.3-AG: Cálculo de caudal - Cuenca A3. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Por lo tanto, el caudal a través del Canal Interceptor oeste se obtiene de la suma de los caudales calculados para cada una de las cuencas:

$$Q = Q_{A1} + Q_{A2} + Q_{A3} = 8,00 \text{ m}^3/\text{s} + 2,85 \text{ m}^3/\text{s} + 7,21 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 18,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

Luego, se propone una alcantarilla de 3 tramos y, mediante la ecuación de Chezy-Manning, se calcula el tirante necesario en función de un ancho propuesto de 2m. Luego, los resultados se observan en la siguiente tabla, donde el coeficiente de rugosidad es de 0,016, correspondiente a hormigón, y la pendiente es de 0,18%, igual a la pendiente del Canal Interceptor oeste.

La rugosidad correspondiente a hormigón se debe a que la alcantarilla se diseña con una platea de fondo de hormigón.

$Q \cdot n / \text{raiz}(I)$	2,27
Bf [m]	2,00
Y [m]	1,58
P [m]	5,15
A [m2]	3,15
R [m]	0,61
$R^{(2/3)}$	0,72
$A \cdot R^{(2/3)}$	2,27

Tabla 11.3-AH: Cálculo de la sección necesaria de alcantarilla. Fuente: Elaboración propia.

Luego, la alcantarilla de conexión entre la Ampliación del P.I. Existente y la RPN° 92 se diseña según el Plano Tipo A1 de la Dirección Provincial de Vialidad de Santa Fe y las características son las que se observan en la siguiente tabla.

ALCANTARILLA CONEXIÓN A RPN° 92	
AC [m]	28,00
L [m]	2,00
H [m]	2,50
Pf [m]	0,53
CON PLATEA	
3 TRAMOS	

Tabla 11.3-AI: Diseño de alcantarilla en el Canal Interceptor oeste. Fuente: Elaboración propia.

- Diseño de Obra de regulación

En primera instancia, se proyecta un reservorio destinado a la contención del volumen de agua requerido, comparando las condiciones hidráulicas pre y post proyectual para evaluar su eficiencia y capacidad de mitigación de picos de caudales, para una recurrencia de 100 años. El reservorio tiene como objetivo regular el escurrimiento y reducir el impacto que podrían generar los eventos de tormenta sobre la infraestructura existente, permitiendo un mejor control del drenaje.

Para determinar el volumen del reservorio se desarrolla el análisis de los hidrogramas de entrada y salida para duraciones del evento de tormenta igual y mayores al tiempo de concentración de la cuenca. A tal efecto, se consideran incrementos de 5 minutos en la duración del evento de tormenta, a fin de lograr un equilibrio entre la precisión en la estimación de caudales pico y la eficiencia en el procesamiento de datos.

A partir del Método Racional se desarrolla el cálculo de los caudales para cada duración del evento de tormenta.

Luego, el volumen del reservorio, para cada duración, se determina a partir de la diferencia entre el área encerrada por el hidrograma de entrada y el área encerrada por el hidrograma de salida.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

DURACIÓN DE TORMENTA	Área cuenca [Ha]	Coef. de escorrentía	D_Entrada [min]	i_Entrada [mm/hs]	Q_Entrada [m3/s]	Q_Salida [m3/s]	V Almacenado [m3]
D = TC	77,8	0,65	35,11	132,15	18,54	4,79	21490,92
D = TC + 5 min	77,8	0,65	40,11	122,25	17,15	4,79	22485,14
D = TC + 10 min	77,8	0,65	45,11	113,92	15,98	4,79	23236,06
D = TC + 15 min	77,8	0,65	50,11	106,80	14,98	4,79	23791,46
D = TC + 20 min	77,8	0,65	55,11	100,63	14,12	4,79	24186,42
D = TC + 25 min	77,8	0,65	60,11	95,23	13,36	4,79	24447,42
D = TC + 30 min	77,8	0,65	65,11	90,46	12,69	4,79	24594,89
D = TC + 35 min	77,8	0,65	70,11	86,21	12,09	4,79	24644,94
D = TC + 40 min	77,8	0,65	75,11	82,39	11,56	4,79	24610,47
D = TC + 45 min	77,8	0,65	80,11	78,95	11,07	4,79	24501,96
D = TC + 50 min	77,8	0,65	85,11	75,82	10,64	4,79	24328,06
D = TC + 55 min	77,8	0,65	90,11	72,97	10,24	4,79	24095,96

Tabla 11.3-AJ: Cálculo del volumen del Reservoirio - R 100 años. Fuente: Elaboración propia.

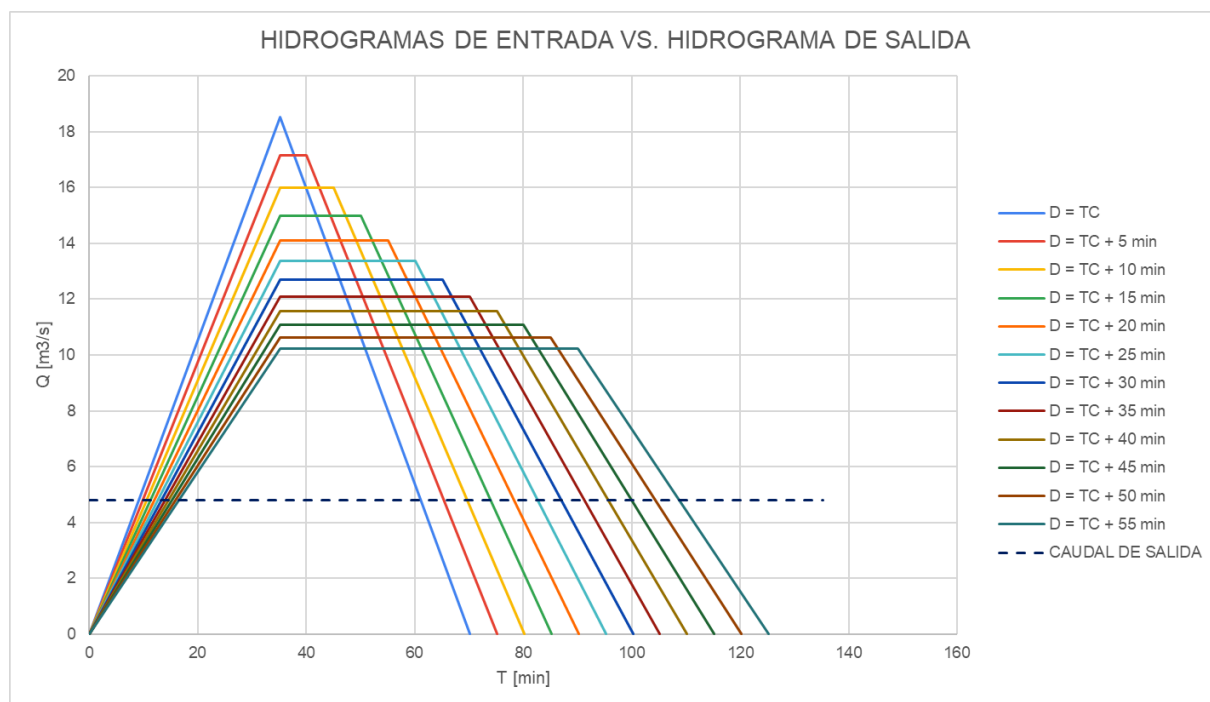


Figura 11.3-L: Hidrogramas de Entrada y Salida para cada duración - R 100 años. Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis realizado para cada duración del evento de tormenta se obtiene el volumen del reservorio como el máximo volumen obtenido. A continuación, se puede observar esto en la **Figura 11.3-M**, en donde se grafica volumen obtenido para cada duración vs. la duración del evento de tormenta.

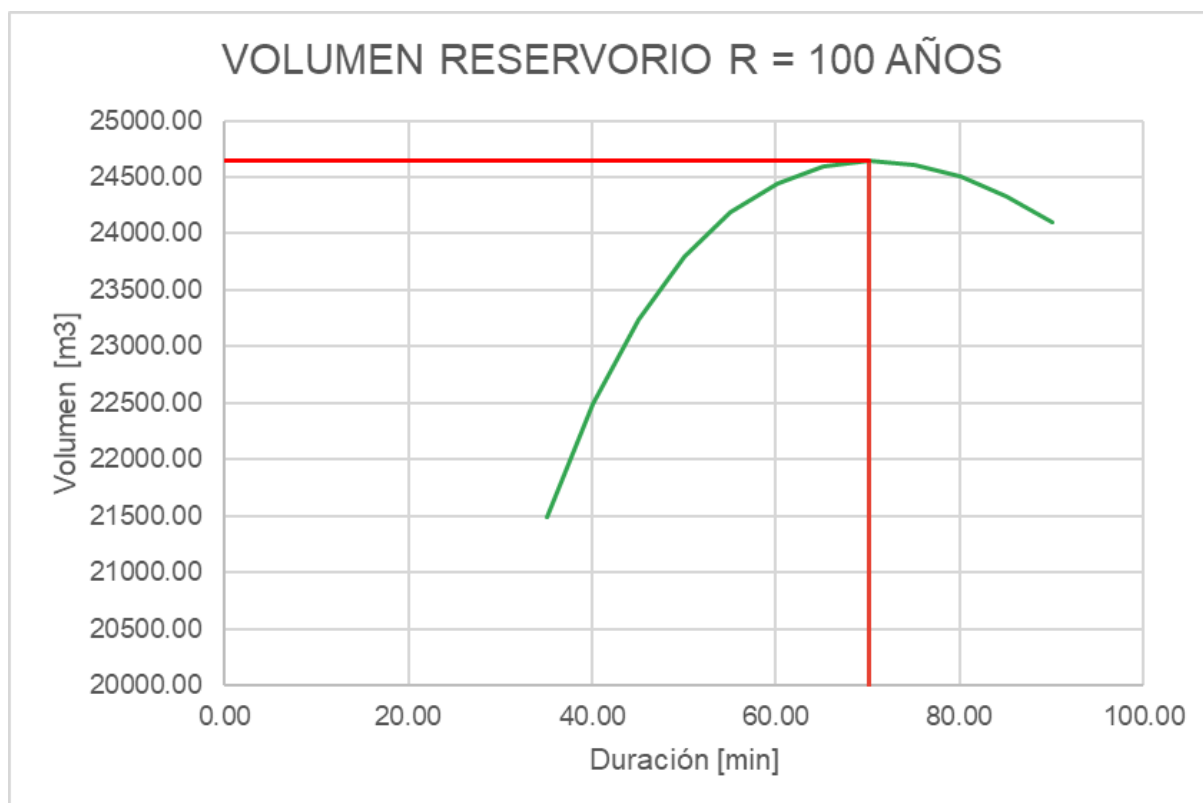


Figura 11.3-M: Volumen del Reservoirio - R 100 años. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, el volumen del reservoirio, igual a 24644,94m³, se corresponde con una duración del evento de 70,11 minutos, es decir, para una duración D igual a TC + 35 minutos.

Luego, el reservoirio se diseña en una superficie de 280,00m x 85,50m, con una pendiente de los taludes de 1:4 y profundidad de 1,5m. Por lo que, el volumen del reservoirio resulta de 25864 m³, siendo superior al volumen necesario. La ubicación del reservoirio han sido definidas considerando las características del terreno y la capacidad de infiltración del suelo, asegurando un funcionamiento óptimo y una integración adecuada con el sistema de desagües general del predio. Sus dimensiones se definen con el objetivo de lograr un equilibrio entre volumen de almacenamiento requerido y una geometría eficiente, evitando profundidades y una ocupación en planta excesivas.

Por consiguiente, y a efectos de verificar la capacidad de almacenamiento en función de la profundidad, se realiza la curva Cota - Área - Volumen del reservoirio. Ésta permite evaluar la eficiencia del diseño y su comportamiento ante los distintos niveles de escurrimiento.

Cota [m]	L [m]	Ancho [m]	Área [m2]	Volumen Parcial [m3]	Volumen acumulado [m³]
100,50	0,00	42,93	0,00	0,00	0,00
100,55	21,94	76,59	1680,38	28005,00	28,01
100,60	43,88	74,30	3260,28	121350,00	149,36
100,65	65,82	74,70	4916,75	203005,00	352,36
100,70	87,76	75,10	6590,78	286657,00	639,02
100,75	109,70	75,50	8282,35	371009,00	1010,03
100,80	131,63	75,90	9990,72	456160,00	1466,19
100,85	153,57	76,30	11717,39	542146,00	2008,33
100,90	175,51	76,70	13461,62	628984,00	2637,32
100,95	197,45	77,10	15223,40	716684,00	3354,00
101,00	219,39	77,50	17002,73	805250,00	4159,25
101,05	241,33	77,90	18799,61	894686,00	5053,94
101,10	263,27	78,30	20614,04	984993,00	6038,93
101,15	266,60	78,70	20981,42	1039867,00	7078,80
101,20	266,90	79,10	21111,79	1052318,00	8131,12
101,25	267,20	79,50	21242,40	1058843,00	9189,96
101,30	267,50	79,90	21373,25	1065379,00	10255,34
101,35	267,80	80,30	21504,34	1071928,00	11327,27
101,40	268,10	80,70	21635,67	1078488,00	12405,75
101,43	268,31	80,98	21727,74	752442,00	13158,20
101,45	268,40	81,10	21767,24	1085061,00	13490,81
101,50	268,70	81,50	21899,05	1091645,00	14582,46
101,55	269,00	81,90	22031,10	1098241,00	15680,70
101,60	269,30	82,30	22163,39	1104850,00	16785,55
101,65	269,60	82,70	22295,92	1111470,00	17897,02
101,70	269,90	83,10	22428,69	1118103,00	19015,12
101,75	270,20	83,50	22561,70	1124747,00	20139,87
101,80	270,50	83,90	22694,95	1131404,00	21271,27
101,85	270,80	84,30	22828,44	1138072,00	22409,35
101,90	271,10	84,70	22962,17	1144753,00	23554,10
101,95	271,40	85,10	23096,14	1151445,00	24705,54
102,00	271,70	85,50	23230,35	1158150,00	25863,69

Tabla 11.3-AK: Cota - Área - Volumen - R 100 años. Fuente: Elaboración propia.

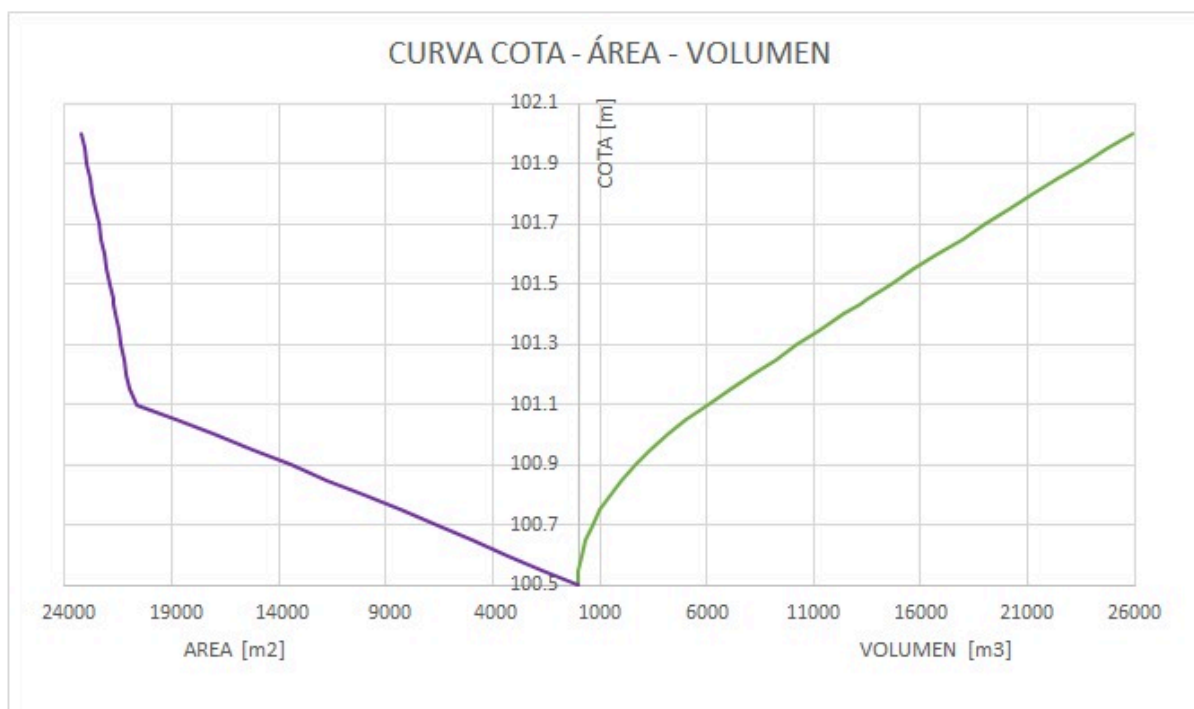


Figura 11.3-N: Curva Cota - Área - Volumen - R 100 años. Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis de los resultados, el volumen de agua en el reservorio para una recurrencia de 100 años de 24644,94m³ se corresponde con una cota de 101,95m y una superficie de 23095,92m².

- Diseño de obra de descarga al canal interceptor oeste

Los descargadores de fondo se diseñan como orificios de pared gruesa a fin de evacuar el volumen de agua almacenado en el reservorio y descargar en el Canal Interceptor oeste, ubicado al noreste de la RPN° 92. Los mismos se consideran de pared gruesa ya que la extensión del orificio es mayor a 3 veces la altura del descargador.

Los orificios se diseñan para una recurrencia de 5 años con una capacidad de erogación equivalente al caudal de salida en la situación pre-proyecto, la cual resulta de 1,92 m³/s. Se diseñan bajo la condición de que cuando ocurra un evento de 5 años de recurrencia en la Ampliación del Parque Industrial, no descarguen más de lo que el Canal Interceptor oeste puede recibir en un evento de recurrencia de 2 años. De esta manera, se procede a determinar los niveles de agua en el reservorio, para una recurrencia de 5 años, y en el Canal Interceptor oeste, para una recurrencia de 2 años.

En primera instancia, se determina la cota asociada al nivel del agua en el reservorio para la recurrencia de 5 años. Para ello, se procede de la misma manera que en el cálculo desarrollado para la determinación del volumen del reservorio; es decir, se determina el volumen de agua en el reservorio para una recurrencia de 5 años a partir del análisis de los hidrogramas de entrada y salida para duraciones del evento de tormenta igual y mayores al tiempo de concentración de la cuenca y, luego, se calcula la cota.

Para determinar el volumen se consideran incrementos de 5 minutos en la duración del evento de tormenta, a fin de lograr un equilibrio entre la precisión en la estimación de caudales pico y la eficiencia en el procesamiento de datos.

A partir del Método Racional se desarrolla el cálculo de los caudales para cada duración del evento de tormenta.

Luego, el volumen de agua en el reservorio, para cada duración, se determina a partir de la diferencia entre el área encerrada por el hidrograma de entrada y el área encerrada por el hidrograma de salida.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

DURACIÓN DE TORMENTA	Área cuenca [Ha]	Coef. de escorrentía	D_Entrada [min]	i_Entrada [mm/hs]	Q_Entrada [m3/s]	Q_Salida [m3/s]	V Almacenado [m3]
D = TC	77,8	0,47	35,11	86,90	8,79	1,92	11313,06
D = TC + 5 min	77,8	0,47	40,11	80,27	8,12	1,92	11835,34
D = TC + 10 min	77,8	0,47	45,11	74,70	7,56	1,92	12239,43
D = TC + 15 min	77,8	0,47	50,11	69,92	7,07	1,92	12548,94
D = TC + 20 min	77,8	0,47	55,11	65,79	6,66	1,92	12781,17
D = TC + 25 min	77,8	0,47	60,11	62,17	6,29	1,92	12949,18
D = TC + 30 min	77,8	0,47	65,11	58,97	5,97	1,92	13063,02
D = TC + 35 min	77,8	0,47	70,11	56,12	5,68	1,92	13130,60
D = TC + 40 min	77,8	0,47	75,11	53,57	5,42	1,92	13158,22
D = TC + 45 min	77,8	0,47	80,11	51,26	5,19	1,92	13151,01
D = TC + 50 min	77,8	0,47	85,11	49,17	4,97	1,92	13113,16
D = TC + 55 min	77,8	0,47	90,11	47,26	4,78	1,92	13048,17
D = TC + 60 min	77,8	0,47	95,11	45,51	4,60	1,92	12958,97
D = TC + 65 min	77,8	0,47	100,11	43,90	4,44	1,92	12848,03
D = TC + 70 min	77,8	0,47	105,11	42,42	4,29	1,92	12717,48

Tabla 11.3-AL: Cálculo del volumen en el reservorio - R 5 años. Fuente: Elaboración propia.

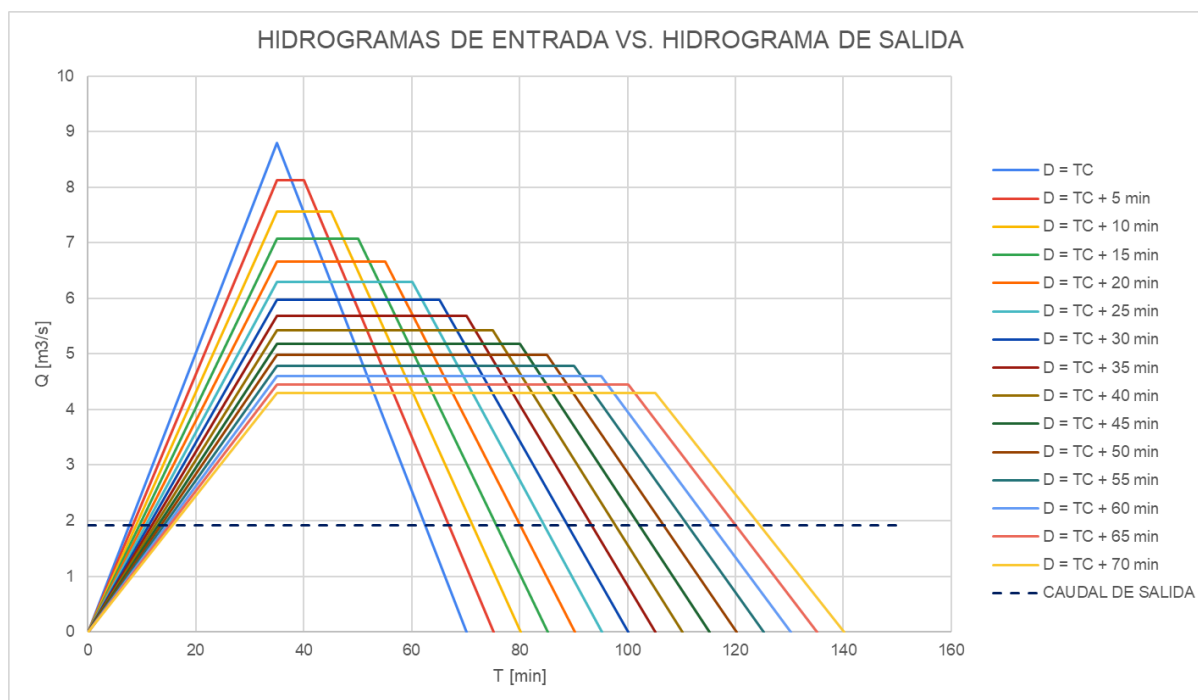


Figura 11.3-Ñ: Hidrogramas de Entrada y Salida para cada duración - R 5 años. Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis realizado para cada duración del evento de tormenta se obtiene el volumen de agua en el reservorio como el máximo volumen obtenido. A continuación, se puede observar esto en la **Figura 11.3-O**, en donde se grafica volumen obtenido para cada duración vs. la duración del evento de tormenta.

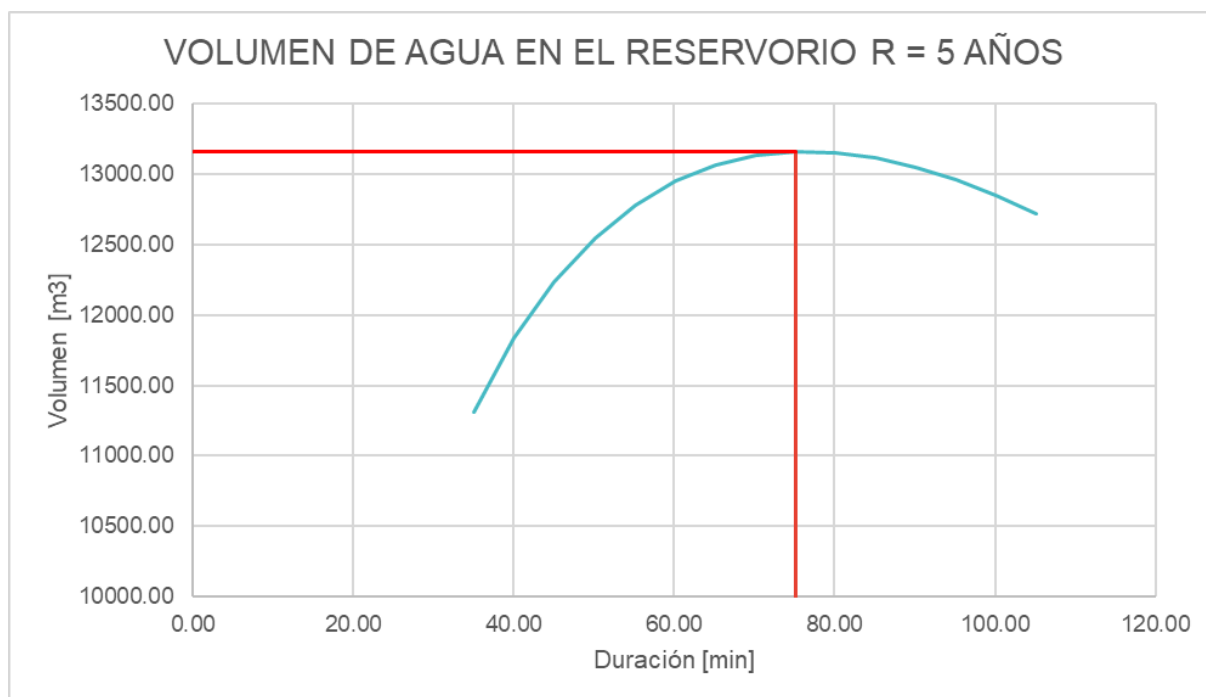


Figura 11.3-O: Volumen de agua en el reservorio - R 5 años. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, el volumen de agua en el reservorio, igual a 13158,22m³, se corresponde con una duración del evento de 75,11 minutos, es decir, para una duración D igual a TC + 40 minutos.

A partir de los resultados obtenidos y de la curva Cota-Área-Volumen, el volumen de agua en el reservorio para una recurrencia de 5 años de 13158,22m³ se corresponde con una cota de 101,43m y una superficie de 21726,76m².

Por lo tanto, la cota del nivel de agua en el reservorio para una recurrencia de 5 años es: **+101,43m**.

En segunda instancia, se determina la cota asociada al nivel del agua en el Canal Interceptor oeste para la recurrencia de 2 años. A los fines de evaluar la funcionalidad del canal ante un evento de recurrencia de 2 años, se realiza el análisis hidráulico considerando el caudal correspondiente a dicha recurrencia. A partir del mismo, se determina el tirante normal mediante la ecuación de Chezy-Manning.

A continuación, se presentan los cálculos realizados para la determinación del caudal a través del canal mencionado elaborado por Cecchini, J. et al. (2024). Las cuencas de aporte son las anteriormente presentadas en el análisis desarrollado para la alcantarilla de conexión entre la Ampliación del Parque Industrial y la RPNº 92.

Cálculo Q - Cuenca A1		
C	0,36	
D	114,81	min
i	35,42	mm/hr
A	1,58	km ²
Q	5,60	m ³ /s

Tabla 11.3-AM: Cálculo de caudal - Cuenca A1 - R 2 años. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Cálculo Q - Cuenca A2		
C	0,36	
D	88,73	min
i	42,75	mm/hr
A	0,47	km ²
Q	2,02	m ³ /s

Tabla 11.3-AN: Cálculo de caudal - Cuenca A2 - R 2 años. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Cálculo Q - Cuenca A3		
C	0,82	
D	66,00	min
i	52,50	mm/hr
A	0,43	km ²
Q	5,15	m ³ /s

Tabla 11.3-AÑ: Cálculo de caudal - Cuenca A3 - R 2 años. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Por lo tanto, el caudal a través del Canal Interceptor oeste se obtiene de la suma de los caudales calculados para cada una de las cuencas:

$$Q = Q_{A1} + Q_{A2} + Q_{A3} = 5,60 \text{ m}^3/\text{s} + 2,02 \text{ m}^3/\text{s} + 5,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 12,76 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dado que las dimensiones actuales del Canal Interceptor oeste no permiten el escurrimiento adecuado de un caudal de $12,76 \text{ m}^3/\text{s}$, se procede a su rediseño con el fin de garantizar la evacuación eficiente del caudal. El nuevo diseño garantiza que, para una recurrencia de 5 años, el nivel del agua no supere la cota máxima de 101,48m.

Luego, de la misma manera que para la recurrencia de 2 años, se determina el caudal para una recurrencia de 5 años.

Cálculo Q - Cuenca A1		
C	0,36	
D	114,81	min
i	39,83	mm/hr
A	1,58	km2
Q	6,29	m3/s

Tabla 11.3-AO: Cálculo de caudal - Cuenca A1 - R 5 años. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Cálculo Q - Cuenca A2		
C	0,36	
D	88,73	min
i	47,77	mm/hr
A	0,47	km2
Q	2,25	m3/s

Tabla 11.3-AP: Cálculo de caudal - Cuenca A2 - R 5 años. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Cálculo Q - Cuenca A3		
C	0,82	
D	66,00	min
i	58,44	mm/hr
A	0,43	km2
Q	5,73	m3/s

Tabla 11.3-AQ: Cálculo de caudal - Cuenca A3 - R 5 años. Fuente: Cecchini, J. et al. (2024)

Por lo tanto, el caudal a través del Canal Interceptor oeste se obtiene de la suma de los caudales calculados para cada una de las cuencas:

$$Q = Q_{A1} + Q_{A2} + Q_{A3} = 6,29 \text{ m}^3/\text{s} + 2,25 \text{ m}^3/\text{s} + 5,73 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 14,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

A partir de este resultado, se diseña el canal como una sección transversal trapezoidal revestida de hormigón, con el fin de optimizar la funcionalidad hidráulica mediante el ensanchamiento de su sección y evitando su profundización. Con respecto a la pendiente longitudinal, se considera la que tiene actualmente de 0,18%.

A partir de la ecuación de Chezy-Manning se determina la base de fondo necesaria para el canal, considerando que se tiene una altura libre de 1,27m, obtenido de la diferencia entre la cota 101,48m y la cota de fondo del canal de 100,21m, una revancha del 10% y que el coeficiente de rugosidad es de 0,016 correspondiente a hormigón.

$Q \cdot n / \text{raiz } I$	5,39
Y [m]	1,14
m	1,65
Bf [m]	3,67
P [m]	8,07
A [m ²]	6,33
R [m]	0,78
$R^{(2/3)}$	0,85
$A \cdot R^{(2/3)}$	5,39

Tabla 11.3-AR: Cálculo de la sección necesaria del Canal Interceptor oeste. Fuente: Elaboración propia.

Luego, la base de fondo del Canal es de 3,70m. En la siguiente figura se observa la sección del canal diseñado, en donde las líneas de puntos representan la sección original del Canal Interceptor oeste.

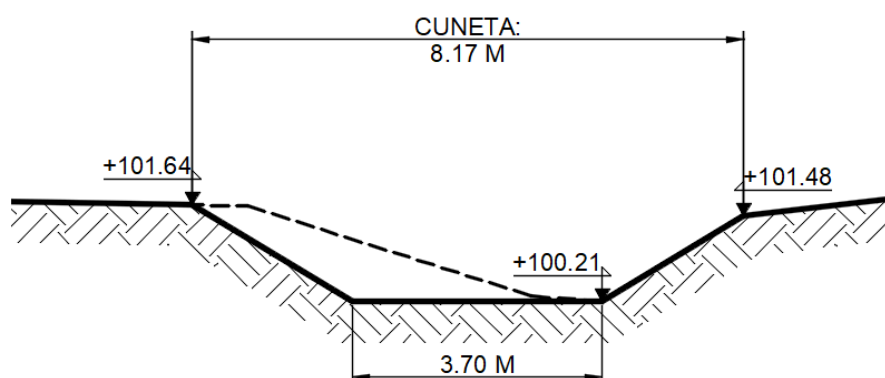


Figura 11.3-P: Sección Canal Interceptor oeste en zona de descarga de orificios. Fuente: Elaboración propia.

A partir de la sección diseñada y del caudal calculado para una recurrencia de 2 años, igual a $12,76 \text{ m}^3/\text{s}$, se determina el tirante asociado junto a su cota asociada. Luego, a partir de la ecuación de Chezy-Manning se calcula el tirante.

$Q \cdot n / \text{raiz}(I)$	4,81
$B_f \text{ [m]}$	3,70
$m \text{ [m]}$	1,65
$Y \text{ [m]}$	1,07
$P \text{ [m]}$	7,83
$A \text{ [m}^2\text{]}$	5,85
$R \text{ [m]}$	0,75
$R^{(2/3)}$	0,82
$A \cdot R^{(2/3)}$	4,81

Tabla 11.3-AS: Cálculo del tirante en el Canal Interceptor oeste - R 2 años. Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el tirante resulta de 1,07m, cuya cota asociada es de 101,28m, como se observa en la siguiente Figura.

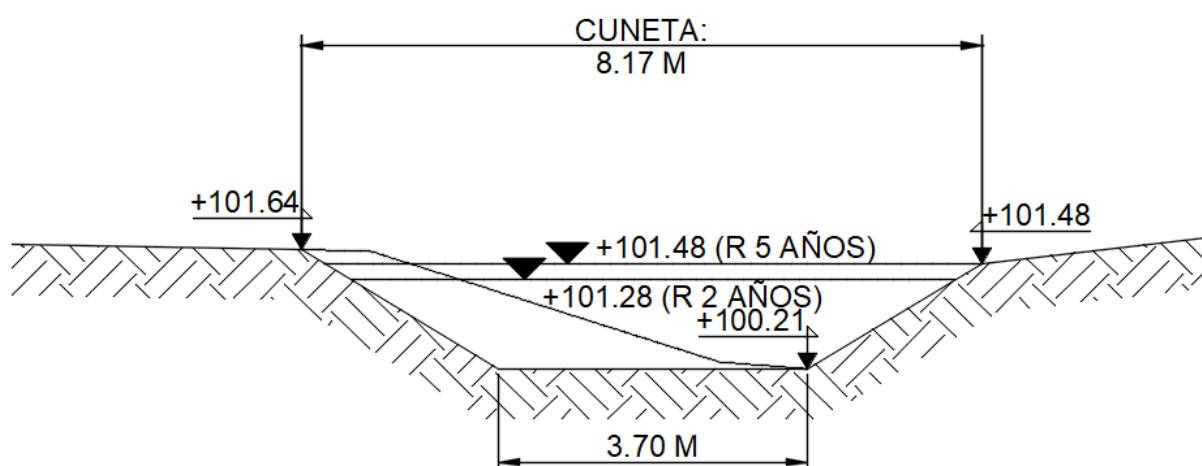


Figura 11.3-Q: Cotas asociadas al nivel del agua para R 2 años y R 5 años. Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, la cota del nivel de agua en el Canal Interceptor oeste para una recurrencia de 2 años es: **+101,28m**.

A continuación, se dimensiona el orificio aplicando la teoría de orificios, basada en fundamentos hidráulicos que contemplan el coeficiente de gasto, las pérdidas de carga y el régimen del flujo, ya sea libre o sumergido.

Para ello, se proponen orificios circulares de chapa ondulada cincada según el Plano Tipo H-10236, de manera de mantener la uniformidad con los conductos de las alcantarillas internas diseñadas anteriormente y permitir el paso de vehículos por el camino colectora que se encuentra por encima de ellos. Sus características se presentan en la siguiente tabla.

ORIFICIO - CONDUCTO CHAPA ONDULADA CINCADA	
SECCIÓN CIRCULAR	ø0.8m
CD=CF [m]	100,31
Cota Entrada [m]	100,46
Cota Salida [m]	100,21
Tamada min. [m]	0,30
Tapada max. [m]	18,40
Pendiente	1,00%
Ondulación	100X20
Espesor [mm]	1,6
Módulos de 1m	28
Longitud [m]	28

Tabla 11.3-AT: Diseño de Orificio. Fuente: Elaboración propia.

Luego, como se observa en la siguiente **Figura 11.3-R**, la descarga del orificio es sumergida, lo que significa que el nivel del agua aguas abajo, en el Canal Interceptor oeste, supera la cota de intradós de conducto.

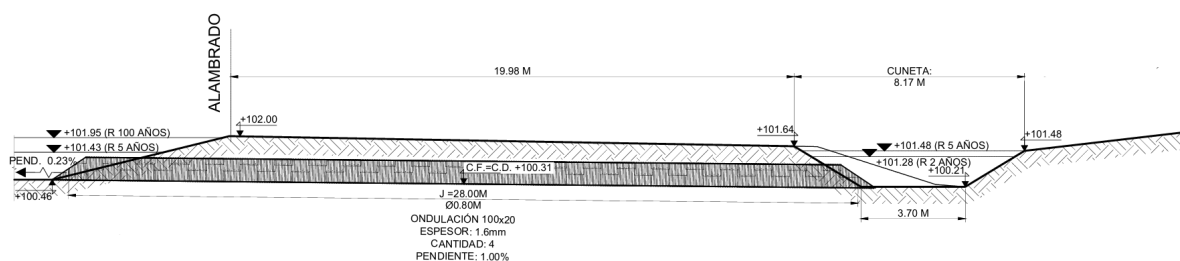


Figura 11.3-R: Descargador de fondo - Diseño Orificio. Fuente: Elaboración propia.

Según la teoría de orificios, el caudal a través de un orificio con descarga sumergida se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$Q = \mu A \sqrt{2gZ_0}$$

donde

Q [m³/s] es el caudal descargado.

μ coeficiente de gasto.

A [m²] sección transversal de escurrimiento del descargador.

g [m/s²] aceleración de la gravedad.

Z_0 [m] carga total disponible.

El coeficiente de gasto se determina por la expresión:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \xi + f \frac{L}{D}}}$$

donde

$\sum \xi$ es la suma de los coeficientes de todas las pérdidas de energía localizadas. Para el caso del presente proyecto, la suma de las pérdidas de energía localizadas es igual a 0,45, la cual se corresponde a entrada con bordes rectos conforme a lo establece Riccardi, G. A. (2004). *Hidrología en Medios Antropizados – Capítulo 11: Embalses Urbanos*. Maestría en Recursos Hídricos de Llanura, UNR – Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales [27].

$f \frac{L}{D}$ representa las pérdidas de energía continuas por fricción, siendo f coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach y L [m] la longitud del descargador.

Cabe destacar que $f \frac{L}{D}$ puede escribirse en función del coeficiente de Manning como:

$$f \frac{L}{D} = \frac{124,52 \eta^2}{D^{1/3}} \frac{L}{D}$$

donde η es el coeficiente de Manning para material correspondiente a chapa ondulada.

Luego, los resultados son los siguientes:

Cota Canal Exis. R2 años [m]	101,28
Cota Reservoirio R 5 años [m]	101,43
Cota fondo reservorio [m]	100,50
Cota de eje del conducto [m]	100,90
ξ	0,45
Z0[m]	0,150
Tirante Canal l. oeste(R 2 AÑOS)	1,07
Q_salida PRE-Propuesta R5 años [m3/s]	1,92
Diámetro orificio [m]	0,8
Area orificio [m2]	0,50
Longitud orificio [m]	28,00
Pendiente orificio [m/m]	1,00%
Perímetro orificio [m]	2,51
Radio Hidráulico orificio[m]	0,20
L/D	35,00
n (Chapa Ondulada)	0,02
$f^*(L/D)$	1,69
u	0,56
Q 1 orificio [m3/s]	0,49
Cant. orificios necesaria	3,95
Cantidad diseñada	4,00
Q orificios [m3/s]	1,95

Tabla 11.3-AU: Cálculo de caudal a través del orificio. Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, se diseñan 4 orificios de chapa ondulada biselados en los extremos con una pendiente 2:3 según el Plano Tipo H-10236 con las características presentadas en la **Tabla 11.3-AT: Diseño de Orificio**.

Con el fin de evaluar la eficiencia hidráulica de la obra de regulación y su correspondiente descarga, se presentan los hidrogramas de entrada y salida para una recurrencia de 5 años, junto con la curva de volúmenes acumulados asociada a cada uno.

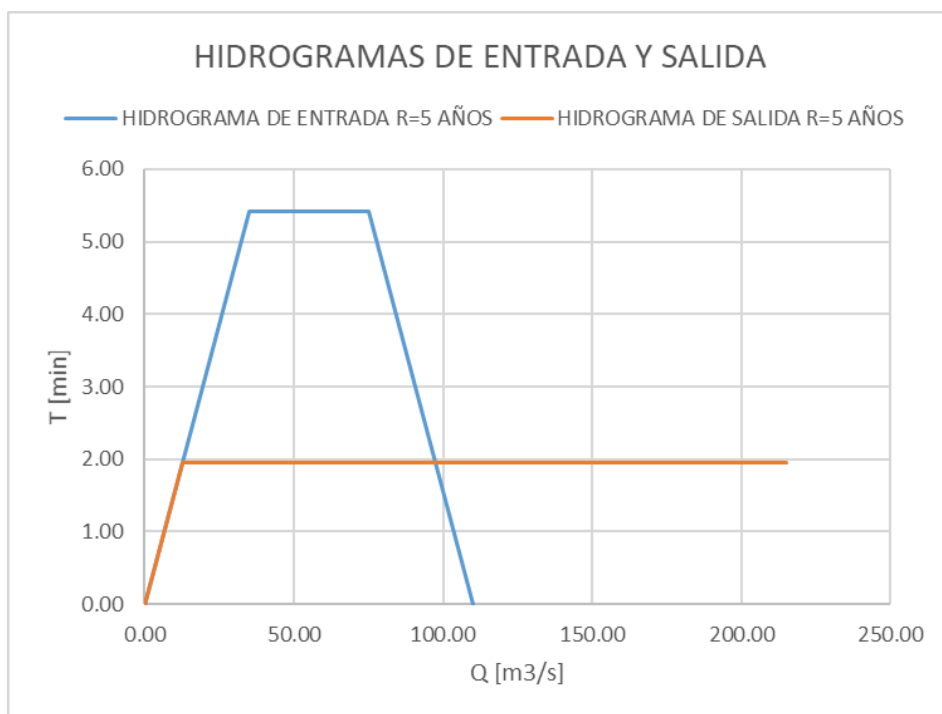


Figura 11.3-S: Hidrogramas de Entrada y Salida - Comportamiento del conjunto Reservoirio-Orificios - R 5 años. Fuente: Elaboración propia.



Figura 11.3-T: Volúmenes acumulados de Entrada y Salida - Comportamiento del conjunto Reservoirio-Orificios - R 5 años. Fuente: Elaboración propia.

Luego, con el fin de evaluar el comportamiento de la obra de regulación y su correspondiente descarga ante un evento de tormenta de 100 años de recurrencia, se presentan los hidrogramas de entrada y salida, junto con la curva de volúmenes acumulados asociada a cada uno.

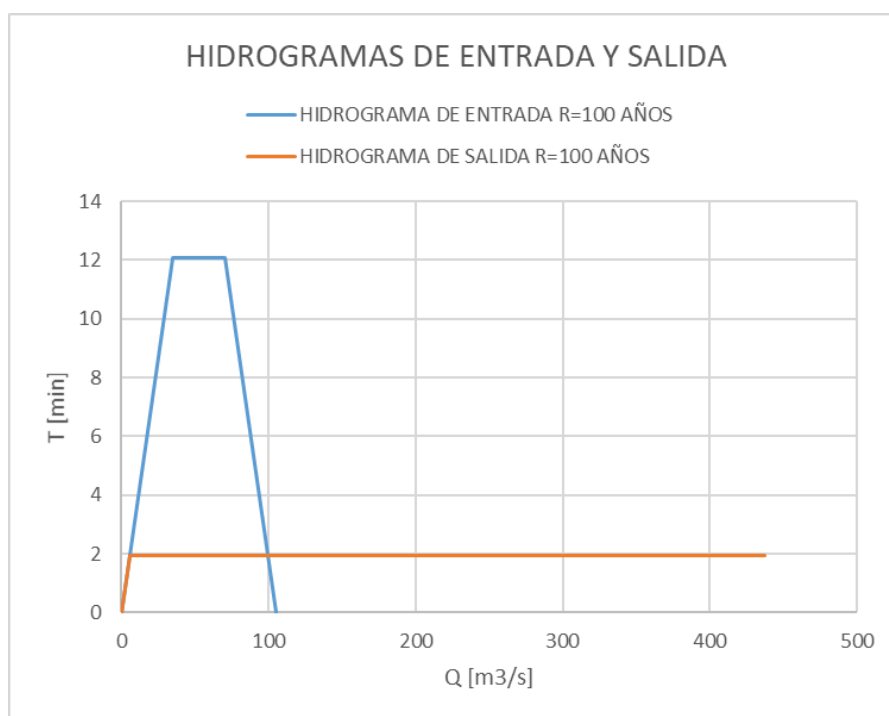


Figura 11.3-U: Hidrogramas de Entrada y Salida - Comportamiento del conjunto Reservoirio-Orificios - R 100 años. Fuente: Elaboración propia.

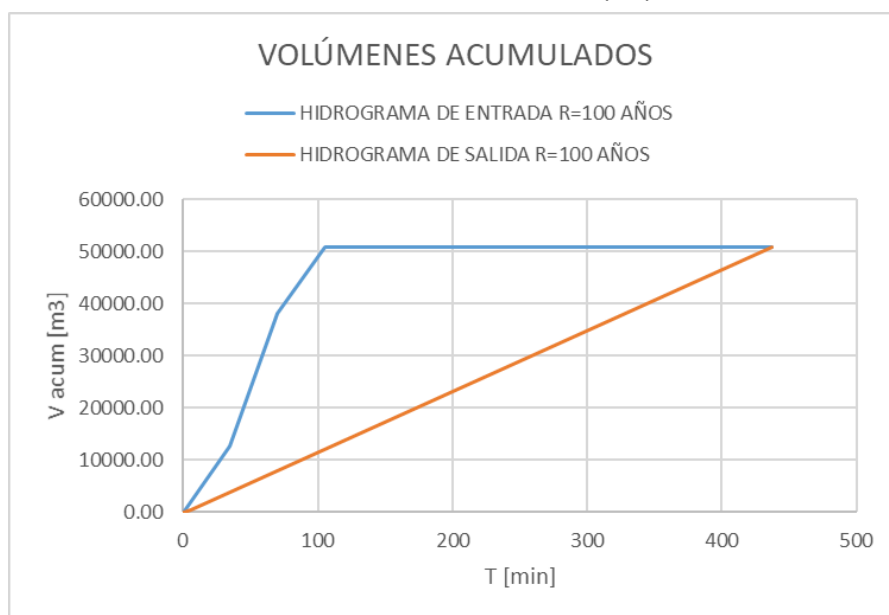


Figura 11.3-V: Volúmenes acumulados de Entrada y Salida - Comportamiento del conjunto Reservoirio-Orificios - R 100 años. Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis de los resultados para un evento de diseño de 100 años de recurrencia, se concluye que el sistema hidráulico requiere un tiempo estimado de 8 horas para evacuar completamente el volumen de agua almacenado en el reservorio. Este comportamiento demuestra la efectividad del mecanismo de regulación implementado, ya que permite una descarga controlada sobre el Canal Interceptor oeste y disminuye el riesgo de inundaciones.

ANEXO 4

ESTRUCTURA METÁLICA

Sobrecargas de cubierta (Lr): Los parámetros utilizados y los resultados obtenidos se muestra en la **Tabla 11.3-A**:

CARGAS DE TECHO			
Correas cubierta			Observaciones
Luz entre columnas	13	m	
Separación entre correas	1.5	m	
Separación entre pórticos	5	m	
Altura de la cumbrera	0.25	m	
Área tributaria: At	7.50	m2	
R1	1		At<19m2
F = 0.12 * pendiente cubierta	0.46	%	
R2	1		F<4
Sobrecarga de techo: Lr = 0.96 R1 R2	0.96	KN/m2	
Pórtico (Chapa)			
Luz entre columnas	13	m	
Separación entre pórticos	5	m	
Altura de la cabriada	0.25	m	
Área tributaria: At	65	m2	
R1	0.6		At>56m2
F = 0.12 * pendiente cubierta	0.46	%	
R2	1		F<4
Sobrecarga de techo: Lr = 0.96 R1 R2	0.58	KN/m2	

Tabla 11.4-A: Sobrecargas de techo. Fuente: Elaboración propia.

Cargas de viento (W): Para el cálculo se utiliza el Método Analítico. Los parámetros utilizados y los resultados obtenidos se observan en las siguientes tablas.

DATOS - MÉTODO ANALÍTICO	
Edificio	Cerrado
Ubicación	Casilda
Categoría	II
Exposición	C
Factor de Ráfaga G	0.85
h [m]	6.25
θ [°]	2.20

DATOS - MÉTODO ANALÍTICO	
zg	274.00
α [°] de tabla	9.50
Velocidad Básica del viento [m/s]	50
Coeficiente de exposición Kz	0.907
Factor de direccionalidad Kd	0.85
Factor Topográfico Kzt	1
Factor de importancia I	1
q [N/m ²]	1.181
GCpi coef. de presión interna (cond. galpón cerrado)	±0,18

Tabla 11.4-B: Datos necesarios y Factores para aplicación Método Analítico. Fuente: Elaboración propia.

Viento

SPFRV						
Viento Paralelo a la cumbrera					Peor Caso con GCpi (-)	Peor Caso con GCpi (+)
Paredes y Cubierta	qz	Cp (externo)	GCp - (-GCpi)	GCp - (GCpi)	Succión interna [kN/m ²]	Presión interna [kN/m ²]
Barlovento	1.181	0.8	0.86	0.5	1.02	0.59
Sotavento	1.181	-0.23	-0.02	-0.38	-0.02	-0.45
Laterales	1.181	-0.7	-0.42	-0.78	-0.49	-0.92
Cubierta 0 a h/2	1.181	-0.90	-0.59	-0.95	-0.69	-1.12
Cubierta h/2 a h	1.181	-0.90	-0.59	-0.95	-0.69	-1.12
Cubierta h a 2h	1.181	-0.50	-0.25	-0.61	-0.29	-0.71
Cubierta >2h	1.181	-0.30	-0.08	-0.44	-0.09	-0.51
Viento normal a la cumbrera						
Paredes y Cubierta	qz	Cp (externo)	GCp - (-GCpi)	GCp - (GCpi)	Succión interna [kN/m ²]	Presión interna [kN/m ²]
Barlovento	1.181	0.8	0.86	0.5	1.02	0.59
Sotavento	1.181	-0.50	-0.25	-0.61	-0.29	-0.71
Laterales	1.181	-0.7	-0.42	-0.78	-0.49	-0.92
Cubierta 0 a h	1.181	-0.9	-0.59	-0.95	-0.69	-1.12
Cubierta h a 2h	1.181	-0.5	-0.25	-0.61	-0.29	-0.71
Cubierta >2h	1.181	-0.30	-0.08	-0.44	-0.09	-0.51

Tabla 11.4-C: Análisis de viento para SPFRV. Fuente: Elaboración propia.

CORREAS		
Cubierta		
Longitud	5.00	m
Separación	1.50	m
A1	7.50	m2
A2	8.33	m2
Aef	8.33	m2
Pared Lateral		
Longitud	5.00	m
Separación	1.50	m
A1	7.50	m2
A2	8.33	m2
Aef	8.33	m2
Pared Frente y Contrafrente		
Longitud	3.25	m
Separación	1.50	m
A1	4.88	m2
A2	3.52	m2
Aef	4.88	m2

Tabla 11.4-D: Áreas efectivas de las correas. Fuente: Elaboración propia.

CORREAS								
Zona	GCp +	GCp -	GCp + (10%)	GCp - (10%)	GCp - (-GCpi)	GCp - (GCpi)	Succión interna [kN/m2]	Presión interna [kN/m2]
1	0.21	-0.91	-	-	-0.73	0.39	-0.86	0.46
2	0.21	-1.15	-	-	-1.33	0.39	-1.57	0.46
3	0.21	-1.3	-	-	-1.48	0.39	-1.75	0.46
4 Lateral	0.83	-0.92	0.75	-0.83	-1.01	0.93	-1.19	1.10
5 Lateral	0.83	-1.05	0.75	-0.95	-1.13	0.93	-1.33	1.10
4 Frente y Contrafrente	0.88	-1	0.79	-0.90	-1.08	0.97	-1.28	1.15
5 Frente y Contrafrente	0.88	-1.15	0.79	-1.04	-1.22	0.97	-1.44	1.15

Tabla 11.4-E: Análisis de viento para correas. Fuente: Elaboración propia.

CHAPAS		
Cubierta		
L1	5.00	m
L2	1.50	m
A	7.50	m ²
Pared Lateral		
Longitud	5.00	m
Separación	1.50	m
A	7.50	m ²
Pared Frente y Contrafrente		
Longitud	3.25	m
Separación	1.50	m
A	4.88	m ²

Tabla 11.4-F: Áreas efectivas de chapas. Fuente: Elaboración propia.

CHAPA								
Zona	GCp +	GCp -	GCp + (10%)	GCp - (10%)	GCp - (-GCpi)	GCp - (GCpi)	Succión interna [kN/m ²]	Presión interna [kN/m ²]
1	0.21	-0.95	-	-	-1.13	0.39	-1.33	0.46
2	0.21	-1.2	-	-	-1.38	0.39	-1.63	0.46
3	0.21	-1.3	-	-	-1.48	0.39	-1.75	0.46
4 Lateral	0.88	-0.92	0.79	-0.83	-1.01	0.97	-1.19	1.15
5 Lateral	0.88	-1.1	0.79	-0.99	-1.17	0.97	-1.38	1.15
4 Frente y Contrafrente	0.88	-1	0.79	-0.90	-1.08	0.97	-1.28	1.15
5 Frente y Contrafrente	0.88	-1.15	0.79	-1.04	-1.22	0.97	-1.44	1.15

Tabla 11.4-G: Análisis de viento para chapas. Fuente: Elaboración propia.

Flecha en correas

Verificación flecha			
Flecha admisible según Reglamento CIRSOC 301			
CUBIERTA			
flecha admisible (carga variable)	L/180	2.778	cm
flecha admisible (carga variable + D)	L/150	3.333	cm

Verificación flecha			
Flecha máxima	$5/384 (q l^4)/EI$	1.801	cm
PAREDES LATERALES			
flecha admisible (carga variable)	L/180	0.028	cm
flecha admisible (carga variable + D)	L/150	0.033	cm
FRONTIS			
flecha admisible (carga variable)	L/180	0.018	cm
flecha admisible (carga variable + D)	L/150	0.022	cm

Tabla 11.4-H: Flechas admisibles según reglamento. Fuente: Elaboración propia.

CUBIERTA				
Comb.ELS	Zona 1			
	D+0,7 (W(+)+Lr)	D+W(+)	D+W(-)	D+Lr
q [kN/m]	1.681	0.881	1.103	1.628
f [cm] = $5/384 (q l^4)/EI$	1.245	0.653	0.817	1.206
Condición	VERIFICA	VERIFICA	VERIFICA	VERIFICA

Tabla 11.4-I: Verificación flecha cubierta- ZONA 1. Fuente: Elaboración propia.

CUBIERTA							
Zona 2				Zona 3			
D+0,7 (W(+)+Lr)	D+W(+)	D+W(-)	D+Lr	D+0,7 (W(+)+Lr)	D+W(+)	D+W(-)	D+Lr
1.681	0.881	2.166	1.628	1.681	0.881	2.432	1.628
1.245	0.653	1.604	1.206	1.245	0.653	1.801	1.206
VERIFIC	VERIFIC	VERIFIC	VERIFIC	VERIFIC	VERIFIC	VERIFIC	VERIFIC

Tabla 11.4-J Verificación flecha cubierta- ZONA 2 y ZONA 3. Fuente: Elaboración propia.

PAREDES LATERALES					
Verificación flecha					
Flecha admisible según Reglamento CIRSOC 301 Apéndice L					
flecha admisible (carga variable)	L/180	2.78	cm		
Cálculo de la flecha para diferentes combinaciones en servicio			// consideramos estructura FLEXIBLE por la chapa		
Combiaciones ELS Cáp B Cirsoc 301	Zona 4	Zona 5			
	W	W			
q [kN/m]	2.86	2.86			
$f [cm] = 5/384 (ql^4)/EI$	0.786	0.786			
Condición	VERIFICA	VERIFICA			
FRONTIS					
Verificación flecha					
Flecha admisible según Reglamento CIRSOC 301 Apéndice L					
flecha admisible (carga variable)	L/180	1.81	cm		
Cálculo de la flecha para diferentes combinaciones en servicio			// consideramos estructura FLEXIBLE por la chapa		
Combinaciones ELS Cáp B Cirsoc 301	Zona 4	Zona 5			
	W	W			
q [kN/m]	2.984	3.058			
$f [cm] = 5/384 (ql^4)/EI$	0.821	0.841			
Condición	VERIFICA	VERIFICA			

Tabla 11.4-K: Verificación flecha paredes laterales y frontis. Fuente: Elaboración propia.

Dimensionamiento correas

Solicitaciones					
Elemento	Zonas	qu presión [Kn/m]	qu succión [Kn/m]	Mu Presión [Knm]	Mu Succión [Knm]
Cubierta	1	2.53	-1.77	7.90	-5.53
	2	2.53	-3.36	7.90	-10.51
	3	2.53	-3.76	7.90	-11.76

Solicitaciones					
Pared	4 Lateral	2.86	-2.51	8.93	-7.83
	5 Lateral	2.86	-2.82	8.93	-8.81
	4 Frente y Contrafrente	2.98	-2.70	3.94	-3.56
	5 Frente y Contrafrente	2.98	-3.06	3.94	-4.04

Tabla 11.4-L: Solicitaciones en las correas. Fuente: Elaboración propia.

CORREAS - Laterales	
Luz [m]	5
Separación [m]	1.5
CORREAS - Frontis	
Luz [m]	3.25
Separación [m]	1.5
CORREAS - Cubierta	
Luz [m]	5
Separación [m]	1.5
CHAPAS	
Luz [m]	1.5
Separación entre pórticos [m]	5
Paso de la chapa [m] (*)	0.253
(*) Separación entre crestas	

Tabla 11.4-M: Luces y separación de las correas. Fuente: Elaboración propia.

VERIFICACIÓN A FLEXIÓN		
Cubierta zona 1		
Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión		
Fy	23.5	kN/cm2
S	61.042	cm3
ϕ	0.9	
Mu	790.35	kNcm
Md	1291.043	kNcm
Md>Mu	Buenas Condiciones	

VERIFICACIÓN A FLEXIÓN		
Viga arriostrada en el chapeado con cargas de succión (tillas en L/2)		
Fy	23.5	kN/cm2
S	61.042	cm3
Cb	1.17	
d	18	cm
Lb	250	cm
Fe	82.10	kn/cm2
Fc	23.50	kn/cm2
Φ	0.9	
Mu	552.78	kNcm
Md	1291.043	kNcm
Md>Mu	Buenas Condiciones	
Cubierta zona 2		
Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión (tillas en L/2)		
Fy	23.5	kN/cm2
S	61.042	cm3
Φ	0.9	
Mu	790.35	kNcm
Md	1291.043	kNcm
Md>Mu	Buenas Condiciones	
Viga arriostrada en el chapeado con cargas de succión (tillas en L/2)		
Fy	23.5	kN/cm2
S	61.042	cm3
Cb	1.17	
d	18	cm
Lb	250	cm
Fe	82.10	kn/cm2
Fc	23.50	kn/cm2
Φ	0.9	
Mu	1051.14	kNcm
Md	1291.043	kNcm
Md>Mu	Buenas Condiciones	

VERIFICACIÓN A FLEXIÓN		
Cubierta zona 3		
Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión (tillas en L/2)		
Fy	23.5	kN/cm2
S	61.042	cm3
Φ	0.9	
Mu	790.35	kNcm
Md	1291.043	kNcm
Md>Mu	Buenas Condiciones	
Viga arriostrada en el chapeado con cargas de succión (tillas en L/2)		
Fy	23.5	kN/cm2
S	61.042	cm3
Cb	1.17	
d	18	cm
Lb	250	cm
Fe	82.10	kn/cm2
Fc	23.50	kn/cm2
Φ	0.9	
Mu	1175.73	kNcm
Md	1291.043	kNcm
Md>Mu	Buenas Condiciones	

Tabla 11.4-N :Verificación a flexión correas de techo. Fuente: Elaboración propia.

VERIFICACIÓN A FLEXIÓN		
Paredes Laterales		
Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión		
Fy	23.5	kN/cm2
S	70.466	cm3
Φ	0.9	
Mu	893.05	kNcm
Md	1490.3559	kNcm
Md>Mu	Buenas Condiciones	
Viga arriostrada en el chapeado con cargas de succión		
Fy	23.5	kN/cm2
S	70.470	cm3
R	0.6	

VERIFICACIÓN A FLEXIÓN		
Φ	0.9	
Mu	880.61	kNcm
Md	894.264	kNcm
Md>Mu	Buenas Condiciones	

Tabla 11.4-Ñ :Verificación a flexión correas de paredes laterales. Fuente: Elaboración propia.

VERIFICACIÓN A FLEXIÓN		
Pared Frente y Contrafrente		
Viga arriostrada en el chapeado con cargas de presión		
Fy	23.5	kN/cm2
S	33.000	cm3
Φ	0.9	
Mu	394.01	kNcm
Md	697.95	kNcm
Md>Mu	Buenas Condiciones	
Viga arriostrada en el chapeado con cargas de succión		
Fy	23.5	kN/cm2
S	33.000	cm3
R	0.6	
Φ	0.9	
Mu	403.75	kNcm
Md	418.770	kNcm
Md>Mu	Buenas Condiciones	

Tabla 11.4-O :Verificación a flexión correas de frontis. Fuente: Elaboración propia.

Dimensionamiento viga dintel

Viga Dintel Barlovento (Más solicitado)		
L	5	m
Ancho influencia	3.5	m
Análisis de cargas		
Cargas Verticales (Menor inercia)		
qD pp viga	0.223	kN/m
Cargas horizontales (Mayor inercia)		
Ru	0.00	kN
qW (Succión interna)	3.556	kN/m

Viga Dintel Barlovento (Mas solicitado)		
Combinaciones		
Cargas Verticales (Eje menor inercia)		
1.4 D	0.31	kN/m
1.2 D + 1.6 Lr + 0.8 W (si)	0.27	kN/m
Cargas Horizontales (Eje Mayor inercia)		
1.4 D	0.00	kN
1.2 D + 1.6 Lr + 0.8 W (si)	2.84	kN/m
1.2 D + f1 L + 1.5 W (si)	5.33	kN/m
Ru col	0.000	kN
Esfuerzos Últimos		
Cargas Verticales (Eje menor inercia)		
Ru laterales	0.29	kN
Ru central	0.98	kN
quh	0.31	kN/m
Mux	0.00	kNm
Muy	0.98	kNm
Vu	0.29	kN
Cargas Horizontales (Eje Mayor inercia)		
Ru laterales	13.33	kN
Ru col	0.000	kN
quh	5.334	kN/m
Mux	16.667	kNm
Muy	0.836	kNm
Vu	13.33	kN
Predimensionamiento		
qW (Succión interna)	3.556	kN/m
R col	0.00	kN
fadm	3.13	cm
Inec	462.98	cm4
Perfil adoptado	W200x22.5	
Ix	1998	cm4

Tabla 11.4-P : Análisis de carga, esfuerzos y predimensionamiento viga dintel- Barlovento. Fuente: Elaboración propia.

Viga Dintel Sotavento		
L	5	m
Ancho influencia	3.5	m
Análisis de cargas		
Cargas Verticales		
qD pp viga	0.223	kN
Cargas horizontales		
qW (Presión interna)	-2.501	kN/m
Ru col presión interna	0.000	kN
Combinaciones		
Cargas Verticales (Eje menor inercia)		
1.4 D	0.31	kN/m
1.2 D + 1.6 Lr + 0.8 W (pi)	0.27	kN/m
Cargas Horizontales (Eje Mayor inercia)		
1.4 D	0.00	kN
1.2 D + 1.6 Lr + 0.8 W (pi)	-2.00	kN/m
1.2 D + f1 L + 1.5 W (pi)	-3.75	kN/m
Ru col presión interna	0.000	kN
Esfuerzos Últimos		
Cargas Verticales (Eje menor inercia)		
Ru laterales	0.29	kN
Ru central	0.98	kN
quh	0.31	kN/m
Mux	0.00	kNm
Muy	0.98	kNm
Vu	0.29	kN
Cargas Horizontales (Eje Mayor inercia)		
Ru laterales presión interna	-1.88	kN
Ru col presión interna	0.000	kN
quh (pi)	-2.501	kN/m
Mux	-7.817	kNm
Muy	0.836	kNm
Vu	-1.88	kN

Tabla 11.4-Q : Análisis de carga y esfuerzos viga dintel-Sotavento. Fuente: Elaboración propia.

Verificaciones					Verificaciones				
Barlovento					Sotavento				
Pandeo local	Almas	COMPACTAS			Pandeo local	Almas	COMPACTAS		
	Alas	COMPACTAS				Alas	COMPACTAS		
Flexión eje x	Mn	25.54	kNm	BUENAS CONDICIONES	Flexión eje x	Mn	31.30	kNm	BUENAS CONDICIONES
	Md	22.99	kNm			Md	28.17	kNm	
	Mu	16.67	kNm			Mu	7.82	kNm	
Flexión eje y	Mn	7.18	kNm	BUENAS CONDICIONES	Flexión eje y	Mn	7.18	kNm	BUENAS CONDICIONES
	Md	6.46	kNm			Md	6.46	kNm	
	Mu	0.84	kNm			Mu	0.84	kNm	
Compresión Vertical	Pn	0.00	kN	-	Compresión Vertical	Pn	0.00	kN	-
	Pd	0.00	kN			Pd	0.00	kN	
	Pu	0.00	kN			Pu	0.00	kN	
Acciones Combinadas	$Pu/2\Phi Pn + [Mux/\Phi Mn + Muy/\Phi Mn]$	0.854	BUENAS CONDICIONES		Acciones Combinadas	$Pu/2\Phi Pn + [Mux/\Phi Mn + Muy/\Phi Mn]$	0.407	BUENAS CONDICIONES	
Corte	Vn	265.23	kN	BUENAS CONDICIONES	Corte	Vn	265.23	kN	BUENAS CONDICIONES
	Vd	238.71	kN			Vd	238.71	kN	
	Vu	13.33	kN			Vu	1.88	kN	

Tabla 11.4-R: Resumen de verificaciones de viga dintel, Barlovento y Sotavento. Fuente: Elaboración propia.

Se muestra el desarrollo del dimensionamiento de la viga solo para Barlovento:

PANDEO LOCAL	
λ_{pf}	9.149
λ_{pw}	90.530
λ_{rf}	19.984
λ_{rw}	137.240
$\lambda_w = 20.88$	$\lambda_f = 6.67$
ALAS	COMPACTAS
ALMA	COMPACTAS

Tabla 11.4-S: Dimensionamiento por compresión- Pandeo Local. Fuente: Elaboración propia.

Pandeo por compresión simple		
k	1	
L	6.75	m
λ	80.74	
λ_c	1.07	
F _{cr}	214.14	Mpa
P _n	613.51	kN

Tabla 11.4-T: Dimensionamiento por compresión- Pandeo global. Fuente: Elaboración propia.

FLEXIÓN		
Eje x		
Mp	76.94	kNm
Mnplt	25.54	kNm
Mn	25.54	kNm
ΦMn	22.99	kNm
Mux	16.67	kNm
Mux<ΦMn	BUENAS CONDICIONES	
FLEXIÓN		
Eje y		
Quien resiste?	Ala sola	
Mn=Mp	7.179	kNm
ΦMn	6.461	kNm
Muy	0.84	kNm
Muy<ΦMn	BUENAS CONDICIONES	

Tabla 11.4-U: Dimensionamiento por flexion- Mayor y menor inercia. Fuente: Elaboración propia.

PANDEO LATERAL TORSIONAL (Eje x)		
L _b	500	cm
L _p	408	cm
L _r	103	cm
L _r < L _b		
M _n	25.543	kNm
ϕM_n	22.99	kNm
M _{ux}	16.67	kNm
M _{ux} < ϕM_n	BUENAS CONDICIONES	

Tabla 11.4-V: Dimensionamiento por flexión- Pandeo lateral torsional. Fuente: Elaboración propia.

CORTE		
h/tw	33.12	
raiz ($k_v \cdot E/f_y$)	53.838	
Aw	12.8132	cm ²
Kv	5	
Cv	1	
Vn	265.23	kN
ΦV_n	238.71	kN
Vu	13.33	kN
$V_u < \Phi V_n$	BUENAS CONDICIONES	

Tabla 11.4-W: Dimensionamiento por Corte. Fuente: Elaboración propia.

ACCIONES COMBINADAS		
ΦM_{nx}	22.99	kNm
Mux	16.67	kNm
ΦM_{ny}	6.461	kNm
Muy	0.84	kNm
ΦP_n	0.00	kN
Pu	0.000	kN
$[M_{ux}/\Phi M_n + M_{uy}/\Phi M_n]$	0.854	BUENAS CONDICIONES

Tabla 11.4-X: Verificación de esfuerzos combinados. Fuente: Elaboración propia.

Dimensionamiento columnas de frontis

Col Frontis Barlovento			
Long Col Frontis		6.25	m
Ancho influencia Sup		3.250	m
Ancho influencia Inf		3.250	m
Área influencia Sup		-	m2
Área influencia Inf		-	m2
Áres de influencia Total		20.313	m2
Análisis de cargas			
Cargas Verticales (generan Compresión/Tracción)			
Carga	kN/m2	kN/m	kN
qD Chapa	0.0668	-	1.36
qD Correa	-	0.0904	1.17
qD pp columna	-	0.2680	6.25

Col Frontis Barlovento			
Cargas Horizontales (generan flexión)			
qW (Succión interna)	1.02	-	20.313
Rh viga dintel	-	-	13.33
Combinaciones			
Cargas Verticales			
1.4 D	12.29	kN	-
1.2 D + f1 L + 1.5 W (si)	10.54	kN	-
Tu Tensor	0.00	kN	-
Cargas Horizontales			
1.2 D + 1.6 Lr + 1.5W (sup)	1.52	4.95	-
1.2 D + 1.6 Lr + 1.5W (inf)	1.52	4.95	-
Ru viga dintel	0.000	kN	-
Esfuerzos Últimos			
Cargas Verticales			
Pu	12.29	kN	-
Hu sup	-	kN	-
Huy inf	-	kN	-
Mu	-	kNm	-
Cargas Horizontales			
Ru horizontales	15.477	kN	-
Hu inf	15.477	kN	-
Huy sup	15.477	kN	-
Mu	24.183	kNm	-
Predimensionamiento			
qW (sup)	3.30	kN/m	
Ru viga dintel	0.00	kN	-
fadm	3.91	cm	-
Inec	839.67	cm ⁴	-
Perfil adoptado	W200x26.6		-
Ix	2576	cm ⁴	-

Tabla 11.4-Y: Análisis de carga, esfuerzos y predimensionamiento columna de frontis- Barlovento.
Fuente: Elaboración propia.

Col Frontis Sotavento			
Long Col Frontis	6.25	m	
Ancho influencia Sup	3.250	m	
Ancho influencia Inf	3.250	m	
Área influencia Sup	-	m ²	
Área influencia Inf	-	m ²	
Área de influencia Total	16.961	m ²	
Análisis de cargas			
Cargas Verticales (generan Compresión/Tracción)			
Carga	kN/m ²	kN/m	kN
qD Chapa	0.0668	-	1.13
qD Correa	-	0.0904	3.42
qD pp columna	-	0.2680	6.25
Tu tensor	-	-	-6.37
Cargas Horizontales			
qW (Succión interna)	-0.45	-	-7.57
Rh viga dintel	-	-	-1.88
Combinaciones			
Cargas Verticales			
1.4 D	12.29	kN	-
1.2 D + f1 L + 1.5 W	10.54	kN	-
Tu Tensor	0.00	kN	-
Cargas Horizontales			
1.2 D + 1.6 Lr + 1.5W (sup)	-0.67	-2.18	-
1.2 D + 1.6 Lr + 1.5W (inf)	-0.67	-2.18	-
Ru viga dintel	0.000	kN	
Esfuerzos Últimos			
Cargas Verticales			
Pu	12.29	kN	-
Hu sup	-	kN	-
Huy inf	-	kN	-
Mu	-	kNm	-
Cargas Horizontales			
Ru verticales	-6.799	kN	-
Hu sup	-6.799	kN	-
Huy inf	-6.799	kN	-
Mu	-10.623	kNm	-

Tabla 11.4-Z: Análisis de carga y esfuerzos columna de frontis- Sotavento. Fuente: Elaboración propia.

Se realiza el dimensionamiento de las columnas de frontis solo para Barlovento ya que allí se da la peor situación.

Verificaciones				
Barlovento (Peor situación)				
Pandeo local	Almas	COMPACTAS		
	Alas	COMPACTAS		
Flexión eje x	Mn	35.34	kNm	BUENAS CONDICIONES
	Md	31.80	kNm	
	Mu	24.18	kNm	
Flexión eje y	Mn	13.55	kNm	BUENAS CONDICIONES
	Md	12.19	kNm	
	Mu	0.00	kNm	
Compresión Vertical	Pn	803.42	kN	BUENAS CONDICIONES
	Pd	682.91	kN	
	Pu	12.29	kN	
Acciones Combinadas	$P_u/2\phi P_n + [M_{ux}/\phi M_n + M_{uy}/\phi M_n]$	0.769	BUENAS CONDICIONES	
Corte	Vn	250.24	kN	BUENAS CONDICIONES
	Vd	225.21	kN	
	Vu	15.48	kN	

Tabla 11.4-AA: Resumen de verificaciones de columna de frontis- Barlovento. Fuente: Elaboración propia.

PANDEO LOCAL	
λ_{pf}	9.149
λ_{pw}	90.530
λ_{rf}	19.984
λ_{rw}	137.240
$\lambda_w = 20.88$	$\lambda_f = 6.67$
ALAS	COMPACTAS
ALMA	COMPACTAS

Tabla 11.4-AB: Dimensionamiento por compresión- Pandeo Local. Fuente: Elaboración propia.

Pandeo por compresión simple		
k	1	
L	6.25	m
λ	71.76	

Pandeo por compresión simple		
λ_c	0.95	
Fcr	236.72	Mpa
Pn	803.42	kN

Tabla 11.4-AC: Dimensionamiento por compresión- Pandeo global. Fuente: Elaboración propia.

COMPRESIÓN VERTICAL		
Pu	12.29	kN
Pn	803.42	kN
Φ	0.85	
ΦP_n	682.91	kN
$P_u < \Phi P_n$	BUENAS CONDICIONES	

Tabla 11.4-AD: Dimensionamiento por compresión. Fuente: Elaboración propia.

FLEXIÓN		
Eje x		
Mp	114.54	kNm
Mnplt	35.34	kNm
Mn	35.34	kNm
ΦMn	31.80	kNm
Mux	24.18	kNm
Mux<ΦMn	BUENAS CONDICIONES	
FLEXIÓN		
Eje y		
Quien resiste?	Ala sola	
Mn=Mp	13.548	kNm
ΦMn	12.193	kNm
Muy	0.00	kNm
Muy<ΦMn	BUENAS CONDICIONES	

Tabla 11.4-AE: Dimensionamiento por flexion- Mayor y menor inercia. Fuente: Elaboración propia.

PANDEO LATERAL TORSIONAL (Eje x)		
Lb	607.5	cm
Lp	144	cm
Lr	414	cm
$L_r < L_b$		

PANDEO LATERAL TORSIONAL (Eje x)		
Mn	35.337	kNm
ΦM_n	31.80	kNm
Mux	24.18	kNm
$M_{ux} < \Phi M_n$	BUENAS CONDICIONES	

Tabla 11.4-AF: Dimensionamiento por flexión- Pandeo lateral torsional. Fuente: Elaboración propia.

CORTE		
h/tw	35.45	
raíz ($k_v \cdot E / f_y$)	53.838	
Aw	12.0888	cm ²
Kv	5	
Cv	1	
Vn	250.24	kN
ΦV_n	225.21	kN
Vu	15.48	kN
$V_u < \Phi V_n$	BUENAS CONDICIONES	

Tabla 11.4-AG: Dimensionamiento por Corte. Fuente: Elaboración propia.

ACCIONES COMBINADAS		
ΦM_{nx}	31.80	kNm
Mux	24.18	kNm
ΦM_{ny}	12.193	kNm
Muy	0.00	kNm
ΦP_n	682.91	kN
Pu	12.294	kN
$P_u / 2\Phi P_n + [M_{ux} / \Phi M_n + M_{uy} / \Phi M_n]$	0.769	BUENAS CONDICIONES

Tabla 11.4-AH: Verificación de esfuerzos combinados. Fuente: Elaboración propia.

Dimensionamiento Pórtico

PÓRTICO		
Flexotracción		
Barra	1	
Peor Combinación	50	
Mu	86.75	Knm

PÓRTICO		
Pu	-42.441	Kn
L	650.00	cm
Predimensionamiento		
fadm	4.33	cm
qs (D+W)	4.90	Kn/m
Inec	1314.1	cm4
Perfil adoptado	W310x32.7	
Lb	325.00	cm
Md	20.394	Knm
Pd	1533.25	Kn
Acciones combinadas	0.472	
Pu/2ΦPn + [Mux/ΦMn + Muy/ΦMn]	BUENAS CONDICIONES	
Corte		
Barra	2	
Peor Combinación	50	
Vu	45.961	Kn
Vd	337.28	Kn
Vu<ΦVn	BUENAS CONDICIONES	
Flexocompresión		
Barra	1	
Peor Combinación	1.2 D + 1.6 Lr	
Mu	41.13	Knm
Pu	34.175	Kn
L	6.00	cm
Predimensionamiento		
fadm	0.04	cm
qs (D+W)	4.90	Kn/m
Inec	0.00103359947	cm4
Perfil adoptado	W310x32.7	
Lb	337.50	cm
Md	189.41	Knm
Pd	1170.09	Kn
Acciones combinadas	0.232	
Pu/2ΦPn + [Mux/ΦMn + Muy/ΦMn]	BUENAS CONDICIONES	

PÓRTICO		
Pandeo global - Según eje x		
Lx [cm]	337.50	VERIFICA
kx	2.1	
λx	53.98	
Pandeo global - Según eje y		
Ly [cm]	337.50	VERIFICA
ky	1	
λy	87.89	

Tabla 11.4-AI : Resumen de dimensionamiento y verificaciones del pórtico. Fuente: Elaboración propia.

Dimensionamiento puntales

PUNTALES			
Sección Cajón			
CARGA ÚLTIMA			
Pu		41.15	kN
PROPIEDADES			
PERFIL ADOPTADO			29
Ag	7.59	cm2	Tubo de acero- Sección cuadrada 80x2.5
b	0.8	cm	
t	0.25	cm	
Ix=Iy	75.1	cm4	
Sx=Sy	18.58	cm3	
rx=ry	3.15	cm	
Zx=Zy	21.9	cm3	
J	115.9	cm ⁴	
C	29.97	cm3	
DEL MATERIAL			
Acero F-24			
Fy [Mpa]	235		
E [Mpa]	200000		
γ [KN/m³]	77.3		
G [Mpa]	77200		
Long. del Puntal [cm]	495		

PUNTALES			
DIMENSIONAMIENTO			
Pandeo local			
λ_r	13.13	Tabla B.5.1 Caso 1	
b_f/t_f	3.20	VERIFICA	
Q = 1			
Pandeo global - Según eje x			
Lx	500	cm	VERIFICA
kx	1		
λ_x	158.73		
Pandeo global - Según eje y			
Ly	500	cm	VERIFICA
ky	1		
λ_y	158.73		
Verificación a Compresión			
λ_{det}	158.73		VERIFICA
λ_c	1.73		
Fcr	6.87	KN/cm2	
$\emptyset$	0.85		
Pd	44.33	kN	
Pu/Pd	0.928		

Tabla 11.4-AJ: Dimensionamiento puntales. Fuente: Elaboración propia.

Dimensionamiento diagonales

TENSORES - DIAGONALES			
Barra Redonda			
CARGA ÚLTIMA			
Tu		64.28	kN
PROPIEDADES			
BARRA ADOPTADA			1"
d	2.54	cm	
A	5.07	cm²	
Ip	2.04	cm⁴	
DEL MATERIAL			
Acero F-24			
Fy [Mpa]	235		

TENSORES - DIAGONALES			
E [Mpa]	200000		
γ [KN/m³]	77.3		
G [Mpa]	77200		
Long. del Tensor [cm]	680.1		
DIMENSIONAMIENTO			
Fluencia del area bruta			
Rn1	119.08	kN	VERIFICA
φ1	0.90		
Ae	3.80	cm2	
Rd1	107.17	kN	
Rotura del area neta			
Fu	37.00	kN/cm2	VERIFICA
Rn2	140.61	kN	
φ2	0.75		
Rd2	105.46	kN	

Tabla 11.4-AK: Dimensionamiento diagonales. Fuente: Elaboración propia.

Unión abulonada

UNIÓN ABULONADA- Viga - Viga					
SOLICITACIONES		LOS 3 VALORES MÁXIMOS PARA CADA SOLICITACIÓN			
Mux [kNcm]	6366.00				
Tu [kN]	35.85				
Vuy [kN]	32.20				
PARÁMETROS GEOMÉTRICOS				PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS DE LA UNIÓN	
PERFIL		W310x32.7		Bulones ALA	
h perfil (cm)	31	tw (cm)	0.584	A-325 Rosca no excluida	
Ag [cm²]	49.38	tf (cm)	0.965	5/8"	
Ag alma	15.5928	d' (cm)	30.035	Diám [cm]	1.59
Ag ala	16.8936	bf (cm)	16.5	D calc [cm]	1.79
Ix [cm⁴]	8491	Fy [Kn/cm²]	34.5	Área [cm²]	1.98
Ix ala [cm⁴]	7622.34	Fu [Kn/cm²]	45	Fv [kN/cm²]	33.00
Ix alma [cm⁴]	868.66			Bulones ALMA	

UNIÓN ABULONADA- Viga - Viga					
PLATABANDA ALA				A-325 Rosca no excluida	
Cantidad	1	ESFUERZOS POR PLATABANDA		3/8"	
e [cm]	1.2	Nf (Mx) [kN]	190.27	Diám [cm]	0.96
Ancho [cm]	16.5	Nf (N) [kN]	12.26	D calc [cm]	1.16
Largo media plat.[cm]	13	Vy [kN]	0	Área [cm2]	0.72
Fy [Kn/cm2]	23.5	Fu [Kn/cm2]	37	Fv [kN/cm2]	33.00
Ag sup [cm2]		19.8		CORTE BULÓN MAS SOLICITADO	
x1 (cm)	2.5	y1 (cm)	2.5	Cant. bulones	4
CORTE BULÓN MAS SOLICITADO				xg [cm]	11
Cant. bulones		6		Mwg (kNcm)	1005.46
Vu total [kN]		202.53		xi [cm]	2
Vu por bulón [kN]		33.76		yi [cm]	7.5
PLATABANDA ALMA				l'p [cm2]	241
Cantidad	2	ESFUERZOS POR PLATABANDA		H1 [kN]	13.45
e [cm]	0.6	Mw(Mx) [kNcm]	651.26	U1 [kN]	23.10
Altura [cm]	20	Nw(N) [kN]	11.32	C1 [kN]	26.73
Largo plat.[cm]	22	Vy [kN]	32.20		
Ag [cm2]	12	x1 (cm)	4		
		y1 (cm)	2.5		
Fy [Kn/cm2]	23.5	x2 (cm)	4		
Fu [Kn/cm2]	37	y2 (cm)	15		

Tabla 11.4-AL: Solicitaciones y parámetros generales para cálculo de la unión. Fuente: Elaboración propia.

VERIFICACIÓN A CORTE					
ALMA			ALA		
Nro Planos	2		Nro Planos	1	
ϕ	0.75		ϕ	0.75	

VERIFICACIÓN A CORTE					
Rn	47.40	kN	Rn	65.32	kN
Rd	35.55	kN	Rd	48.99	kN
C1/Rd (alma)	0.75	VERIFICA	Vu/Rd (ala)	0.69	VERIFICA
VERIFICACIÓN APLASTAMIENTO					
Platabanda Alma		Platabanda Ala			
Lc [cm]	1.84	Lc [cm]	0.43		
d [cm]	1.59	d [cm]	1.59		
t [cm]	0.6	t [cm]	1.2		
1.2Lc [cm]	2.21	1.2Lc [cm]	0.51		
2.4 d [cm]	3.81	2.4 d [cm]	3.81		
ϕ	0.75	ϕ	0.75		
Rn [kN]	98.24	Rn [kN]	22.64		
Rd [kN]	73.68	Rd [kN]	125.52		
C1/Rd	0.36	Vu/Rd	0.269		
VERIFICA		VERIFICA			
VERIFICACIÓN BLOQUE DE CORTE					
Platabanda alma					
Bloque de Corte de la platabanda		Bloque de Corte del perfil			
Agv [cm2]	43.20	Agv [cm2]	12.61		
Agt [cm2]	18.00	Agt [cm2]	5.26		
Anv [cm2]	39.04	Anv [cm2]	11.40		
Ant [cm2]	16.61	Ant [cm2]	4.85		
ϕ	0.75	ϕ	0.75		
Rn [kN]	1223.78	Rn [kN]	479.41		
Rd [kN]	917.84	Rd [kN]	359.55		
Ru/Rd	0.012	Ru/Rd	0.031		
VERIFICA		VERIFICA			
Platabanda ala					
Bloque de Corte de la platabanda		Bloque de Corte del perfil			
Agv [cm2]	25.20	Agv [cm2]	20.27		
Agt [cm2]	13.80	Agt [cm2]	11.10		

VERIFICACIÓN BLOQUE DE CORTE					
Platabanda ala					
Bloque de Corte de la platabanda		Bloque de Corte del perfil			
Anv [cm2]	14.48	Anv [cm2]	11.64		
Ant [cm2]	11.66	Ant [cm2]	9.37		
φ	0.75	φ	0.75		
Rn [kN]	752.58	Rn [kN]	605.20		
Rd [kN]	564.44	Rd [kN]	453.90		
Ru/Rd	0.36	Ru/Rd	0.45		
VERIFICA		VERIFICA			
VERIFICACIÓN A TRACCIÓN					
Platabanda Ala					
Fluencia en la sección bruta		Rotura en la sección neta			
φ	0.9	φ	0.75		
Ag [cm]	19.8	Ant [cm]	16.63		
Rn [kN]	465.30	Rn [kN]	615.13		
Rd [kN]	418.77	Rd [kN]	461.34		
Tu/Rd	0.48	Tu/Rd	0.44		
VERIFICA		VERIFICA			
Platabanda Alma					
Fluencia en la sección bruta		Rotura en la sección neta			
φ	0.9	φ	0.75		
Ag [cm]	12	Ant [cm]	8.83		
Rn [kN]	282.00	Rn [kN]	326.53		
Rd [kN]	253.80	Rd [kN]	244.89		
Tu/Rd	0.14	Tu/Rd	0.15		
VERIFICA		VERIFICA			

Tabla 11.4-AM: Verificaciones unión abulonada. Fuente: Elaboración propia.

Dimensionamiento placa base

SOLICITACIONES		
FLEXOCOMPRESIÓN		
Pu	12.482	kN
Mu	36.686	kNcm
Vu	18.19	kN
M*	45.72415625	kNcm
e	3.663	m
Excentricidad	ELEVADA	
Tu (pernos)	15.55	kN
fp	0.78	kN/cm ²
ph	0.35	kN/cm ²
Mu pernos	2.488	kNm
Mu base	24.707	kNm
Mu nariz	9.03815625	kNm
FLEXOTRACCIÓN		
Pu	-44.175	kN
Mu	84.05	kNm
Vu	36.194	kN
M*	102.0338938	kNm
e	2.310	m
Excentricidad	ELEVADA	
Tu (pernos)	39.20	kN
fp	1.54	kN/cm ²
ph	0.35	kN/cm ²
Mu pernos	6.272	kNm
Mu base	48.634	kNm
Mu nariz	17.98389375	kNm
COMPRESIÓN		
Pu	37.549	kN
Mu	16.652	kNm
Vu	9.63	kN
M*	21.43690625	kNm
e	0.571	m
Excentricidad	ELEVADA	

SOLICITACIONES		
FLEXOCOMPRESIÓN		
Pu	12.482	kN
Tu (pernos)	5.31	kN
fp	0.46	kN/cm ²
ph	0.19	kN/cm ²
Mu pernos	0.849	kNm
Mu base	14.444	kNm
Mu nariz	4.78490625	kNm
CORTE		
Pu	-37.985	kN
Mu	84.05	kNm
Vu	45.946	kN
M*	106.8794188	kNm
e	2.814	m
Excentricidad	ELEVADA	
Tu (pernos)	40.55	kN
fp	1.64	kN/cm ²
ph	0.89	kN/cm ²
Mu pernos	6.487	kNm
Mu base	51.691	kNm
Mu nariz	22.82941875	kNm
DE CONTRAVIENTOS		
Pu	49.38	kN
Mu	0	kNm
Vu	41.15	kN
M*	20.44731096	kNm
e	0.414	m
Excentricidad	ELEVADA	
Tu (pernos)	4.22	kN
fp	0.47	kN/cm ²
ph	0.80	kN/cm ²
Mu pernos	0.675	kNm
Mu base	15.002	kNm
Mu nariz	20.44731	kNm

Tabla 11.4-AN: Solicitaciones de placa base. Fuente: Elaboración propia.

VERIFICACIONES		
TRACCIÓN EN PERNOS DE ANCLAJE		
Tu	40.55	kN
ϕT_n	41.19	Kn
$T_u/\phi T_n$	0.984	
VERIFICA		
TENSIÓN SOBRE EL Hº		
fp	1.64	kN/cm ²
A1	175	cm2
A2	675	cm2
fd1	3.00	kN/cm ²
fd2	3.06	kN/cm ²
fp/fd	0.545	
VERIFICA		
TENSIÓN SOBRE EL Hº		
ph	0.892	kN/cm ²
pd	1.53	kN/cm ²
ph/pd	0.583	
VERIFICA		
ESPESOR PLACA BASE		
Mu pernos	6.487	kNm
Md pernos	10.916	kNm
Mu/Md	0.594	
Mu base	51.691	kNm
Md base	11.939	kNm
Mu/Md	4.329	
Son necesarios rigidizadores		
FLEXIÓN EN NARIZ DE CORTE		
Mu	22.829	kNm
Md	56.661	kNm
Mu/Md	0.403	

Tabla 11.4-AÑ: Verificaciones necesarias de la placa base. Fuente: Elaboración propia.

Fundaciones

Cargas en servicio

CARGAS EN SERVICIO PARA PILOTES					
Beam	L/C	Node	Axial Force kN	Shear-Y kN	Moment-Z kN-m
1	167	1	-21.803	27.493	59.741
1	168	1	-8.478	29.172	56.619
1	167	2	24.614	-10.393	53.918
1	169	2	25.77	-23.134	52.118
1	170	2	12.445	-12.513	28.414
6	168	4	-2.786	-8.084	24.351
6	167	4	10.539	-9.763	21.23
6	166	3	9.2	2.488	9.787
1	169	1	-22.958	-3.326	7.306
1	170	1	-9.633	-1.647	4.184
6	169	4	22.958	-3.326	-7.306
1	166	2	-9.2	2.488	-9.787
6	167	3	-13.351	-10.877	-24.571
6	170	3	-12.445	-12.513	-28.414
Las beam 1 y 6 son las de los parantes					

Tabla 11.4-AO: Cargas en servicio obtenidas en de Staad Pro. Fuente: Elaboración propia.

Por momento		Por axial		TOTAL	
Pilote Izquierda	Pilote Derecha	Pilote Izquierda	Pilote Derecha	Pilote Izquierda	Pilote Derecha
-79.65	79.65	-10.90	-10.90	-90.56	68.75
-75.49	75.49	-4.24	-4.24	-79.73	71.25
-71.89	71.89	12.31	12.31	-59.58	84.20
-69.49	69.49	12.89	12.89	-56.61	82.38
-37.89	37.89	6.22	6.22	-31.66	44.11
-32.47	32.47	-1.39	-1.39	-33.86	31.08
-28.31	28.31	5.27	5.27	-23.04	33.58
-13.05	13.05	4.60	4.60	-8.45	17.65
-9.74	9.74	-11.48	-11.48	-21.22	-1.74
-5.58	5.58	-4.82	-4.82	-10.40	0.76
9.74	-9.74	11.48	11.48	21.22	1.74
13.05	-13.05	-4.60	-4.60	8.45	-17.65
32.76	-32.76	-6.68	-6.68	26.09	-39.44

Por momento		Por axial		TOTAL	
Pilote Izquierda	Pilote Derecha	Pilote Izquierda	Pilote Derecha	Pilote Izquierda	Pilote Derecha
37.89	-37.89	-6.22	-6.22	31.66	-44.11

Tabla 11.4-AP : Cálculo de peor situación en servicio. Fuente: Elaboración propia.

Geometría de pilotes

SUELO						CAPACIDAD DEL PILOTE			
Estrato	Prof inicial [m]	Prof final [m]	Capacidad por fuste [kN/m2]		Nf [kN]	Nfacum [kN]	Cmax [kN]	Penetración en estrato [m]	Cfuste
1	0	-2.5	17	17	40.055	40.055	40.055	2.5	40.055
2	-2.5	-3.7	27	27	30.536	70.592	70.592	1.2	30.536
3	-3.7	-7	30	40	108.856	139.392	139.392	1.1	36.285
4	-7	-8	50	60	51.836	160.692	160.692	0	0.000

Tabla 11.4-AQ: Verificación capacidad del suelo según dimensiones del pilote. Fuente: Elaboración propia.

DATOS			Observaciones
NS Cabezal=	-0.9	m	La base de H° tiene 90 cm
Dimensión a1 col A=	0.5	m	Dimensiones de la base
Dimensión a1 col B=	0.45	m	
Separación pilotes s=	0.75	m	
H Cabezal Minima=	0.50	m	S/ Montoya
Altura cabezal=	0.5	m	
Cantidad de pilotes=	2		
NI Pilote [m]=	4.8	m	P/ sacar capacidad del suelo
Diámetro [m]=	0.3	m	
Longitud Pilote [m]=	3.4	m	
NF pilote [m]=	-4.8	m	
Largo Cabezal=	1.25	m	Dejamos 10 cm de cada lado
Ancho cabezal=	0.5	m	
Peso propio cabezal=	7.81	kN	
Peso propio Base =	5.06	kN	

Tabla 11.4-AR: Datos para la realización de la geometría de pilotes. Fuente: Elaboración propia.

Armadura de cabezales y pilotes

CABEZALES	
Largo Cabezal=	1.25
Ancho cabezal=	0.5
Separación pilotes s=	0.75
Altura cabezal=	0.50
d [m]	0.43
tan (θ)	1.15
Tu [kN]	125.19
As inf [cm ²]	9.11
Ø [mm]	16
Cantidad	5
As inf adopt. [cm ²]	10.05
Verifica	
As sup [cm ²] (0.2 x As inf)	1.82
Ø [mm]	8
Cantidad	4
As sup adopt. [cm ²]	2.01
Verifica	
Estribos	1 Ø 8 c/ 15 cm
As mín piel [cm ²] (0.08 x As inf)	0.73
Ø [mm]	10
Cantidad	2
As piel adopt. [cm ²]	1.57
Verifica	

Tabla 11.4-AS: Verificaciones para las armaduras de cabezales. Fuente: Elaboración propia.

Se adoptan estribos mínimos, ya que las cargas viajan directamente a los apoyos (pilotes). Para la armadura de piel, se adopta el 8% de la armadura principal.

PILOTES	
Cantidad de pilotes=	2
Diámetro [m]=	0.30

PILOTES	
Pu [kN]	143.55
Ag nec [cm ²]	93.75
Ag adopt [cm ²]	706.86
As [cm ²]	3.53
Ø [mm]	12
Cantidad	5
As sup adopt. [cm ²]	5.65
Verifica	
Estribos	1 Ø 6 c/ 19 cm

Tabla 11.4-AT: Verificaciones para las armaduras de pilotes. Fuente: Elaboración propia.

Losa de ingreso:

DIMENSIONAMIENTO DE LOSA INGRESO		
Apoyos	Apoyada - Apoyada	
b	100	cm
L	30	cm
e	20	cm
Pu	250.16	kN
Mu	1876	kNcm
Vu	125.08	kN
f'c	3	cm
DIMENSIONAMIENTO A FLEXION		
Mn	2085	kNcm
d	18	cm
mn	0.021	
w	0.022	
a	0.332	cm
c	0.391	cm
phi	0.00767	
ete	0.1351	ZCT
As	2.79	cm ² /m
Asmin	3.6	cm ² /m
Astransversal (min)	3.6	cm ² /m

DIMENSIONAMIENTO DE LOSA INGRESO		
DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN		
Se adopta	d8 c/13 cm	en ambos sentidos

Tabla 11.4-AU: Verificaciones para las armaduras de pilotes. Fuente: Elaboración propia.

Se adopta la armadura mínima por fragüe y retracción.