

**REMODELACIÓN DE LA MOVILIDAD EN IBARLUCEA –
AV. DEL ROSARIO E INGRESO.**

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

ALUMNOS:

ARAGÓN, LUCA (A-4052/5)

AUDET, MAXIMILIANO (A-3996/9)

VIDAL, GABRIEL (V-2802/9)

DIRECTORES:

LUQUE, Analía

NAVARRO, Raúl

ASESORES:

CAUHAPE CASAUX, Marina

CERVERA, Cristina

FORESTIERI, Claudia

HAZAN, Andrés

PORTAPILA, Margarita

TITULAR DE CÁTEDRA: ING. RUBÉN LÓPEZ

AGOSTO 2023

INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1	Acerca de Ibarlucea	5
2	EL PROYECTO	8
3	REMODELACIÓN AVENIDA DEL ROSARIO	10
3.1	Diagnóstico de la situación actual	11
3.1.1	Aspectos físicos	11
3.1.2	Estructura del sistema de Transporte Urbano Público.....	12
3.1.3	Aspectos hidrológicos	13
3.1.4	Aspecto hidráulico y obras de desagües existentes	15
3.2	Recolección de datos.....	17
3.2.1	Estado de situación actual	17
3.3	Datos hidrológicos.....	20
3.3.1	Análisis hidrológico:	21
3.4	Servicios existentes.....	23
3.5	Datos del pavimento existente	23
3.6	Datos del suelo	23
3.7	Proyecto geométrico de la avenida	24
3.8	Tránsito peatonal	27
3.9	Transporte Público	28
3.10	Proyecto de desagües pluviales.....	29
3.10.1	Memoria descriptiva	29
3.10.2	Memoria de cálculo	33
3.11	Diseño de pavimento para circulación en Avenida del Rosario	39
4	DISEÑO GEOMÉTRICO INTERSECCIÓN A NIVEL.....	47
4.1	Situación actual.....	48
4.2	Diseño rotonda.....	50
4.2.1	Aforo de tránsito vehicular.....	51

4.2.2	Características de los caminos.....	52
4.2.3	Vehículo de diseño.....	54
4.2.4	Diseño geométrico	55
4.2.5	Isleta central.....	56
4.2.6	Ubicación de los ramales	57
4.2.7	Isletas partidoras.....	60
4.3	Verificación de trayectorias	61
4.4	Proyecto de señalización horizontal y vertical	63
4.5	Diseño de estructura de pavimento para circulación vehicular en rotonda.	65
4.5.1	Componentes típicos del sistema.....	66
4.5.2	Método utilizado para el dimensionamiento de espesores de calzada	67
4.5.3	Dimensionamiento del espesor de pavimento para la intersección.....	71
4.5.4	Resultados del dimensionamiento.....	76
4.5.5	Esquema paquete estructural.....	79
4.5.6	Juntas	80
5	PUENTE PEATONAL – MEMORIA DESCRIPTIVA	85
5.1	Materialidad, diseño geométrico y emplazamiento	87
5.2	Diseño geométrico	89
5.2.1	Pasarela peatonal + bicisenda	89
5.2.2	Reticulado vertical.....	89
5.2.3	Reticulado horizontal.....	90
5.2.4	Estructura de piso	90
5.3	Pasarela solo bicisenda	91
5.4	Torres – Parámetros de diseño	92
5.4.1	TORRE T1	93
5.4.2	TORRE T2	94
6	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	94
6.1	Entrevista a vecinos de la zona afectada	95

6.2	Normativas vigentes en Santa Fe.....	96
6.3	Objetivos de desarrollo sostenible.....	97
6.4	Cambio climático.....	100
7	ANEXOS.....	104
7.1	Anexo N°01: Estudio de suelos en localidad de Ibarlucea.....	104
7.2	Anexo N°02: Cálculo del albañal sobre Avenida del Rosario.....	120
7.3	Anexo N°03: Aforo de tránsito en intersección Ruta Nacional N°34 y Ruta Provincial N°34S. 121	
7.4	Anexo N°04: Aforo de tránsito en Avenida del Rosario.....	123
7.5	Anexo N°05: Memoria de Calculo Puente	124
7.5.1	Datos de partida y consideraciones de diseño iniciales.....	124
7.5.2	Pasarela Peatonal + Bicisenda.....	125
7.5.3	Pasarela solo Bicisenda	132
7.5.4	Torre	137
7.5.5	Fundaciones – fundaciones profundas – calculo de pilotes.....	141
8	BIBLIOGRAFÍA.....	143
9	ÍNDICE DE PLANOS	144

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe consiste en la intervención de dos sectores públicos pertenecientes al área urbana de la comuna de Ibarlucea, más precisamente la intervención y reacondicionamiento de la Avenida del Rosario, el diseño y proyecto de una rotonda en el ingreso a la localidad y la vinculación entre ambos a través del estudio de su movilidad.

Para ser más específicos, nos ubicamos en el sur de la provincia de Santa Fe, en el norte del Departamento Rosario, a 12 km al noroeste de la ciudad de Rosario y a 159 km de la capital provincial. En la figura 1 se puede observar la localización de Ibarlucea dentro de la provincia de Santa Fe.

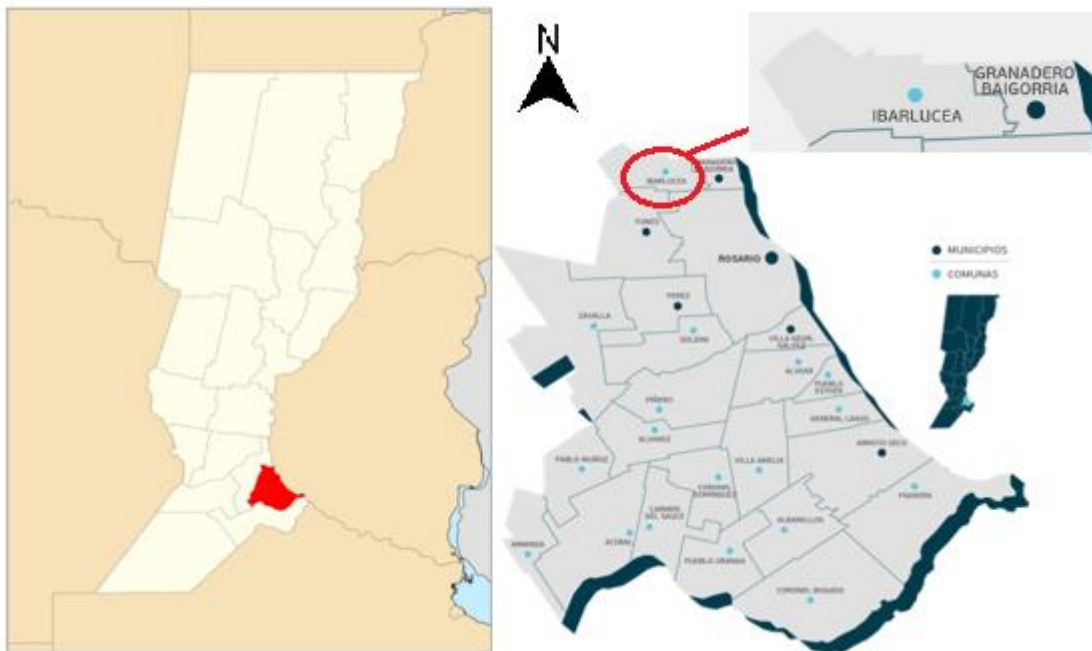


Figura 1 – Ubicación Geográfica Ibarlucea (Fuente: Cámara de Senadores de la Provincia de Santa Fe)

1.1 Acerca de Ibarlucea

El Distrito Ibarlucea tiene una extensión territorial de aproximadamente 50 km² y su área residencial queda definida en una superficie aproximada de 7,3 km². La mayor parte del territorio se encuentra limitada al este por la AU Rosario Córdoba y al Oeste por la RN 34.

Según el Censo Nacional del año 2022, se encuentra habitada por 7911 personas, lo que representa un incremento del 80% frente a los 4402 habitantes que arrojó el Censo Nacional del año 2010.

La transformación de la comuna, en los últimos años se dio a través de la multiplicación de emprendimientos residenciales, aun así, la actividad agrícola persiste.



Figura 2 - Ubicación respecto a Rosario (Fuente: Google Maps)



Figura 3 - Captura Satelital (Fuente: Google Maps)

Se encuentra conectada físicamente con la ciudad de Rosario, por medio de la Ruta Nacional 34. Además, de este-oeste se encuentra atravesada por la Ruta Provincial 34 S, la cual configura una conexión con la zona portuaria.

Para caracterizar la zona de Ibarlucea es importante mencionar que la localidad pertenece a la subcuenca del canal homónimo (Figura 4). La cuenca del arroyo Ludueña tiene una superficie

aproximada de 750 km², se ubica en el sureste de la provincia, donde el clima es subhúmedo mesotermal, la temperatura y la precipitación media anual son de 17°C y 1110 mm, respectivamente. La neotectónica condiciona su geomorfología, la cabecera está formada por un bloque elevado y basculado hacia el noreste, que define la dirección de las cañadas y conectan este bloque elevado con el hundido hacia la margen del Río Paraná. La red de cursos permanentes y transitorios mide 140 km, con una pendiente media de 0.1%, siendo el caudal base del arroyo de 0.50 m³/s.

La extensión de la cuenca abarca quince localidades, entre las que se encuentran: San Lorenzo, Fray Luis Beltrán, Capitán Bermúdez, Ricardone, Luis Palacios, Roldán, Pujato, Coronell Arnold, Ibarlucea, Granadero Baigorria, Rosario, Funes, Zavalla, Pérez y Soldini.

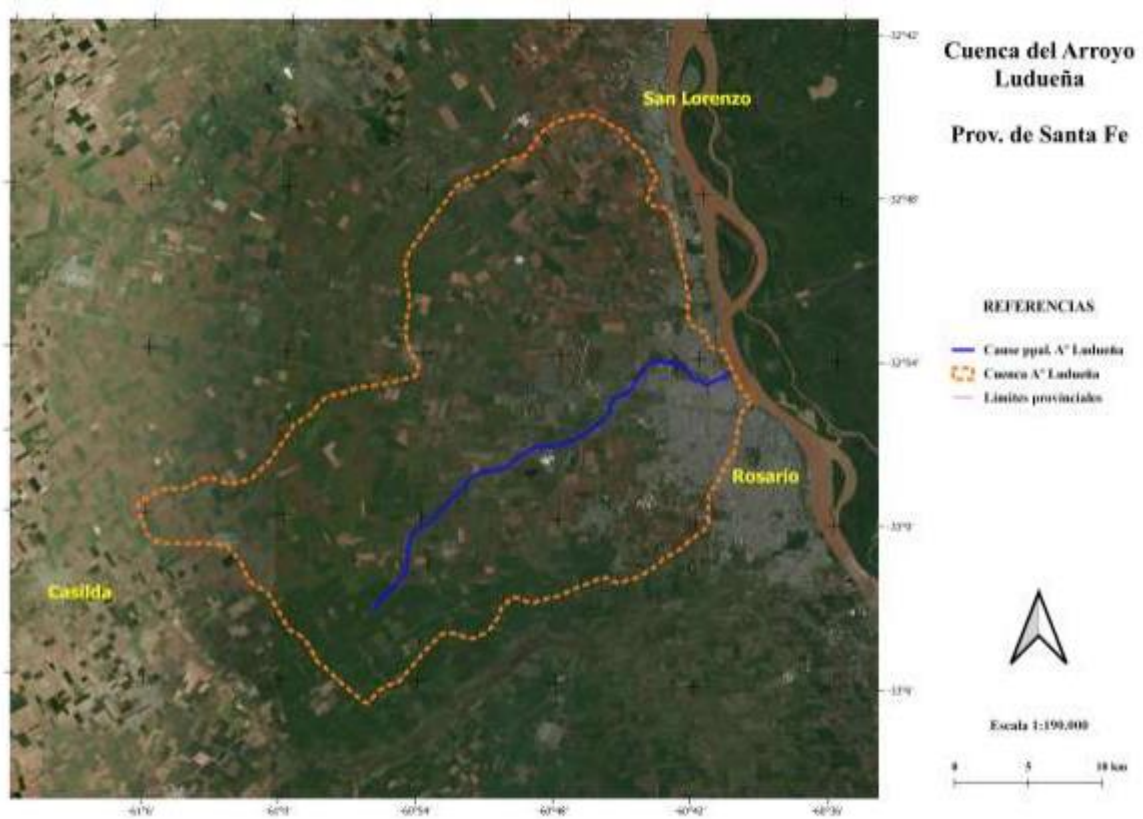


Figura 4 – Ubicación geográfica de la cuenca del arroyo Ludueña

La red hídrica principal está constituida por el Arroyo Ludueña y los canales Ibarlucea y Salvat. El arroyo desemboca en el río Paraná y desde allí fue canalizado hasta 10 km aguas arriba. En cercanías de la autopista Rosario-Córdoba, se construyó una presa de retención de crecidas o represa retardadora, para evitar inundaciones del gran Rosario. Dicha presa forma durante las épocas de precipitaciones un lago temporario, que atrae a una variada avifauna acuática, que la utiliza como parada, en sus desplazamientos hacia otros ambientes acuáticos.

Allí existen espartillares inundables de *Spartina* sp., que ocupan varios miles de hectáreas de superficie. En algunas partes hay pequeñas lagunas semipermanentes, con juncuales. En el sector

existe una cava con abundante vegetación palustre, que es habitada y visitada por una variada avifauna acuática. El arroyo Ludueña es un corredor biológico, por tal motivo, el área es visitada por aves características del río Paraná.

Los juncales de las lagunas temporarias son habitados por especies amenazadas o interesantes localmente, como la gallineta overa, el burrito común, el espartillero enano, el tachurí canela, el tachurí siete colores, el doradito copetón y la cachirla pálida.

Las lagunas y cavas son visitadas ocasionalmente por diferentes especies de aves acuáticas de interés, como el macá plateado, el flamenco austral, el cisne cuello negro, el pato colorado, el pato overo, el pato collar, el chorlo pampa, el chorlito palmado, el playerito pectoral, el playerito unicolor, entre otras.

El arroyo Ludueña es un corredor biológico, y como desagua en el río Paraná, permite el ingreso de aves típicas de aquel sistema, como el atí, la monjita gris, el pecho amarillo común y el varillero negro.

Hay registros de especies típicas del pastizal pampeano como la comadreja colorada (*Leutreolina crassicaudata*), peludo (*Chaetophractus villosus*), zorro pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*), gato montés (*Oncifelis geoffroyi*), hurón menor (*Galictis cuja*) y coipo (*Myiocastor coypus*). Otras especies que se destacan son el zorrino, la vizcacha, los cuises, perdices, etc¹.

Esta localidad se ve atravesada por la Ruta Nacional N° 34 dentro de la provincia de Santa Fe. Esta ruta es una carretera argentina que recorre las provincias de Santa Fe, Santiago del Estero, Tucumán, Salta y Jujuy. La misma se extiende desde la Circunvalación de Rosario hasta el puente internacional que salva la Quebrada de Yacuiba de la frontera boliviana. Recorre 1488 km, totalmente pavimentados². En la figura 3 se puede apreciar como la Ruta Nacional N° 34 atraviesa la localidad de Ibarlucea.

2 EL PROYECTO

Nos hemos informado acerca de las problemáticas que aquejan a los vecinos de la comuna de Ibarlucea, y, en esta línea, nos hemos dispuesto a proponer soluciones.

Entre las complicaciones comentadas por las autoridades de la comuna se encuentran:

- La inundación de las veredas de los vecinos frentistas hacia Avenida Del Rosario debido a la deficiencia del sistema de desagüe actual, potenciado, en gran parte, por la diferencia de niveles entre el eje de la calzada (ex Ruta Nacional 34) y el nivel de umbral de dichas viviendas.

¹ Fuente: <http://avesyareaspotencialesdesantafe.blogspot.com>.

² Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/vialidad-nacional>.

Sumado a esto, se nos propuso la remodelación de dicha avenida, con el fin de quitarle la estética propia de una ruta y “convertirla” en una vía urbana: confiriendo una impronta de boulevard, que incorpore modos de transporte medioambientalmente sustentables a los ya existentes, como el peatonal y el uso de la bicicleta pública. Además, coincidimos en que es importante incluir nueva forestación y paisajismo en los canteros y veredas, con el propósito de generar un ambiente amigable para fomentar que cada vez más personas opten por dejar los modos de transportes motorizados.

- La periodicidad de siniestros viales en el cruce entre la Ruta Nacional 34 y la Ruta Provincial 34 S debido a la falta de una planificación del cruce, y sus respectivas obras de infraestructura, que persigan una correcta circulación de los vehículos, sin disminuir considerablemente la velocidad permitida en ambas carreteras. Además, considerando que la RN34 divide al pueblo en dos, la dificultad que percibe un habitante del pueblo para cruzar del otro lado configura, también, una problemática a resolver. Por lo tanto, se comentó la necesidad de incorporar un puente peatonal que conecte las dos partes de Ibarlucea, que sea accesible, funcional y estético.

En este aspecto, decidimos que el proyecto persiga los siguientes objetivos:

- **Remodelación del tramo de Avenida Del Rosario desde calle 25 de Mayo hasta Urquiza.**
- **Diseño geométrico del cruce a nivel entre las rutas mencionadas, sumado al diseño del puente peatonal.**
- **Análisis de la movilidad integral del ingreso a Ibarlucea desde RN 34 y su intersección con Av. 25 de Mayo hasta la Av. del Rosario.**

3 REMODELACIÓN AVENIDA DEL ROSARIO

El sector a intervenir abarca una longitud de 600 metros: de Norte a Sur desde la calle Urquiza hasta 25 de Mayo; y de Este a Oeste, desde la línea Municipal hasta la vía del ferrocarril existente. Este tramo se limitó hasta calle Urquiza ya que lo que escurre desde el Norte, desagua hacia el canal Urquiza siguiendo su recorrido hacia el Este. Además, a partir de calle Urquiza hacia el norte, deja de ser un tramo concurrido, ya que la actividad comercial y recreativa de Ibarlucea se desarrolla principalmente entre las calles mencionadas anteriormente.

En el apartado 3.3 se realizará el análisis hidrológico de la zona de estudio con sus correspondientes escurrimientos.

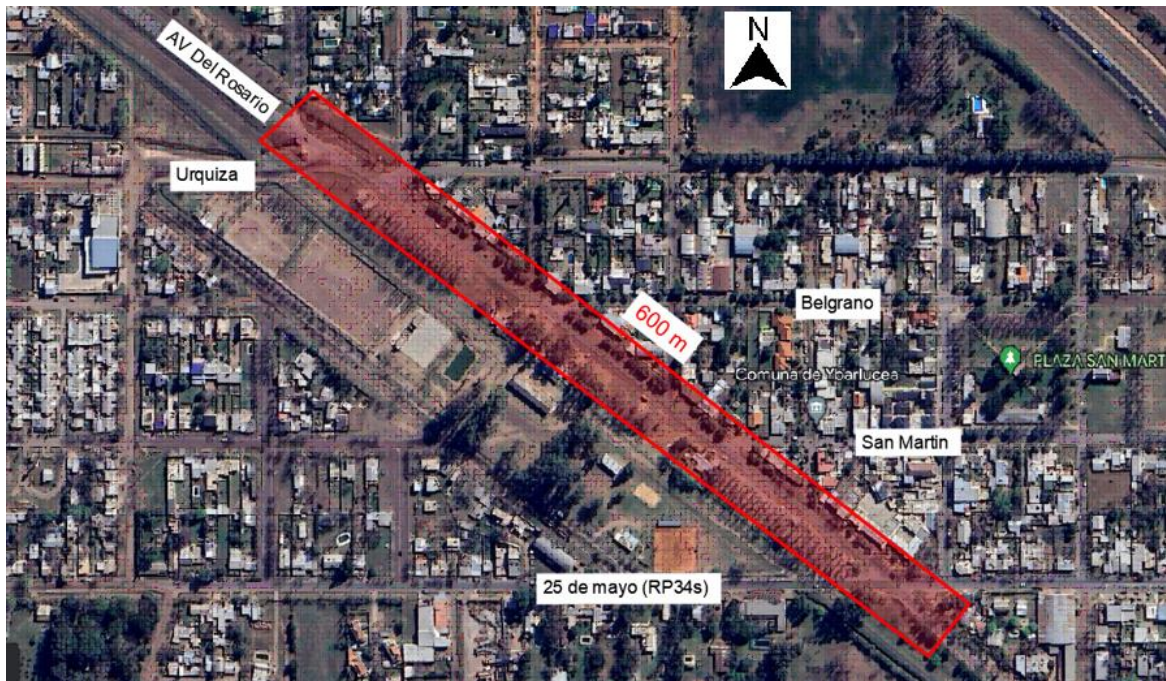


Figura 5 - Sector Remodelación Av. Del Rosario (Fuente: Google Maps)

En cuanto a la topografía de la zona, la misma configura una zona plana. Con una altura media de 28 metros sobre el nivel del mar, presenta una leve pendiente hacia el noreste.



Figura 6 - Elevación Topográfica (Fuente: Topographic-Map)

3.1 Diagnóstico de la situación actual

3.1.1 Aspectos físicos

Entre los problemas localizados sobre la avenida, se detectó la falta de delimitación entre la calzada, la vereda y la banquina, provocando un desorden en la movilidad urbana. Además, la circulación de autos por las banquetas para estacionar genera polvo en suspensión que afecta la salud de las personas y altera la limpieza del lugar.

El estacionamiento no está correctamente reglamentado, ya que, en algunas cuadras se estaciona a 45°, mientras que en otras se lo realiza paralelo al cordón. No existe una bicisenda o ciclo vía que otorgue seguridad a este modo de transporte, especialmente en las cuadras en las que se estaciona a 45°. Esto genera que, el automovilista al salir en reversa puede no percibir la presencia de un ciclista y ocasionar siniestros.

En toda la extensión de la avenida no existe ninguna clase de demarcación horizontal, por ejemplo, no están demarcadas las sendas peatonales, no hay delimitación entre carriles de circulación y tampoco el borde de calzada. Existen reductores de velocidad que no se encuentran pintados, lo que puede ocasionar siniestros al no observarse a tiempo.

La circulación peatonal se torna dificultosa debido a la falta de continuidad de las veredas. Esto obliga muchas veces a que los vecinos circulen por la banquina, y la misma se torna intransitable los días de lluvia.

Otro factor para evaluar es la situación actual de la calzada: se encuentra muy deteriorada. Presenta numerosos signos de desgaste sobre la superficie del asfalto, a causa del paso del tiempo y el gran uso vial que solía tener cuando representaba una Ruta Nacional.

3.1.2 Estructura del sistema de Transporte Urbano Público

Por Avenida Del Rosario circulan 2 líneas de colectivos: la Línea M Verde del grupo RosarioBus y la Línea 106 negra del Transporte Urbano de Pasajeros de la Ciudad de Rosario. Sobre la mano que se dirige hacia Vicente Echeverría, no existen refugios de colectivos. Esto obliga a los pasajeros a esperar el colectivo en la banquina, exponiéndose a posibles accidentes de tránsito y las inclemencias del clima. Sobre la mano que se dirige a Rosario si se cuenta con refugio para los usuarios de colectivos, aunque cuentan con un diseño antiguo.

Lo anteriormente mencionado se puede observar en las siguientes imágenes:



Figura 7 - Situación actual (Fuente: Elaboración propia)



Figura 8 - Refugio colectivo actual (Fuente: Elaboración propia)



Figura 9 - Situación actual banquetas (Fuente: Elaboración propia)

3.1.3 Aspectos hidrológicos

El territorio pertenece a la cuenca del Canal Ibarlucea, el cual desemboca en el Arroyo Ludueña.



Figura 10 – Ubicación canal Ibarlucea (Fuente: ECOM Rosario)

La cuenca del Arroyo Ludueña, cuyo nombre se debe al que es su colector principal, desemboca en el Río Paraná, y atraviesa la zona Norte de la ciudad de Rosario. Dicha zona sufrió los inconvenientes provocados por inundaciones, a lo largo de la segunda mitad del siglo XX y principios del siglo XXI. Los motivos responden a una multiplicidad de sucesos, dentro de los cuales podemos nombrar:

- La impermeabilización debido al aumento de la densidad demográfica y la superficie construida.
- La creciente impermeabilización debido al monocultivo de Soja.

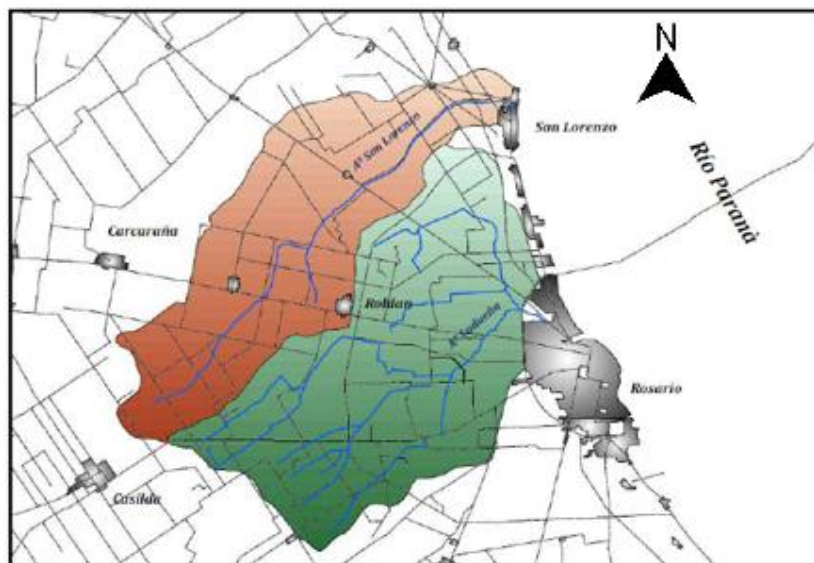


Figura 11 - Cuenca Arroyo Ludueña y Arroyo San Lorenzo (Fuente: IFRH 2016)

La cuenca del Ludueña se caracteriza por ser una cuenca exorreica, con pendiente hacia el noreste y que descarga sus aguas en el Río Paraná. Tiene un área de aporte de aproximadamente 750km², una pendiente media de 0,0014 y su cabecera se ubica en la cota +70 del Sistema Geográfico Nacional. La precipitación media anual se encuentra en el orden de los 1000mm.

Posee como principal tributario el Canal Ibarlucea, y este, a su vez, al canal Salvat.

3.1.4 Aspecto hidráulico y obras de desagües existentes

La situación de los desagües también es crítica, y aún más, en la zona del noreste de la avenida. Aquí solo contamos con cordón cuneta en la cuadra que se encuentra entre 25 de mayo y Corrientes, como se observa en las siguientes fotos



Figura 12 - Situación actual (Fuente: Elaboración propia)



Figura 13 - Situación actual (Fuente: Elaboración propia)

Como es de apreciar, esta no es la solución óptima ya que hay una diferencia de cota muy marcada entre el eje de la calzada y el cordón cuneta. Esto provoca una disminución del área que forma la

canalización delimitada por el cordón cuneta y el eje de la calzada, produciendo un aumento del tirante en la zona del cordón. Dicho tirante podría superar la altura de este e inundar parte de la vereda, llegando hasta el umbral de las viviendas.

En las cuadras siguientes la situación empeora debido a la ausencia de cordón cuneta, contando solamente con una pequeña cuneta a cielo abierto que no cumple la función de evitar la entrada de agua al interior de las propiedades de los frentistas. Además, las alcantarillas, en su mayoría, se encuentran tapadas por falta de mantenimiento. Esto impide el correcto escurrimiento del agua.



Figura 14 - Estado de alcantarillas (Fuente: Elaboración propia)



Figura 15 - Estado de alcantarillas (Fuente: Elaboración propia)

3.2 Recolección de datos

3.2.1 Estado de situación actual

Se realizaron relevamientos de hechos existentes para detectar posibles interferencias en el proyecto. Se prestó especial atención a los árboles existentes, líneas de cableado eléctrico de media y baja tensión, alumbrado público, telefonía, cartelería, paradas de transporte público, desagües, alcantarillas, etc.

En lo que respecta a la forestación existente, sobre el lado derecho, encontramos una línea de árboles paralelos a la línea municipal, a 4,5 metros de la misma. Mientras que sobre el lado izquierdo encontramos un terreno declarado como espacio verde, en el que encontramos árboles existentes agrupados en distintas zonas. En la siguiente figura podemos observar cómo en la parte norte, la distancia disponible entre líneas de árboles es de aproximadamente 25 metros, mientras que, sobre la parte sur, esta distancia se estrecha a 20 metros.



Figura 16 - Estado cordón cuneta (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto al alumbrado público, sobre el lado izquierdo encontramos postes ubicados cada 30 metros, a unos 10 metros de la calzada existente. Creemos que al estar tan alejados y por el tipo de luminaria no cumple la función de iluminar correctamente la calzada.



Figura 17 - Tendidos eléctricos (Fuente: Elaboración propia)

Sobre el lado derecho, el alumbrado público es escaso y no planificado. Las luminarias se encuentran ubicadas a distancias irregulares. Además, notamos una deficiencia en su función ocasionada por la falta de poda de los árboles.



Figura 18 - Tendidos eléctricos y luminarias (Fuente: Elaboración propia)

Con respecto a las redes eléctricas de baja y media tensión: se encuentran únicamente del lado de los vecinos frentistas, a lo largo de todo el tramo. Los postes pertenecientes a la conexión de baja tensión de las casas se encuentran pegados a la línea de edificación; mientras que, las del tendido de media tensión, distan de la misma unos 5 metros. También se pueden observar en las fotos postes de iluminación, todavía con lámparas de mercurio, que no iluminan lo suficiente.



Figura 19 - Transformador de media tensión (Fuente: Elaboración propia)

Del otro lado de la calzada únicamente encontramos pilares de conexión telefónica (mostrados en la figura 18).

También se relevaron canales con sus alcantarillas existentes: sobre calle Urquiza encontramos un canal que recolecta un caudal importante procedente de aguas-arriba, y además, toma parte del agua procedente del lado oeste del pueblo. Dicho canal cruza la avenida mediante una alcantarilla que se muestra en la siguiente imagen.



Figura 20 - Alcantarilla Canal Urquiza en el cruce con Av. Del Rosario (Fuente: Elaboración propia)

En el sector suroeste del tramo en estudio encontramos una zona correspondiente a espacio verde y que tiene la característica de ser altimétricamente baja. Por lo tanto, se utiliza como reservorio, en el cual no se permite ningún tipo de construcción. Allí el agua se colecta y se debe facilitar el escurrimiento hacia aguas abajo a través de una alcantarilla que cruza la calle 25 de Mayo.

Aguas abajo encontramos un canal existente que funciona como cuneta del ferrocarril. El mismo capta el agua de lluvia y la traslada hacia otro reservorio que se encuentra en el límite sur de Ibarlucea.



Figura 21 - Alcantarillas y canales existentes (Fuente: Google Maps)



Figura 22 - Posible reservorio (Fuente: Elaboración propia)

3.3 Datos hidrológicos

Este proyecto se encuentra situado dentro de la cuenca de aporte del Arroyo Ludueña, la cual se encuentra regulada por la Ley 13246/12 de la Provincia de Santa Fe. La misma, en su artículo n°5 determina:

“Queda prohibido dentro de los límites de la Cuenca del Arroyo Ludueña:

1. Incrementar los escurrimientos superficiales como consecuencia de la impermeabilización de los suelos, tanto urbanos como rurales.

2. Descargar áreas naturales de almacenamiento
3. Modificar la dinámica hídrica superficial sin previa evaluación hidrológica y ambiental”

3.3.1 Análisis hidrológico:

A partir de la información proporcionada por la comuna como curvas de nivel y planos de niveles de las calles, y con el fin de estudiar la situación actual de las canalizaciones más importantes que se encuentran en la zona de influencia de la remodelación (Urquiza y 25 de mayo): se procedió a realizar un estudio hidrológico/hidráulico de la cuenca, desde lo general a lo particular.

Se comenzó desde un nivel general, estudiando mediante las curvas de nivel, cuáles van a ser las regiones de aporte a nuestros canales. Sobre ellos, se va a desaguar la mayor parte de la precipitación sobre el sector a intervenir. Cabe destacar, que adicionalmente al agua de lluvia, sobre el canal 25 de mayo escurre un caudal procedente desde el distrito Funes.

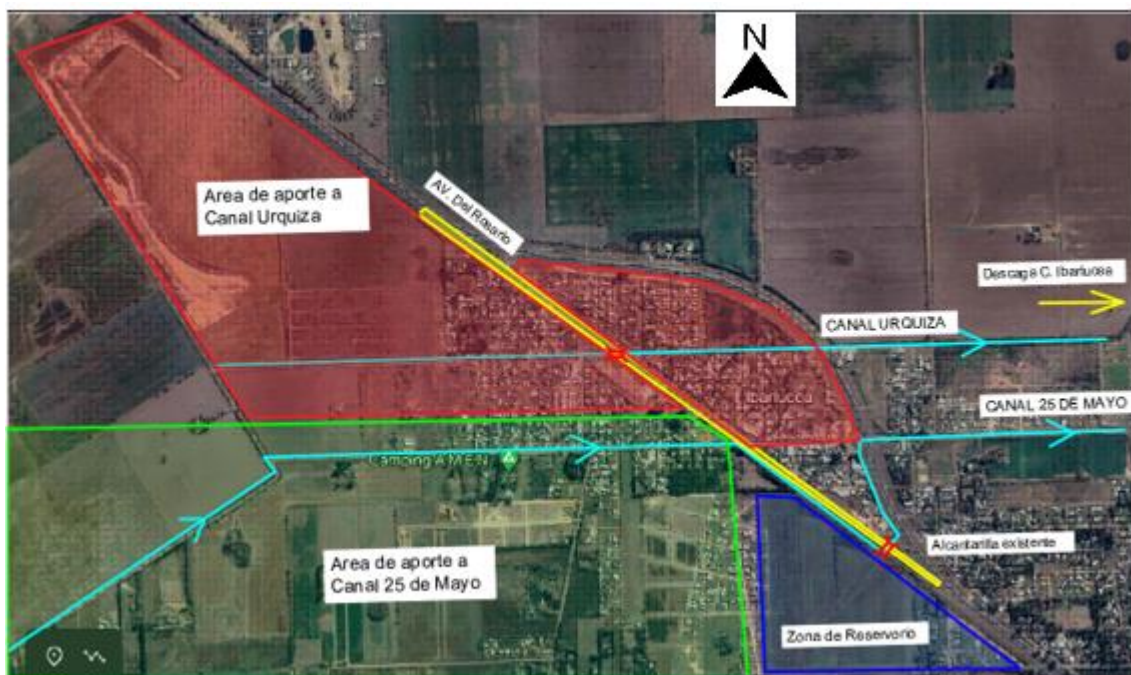






Figura 23 - Cuenca general (Fuente: Elaboración propia)

- REFERENCIAS**
-  Escurrimiento del agua
 -  Canal existente
 -  Zona Reservorio
 -  Alcantarilla exist

Se estudió también el escurrimiento por las calles internas de acuerdo a planos proporcionados por la comuna, en el cual se obtienen los niveles en las esquinas.

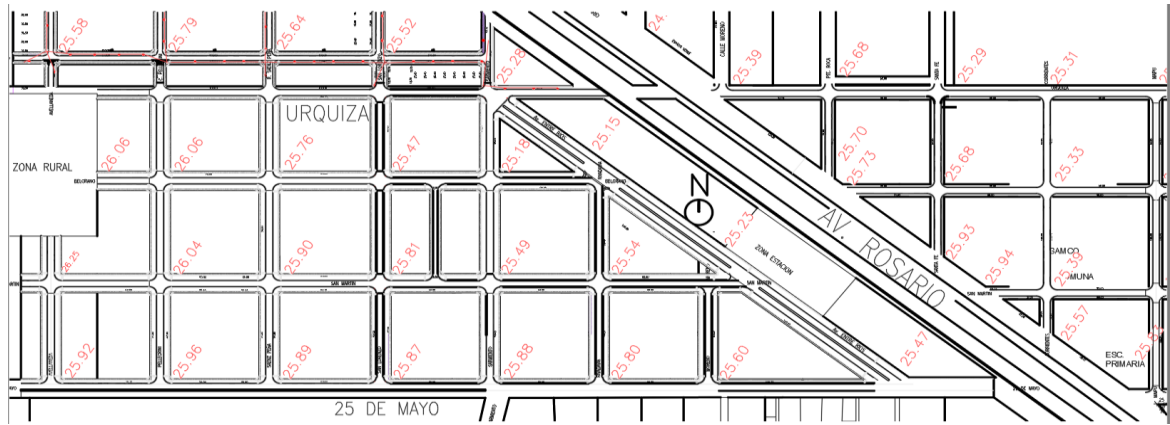






Figura 24 - Cotas de esquina (Fuente: Plano proporcionado por comuna de Ibarlucea)

A partir del mismo, y considerando el relevamiento de los canales existentes, se propuso un sentido de escurrimiento del agua de lluvia para cada calle, mostrado a continuación:



Figura 25 - Dinámica hídrica adoptada

- REFERENCIAS**
-  Escurrimiento del agua
 -  Canal existente
 -  Ferrocarril
 -  Sector Avenida Del Rosario

Se concluyó que el canal sobre calle Urquiza es el más solicitado. Esto es lógico, ya que, según las curvas de nivel, la pendiente natural del terreno de Ibarlucea presenta una leve pendiente hacia el noroeste.

Otro dato importante para destacar es la presencia de una región altimétricamente baja, que funciona de hecho como reservorio sobre la parte sur de la comuna. Aquí descarga el canal 25 de mayo, y las cunetas propias del ferrocarril.

Teniendo en cuenta la aproximación de las construcciones con el paso de los años, se enfatiza que es imprescindible realizar medidas no estructurales desde las áreas político - jurídicas de la comuna, con el objetivo de respetar dicho espacio a futuro y no se impermeabilice aún más la zona.

3.4 Servicios existentes

Se considera, a partir de información proporcionada por la oficina técnica de la Comuna, que no existen tendidos subterráneos de servicios. Actualmente, la situación en cada rubro es la siguiente:

1- Provisión de agua potable: Los vecinos obtienen el agua para consumo a partir de pozos de captación de agua, ubicados en puntos estratégicos de la comuna (actualmente existe un punto sobre la intersección de Avenida del Rosario y 25 de mayo).

2- Provisión de gas: Los vecinos actualmente obtienen gas extraído de garrafas.

3- Evacuación de líquidos residuales: Se colocan en pozos negros (absorbentes) y cada vecino se encarga de pagar su desagote.

4- Red eléctrica baja tensión: El tendido se realiza de forma aéreo.

3.5 Datos del pavimento existente

No se consiguen datos del paquete estructural existente.

Se procede a relevar el estado del pavimento existente y ver en qué condiciones de ahuellamiento y/o fisuración se encuentra (Nivel de deterioro). El objetivo es evaluar superficial y estructuralmente el pavimento flexible existente, definir tramos homogéneos y definir espesores de refuerzos en caso de que se necesiten. A partir de haber realizado las distintas tareas de evaluación superficial y auscultación de la calzada existente, y teniendo en cuenta que se va a proyectar la calzada desde 0, no se proyectan tareas de rehabilitación ni mejoras sobre el paquete existente.

3.6 Datos del suelo

En el Anexo N°01 se adjunta parte de un estudio de suelos cercano a la zona afectada por la intervención. En la siguiente figura se observa el perfil estratigráfico de un punto característico ubicado sobre el casco histórico de Ibarlucea.

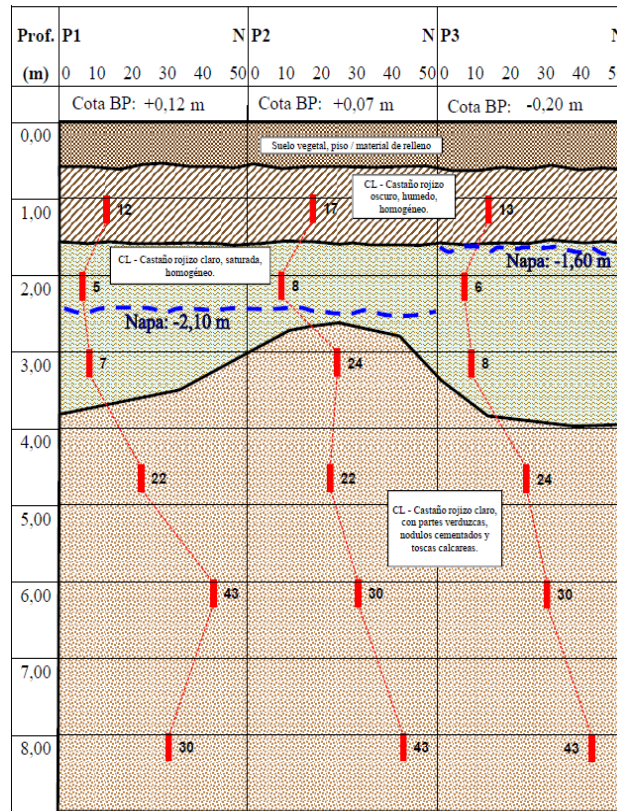


Figura 26 – Perfil estratigráfico suelo de la zona (Fuente: Juan Carlos Rosado y Asociados)

3.7 Proyecto geométrico de la avenida

En este punto se detalla el diseño y solución de la movilidad adoptada sobre la Av. Del Rosario. Se tomó como eje de partida los lineamientos de movilidad sostenible, los cuales son tendencia a nivel mundial.

Sus objetivos principales son la accesibilidad y la calidad de vida, como también sostenibilidad, viabilidad económica, equidad social, salud y calidad ambiental.

Con esta propuesta, se intentará revitalizar la Av. del Rosario (tramo entre calles 25 de Mayo y Urquiza), haciéndola un lugar agradable para el usuario en la vía pública, y para esto se adoptaron diferentes soluciones. En la siguiente figura se presenta el perfil transversal adoptado.

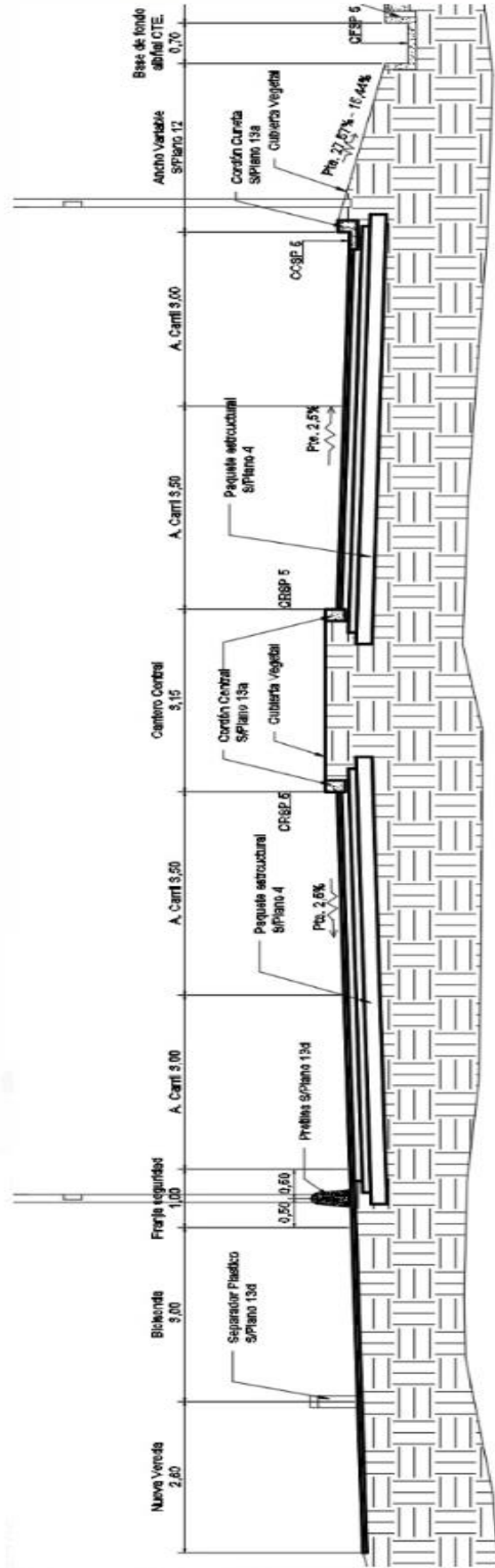


Figura 27 – Perfil transversal Avenida del Rosario (Fuente: Elaboración propia)

Aprovechando el generoso ancho de la zona de camino, se agregará un cantero central con vegetación y luminaria, lo cual tiene varias ventajas³:

- División del tránsito, reduciendo accidentes.
- Mejora el paisaje urbano y la calidad ambiental.
- Aumenta la biodiversidad.
- Reduce el impacto acústico del tráfico y la contaminación del aire.
- Ofrece descanso al peatón, haciendo un cruce más seguro, ya que se cruza solo un sentido de circulación.

Como se observa en la figura 27, se decide ensanchar el perfil transversal de la Avenida del Rosario en todo el tramo en estudio para pasar a ser una avenida de un carril por sentido de circulación de 3.50 metros de ancho, sumado a un carril de estacionamiento por sentido de circulación, de 3.00 metros de ancho, delimitada por cordón cuneta sobre el lado derecho de la avenida. Se dispone además de una bisisenda de doble sentido de circulación sobre el lado izquierdo, de 3.00 metros. El perfil tipo de obra proyectado se muestra en el Plano N°02.

En el Plano N°11, se muestran los perfiles transversales para toda la obra y en el Plano N°04 se muestra el perfil longitudinal de la rasante, junto con las cotas de veredas proyectadas.

Se adopta esta solución, dado que, en esta zona de uso predominantemente comercial, además del tránsito pasante por este tramo que se dirige hacia la Ruta Nacional N°34, se suma un gran volumen de tránsito local que concurre a los establecimientos comerciales sobre la misma y la necesidad de espacios de estacionamiento que ello conlleva. Por otro lado, se promueve el uso de la bicicleta como medio de transporte, el cual actualmente es muy utilizado en Ibarlucea, y que a la vez ayuda a reducir el volumen de tránsito vehicular que circula por la Avenida, como ya se mencionó anteriormente.

La bisisenda es una forma de incentivar el transporte en bicicleta, que es un medio ecológico, económico, seguro y saludable.

La bisisenda será materializada de asfalto que garantiza un mayor confort para el usuario y tendrá un ancho de 3m.

³ Se tomó como referencia el “Manual de diseño urbano” de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

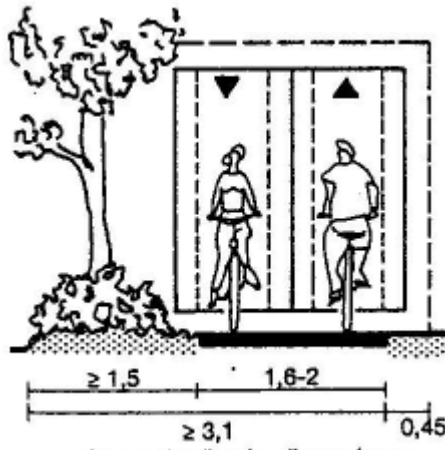


Figura 28 - Dimensiones mínimas (Fuente: Neufert-Edición 16)

3.8 Tránsito peatonal

Sobre el predio del ferrocarril, se construirá una vereda de adoquines que da un aspecto más natural y además desalienta a que ciclistas utilicen la vereda para circular. Esta vereda tendrá un ancho de 2.60m, lo cual supera el mínimo recomendado por bibliografía para permitir el paso de 2 sillas de ruedas (1,80 m). El ancho de vereda finalmente adoptado (2,60 m), se corresponde con la necesidad de tener espacio suficiente para el paso de varias personas, teniendo en cuenta que será un espacio recreativo y de ocio muy concurrido durante los fines de semana. El mismo se extiende a este ancho, de forma de aprovechar todo el ancho de zona de vereda disponible, el cual está limitado por la línea de árboles y por el comienzo de la bicisenda.

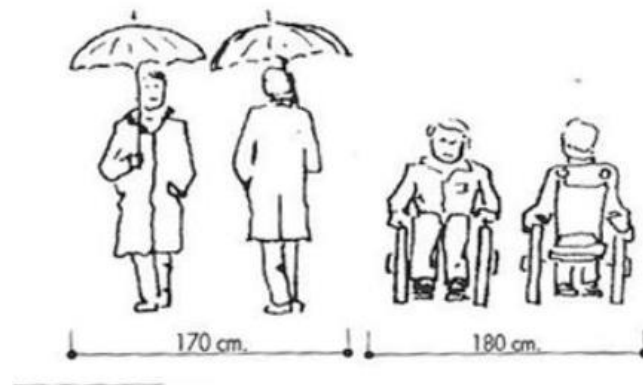


Figura 29 -Espacio ocupado por personas (Fuente: Neufert-Edición 16)

Se deberá diseñar cada cruce peatonal detalladamente debido a la gran diferencia de nivel entre veredas y borde de calzada.

Sobre la línea municipal (lado derecho), se proyectará una vereda de adoquines igual que para el lado izquierdo, que homogeneizará las veredas existentes dando una mejor estética y evitará desniveles, beneficiando la movilidad de personas en sillas de ruedas. Tendrá un ancho de entre

3.10m y 2.90m y una pendiente del 2% desde la línea municipal, permitiendo el desagüe sobre el albañal proyectado.

Debido a la diferencia de altura entre la calzada y la vereda se proyectarán 2 o 3 bajadas para personas con movilidad reducida, señalando estos lugares con carteles, para que sean reservados para ellos. Este diseño tiene como ventaja que desalienta el cruce peatonal por otro lugar que no sea la esquina.

3.9 Transporte Público

Como se mencionó anteriormente existen 2 líneas de colectivos que circulan por la avenida, por lo que se proyectarán sus respectivas paradas con refugio.

- Paradas de colectivo sobre la mano con sentido desde Urquiza a 25 de mayo (Lado izquierdo).

Se presenta un inconveniente, ya que se generará una interferencia con la bicisenda. Para solucionar este problema, se ensanchará la zona de vereda, aprovechando el carril utilizado para el estacionamiento. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de esta tipología. Se deberá construir una isleta con una elevación de 0.10 metros, para facilitar el ascenso y descenso de pasajeros, ya que la vereda se encuentra a nivel de calzada.

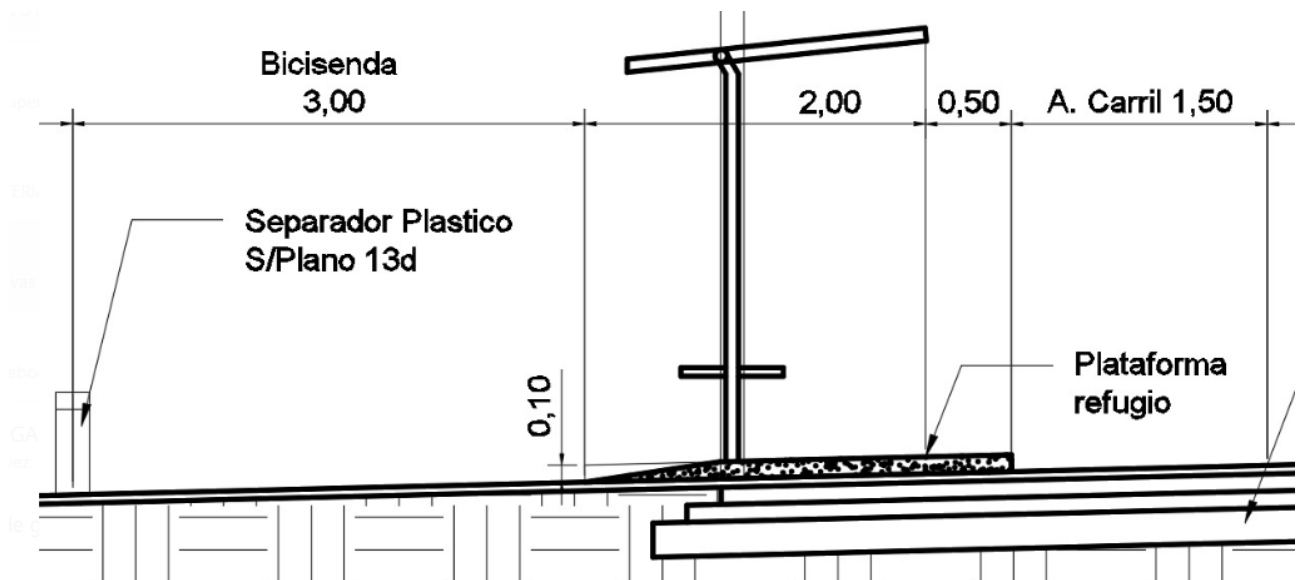


Figura 30 – Ubicación parada de colectivo (Fuente: Elaboración propia)

En el Plano N°12e se muestra en detalle el diseño del refugio para la parada de colectivos.

3.10 Proyecto de desagües pluviales

En esta sección se detalla el cálculo hidrológico e hidráulico de los desagües pluviales de la zona. Dado que la cota de rasante de la avenida se encuentra por encima de las cotas de umbrales de las viviendas existentes, se necesitó pensar en un diseño que resulte eficiente para desaguar tanto el agua que cae por la calzada, como el agua que cae sobre la vereda. A su vez, teníamos como limitante la cota de desagüe sobre el canal que corre paralelo a las vías del ferrocarril. Esto se solucionó mediante el diseño de un albañal, es decir, un canal de sección rectangular que permite la salida de las aguas pluviales. Este diseño tiene la ventaja de no necesitar de un excesivo movimiento de suelos para poder llegar con la cota adecuada al desagüe del canal, lo que limitó estos trabajos resultando en un diseño efectivo.

Se verifica la capacidad de la calle y la de los albañales para una recurrencia de 25 años sobre la Av. del Rosario, Ex. Ruta Nacional 34, tal cual lo indican las reglamentaciones de cada jurisdicción.

3.10.1 Memoria descriptiva

La avenida Del Rosario no tiene una marcada pendiente longitudinal, teniendo en su extensión algunos puntos más bajos que otros, esto se debe que al ser una ex ruta nacional, su desagüe se daba hacia los laterales, que contaba con cunetas.

Como se mencionó anteriormente, un inconveniente de la zona es que los umbrales de las casas se encuentran a menor cota que el eje de la Av. por lo que se adoptará la siguiente solución.

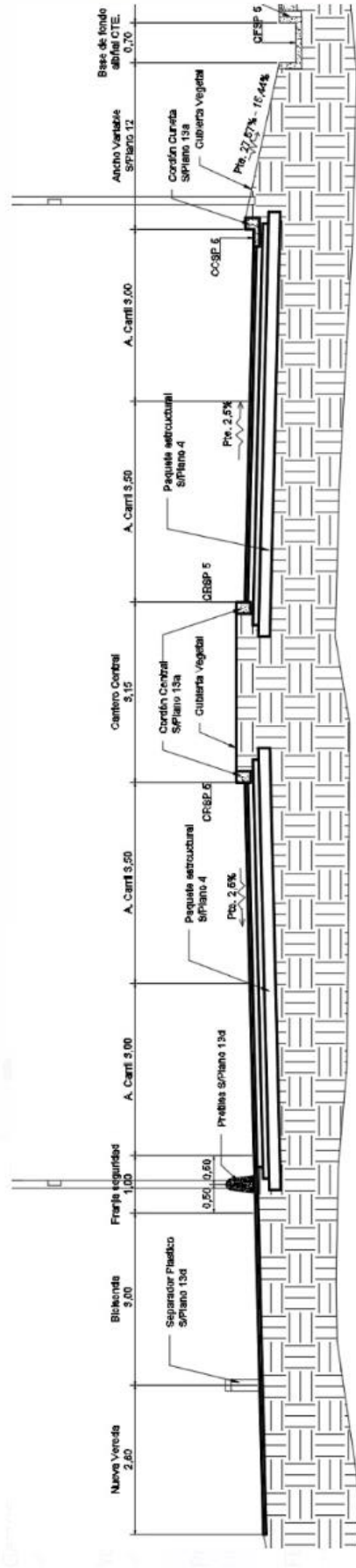


Figura 31 – Perfil transversal Avenida del Rosario (Fuente: Elaboración propia)



Imagen 32 - Ejemplo de albañal

El proyecto propone un albañal con rejilla, como se ve a modo de ejemplo en la figura anterior. El mismo se ubicará sobre el lado derecho. La calzada de la avenida contará con cordón cuneta para permitir el desagüe en todas las esquinas sobre el albañal. En el tramo que va desde calle Presidente Roca hasta Urquiza, el albañal tendrá pendiente hacia el noroeste, permitiendo su descarga sobre el canal Urquiza. En el tramo que va desde calle Presidente Roca hasta 25 de Mayo, el albañal tendrá pendiente hacia el sureste, realizando su descarga a través de la proyección de una alcantarilla que cruza la Avenida del Rosario, desembocando sobre el reservorio, para luego continuar su recorrido y finalmente desembocar en el canal Ibarlucea.

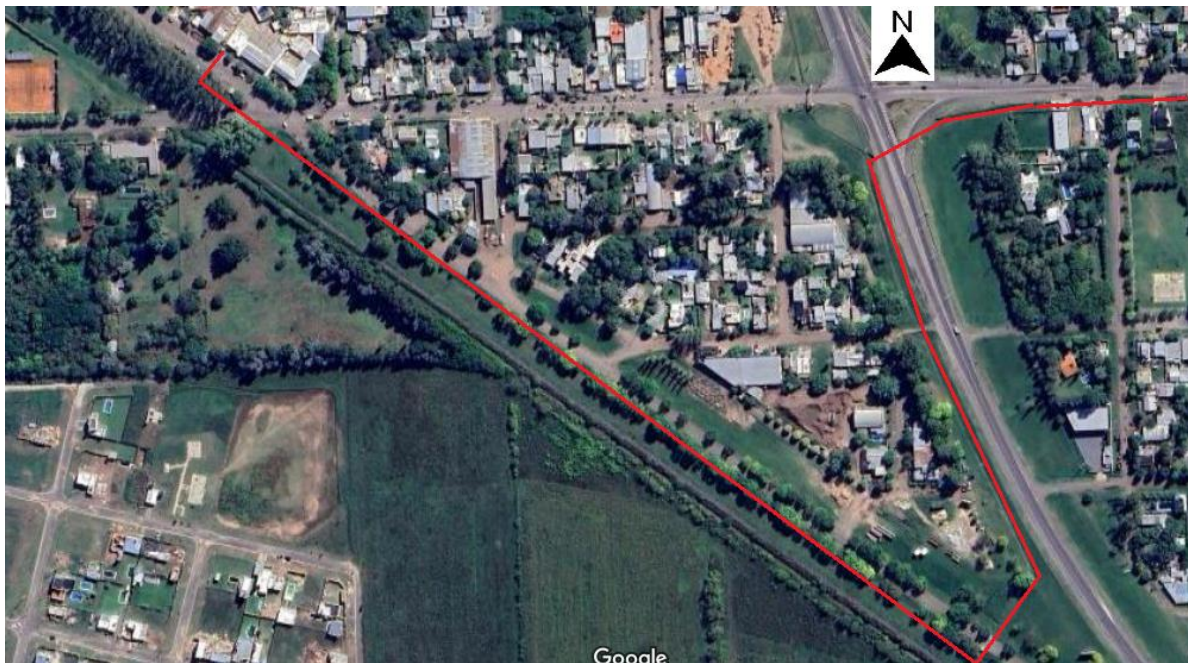


Figura 33 – Canalización (Fuente: Google Maps)

En el lado izquierdo, no se contará con cordón cuneta, debido a la existencia de un espacio verde, que forma un canal natural, entre la avenida y las vías del ferrocarril. Como ventaja tenemos un escurrimiento mantiforme, y al escurrir por espacios verdes se ve favorecida la infiltración. En caso de ser necesario pueden funcionar como reservorios. Se puede observar esto en la siguiente imagen.



Figura 34 - Sectores de escurrimiento mantiforme (Fuente: Google Maps)

Para el dimensionamiento del albañal, el primer paso fue trazar las cuencas del área afectada. Las cuencas se muestran a continuación.

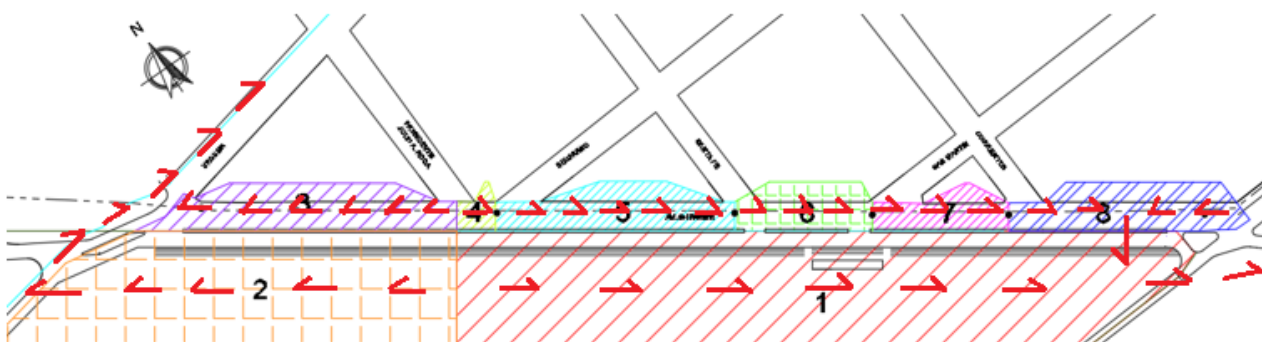


Figura 35 – Cuencas de aporte (Fuente: Elaboración propia)

CUENCA 1: escurrirá por una alcantarilla que cruza Av. 25 de mayo y luego por las canalizaciones existentes paralelas a las vías del ferrocarril mostradas anteriormente.

CUENCA 2: cruzara por una alcantarilla por debajo de calle Urquiza y descargara por el canal homónimo (sólo se harán obras de mantenimiento y limpieza de alcantarilla en esta cuenca)

CUENCA 3: Descargará en el albañal y este lo hará en el canal Urquiza.

CUENCA 4, 5, 6, 7, 8: Descargarán en el albañal, con pendiente hacia la Av. 25 de mayo, luego cruzará Av. del Rosario como se describió anteriormente.

3.10.2 Memoria de cálculo

3.10.2.1 Cálculo de albañales:

Para el cálculo del albañal se tomarán las siguientes hipótesis:

- Todo el caudal aportado por cada cuenca tendrá solo un punto de vuelco.
- La recurrencia adoptada será de 50 años, ya que el desborde del mismo, provocará la inundación de los frentistas.
- Se utilizará el método racional, teniendo en cuenta que el área de aporte de la cuenca no supera los 2.5 km², para la cual se puede suponer uniformidad espacial y temporal de la lluvia y baja variación temporal de pérdidas.
- El caudal admisible del albañal se calculará mediante Chezy-Manning.

$$Q = \frac{A \times I(D, R) \times C}{360}$$

Q=Caudal [m³/s]

A= Área de cada subcuenca que aporta al tramo (km²)

C= Coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de lluvia considerada (mm/Hs); que depende de la duración y la recurrencia.

Para determinar el coeficiente C recurrimos a la figura 36 que proporciona los coeficientes teniendo en cuenta las características de la superficie de la cuenca.

Tabla X.2: Coeficientes de escurrimiento C. Austin, Texas (Chow et al., 1994).

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
Zonas Verdes (jardines, parques, etc.)							
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
Área no desarrollada							
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

Figura 36 – Coeficientes de escorrentía (Fuente: Hidrología Aplicada – Chow, Maidment y Mays)

Ponderamos el C tomando para la condición impermeable el C de asfalto (C = 0.90) y para la condición permeable la condición pobre (cubierta de pasto menor al 50% del área) para pendiente baja (C = 0.44).

Para la obtención del coeficiente de escorrentía se adoptó un único valor para todas las cuencas que aportan al albañal (3,4,5,6,7,8), considerando que las distribuciones de áreas permeables e impermeables son relativamente similares en todas ellas. Con los siguientes valores se obtuvo el coeficiente C:

- $Area_{permeable} = 0.20$

- $Area_{impermeable} = 0.80$

- $C_{permeable} = 0.44$

- $C_{impermeable} = 0.90$

Para obtener la distribución de áreas, se observó la relación de áreas permeables e impermeables en planos de proyecto e imágenes satelitales.

$$C = 0.20 * 0.44 + 0.80 * 0.90 = 0.808$$

La intensidad de lluvia depende de la duración considerada, la cual se adopta como el mayor valor entre el tiempo de concentración de la subcuenca que aporta al tramo en el inicio del tramo a dimensionar y el tiempo de escurrimiento compuesto por el tiempo de concentración de la subcuenca aguas arriba en el conducto, más el tiempo de tránsito en conducto hasta el punto de inicio del conducto a dimensionar. En todos los casos se considera un valor mínimo de 10 minutos para el tiempo de concentración considerado.

Se toman las curvas IDR de la ciudad de Rosario y se considera una recurrencia de 50 años para el diseño.

	R (años)	α	β	γ	Rango D (min.)	ERP (%)
Ec. (1)	2	2503.797	22.997	0.889587	5 < D < 2880	6.27
Ec. (2)	5	1849.402	17.280	0.807910	5 < D < 7200	2.92
Ec. (3)	10	2049.965	18.197	0.801054	5 < D < 7200	3.01
Ec. (4)	20	2199.949	18.576	0.794053	5 < D < 7200	3.10
Ec. (5)	50	2299.979	18.120	0.782692	5 < D < 7200	3.38
Ec. (6)	100	2400.000	15.004	0.776693	15 < D < 7200	3.00
Ec. (7)	500	2399.942	17.011	0.753355	60 < D < 7200	2.55
Ec. (8)	1000	2399.963	14.860	0.743670	60 < D < 7200	3.92
Ec. (9)	5000	2400.081	9.774	0.724910	60 < D < 7200	5.15
Ec. (10)	10000	2400.095	8.800	0.717432	60 < D < 7200	4.37

Figura 37 – Ecuaciones de las curvas IDR parametrizadas para Rosario (Fuente: Derivación y Parametrización de curvas IDR para Rosario, Casilda y Zavalla – Basile, Riccardi y Stenta)

Para una recurrencia de 50 años, la intensidad de lluvia resulta.

$$I = \frac{2299.979}{(18.120 + tc)^{0.7827}}$$

El tiempo de concentración de cada cuenca (tc), se calcula como el tiempo que demora la gota de agua hidrológicamente más alejada en desplazarse por el albañal hasta el punto de vuelco.

La capacidad de conducción de los albañales se hará mediante la fórmula de Chezzi Manning.

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

n: coeficiente rugosidad Manning de 0.016 por ser hormigón el material de revestimiento.

A: área de la sección transversal. [m²]

R: radio hidráulico. [m]

S: pendiente (se adoptó 0.002)

En el Anexo N°02 se presenta la tabla correspondiente al cálculo de los tramos correspondientes del albañal.

Conforme a los resultados obtenidos, se adopta un albañal con una base de fondo de 0.7m, que para recurrencias de 50 años da como tirante máximo 0.40m. El caudal máximo es de 0.255

3.10.2.2 Dimensionamiento del reservorio

Debido a que se consideró recurrencias de 50 años y que la construcción del albañal provocó un descenso en los tiempos de concentración, para evitar un desborde aguas abajo, se planteará que el espacio verde entre las vías del ferrocarril y la Av. del Rosario funcione como un reservorio. Lo almacenado descarga a través de una alcantarilla cruzando la calle 25 de Mayo, cuyo dimensionamiento se lo consideró a partir de una recurrencia de 50 años utilizando coeficientes de escorrentía previa a la urbanización.

Se determinó el caudal de corte con el método racional, utilizando los siguientes datos.

Area	0.0079	km ²
C	0.2300	
Long.	390	m
Pend.	0.0020	
Tc	65	min
Intensidad	72.2095	mm/h
Caudal	0.0365	m ³ /s

Figura 38 – Datos para determinación de caudal de corte (Fuente: Elaboración propia)

Se confeccionaron los siguientes hidrogramas donde se pueden observar el caudal previo a la urbanización y ya urbanizado.

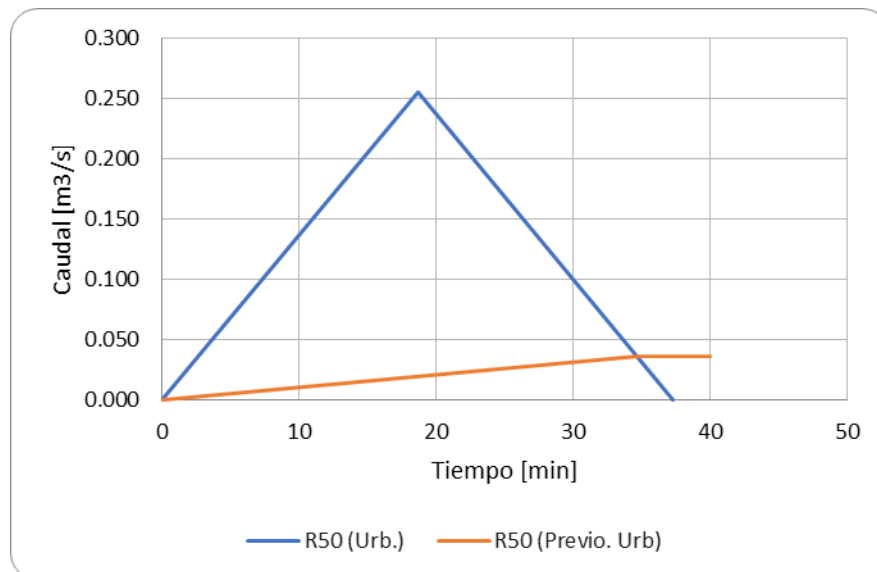


Figura 39 – Hidrogramas para determinación de volumen de embalse (Fuente: Elaboración propia)

La diferencia de áreas bajo las curvas de ambos hidrogramas es el volumen que se debe almacenar.

El resultado obtenido es de 244 m³, y se adopta un reservorio de 70m x 10m, quedando un tirante de 0,35m.

En el Plano N°17 se observan las dimensiones en planta del reservorio, su emplazamiento y sus cortes transversales con sus correspondientes tirantes máximos.

3.10.2.3 Verificación sección transversal de la avenida

Para la verificación de la avenida se tomará una recurrencia de 25 años, que es la recurrencia exigida por Vialidad Nacional, aunque la avenida ya no dependa más de esta jurisdicción, se considera que es la más adecuada. Otra consideración a tener en cuenta es que las cuencas no son las mismas que se utilizaron para el dimensionamiento del albañal, debido a que el agua que cae sobre las veredas desagua directamente sobre el albañal. Así, las cuencas estarán delimitadas por el cordón del cantero central, el cordón de estacionamiento y la distancia entre esquinas que es donde será captado el caudal por el albañal, como se puede observar en la figura 39.

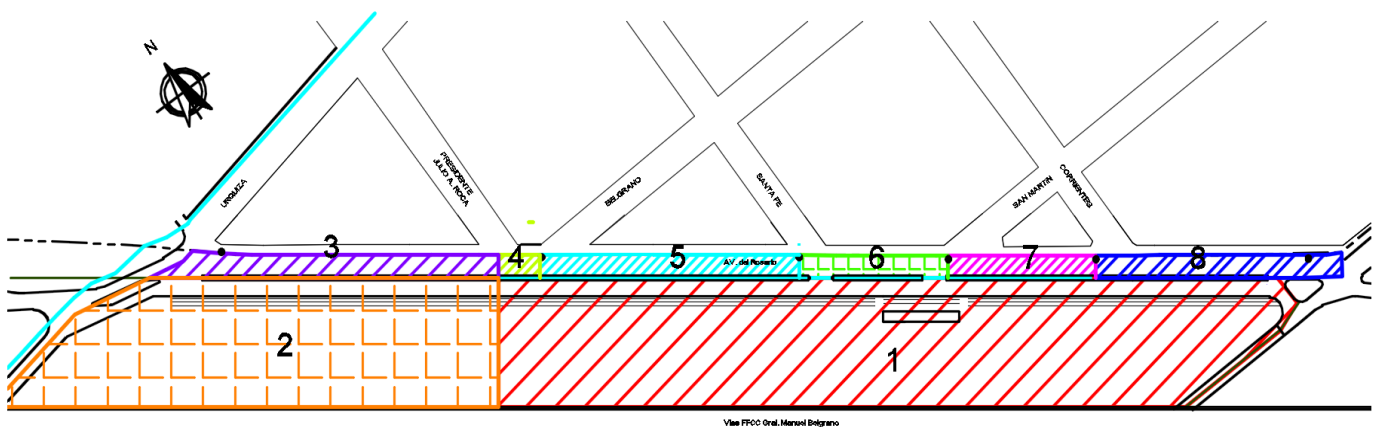


Figura 40 – Cuencas para verificación de avenida (Fuente: Elaboración propia)

Las cuencas que aportan a la sección transversal son la 3, 4, 5, 6, 7 y 8. De todas estas se verifica la sección con la cuenca número 3 que es la de mayor dimensión.

Área de la cuenca: 0.0016 Km²

Longitud (m): 136

Velocidad en cordón cuneta (m/s): 0.6

Tiempo concentración (min): 3.78

Coefficiente de escorrentía: 0.86

Intensidad (mm/h): 186.62

Con estos datos aplicamos el método racional y obtenemos el caudal de cálculo.

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 0.073 \text{ m}^3\text{/s}$$

Se considera el perfil propuesto en este proyecto según PLANO N°02, el mismo se compone de un pavimento flexible, con 1 carril de circulación y un carril de estacionamiento para cada sentido, aunque sólo se verificará el sentido que se dirige desde Av. 25 de mayo hacia calle Urquiza, ya que el otro sentido no cuenta con cordón cuneta y escurre directamente sobre el espacio verde entre las vías del ferrocarril y la avenida como ya se explicó anteriormente.

Características hidráulicas del Perfil transversal:

Área: 0.45 m²

Perímetro mojado: 6.15m

Coefficiente de Manning = 0.016

Pendiente = 0.002

A partir de la fórmula de Chezy-Manning se obtiene el caudal máximo admisible por la avenida funcionando como un caudal abierto.

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{1}{0.016} \times 0.45 \times \left(\frac{0.45}{6.15}\right)^{\frac{2}{3}} \times 0.002^{\frac{1}{2}} = 0.22 \text{ m}^3\text{/s}$$

Se puede observar que el $Q \text{ adm} = 0.22\text{m}^3\text{/s} > Q \text{ calculo} = 0.073\text{m}^3\text{/s}$

y [m]	Base fondo [m]	Area [m ²]	Perimetro [m]	Rh [m]	Q [m ³ /s]
0.01	0.4	0.002	0.41	0.00487805	0.00016079
0.02	0.8	0.008	0.82	0.0097561	0.00102095
0.03	1.2	0.018	1.23	0.01463415	0.00301009
0.04	1.6	0.032	1.64	0.0195122	0.0064826
0.05	2	0.05	2.05	0.02439024	0.01175373
0.06	2.4	0.072	2.46	0.02926829	0.01911286
0.07	2.8	0.098	2.87	0.03414634	0.02883039
0.08	3.2	0.128	3.28	0.03902439	0.04116193
0.09	3.6	0.162	3.69	0.04390244	0.05635111
0.10	4	0.2	4.1	0.04878049	0.07463155
0.11	4.4	0.242	4.51	0.05365854	0.09622833
0.12	4.8	0.288	4.92	0.05853659	0.12135912
0.13	5.2	0.338	5.33	0.06341463	0.15023509
0.14	5.6	0.392	5.74	0.06829268	0.18306158
0.15	6	0.45	6.15	0.07317073	0.22003873

Figura 41 – Tirante vs Caudal

Como se observa en la tabla anterior, para el caudal que se produce para una recurrencia de 25 años, obtenemos un tirante de 0.10m, lo que permite la circulación de vehículos. Además, la base de fondo obtenida es de 4.00m, lo que deja 3.00m libres para la circulación.

3.11 Diseño de pavimento para circulación en Avenida del Rosario

Para realizar el diseño del pavimento de la Avenida del Rosario, primero se analiza la tipología estructural a emplear. Para ello se investiga y analiza qué función va a desempeñar y qué factores lo afectarán durante el período de servicio.

Dado que el tramo en estudio corresponde a la zona del casco histórico de Ibarlucea, se puede notar que la mayor parte de vehículos que circulan por dicho tramo son del tipo livianos. Se cuenta con algunas paradas de colectivo a lo largo de la traza que pueden inferir la necesidad de proyectar un pavimento del tipo rígido, pero no es condición suficiente para afirmar que el pavimento tendrá altas sollicitaciones y sufrirá de un daño mayor, ya que en el análisis también interviene el aspecto de la reiteración de las cargas.

Con este fin se investiga, a través de un aforo, qué cantidad de vehículos pesados (BUS-14) circulan por el tramo en estudio.

3.11.1.1 Aforo sobre Avenida del Rosario

A continuación, se describen cuáles fueron los objetivos y los lineamientos para la realización del aforo sobre la Avenida del Rosario.

El objetivo principal del aforo es realizar el conteo vehicular sobre un punto de interés sobre la Avenida del Rosario, discriminando por tipo de vehículo. La variable que determinará a partir del conteo será el Tránsito Diario Medio Anual, para posteriormente poder realizar el cálculo de la estructura de pavimento.

Se necesitó de un número mínimo de personas para realizar el aforo, para lo cual 2 personas fueron suficientes. Así, cada persona se encargó de aforar 1 sentido de movimiento.

El aforo se realizó durante el día, específicamente el 22/05/2023, con una duración de 2 horas, comenzando a las 10:15 am y finalizando el mismo 12:15 am. Lo que se buscó con este horario es acercarnos lo más posible al volumen horario de máxima demanda, ya que el punto que elegimos como estación para el aforo, se encontraba muy próximo a la entrada de una escuela primaria, teniendo un gran caudal de movimiento producto del horario de salida de la misma.

A continuación, se calculó el factor de hora pico considerando períodos de 15 minutos, con el único objetivo de saber el grado de uniformidad que tiene el tránsito durante el período en el que se realizó el aforo. El mismo arrojó todos los valores cercanos a 0.90, pudiendo concluir que el tránsito durante el horario laboral se comporta de manera uniforme.

El siguiente paso fue determinar el volumen de tránsito promedio por hora del aforo realizado. Éste devolvió un valor de 338 vehículos por hora. Teniendo en cuenta que el tránsito se comporta de manera uniforme durante el horario laboral (factor de hora pico), se multiplicó este valor por las 16

horas que comprenden el horario laboral de 06:00 am a 22:00 pm y a este valor se lo afectó por el factor de transformación N, para incorporar la incidencia del tránsito nocturno. Se adopta $N = 1.15$, teniendo en cuenta que el 85 % del tránsito se mueve en las horas comprendidas entre las 06:00 am y las 22:00 pm.

Así,

$$TMDA = 338 \frac{veh}{hora} * 16 horas * 1,15 = 6220$$

En el Anexo N°04 se presenta la tabla con los datos del aforo correspondiente.

A partir de este análisis, se pudo ver que a pesar de que las cargas de los ómnibus son de gran magnitud, se reiteran en pocas oportunidades al día con lo que el pavimento flexible se considera como la mejor opción. Además, el diseño resulta similar al paquete de pavimento existente, por lo que se evita realizar distintos tipos de transiciones entre paquetes de distinto tipo.

3.11.1.2 Diseño de estructura de pavimento

El dimensionamiento del paquete estructural se realiza para un período de diseño de 15 años.

En primera instancia se procede a calcular el número $N(8,16t)$ que representa el número acumulado de reiteraciones del eje estándar, equivalentes en efecto destructivo al espectro real de cargas a lo largo del período de diseño.

Para esto se toman las siguientes hipótesis:

- Período de diseño: 15 años.
- Factor de direccionalidad: se considera que no existen diferencias entre ambos sentidos de circulación. $F_d = 0,5$.
- Factor de carril: se considera que los ómnibus circulan por la derecha. $F_c = 0,9$
- Factor valor diario: se considera que la avenida es transitable a lo largo de todo el año. $F_a = 365$.
- Factor de acumulación del tránsito: se considera un período de diseño de 15 años y una tasa de crecimiento de 3%.

$$F_p = \sum_{i=1}^{i=v} (1 + r)^i$$

- v: Período de diseño.
- r: Tasa anual acumulativa de evolución del tránsito.

En la siguiente figura se muestra el cálculo del factor de acumulación de tránsito F_p

Proyección del tránsito			
Año	Número	Tasa de crecimiento	Fp = (1+r)^i
2024	1	3%	1.03
2025	2	3%	1.06
2026	3	3%	1.09
2027	4	3%	1.13
2028	5	3%	1.16
2029	6	3%	1.19
2030	7	3%	1.23
2031	8	3%	1.27
2032	9	3%	1.30
2033	10	3%	1.34
2034	11	3%	1.38
2035	12	3%	1.43
2036	13	3%	1.47
2037	14	3%	1.51
2038	15	3%	1.56
Fp acumulado			19.16

Figura 42 – Factor de acumulación del tránsito

Para la determinación del número N(8,16t), se utilizan los coeficientes de equivalencia en efecto destructivo para cada tipo de vehículo propuestos por la DNV, para relacionarlos con el efecto destructivo del eje estándar de 8,16 toneladas. En la siguiente figura se observan los valores adoptados.

Fuente: DNV 90's												
Tipo	LIV	BU1	BU2	SA1	SA2	CA1	CA2	CA3	SE1	SE2	SE3	SE4
Ce	0.044	0.308	0.462	2.64	2.508	5.28	4.29	4.224	3.564	3.96	4.51	4.62
% vehículos	0.7646	0.017	0	0	0.0246	0	0	0	0	0.0079	0	0
Σ(% veh * Ce)	0.034	0.005	0.000	0.000	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000
												SUMA
												0.132

Figura 43 – Coeficientes de equivalencia (Fuete: DNV 90's)

El número N se obtiene utilizando la siguiente expresión considerando un eje estándar de 8,16t:

$$N_{(8,16t)} = TMDA * Fd * Fc * Fa * Fp * \sum_i^n (\%veh_i * Ce(8,16t)_i)$$

$$N_{(8,16t)} = 6220 * 0.5 * 0,9 * 365 * 19,16 * 0.132 = 2,58 * 10^6$$

3.11.1.2.1 Dimensionamiento empleando Método AASHTO '93

Teniendo en cuenta los espesores recomendados para capas de pavimento mencionados en la figura 43, se propone un paquete de pavimento y se prosigue a su verificación mediante el método AASHTO '93.

Material	Capa	Espesor (cm)	Comentarios
Mezclas asfálticas	Rodamiento	3 a 6	Las capas asfálticas delgadas (< 3 cm) normalmente son capas especialmente diseñadas para cumplir preponderantemente roles funcionales. Los espesores mayores, atienden a roles funcionales y estructurales
	Bases y sub bases	4 a 8	Con roles básicamente estructurales, el espesor queda condicionado por el tamaño máximo del agregado y por la posibilidad de alcanzar la densificación requerida mediante el proceso de compactación.
Suelos	Recubrimiento y sub base	10 a 20	En ciertos casos los materiales granulares compactados mediante rodillos vibrantes pueden ejecutarse hasta en 30 cm de espesor. Para espesores inferiores a 10 cm se torna dificultoso el proceso de compactación.
	Subrasante	20 a 30	Si bien no constituye una capa estructural, está sometida a acciones constructivas que demandan un entorno de espesores.
Suelos estabilizados	Sub base y base	15 a 20	En términos generales para los suelos que son estabilizados mediante mezclado en el camino (in situ), el espesor máximo se reduce a 15 cm. Cuando el mezclado se realiza en planta central o in situ, pero con equipos de alta energía de mezclado, se admite 20 cm pudiendo alcanzar los 25 cm (solo en sub bases).

Figura 44 – Espesores recomendados para capas de pavimento (Fuente: DNV)

Así se propone:

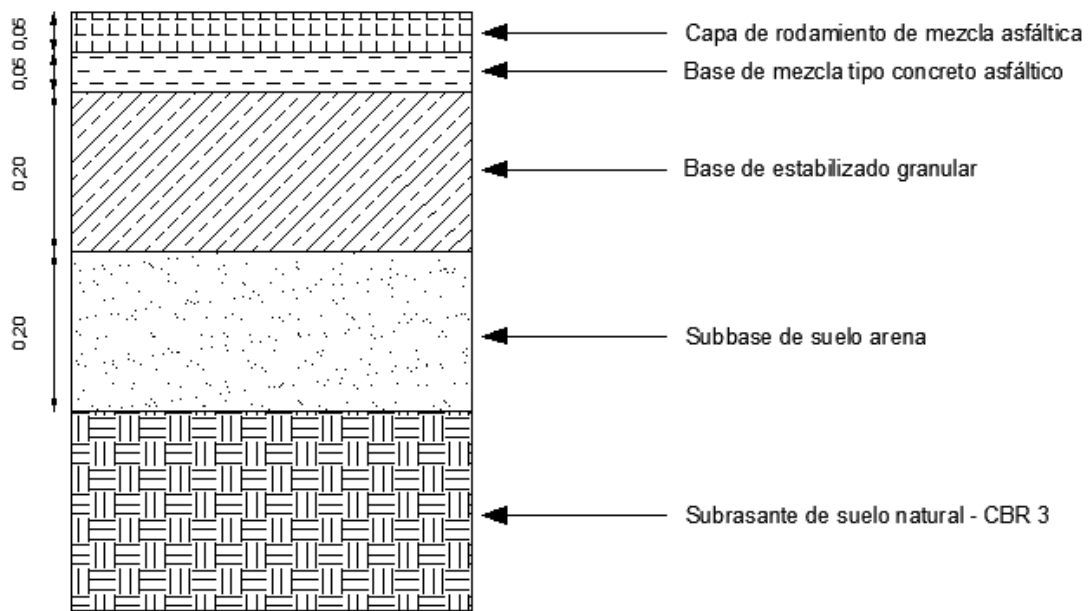


Figura 45 – Propuesta paquete estructural (Fuente: Elaboración propia)

A continuación, se procede a verificar los espesores propuestos para la vida útil prevista, para lo que debe cumplirse:

$$N_{(8,16t)} \leq W18$$

$N_{(8,16t)}$ es el número acumulado de reiteraciones del eje estándar, equivalente en efecto destructivo al espectro real de cargas y W18 representa las tensiones y deformaciones soportadas por el paquete estructural propuesto, producto de las cargas antes mencionadas.

La capacidad estructural de un pavimento está representada por un valor adimensional denominado Número Estructural (SN):

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 + a_3 * m_3 * D_3 + \dots + a_i * m_i * D_i$$

Dónde:

a_i : coeficiente de capa. ($pulg^{-1}$ o cm^{-1})

m_i : coeficiente de drenaje de las capas no asfálticas.

D_i : espesor de capa. ($pulg$ o com)

Para el dimensionamiento se utilizan en la fórmula del SN los espesores propuestos anteriormente.

A continuación, se detalla cómo se obtuvieron los coeficientes de aporte estructural para cada capa:

- a_1 y a_2 : coeficientes de capa correspondiente a mezclas asfálticas. Como se tiene para todos los casos la misma mezcla asfáltica, se adopta el mismo coeficiente “a” para todas las capas (Carpeta de rodamiento, Base asfáltica).

Para un $E = 450000$ psi, $a_1 = a_2 = 0,44 \frac{1}{pulg} = 0,1732 \frac{1}{cm}$.

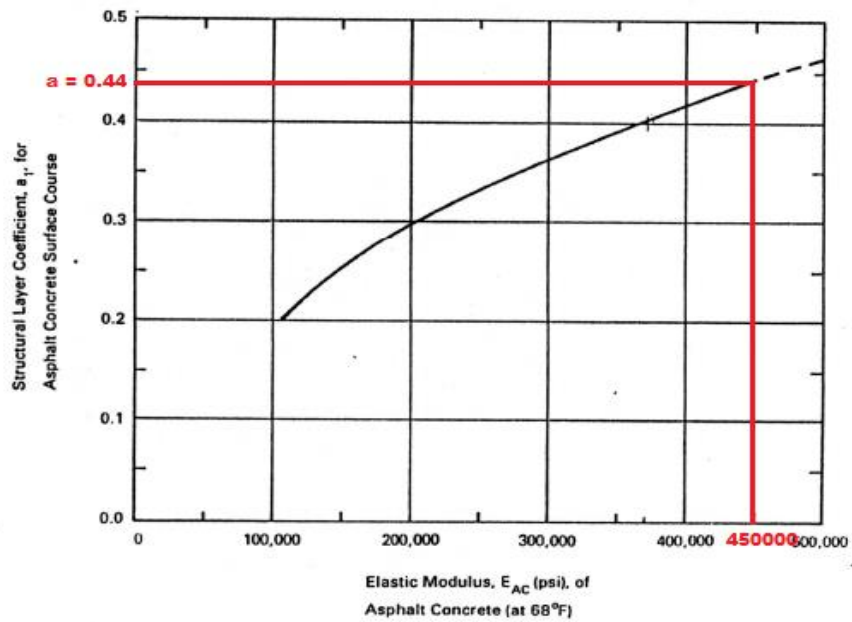


Figura 46 – Coeficiente de capa (Fuente: AASHTO Guide for Designo of Pavement Structures 1993)

- a_3 : coeficiente de capa para bases de estabilizado granular.

Para un CBR = 80 %, $a_3 = 0,13 \frac{1}{pulg} = 0,051 \frac{1}{cm}$.

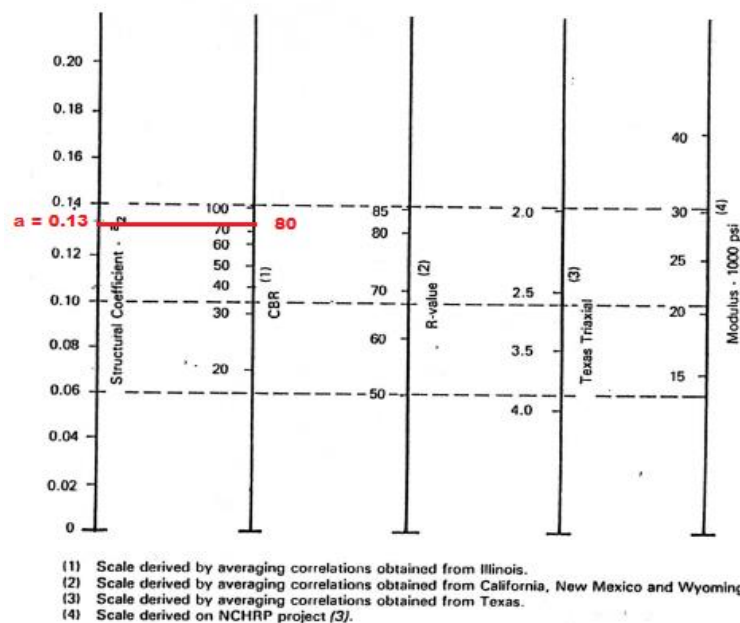


Figura 47 – Coeficiente de capa (Fuente: AASHTO Guide for Designo of Pavement Structures 1993)

- a_4 : coeficiente de capa para sub-base de suelo arena.

Para un CBR = 40 %, $a_4 = 0,12 \frac{1}{pulg} = 0,047 \frac{1}{cm}$.

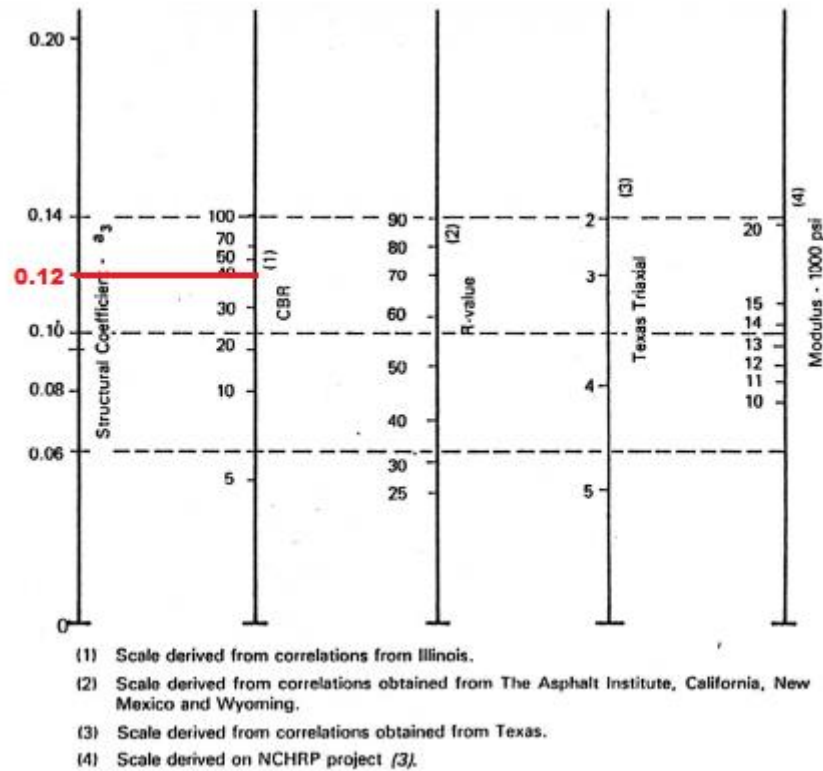


Figura 48 – Coeficiente de capa (Fuente: AASHTO Guide for Designo of Pavement Structures 1993)

Por otro lado, los coeficientes de drenaje asociados a las capas no ligadas se adoptaron todos igual a $m = 1$. Considerando que se trata de una obra nueva, se puede asumir que el diseño hidráulico de la misma proporcionará al sector buenas condiciones de drenaje.

Finalmente se calcula el valor de SN:

$$SN_{estr} = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 + a_3 * m_3 * D_3 + a_4 * m_4 * D_4 + a_5 * m_5 * D_5$$

$$SN_{estr} = 0.1732 * 5 + 0.1732 * 5 + 0.051 * 1 * 20 + 0.047 * 1 * 20$$

$$SN_{estr} = 3.692$$

A continuación, corresponde calcular el Número N admisible (ESAL'Sw18 admisible), que permite el diseño propuesto. Para ello se utiliza la ecuación básica de diseño del método AASHTO '93, la cual se resolverá utilizando el software “Cálculo de las ecuaciones AASHTO 1993”.

$$\log W18 = ZR \times S_0 + 9,36 \times \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}}{1094} + 2,32 \times \log_{10} MR - 8,07$$

$$0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}$$

Los datos que ingresar al mismo son:

- Módulo Resiliente de la subrasante: $M_r = 1500 * CBR = 1500 * 5 = 7500$ psi.
- Número estructural = 3.692.

Es necesario definir la serviciabilidad inicial y final para nuestro pavimento, la confiabilidad y el desvío estándar.

El Método AASHTO recomienda los niveles de confiabilidad indicados en la Tabla de la figura 49, basados en una clasificación funcional (que a su vez tiene que ver con la importancia o categoría del camino).

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	CONFIABILIDAD, R [%]	
	ZONA URBANA	ZONA RURAL
AUTOPISTA – RUTA INTERESTATAL	85 – 99,9	80 – 99,9
ARTERIA PRINCIPAL	80 – 99	75 – 99
COLECTORA	80 – 95	75 – 95
LOCAL	50 – 80	50 – 80

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Figura 49 – Niveles de confiabilidad (Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993)

El Desvío General Estándar (S_0) tiene en cuenta la variabilidad en el comportamiento del pavimento y en la estimación del tránsito para el período de diseño.

El método AASHTO recomienda el empleo de los valores indicadores en la Tabla de la figura 48, obtenidos a partir de análisis estadísticos realizados con los datos del AASHTO Road Test.

Confiabilidad: $R = 70\%$ □ $Z_r = 0.524$.

Desvío Estándar: $S_0 = 0.45$.

Serviciabilidad: $PSI_0 = 4.2$ y $PSI_F = 2.5$.

R [%]	Z_r	CONDICIÓN DE DISEÑO	S_0
50	0,000	VARIACIÓN EN LA PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO SIN ERRORES EN EL TRÁNSITO	PAVIMENTOS FLEXIBLES
60	0,253		0,44
70	0,524		PAVIMENTOS RÍGIDOS
75	0,674		0,34
80	0,841		
85	1,037	VARIACIÓN EN LA PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO CON ERRORES EN EL TRÁNSITO	PAVIMENTOS FLEXIBLES
90	1,282		0,49
91	1,340		PAVIMENTOS RÍGIDOS
92	1,405		0,39
93	1,476		
94	1,555		
95	1,645		

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Figura 50 – Desvío estándar (Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993)

Se procede a completar el cálculo mediante la aplicación del software del método AASHTO '93 con los datos de entrada propuestos anteriormente y se analizaron los resultados:

Figura 51 – Interfaz Programa (Fuente: Software AASHTO 93)

Se tiene $W_{18} = 3.19 * 10^6 > N_{(8.16t)} = 2.58 * 10^6$. Se observa que el paquete propuesto verifica la sollicitación del tránsito a la que va a ser sometido. Cabe destacar que durante el proceso de verificación, se realizaron iteraciones de manera de intentar con menores espesores de capas, cumplimentar los requerimientos exigidos. De esta manera, se llegó al paquete propuesto y detallado anteriormente que verificaba las sollicitaciones a las que se encontraba sometido.

En el Plano N°03 se observa el perfil tipo de pavimento para la Avenida del Rosario.

4 DISEÑO GEOMÉTRICO INTERSECCIÓN A NIVEL

El objetivo de esta sección es realizar el diseño geométrico de una rotonda con su correspondiente señalización horizontal y vertical, en la intersección entre la Ruta Nacional N° 34 y la Ruta Provincia N° 34s, ubicada en el ingreso a la localidad de Ibarlucea.

4.1 Situación actual

Actualmente en el ingreso a Ibarlucea se cuenta con una intersección canalizada con sus correspondientes isletas direccionales y separadoras, marcas en el pavimento, que permiten los desplazamientos dentro del área de la intersección. En las siguientes imágenes se puede observar en detalle el estado actual de la intersección.



Figura 52 – Situación actual (Fuente: Google Maps)



Figura 53 – Situación actual (Fuente: Google Maps)

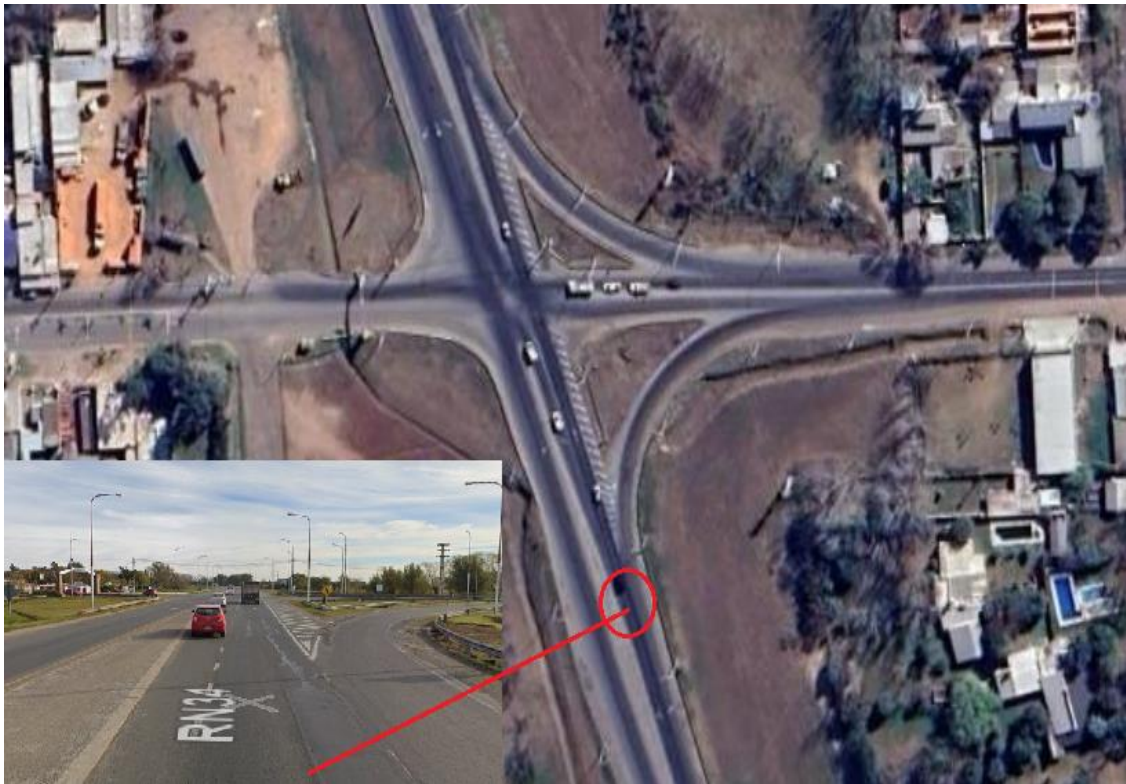


Figura 54 – Situación actual (Fuente: Google Maps)



Figura 55 – Situación actual (Fuente: Google Maps)

Se puede observar claramente en las imágenes anteriores una deficiencia en cuanto a señalamiento horizontal y vertical, un estado deficiente del pavimento flexible existente, un mal desarrollo y estado actual de las isletas necesarias para canalizar los movimientos, etc.

En la salida a la localidad de Ibarlucea no se observa ningún tipo de isleta que canalice los giros a derecha e izquierda ocasionando puntos de conflicto que resultan inseguros. También se observa una falta de marcas canalizadoras de tránsito en las isletas existentes, falta de líneas de borde que delimiten banquetas, falta de señalamiento vertical como direcciones permitidas, paneles de prevención, etc.

Estas deficiencias en el diseño de la intersección incurren en siniestros de forma frecuente no cumpliendo el objetivo principal de este tipo de obras que es facilitar las maniobras, eliminando o reduciendo al mínimo los efectos provocados por los conflictos entre las trayectorias que describen los vehículos dentro de esa área.

4.2 Diseño rotonda

Por lo expuesto anteriormente se resuelve realizar el diseño geométrico de una rotonda, donde posteriormente se realizará el cálculo del paquete estructural del pavimento.

La principal ventaja de esta solución es que las trayectorias de los vehículos no se cruzan, sino que convergen y divergen, por lo que el número de puntos de conflicto es más reducido que en otros tipos de intersecciones.

Además, resuelve todos los movimientos posibles de una intersección, incluso los cambios de sentido y a su vez permite rectificar errores de destino. Resulta una excelente solución para intersecciones de 4 ramas como la de nuestro caso, incluso su sencillez y uniformidad de funcionamiento facilitan su comprensión por el usuario.

Refiriéndonos concretamente a la intersección, la misma consta de 4 ramas y se pueden observar 12 movimientos, de los cuales 4 corresponden a giros a izquierda, 4 corresponden a giros a derecha y 4 corresponden a movimientos de paso. En el siguiente croquis se observa la totalidad de los movimientos que se dan en la intersección.

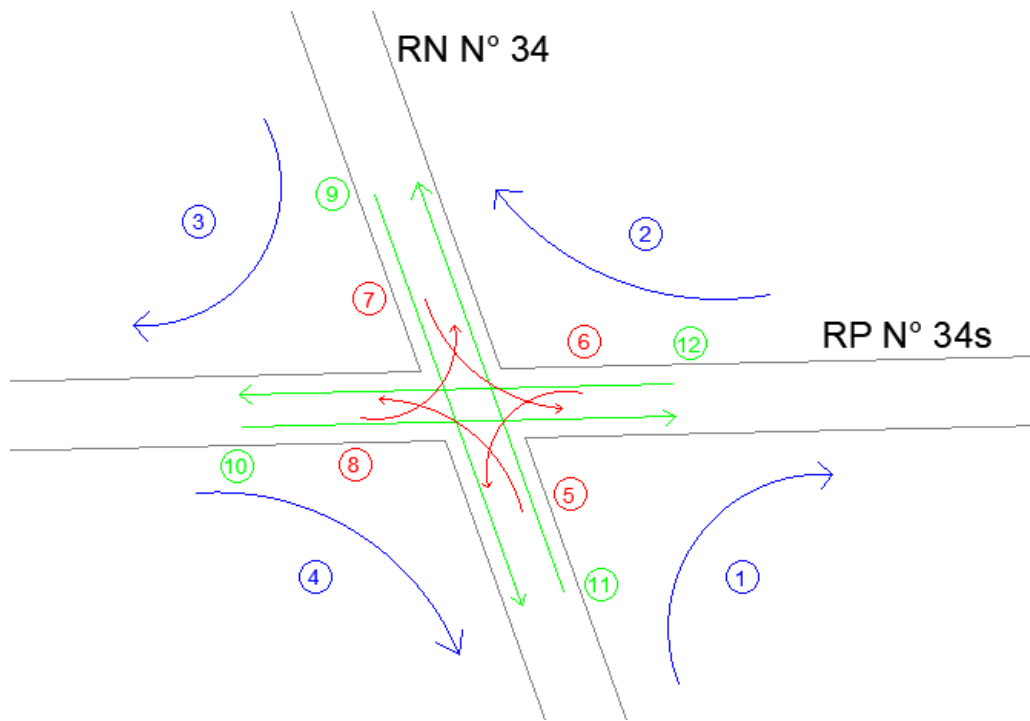


Figura 56 – Posibles movimientos (Fuente: Elaboración propia)

Dado que los aforos realizados sobre dicha intersección arrojaron una gran cantidad de movimientos correspondientes a giros a izquierda, la resolución de dicha intersección mediante una rotonda resuelve como bien se dijo anteriormente las maniobras de cruce, por maniobras de convergencia y divergencia, reduciendo así notablemente los puntos de conflicto.

4.2.1 Aforo de tránsito vehicular

El objetivo principal del aforo es realizar el conteo vehicular en la intersección, discriminando por tipo de vehículo y por tipo de movimiento. La variable que determinará a partir del conteo será que cantidad de la totalidad de los movimientos, representan giros a izquierda y por lo tanto justifiquen el diseño de una rotonda.

Se necesitó de un número mínimo de personas para realizar el aforo, para lo cual 3 personas fueron suficientes. Así, cada persona se encargó de aforar 1 tipo de movimiento.

El aforo se realizó durante el día, en un día, específicamente el 24/05/2023, con una duración de 2 horas, comenzando a las 07:30 am y finalizando el mismo 09:30 am. Lo que se buscó con este horario es acercarnos lo más posible al volumen horario de máxima demanda, ya que, en ese intervalo horario, la mayoría de los vehículos están ingresando o saliendo de Ibarlucea a sus respectivos trabajos.

Los resultados arrojaron que un 28% del total de los movimientos, corresponden a giros a izquierda, lo que representa un número elevado, teniendo en cuenta que 2 de las ramas corresponden a la Ruta Nacional N°34. Como conclusión, podemos afirmar que el diseño de una rotonda representa

una solución adecuada para esta intersección, ya que permite altos volúmenes de tránsito sin regulación semafórica, resuelve satisfactoriamente la intersección compuesta por 4 ramas y reduce los puntos de conflicto eliminando por completo las maniobras de cruce.

A modo resumen, en la siguiente figura se indican los valores aforados en cantidad de vehículo por hora para cada uno de los movimientos descritos anteriormente.

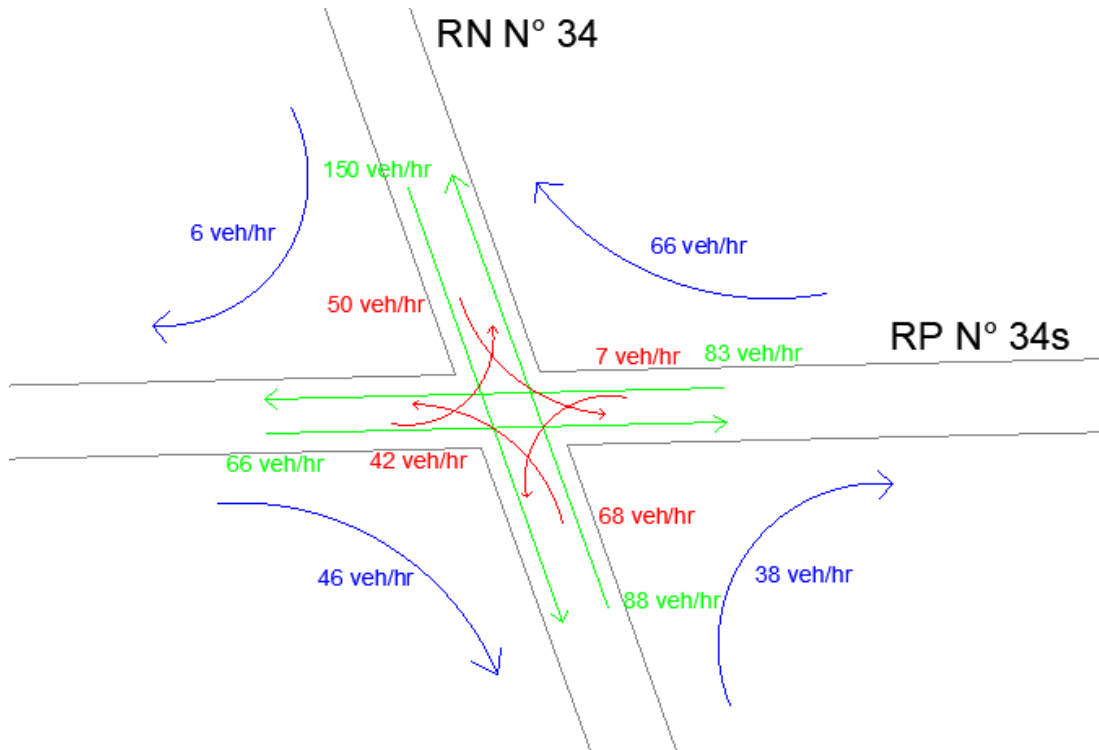


Figura 57 – Valores aforados (Fuente: Elaboración propia)

En el Anexo N°03 se presenta la tabla con los datos del aforo correspondiente.

4.2.2 Características de los caminos

Haciendo un análisis del tránsito correspondiente a cada rama de la intersección, se obtiene que la Ruta Nacional N° 34 en el tramo en estudio tiene un tránsito medio diario anual (TMDA) de 3952 veh/día que constata del año 2021, brindado por Dirección Nacional de Vialidad, por lo que dicha ruta pertenece según las tablas de Características de Diseño Geométrico de Caminos Rurales de DNV a la categoría II, y para una topografía de llanura (característica del lugar de emplazamiento), se obtienen las características geométricas del camino indicadas en la figura 55.

Ruta Nacional N° 34	
TMDA	3952
Categoría	II
Topografía	Llanura
Vdiseño	120 km/h
Vdiseño adop.	60 km/h
Peralte máx.	8%
Ancho calz.	7,30 m
Ancho carril	3,65 m
Ancho banq.	3,00 m
Ancho coron.	13,30 m

Figura 58 – Características Ruta Nacional N°34

Cabe destacar que, al tratarse de una Ruta Nacional, la velocidad máxima de circulación es de 110 km/h para autos, camionetas y motos, de 90 km/h para microbús, ómnibus y casas rodantes motorizadas y de 80 km/h para camiones y automotores con casa rodante acoplada. A su vez, la intersección se encuentra en una zona considerada urbana, por lo que se cuenta con restricciones de velocidad máxima de 60 km/h, considerándose esta última como la velocidad de diseño adoptada para los cálculos correspondientes.

Actualmente la ruta cuenta con un ancho de calzada de 6,90 m y ancho de banquina de 2,50 m, generando una notable diferencia con el valor teórico obtenido de 7,30 m y 3,00 m respectivamente. En este caso se plantea realizar el diseño con los valores obtenidos de la planilla de la DNV.

Para la Ruta Provincial N° 34s al no tener datos correspondientes al tránsito medio diario anual, se toman las mismas hipótesis que para la Ruta Nacional N° 34, es decir que dicho camino pertenece a la categoría II, y para una topografía de llanura (característica del lugar de emplazamiento), se obtienen las características geométricas del camino indicadas en la figura 56.

Ruta Provincial N° 34 S	
Categoría	II
Topografía	Llanura
Vdiseño	120 km/h
Vdiseño adop.	60 km/h
Peralte máx.	8%
Ancho calz.	7,30 m
Ancho carril	3,65 m
Ancho banq.	3,00 m
Ancho coron.	13,30 m

Figura 59 – Características Ruta Provincial N°34s

Al igual que para la Ruta Nacional, se toma como velocidad máxima los 60 km/h, dado que se está sobre una zona urbana, considerándose ésta como la velocidad de diseño adoptada para los cálculos.

Respecto al relevamiento realizado en campo, se obtuvo un ancho de calzada de 6,70 m y ancho de banquina de 3,00 m. En este caso se decide realizar el diseño manteniendo los valores obtenidos en el relevamiento.

4.2.3 Vehículo de diseño

Para el diseño geométrico de la rotonda se tomó como referencia el capítulo 2 “Controles y Criterios de Diseño” de la norma AASHTO 2011 – Diseño Geométrico de Caminos y Calles. En la misma se establecen cuatro categorías generales de vehículos de diseño, en este caso la categoría que se utiliza para el diseño es el número tres (camiones). Dentro de la misma se adopta el vehículo de diseño denominado (WB – 12), debido a que los datos de los aforos realizados por la DNV en la estación permanente ubicada en el tramo en estudio, arroja un gran porcentaje de circulación de este tipo de vehículos.

Ruta: 0034

Distrito: 7 - Santa Fe

Límites del Tramo	Inicio	Fin	TMDA
INTR.N.A012 - INTR.P91 (I)	13,95	58,14	3952

Información adicional de la Estación Permanente

Serie Histórica

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
TMDA	5200	5167	5170	5100	4303	3585	3952

Clasificación

Promedio Anual 2021

Autos y Ctas.
36,9

S/A
12,2

Bus-C/A-Semi
50,9

Se observa en los datos proporcionados por la DNV que del total de vehículos que circulan por la ruta, el 50,9 % corresponde a vehículos del tipo: ómnibus de larga distancia, camiones con acoplado y camiones con semirremolque. Así, para el diseño se adopta el vehículo WB-12 por tener mayores proporciones y que va a condicionar el diseño.

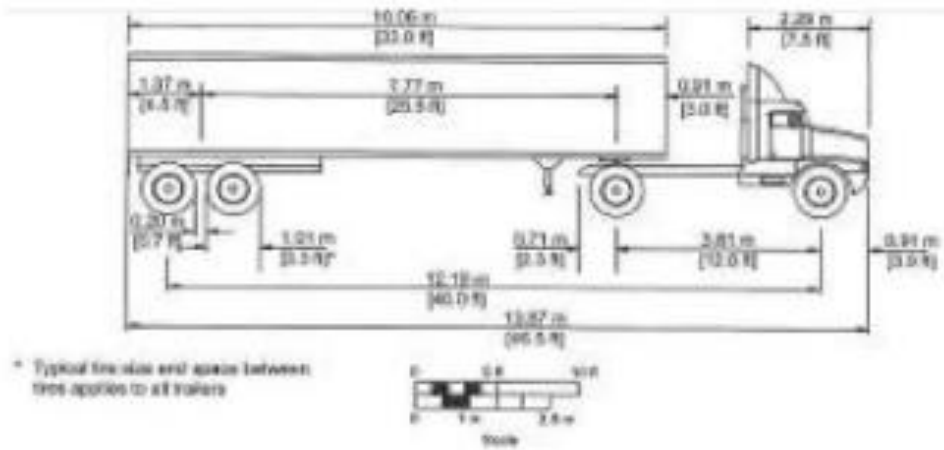


Figura 60 – Vehículo WB-12

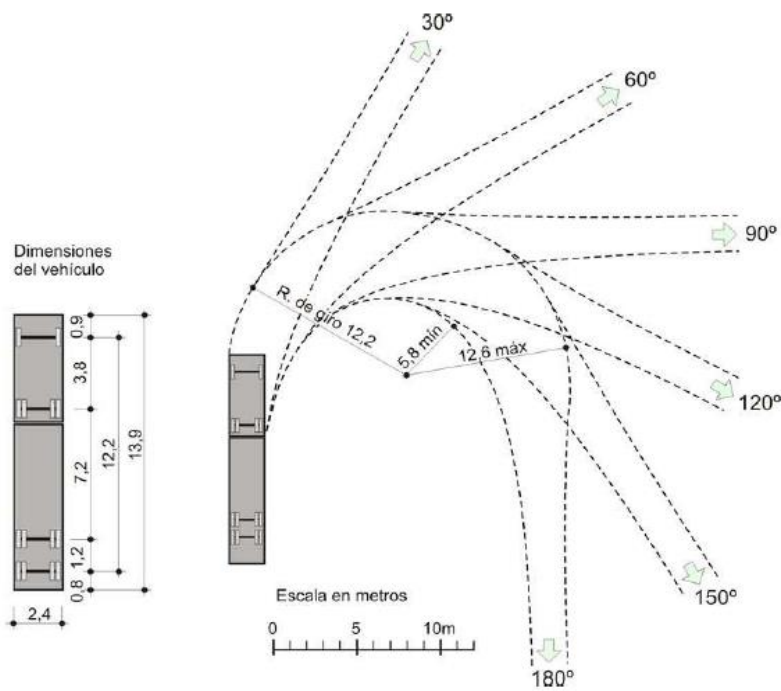


Figura 61 – Radios de giro para WB-12

4.2.4 Diseño geométrico

En la siguiente imagen se pretende mostrar e identificar los elementos geométricos que forman parte de la intersección giratoria y que condicionaron el diseño.

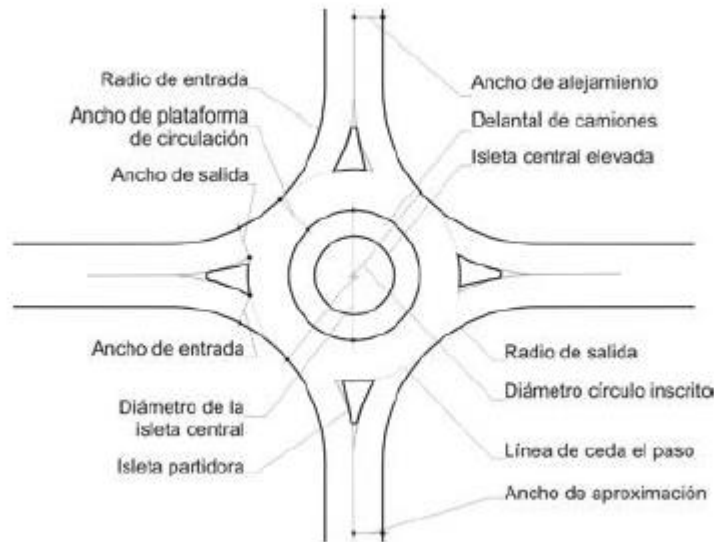


Figura 62 – Elementos geométricos

Para adoptar y definir cada uno de los valores requeridos de los elementos geométricos que intervienen en el diseño geométrico se toman las consideraciones del Ing. Rodolfo E. Goñi y los valores orientativos que brinda la Dirección Nacional de Vialidad

En término también de seguridad por otra parte hay que tener en cuenta la visibilidad. Una buena percepción de la rotonda significa básicamente conseguir unos niveles mínimos de visibilidad de los conductores en la aproximación de la intersección. Ello requiere la existencia de un área despejada de obstáculos que permita dicha visibilidad. Es general en la bibliografía la recomendación que desde la entrada a una rotonda se garantice la visibilidad de los conductores hasta la entrada anterior, o una distancia mínima de 50 m. Igual visibilidad se recomienda en el sentido de la marcha en la calzada circular.

4.2.5 Isleta central

Dos son las cuestiones básicas que se plantean en cuanto a la geometría de la isleta central en las rotondas. Por una parte, su forma y, por otra, su tamaño.

En cuanto a su forma se ha adoptado por una isleta circular, de modo que se circule a través de esta siempre con una curvatura constante. En cuanto a su tamaño se establece un diámetro de 50m (con delantal incluido), con un ancho de calzada anular de 6m, valor aceptado dentro de la guía francesa de diseño (5 – 7 metros), y por lo tanto en buenas condiciones..

El ancho del delantal que circunscribe al cantero central se determina tal lo indica la figura que a continuación se muestra, donde se ingresa con el diámetro externo de la rotonda y dependiendo el vehículo de diseño se obtiene un ancho entre cordones.

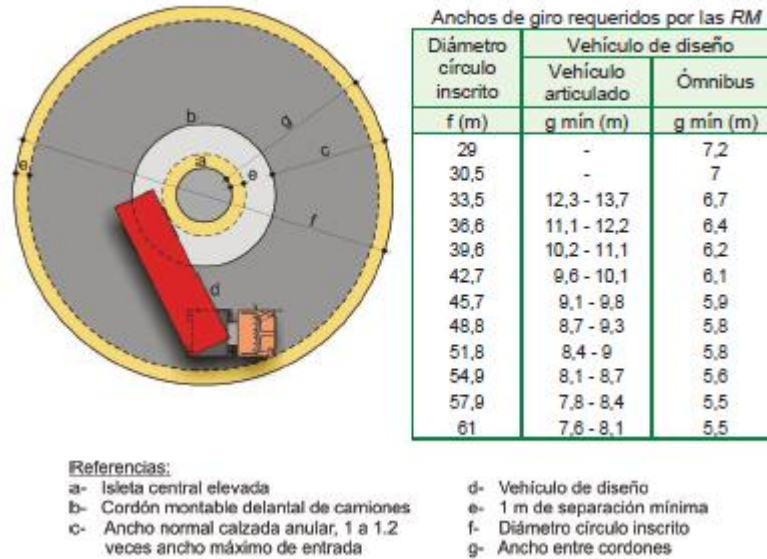


Figura 63 – Delantal para camiones

Diámetro de círculo inscripto: 62.00m

Vehículo de diseño: Camión semirremolque

$$g = 7,60 - 8,10 \text{ m}$$

Se establecen finalmente un ancho de giro de 8,00 m, por lo que el ancho del delantal queda de una longitud de 2,00 m, con peralte de 2% el carril principal, 2% en el delantal (banquina interior) y 4% en la banquina exterior, todos ellos con escurrimiento hacia afuera de la rotonda.

4.2.6 Ubicación de los ramales

Para plantear la ubicación de los 4 ramales que confluyen a la intersección se respeta el ángulo de intersección entre las rutas, y la rotonda se ubicará centrada con respecto al punto de cruce de los ejes de Ruta Nacional N°34 y la Ruta Provincial N°34s.

Ramales de entrada

Ruta Nacional N°34



Figura 64 – Ramal de entrada sobre Ruta Nacional N° 34 - Norte

El ángulo de entrada deberá encontrarse entre 20° y 60° tomando como objetivo estar más cerca de 30° , valor considerado como óptimo según las normas inglesas. El valor finalmente adoptado fue de 39° , hallándose en buenas condiciones

Recordando que la Ruta Nacional N° 34 tiene una Vd de 60 km/h se utilizará un ancho “e” de las isletas separadoras de 12,50m (valor recomendado por las distintas guías de diseño para una velocidad de diseño de 60km/h).

Respecto a la geometría de la entrada, se considera una curva circular, de 14m de radio, valor comprendido entre 10 m y 30 m recomendado por la guía de la Federal Highway Administration. Para respetar las tangencias entre curvas y carriles, se adopta un radio anterior de 50m, que permite una correcta tangencia con el carril de entrada de la ruta sobre la que circula el vehículo.

En cuanto al ancho del ramal, debido al escaso radio de giro, se considerará un ancho algo más amplio que el de los carriles normales de las carreteras, en este caso de 4,50m, comprendido entre los 4 a 4,50m recomendados por la guía de la Federal Highway Administration.

Ruta Provincial N°34s



Figura 65 – Ramal de entrada sobre Ruta Provincial N° 34s - Oeste

Las mismas consideraciones que para la Ruta Nacional serán tenidas en cuenta para los ramales de entrada de la Ruta Provincial N°34S. En este caso el valor del ángulo de entrada adoptado fue también de 39°, valor aceptado dentro de las recomendaciones de diseño y por lo tanto en buenas condiciones.

Al igual que para la Ruta Nacional, el ancho “e” adoptado para las isletas separadoras ubicadas sobre la Ruta Provincial también será de 12,50m (valor recomendado por las distintas guías de diseño para una velocidad de 60 km/h).

Respecto a la geometría de entrada, se adoptan los mismos radios que para la rama de entrada de la Ruta Nacional, hallándose los mismos dentro de las recomendaciones y por lo tanto en buenas condiciones.

Ramales de salida



Figura 66 – Ramal de salida sobre Ruta Nacional N° 34 - Norte

A la inversa de las entradas, la geometría de las salidas debe tener como objetivo principal facilitar a los vehículos el abandono de la calzada circular y aumentar su velocidad hasta la recomendada en la carretera en que se integran. Esto se logra adoptando radios amplios que faciliten la fluidez del tráfico.

Se adopta un radio de salida de 42m sobre los ramales de salida de la Ruta Nacional y un radio de 43m sobre los ramales de salida de la Ruta Provincial, hallándose los mismos dentro de las recomendaciones de la guía inglesa (20 – 100m), y por lo tanto en buenas condiciones.

También en la línea de facilitar el abandono de la calzada anular, los carriles de las salidas tienden a diseñarse más anchos que los de las entradas, reduciéndose paulatinamente al ancho del carril tipo de la carretera. En este caso, se adopta un ancho de salida de 5,50m, comprendido entre los 5 a 5,50m recomendados por la guía de la Federal Highway Administration..

4.2.7 Isletas partidoras

Se dispondrán isletas partidoras como una separación física entre la maniobra de convergencia y de divergencia de la rotonda. Esta cumple la función de facilitarle a los conductores la circulación y a la vez genera un espacio para la colocación de señales. Las mismas estarán determinadas por las siguientes premisas:

Nariz de divergencia de salida de la rotonda:

- 1,00 m de radio
- 1,00 m de retranqueo sobre cada carril

Nariz de divergencia de ingreso a la rotonda:

- 0,60 m de radio
- 1,00 m y 0,50 m de retranqueo sobre los carriles

Nariz de convergencia de ingreso a la rotonda:

- 0,30 m de radio
- 0,50 m de retranqueo sobre cada carril

En este caso, la geometría de las isletas queda definida por las trayectorias de los vehículos que circulan por la intersección. Respecto al área de estas, se tiene como área mínima 7 m² para atraer la atención de los conductores. En este caso las isletas superan ampliamente este valor, encontrándose con áreas de aproximadamente 55 m².

Estas isletas son del tipo elevadas, limitadas por cordones no montables visibles.

Para el diseño, las mismas estarán determinadas por las premisas mostradas en la siguiente imagen.

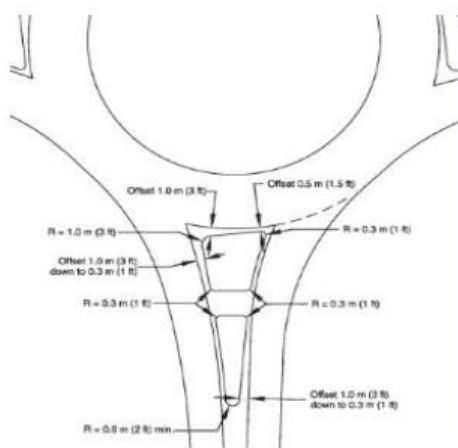


Figura 67 – Diseño isleta partidora

4.3 Verificación de trayectorias

La velocidad de la rotonda está determinada por la trayectoria más rápida permitida por la geometría. A menudo los movimientos de paso directo por la rotonda (misma dirección antes y después) suelen ser las trayectorias más rápidas, por lo que para el análisis de velocidad de la rotonda se procede a analizar esta trayectoria únicamente.

La línea central de la trayectoria del vehículo se dibuja con las siguientes distancias respecto de las características geométricas particulares:

- 1.5 m desde cordón de hormigón

- 1.5 m desde una línea central de calzada
- 1 m desde una línea de borde pintada

A continuación, se muestra para el caso analizado, como resulta el trazado de la trayectoria del vehículo más veloz para la maniobra de paso.

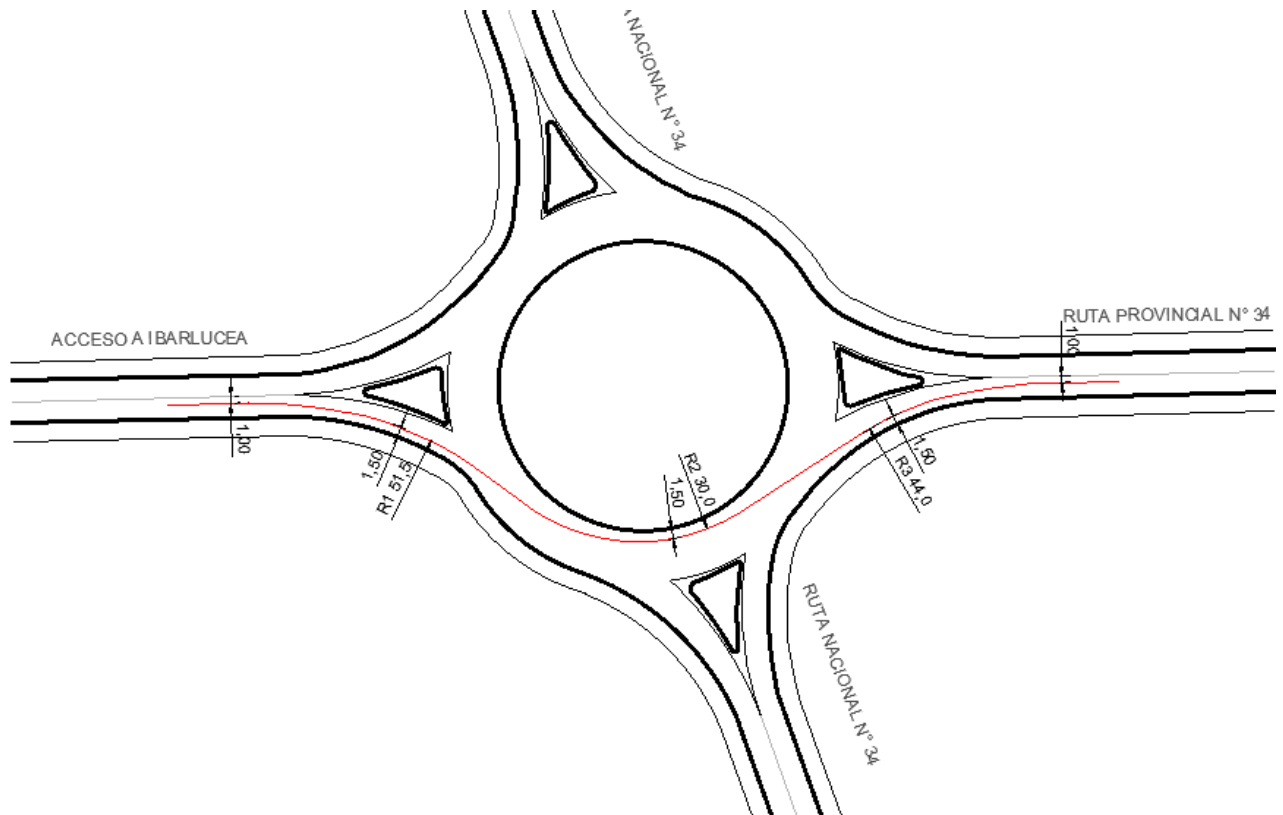


Figura 68 – Trayectoria del vehículo más veloz (Fuente: Elaboración propia)

Basándonos en la guía informativa de FHWA para Rotondas Modernas se procede al cálculo de la velocidad de la rotonda, teniendo como resultado del trazado de la trayectoria los siguientes radios:

- R1 = 51.5 m
- R2 = 30.0 m
- R3 = 44.0 m

El peralte y la fricción lateral afectan la velocidad de un vehículo. Los valores de peralte más comunes son +0.02 y -0.02, lo que corresponde al 2% de pendiente transversal. Las siguientes ecuaciones dan una relación simplificada entre la velocidad y el radio de estos dos tipos de peralte:

$$V = 8.7622 * R^{0.3861} \quad (e = +0.02)$$

$$V = 8.6182 * R^{0.3673} \quad (e = -0.02)$$

Donde:

$$V = \text{velocidad prevista} \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$$

$$R = \text{radio de curva (m)}$$

$$e = \text{peralte} \left(\frac{\text{m}}{\text{m}} \right)$$

Así, se obtuvieron las siguientes velocidades para los distintos radios:

$$\text{Para R1} \rightarrow V = 8.7622 * 51.5^{0.3861} = 40.14 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\text{Para R2} \rightarrow V = 8.6182 * 30.0^{0.3673} = 30.06 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\text{Para R3} \rightarrow V = 8.7622 * 44.0^{0.3861} = 37.77 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 38 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Así, se observa una máxima diferencia de velocidad entre los movimientos de 10 km/h, valor comprendido dentro de las limitaciones recomendadas por la Guía Informativa FHWA (siempre menor que unos 15 a 25 km/h). Se concluye que el diseño de la rotonda se encuentra en buenas condiciones proporcionando movimientos en la intersección a velocidades que ayudan a minimizar el índice de accidentes y siniestros. Esta verificación resulta de vital importancia ya que nos encontramos emplazados dentro de una zona urbana.

4.4 Proyecto de señalización horizontal y vertical

Se proyecta el señalamiento considerando el Manual de Señalamiento Vertical (DNV – Edición 2017) y el Manual de Señalamiento Horizontal (DNV – Edición 2012).

Para la señalización vertical de la rotonda se utiliza como guía la siguiente imagen del Manual de Señalamiento Vertical:

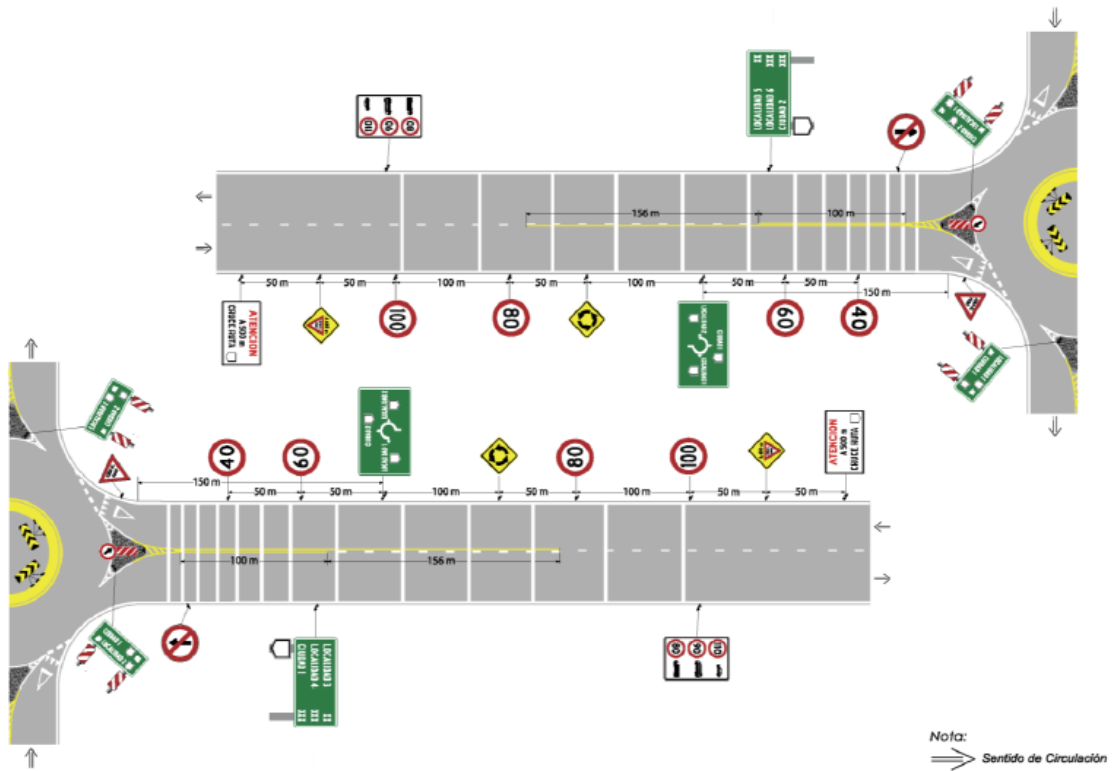


Figura 69 – Señalización vertical rotonda (Fuente: Manual de Señalamiento vertical – DNV edición 2017)

Para la señalización horizontal de la rotonda se utiliza como guía la siguiente imagen del Manual de Señalamiento Horizontal:

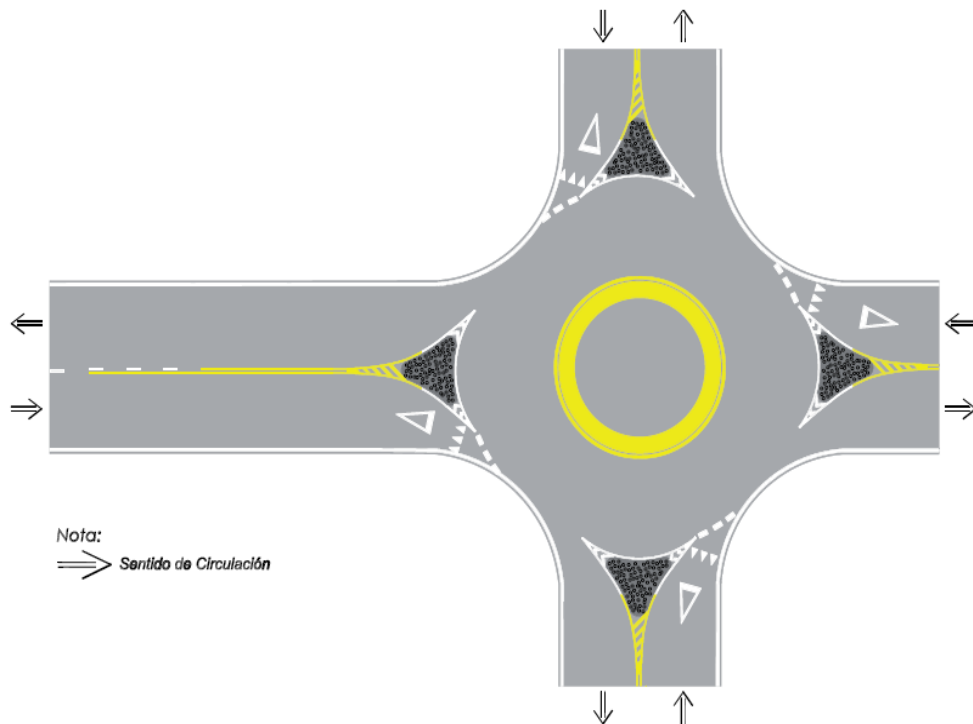


Figura 70 – Señalización horizontal rotonda (Fuente: Manual de Señalamiento horizontal – DNV edición 2012)

4.5 Diseño de estructura de pavimento para circulación vehicular en rotonda.

Teniendo en cuenta el aforo obtenido de la página de la Dirección Nacional de Vialidad, para el año 2018, se puede observar la clasificación de los vehículos que circularon en el tramo entre la A009 y la A012, pudiéndose observar una gran circulación de vehículos pesados del tipo camiones con acoplados y camiones semirremolque debido a su cercanía con la zona portuaria.

En la siguiente imagen se observa el aforo realizado en 2018 en una estación del tipo permanente, con su correspondiente clasificación vehicular.

Limites del Tramo	PRi	PRf	Ano	Mes	Horas	LIV	BU1	BU2	SA1	SA2	CA1	CA2	CA3	SE1	SE2	SE3	SE4	TMD
B/N.R.N.A008 - INTR.N.A012	0.0	13.95	2018	9	48	62,4	0,5	2,6	4,3	0,6	1,1	11,1	0,1	0,4	7,8	9,1	0,2	4900

Figura 71 – Aforo Ruta Nacional 34 (Fuente: Dirección Nacional de Vialidad)

Basado en el análisis del tipo de tránsito, con un gran volumen de vehículos pesados, se optó por la utilización y proyección de un pavimento rígido de hormigón.

Los pavimentos de hormigón presentan bajas deflexiones cuando son solicitados ya que debido a su alto módulo de elasticidad son capaces de tomar cargas importantes sin sufrir grandes deformaciones, reduciendo de esta manera los esfuerzos transmitidos a las capas inferiores. Gracias a la rigidez anteriormente mencionada, se logra que los espesores de las capas inferiores sean mucho menores que otro tipo de pavimento, limitando tareas de excavación.

Además, entre sus ventajas pueden nombrarse vidas en servicio mayores, alta resistencia al desgaste y muy buena durabilidad, ya que este tipo de pavimento aumenta su resistencia a lo largo del tiempo. Otros puntos importantes son la poca deformabilidad, que permitirá alcanzar un mejor desempeño en las zonas de arranque y frenado de vehículos pesados, y la no contaminación durante su colocación.

Por último, se resalta que, para un mismo período de diseño, los costos totales son menores, ya que requiere menor mantenimiento y tiene una mayor facilidad de construcción.

Entre las particularidades de los pavimentos rígidos pueden mencionarse las contracciones, expansiones y deflexiones que se producen en la calzada de hormigón, producto tanto de las cargas como de la acción del ambiente, y estas acciones son las que generalmente inducen al desarrollo de fisuras. Para controlarlo se incorporan juntas, armadura de refuerzo o ambos elementos.

Los tipos de pavimentos rígidos comúnmente empleados son:

- De hormigón simple con juntas.
- De hormigón armado con juntas.
- Continuamente armados.

Para este diseño se adopta un pavimento de **hormigón simple con juntas** debido a que es la opción que mejor se adapta a los requerimientos planteados. La fisuración es controlada dividiendo al pavimento en losas con una separación entre juntas transversales que usualmente varía de 3,50 m a 5,00 m, que depende, entre otros factores, del tipo de base, el espesor y el coeficiente de expansión térmica.

El diseño de juntas es esencial en este tipo de pavimentos, puesto que permiten controlar el desarrollo de fisuras, con el fin de evitar la degradación de sus bordes y mantener su estanqueidad. Además, son las encargadas de absorber los movimientos de contracción y expansión de losas.

4.5.1 Componentes típicos del sistema

En la siguiente figura se observa una sección típica de un pavimento de hormigón simple con juntas, la cual está compuesta por una capa de rodamiento de hormigón, la cual apoya sobre una base de material seleccionado que puede estar tratado o no con un ligante, que a su vez descansa sobre el suelo natural o subrasante.

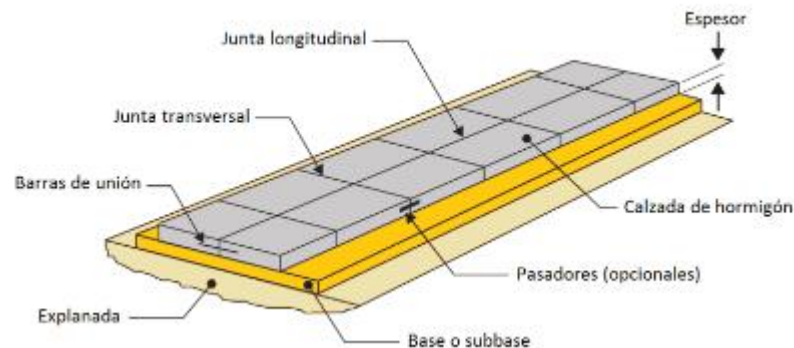


Figura 72 – Sección típica pavimento rígido

- **Capa de rodamiento de hormigón:** es la responsable de proporcionar las características funcionales y capacidad estructural requerida.
- **Base:** es la capa ubicada inmediatamente debajo de la calzada de hormigón. Su función primordial es la de proveer un apoyo uniforme a la losa, y prevenir la erosión de la interfaz losa – apoyo.
- **Subrasante:** es el suelo natural, nivelado y compactado sobre el cual se construye la estructura de pavimento.
- **Juntas:** son las que finalmente determinarán las dimensiones de las losas de pavimento y las que permiten controlar la formación de fisuras intermedias, tanto a la edad temprana como en servicio. Pueden materializarse por debilitamiento de la sección de hormigón (juntas de contracción) o por moldeo (juntas de construcción).

- *Pasadores*: son barras de acero lisas, colocadas en las juntas transversales para transferir las cargas, sin restringir el movimiento horizontal de las losas. Colaboran en la disminución de tensiones, deflexiones en el hormigón y reducen el potencial escalonamiento, el bombeo y la rotura de esquinas en las losas.
- *Barras de unión*: se colocan en las juntas longitudinales para mantenerlas ancladas, garantizando de esta manera que provean una transferencia de carga eficiente durante el período de servicio.

4.5.2 Método utilizado para el dimensionamiento de espesores de calzada

Para determinar los espesores de la calzada se utilizó el Modelo de Fatiga ACPA Street Pave, especificado en el capítulo 2 del “Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón” brindado por el Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA). Las figuras y tablas que se presentan en esta sección tienen como fuente dicho manual.

Este método es la versión actualizada del método de la Portland Cement Association. Se mencionan a continuación las variables y formas de implementación de estas, que utiliza el método para el dimensionamiento de los espesores de pavimento.

Variables de diseño

- *Subrasante*: para esta metodología la capacidad de soporte de la subrasante se encuentra cuantificada a través del módulo resiliente M_r . Puede estimarse por correlación con el ensayo CBR.

Tipo	Capacidad Soporte	Módulo Resiliente, M_r (MPa)	Módulo de Reacción, k (MPa/m)
Suelos finos con importantes cantidades de limo/arcilla	Baja	9,9 – 16,7	20 – 34
Arena y Grava-arena con moderadas cantidades de limo/arcilla	Media	17,2 – 24,1	35 – 49
Arena y Grava-arena con poca cantidad de limo/arcilla	Alta	24,6 – 29,6	50 – 60

Figura 73 – Tipos de suelo y valores aproximados de k y M_r (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón)

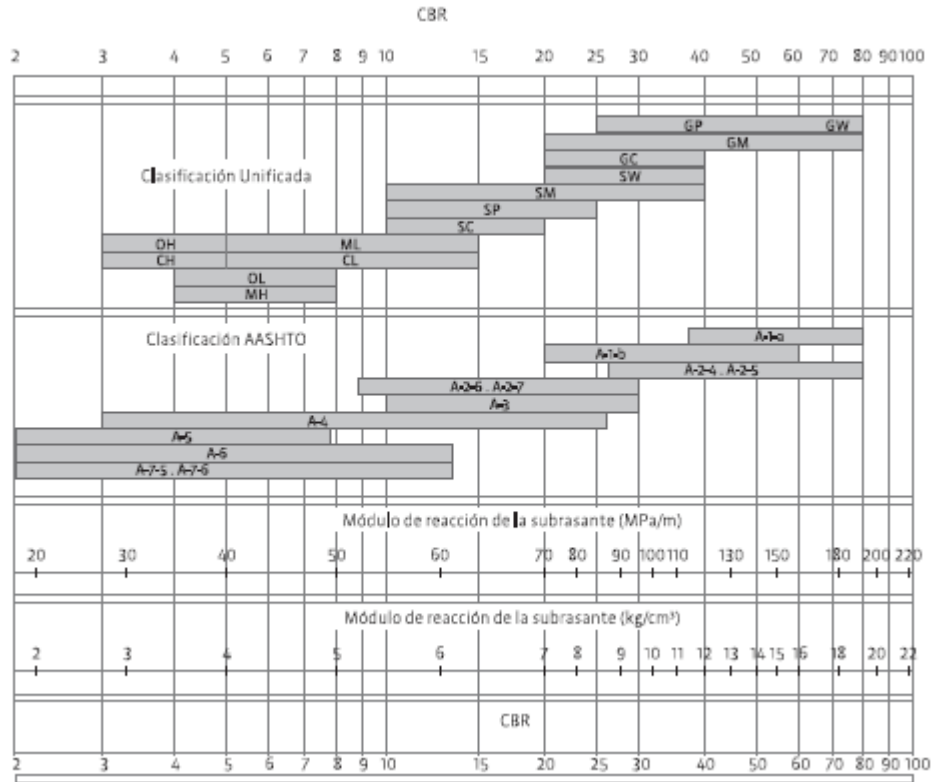


Figura 74 – Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón)

- **Base:** la incorporación de una o más capas especiales para la conformación de la estructura de apoyo de la losa involucra además un incremento de la capacidad de soporte, que debe considerarse durante el procedimiento de diseño. Con este objetivo, la metodología brinda diferentes tablas para cada tipo de base/subbase (granular, tratada con cemento, o con asfalto), mediante las cuales, conociendo el módulo de reacción de la subrasante, el espesor y módulo de elasticidad de la base empleada, se determina el módulo de reacción combinado Subrasante/Base.

Valor k de la subrasante [MPa/m]	Espesor de la base con módulo entre 100 MPa y 500 MPa			
	100 mm	150 mm	230 mm	305 mm
27,0	28,6 - 34,5	31,1 - 40,9	35,6 - 51,1	39,9 - 60,7
40,5	40,8 - 49,3	43,5 - 57,2	48,7 - 69,9	53,8 - 81,8
54,0	54,0 - 63,6	55,2 - 72,6	60,8 - 87,3	66,5 - 101,1

Valor k de la subrasante [MPa/m]	Espesor de la base con módulo entre 275 MPa y 6900 MPa			
	100 mm	150 mm	230 mm	305 mm
27,0	32,3 - 47,0	36,9 - 63,8	44,7 - 92,1	52,0 - 120,4
40,5	46,0 - 67,2	51,7 - 89,3	61,1 - 126,0	70,0 - 162,1
54,0	59,3 - 86,6	65,6 - 113,3	76,3 - 157,3	86,5 - 200,3

Valor k de la subrasante [MPa/m]	Espesor de la base con módulo entre 3500 MPa y 13800 MPa			
	100 mm	150 mm	230 mm	305 mm
27,0	43,4 - 51,0	56,9 - 71,8	79,1 - 107,6	100,9 - 144,2
40,5	62,0 - 72,9	79,6 - 100,4	108,2 - 147,2	135,9 - 194,2
54,0	79,9 - 93,9	101,0 - 127,4	135,1 - 183,7	167,8 - 239,9

Figura 75 – Valores típicos de k combinados para distintos tipos de base (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón)

- **Resistencia a flexión del hormigón:** resistencia media a flexión a los 28 días del hormigón de calzada.

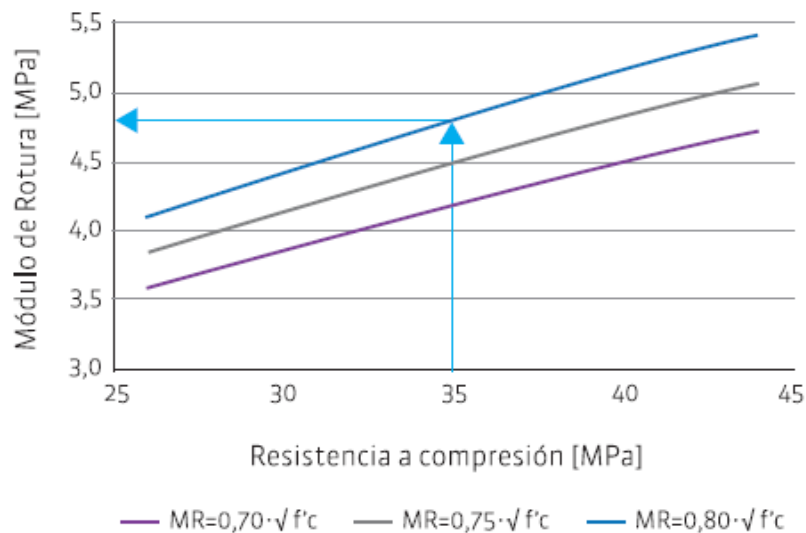


Figura 76 – Correlación entre la resistencia a compresión y flexión del hormigón a los 28 días (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón)

- **Módulo de elasticidad del hormigón:** corresponde al módulo de elasticidad estático del hormigón.

$$E_c = 4700 * \sqrt{f'c} \text{ (MPa)}$$

- **Solicitaciones de tránsito:** la cantidad y carga de ejes pesados que actúan durante el período, son los que, en mayor medida afectan el desempeño del pavimento, por lo que resultan parámetros fundamentales a estudiar durante la etapa de diseño.

- **Mecanismos de transferencia de carga en juntas transversales:** la inclusión de pasadores en las juntas transversales permite reducir significativamente las tensiones generadas a lo largo de ellas y las deflexiones generadas en las esquinas de las losas. La decisión de incluir o no pasadores en las juntas transversales depende principalmente del volumen de vehículos pesados previsto, siendo recomendable considerar su incorporación a partir de un volumen de 80 a 120 vehículos pesados por día.
- **Confiabilidad:** se la define como la probabilidad estadística de que un pavimento alcance la vida de diseño para la cual fue proyectado.

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Autopistas	85 – 99,9	80 – 99,9
Arterias Principales	80 – 99	75 – 99
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Rutas locales	50 – 80	50 – 80

Figura 77 – Confiabilidad recomendada según el tipo de vía (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón)

- **Porcentaje aceptable de losas fisuradas:** el método incorpora el porcentaje aceptable de losas fisuradas como otra variable a evaluar y representa el valor admisible de losas fisuradas al final del período de diseño.

Tipo de Camino	Porcentaje aceptable de Losas Fisuradas al Final de su Vida Útil
Autopistas, Rutas	5 %
Arterias Menores	10 %
Calles Colectoras	15 %
Calles Residenciales	25 %

Imagen 78 – Porcentaje de losas fisuradas aceptables al final de la vida útil (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón)

4.5.3 Dimensionamiento del espesor de pavimento para la intersección

El dimensionamiento del espesor de pavimento de la intersección se realizó utilizando la página <https://www.pavementdesigner.org> en la cual se pueden llevar a cabo distintos diseños de pavimento. Para el caso de pavimentos rígidos, la página emplea el Street Pave, que es el método anteriormente detallado y con el cual se decidió realizar el dimensionamiento.

Para el caso particular del diseño de la rotonda, se optó por elegir la opción de “Street” ya que es la que brinda una solución de pavimento en la cual se puede personalizar el espectro de carga, y en el caso de usar la alternativa de “Parking” esta posibilidad se pierde ya que por defecto se basan en vehículos de origen norteamericano, y se tendrían resultados que distan demasiado del caso real que se está analizando. Cabe aclarar que, para este tipo de proyecto, la página resuelve utilizando la metodología ACI 330 y utilizando el Método Street Pave.

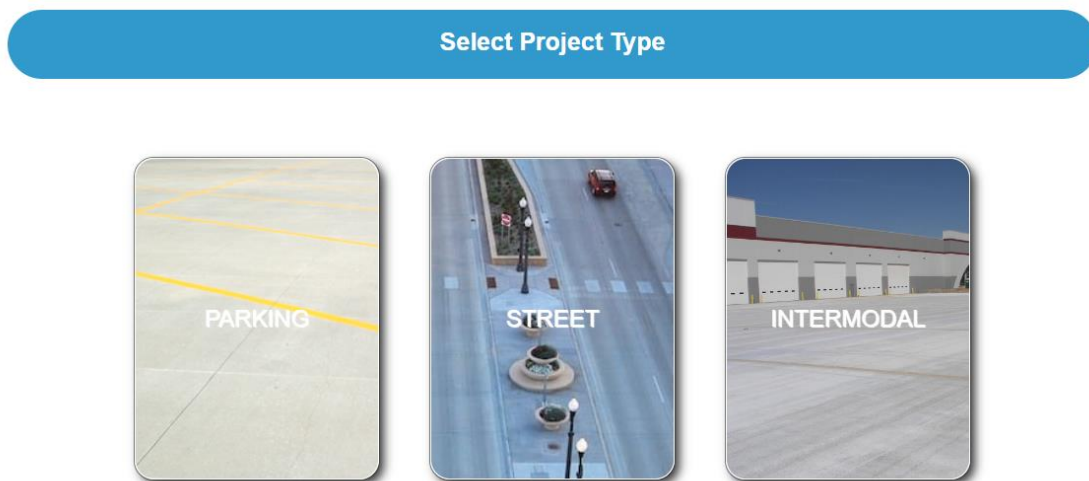


Figura 79 – Selección del tipo de proyecto. Fuente: Pavement Designer

Variables de entrada del programa

- *Tráfico: selección del tipo de espectro de tráfico.*

La primera variable que determinar, es el tipo de espectro de tráfico según los tipos de vehículos y cargas a los que se encontrará sometido el pavimento a diseñar. En este caso, teniendo en cuenta el aforo realizado en 2018 por la Dirección Nacional de Vialidad, se observa en la siguiente imagen la clasificación de los vehículos que componen el Tránsito Medio Diario Anual del tramo en estudio, sus correspondientes porcentajes, y por lo tanto la cantidad de vehículos pesados que circulan en el tramo.

Ruta	R.N. N°34
Progresiva Inicial	00,00 km
Progresiva Final	13,95 km
Año	2018
Mes	Septiembre
Duración aforo	48 hs

Figura 80 – Datos aforo

TMD	4900	
Clasificación	Porcentaje	Cantidad vehículos
LIV	62.40%	3058
BU1	0.50%	25
BU2	2.60%	127
SA1	4.30%	211
SA2	0.60%	29
CA1	1.10%	54
CA2	11.10%	544
CA3	0.10%	5
SE1	0.40%	20
SE2	7.80%	382
SE3	9.10%	446
SE4	0.20%	10

LIV: autos y camionetas

BU: ómnibus larga distancia **BU1:** Bus de 2 ejes **BU2:** Bus de 3 ejes y Bus de 4 ejes

SA: camión sin acoplado y ómnibus corta distancia **SA1:** 11 y Bus de dos ejes **SA2:** 12 y 13

CA: camión con acoplado **CA1:** 11-11 **CA2:** 11-12 **CA3:** 12-12

SE: camión con semirremolque **SE1:** 111 **SE2:** 112 **SE3:** 113 y 122 **SE4:** 123

Figura 81 – Datos aforo

Para el caso en estudio solo se tomó como referencia los datos correspondientes a vehículos pesados (Camión con acoplado y Camión con semirremolque).

Se presentan 4 tipos de ejes para el estudio:

- Eje simple de rueda simple (S1)
- Eje simple de ruedas duales (D1)
- Eje doble de ruedas duales (D2)
- Eje triple de ruedas duales (D3)

Una vez conocidos los ejes, se obtienen las cargas máximas legales permitidas por eje, según la DNV.












CONFIGURACIÓN		SUSPENSIÓN MECÁNICA [toneladas]	SUSPENSIÓN NEUMÁTICA [toneladas]
Eje Simple. - Ruedas individuales, (neumáticos no superanchos)		6 SEIS	6,3 SEIS COMA TRES
Eje Simple. - Ruedas superanchas		6 SEIS (8 OCHO – maquinaria especial)	8 OCHO
Eje Simple. - Ruedas dobles		10,5 DIEZ COMA CINCO	11 ONCE
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas individuales		10 DIEZ (5 por eje)	10,5 DIEZ COMA CINCO (5,25 por eje)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas dobles		18 DIECIOCHO (9 por eje)	18,9 DIECIOCHO COMA NUEVE (9,45 por eje)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas superanchas y ruedas dobles		15 QUINCE (9 eje con ruedas doble y 6 eje de ruedas superanchas)	16,5 DIECISEIS COMA CINCO (9,5 eje con ruedas doble y 7 eje de ruedas superanchas)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas individuales y ruedas dobles		14 CATORCE (9 eje con ruedas doble y 5 eje de ruedas individuales)	14,7 CATORCE COMA SIETE (9,45 eje con ruedas doble y 5,25 eje de ruedas individuales)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas superanchas.		12 DOCE (6 por eje)	14 CATORCE (7 por eje)
Conjunto (Tándem) triple de ejes. - Ruedas dobles		25,5 VEINTICINCO COMA CINCO (8,5 por eje)	26,8 VEINTISEIS COMA OCHO (8,93 por eje)
Conjunto (Tándem) triple de ejes. - 2 ejes con ruedas dobles - 1 eje con ruedas individuales		21 VEINTIUNO (8,5 ejes con ruedas doble y 4 eje de ruedas individuales)	22 VEINTIDOS (8,93 ejes con ruedas doble y 4,2 eje de ruedas individuales)
Conjunto (Tándem) triple de ejes. - Ruedas superanchas		18 DIECIOCHO (6 por eje)	19,5 DIECINUEVE COMA CINCO

Figura 82 – Pesos máximos según tipo de eje establecidos por ley. Fuente: DNV decreto 32/18

Conociendo la composición de ejes de cada tipo de vehículo, se puede determinar el espectro de cargas por eje, por cada 1000 camiones.

1461	ejes de	60	KN	cada 1000 camiones
2123	ejes de	105	KN	cada 1000 camiones
946	ejes de	180	KN	cada 1000 camiones
456	ejes de	255	KN	cada 1000 camiones

Figura 83 – Espectro de cargas cada 1000 camiones

A continuación, se muestra el espectro de cargas cargado al software.

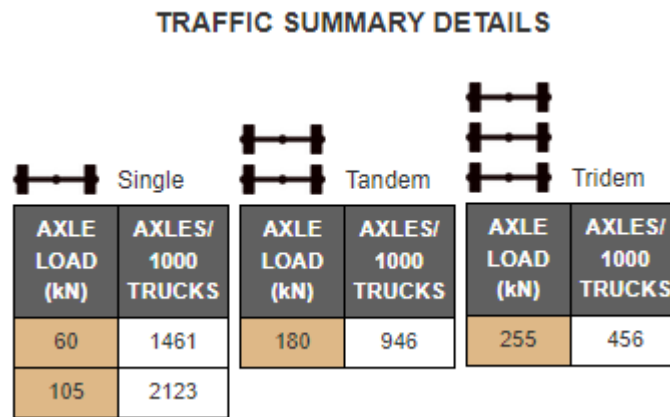


Figura 84 – Espectro de tráfico considerado para el diseño. Fuente: Pavement Designer

- *Período de diseño*

Usualmente para el dimensionamiento de los pavimentos rígidos se considera una vida de diseño que varía entre los 20 y 40 años, siendo esta la vida útil teórica antes de que se requiera una rehabilitación importante o reconstrucción.

Para el caso particular de la rotonda se adoptó un período de diseño de 40 años, para la cual la calidad final del pavimento según el método de la ACPA va a estar dado por el porcentaje de losas fisuradas.

- *Tránsito Medio Diario Anual de vehículos pesados*

Se toman los datos publicados por la Dirección Nacional de Vialidad (Año 2018), con su correspondiente clasificación de vehículos. Se tiene un total de 1460 vehículos/día. Cabe recordar que solo se consideran los camiones con acoplado y camiones con semirremolque.

- *Tasa de crecimiento del tránsito*

Se establece para este caso una tasa de crecimiento de tráfico anual del 3%.

- *Distribución direccional y de carriles*

En este caso se adopta un valor de 100 % ya que cada movimiento de la rotonda representa el movimiento en una sola dirección y un solo carril.

- *Confiabilidad*

Para el caso particular del dimensionamiento, se adopta una confiabilidad que no es tan exigente como en los casos de autopistas, siendo los valores recomendados para rutas locales en zona urbana del 80%.

- *Porcentaje de losas fisuradas al final del período de diseño*

Para el pavimento destinado a este tipo de obra, se recomienda un 5%.

- *Subrasante*

Para poder caracterizar la subrasante en este proyecto a partir de su valor de CBR y por falta de datos de estudio de suelos sobre la traza a intervenir, se emplean valores correspondientes a la zona del casco histórico de Ibarlucea debido a su proximidad (500 m aproximadamente). Los mismos indican predominio de suelos fundamentalmente finos con cantidades importantes de limos y arcillas. Este tipo de suelo presenta una capacidad de soporte baja, tomándose para este tipo de suelo un valor típico característico de CBR de 3. Luego el programa calcula el M_r a partir de sus propias correlaciones. En el Anexo N°01 se adjunta parte de un estudio de suelos cercano a la zona afectada por la intervención que se tomó como base para correlacionar el valor de CBR para la traza a intervenir.

- *Sobreanchos y microfibras*

No se consideran para este diseño.

- *Hormigón*

Considerando que los pavimentos son estructuras que, además de la agresividad del medio, deben resistir la abrasión generada por el tránsito manteniendo durante su vida útil las características de fricción previstas durante la construcción, se sugiere para pavimentos de rutas, el empleo de hormigones calidad H-30 o superior cuando deba verificarse por razones de durabilidad.

Así, para el dimensionamiento del espesor de pavimento de la Rotonda se adoptó una calidad de hormigón H-30. Se desprende de lo anterior los siguientes parámetros de interés:

$$E_c = 4700 * \sqrt{f'_c} = 25743 \text{ MPa}$$

Tensión de rotura a flexión a los 28 días:

$$M_r = 4,50 \text{ MPa}$$

- *Base*

Debido a las características del proyecto y por tratarse de una intersección con una afluencia importante de vehículos pesados (en general camiones), se optó por la elección de una base cementada para el dimensionamiento del pavimento.

Dentro de las bases cementadas podemos encontrar las bases tratadas con cemento y las bases de hormigón pobre.

Las primeras son de consistencia más seca, tienen menor contenido de cemento y se controlan mediante requisitos de compactación y resistencia. Para este tipo de bases se debe considerar un espesor mínimo de 10 cm, en tanto que no es recomendable superar los 15 cm.

Las bases de hormigón pobre poseen mayores cantidades de cemento que las bases tratadas con cemento y pueden ser ejecutadas con los mismos procedimientos y equipamientos que se emplean para la calzada de hormigón. Su espesor varía entre 8 y 15 cm y la resistencia a la compresión entre 5 y 8 MPa.

Por lo tanto, se adoptó utilizar como material para la base, hormigón pobre con las siguientes características:

- 1 capa.
- Material: Hormigón pobre calidad H-8
- E = 6900 MPa.
- Espesor: 10 cm.

4.5.4 Resultados del dimensionamiento

Nivel de proyecto:

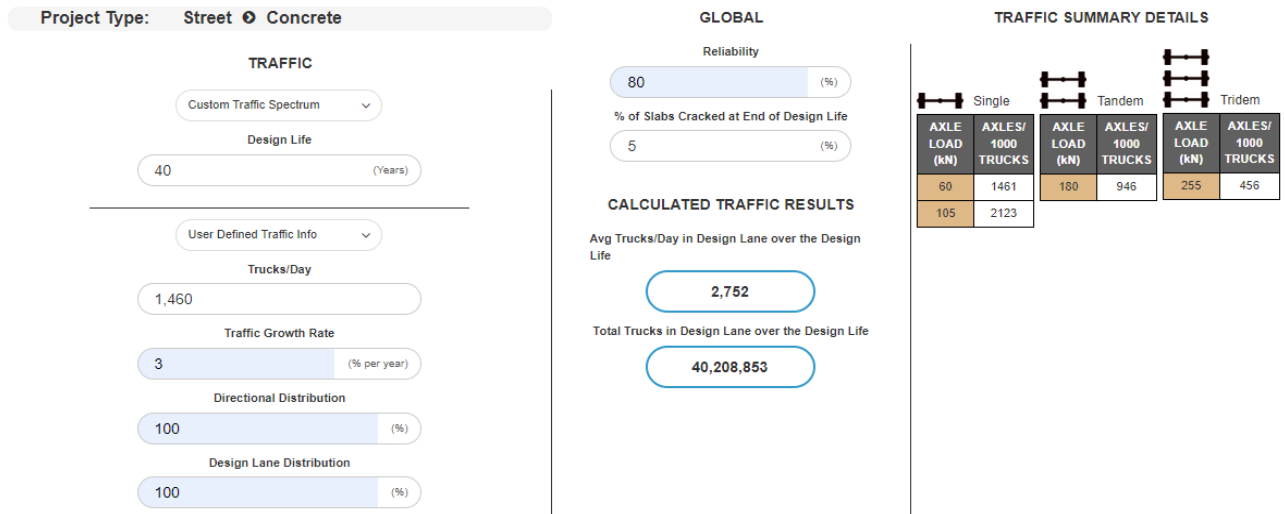


Figura 85 – Nivel de proyecto. Fuente: Pavement Designer

Select Pavement Design Type



Jointed-Plain Concrete Pavement (JPCP)



Roller-Compacted Concrete (RCC)



Continuously Reinforced Concrete Pavement (CRCP)

Figura 86 – Tipo de pavimento. Fuente: Pavement Designer

Estructura de pavimento:

Project Type: Street **Concrete** **JPCP**

Units **METRIC** Help ?

SUBGRADE

CBR (California Bearing Ratio)

CBR VALUE %

Calculated MRSG Value MPa

CONCRETE

28-Day Flex Strength MPa

3rd Point Loading 28-Day Flex Strength MPa

Modulus of Elasticity MPa

Macrobbers in Concrete Yes No

Edge Support Yes No

STRUCTURE

Subbase Layers

Layer Type	Resilient Modulus	Layer Thickness
JOINTED PLAIN CONCRETE SURFACE		
Lean Concrete Base (LCB, Econcrete)	<input type="text" value="6,900"/> MPa	<input type="text" value="100"/> mm
SUBGRADE		

Calculated Composite K-Value of Substructure MPa/m Override

Figura 87 – Estructura de pavimento. Fuente: Pavement Designer

Resumen de resultados:



Figura 88 – Resumen general. Fuente: Pavement Designer

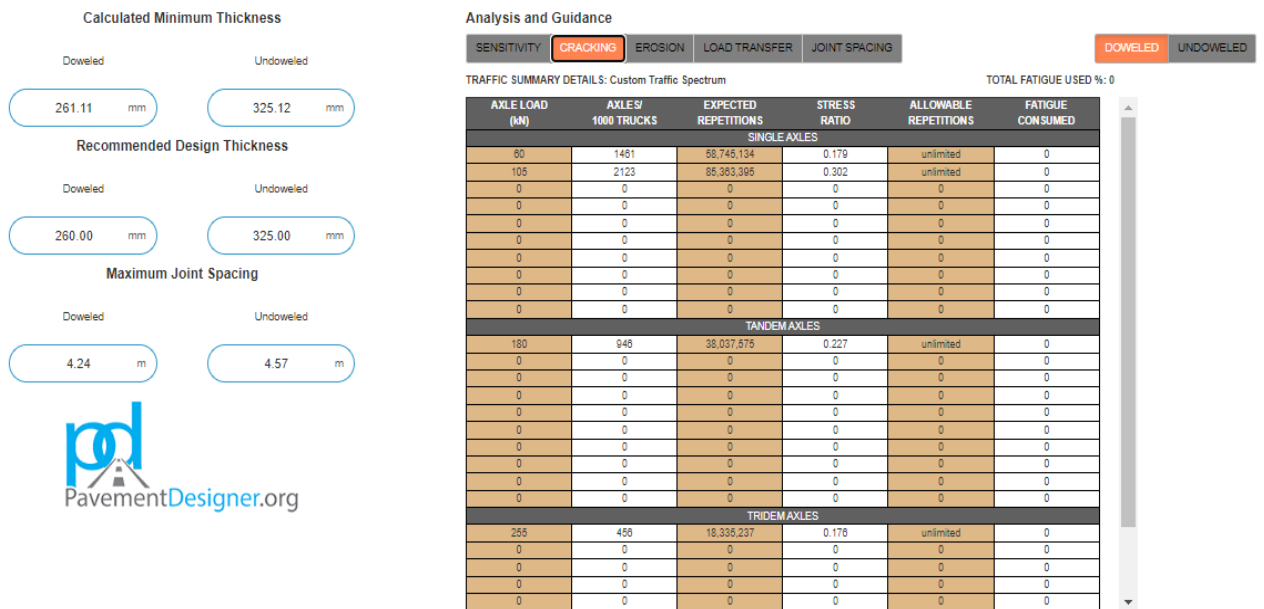


Figura 89 – Consumo de fatiga. Fuente: Pavement Designer

- *Riego de curado*: de aplicación en los casos de capas de base realizadas con ligantes hidráulicos. Por ejemplo, hormigón pobre como se da aquí.
- *Riego de impermeabilización*: la superficie de la subrasante se recubrirá con una membrana que impida el ascenso de agua por capilaridad.
- *Membrana antiadherente*: se colocará una membrana de polietileno para reducir la adherencia entre la capa de base y la losa, de manera de reducir el riesgo de fisuración no controlada por contracción y expansión del hormigón.

En el Plano N°06 se observa el perfil tipo de pavimento rígido de la rotonda.

4.5.6 Juntas

El buen desempeño de los pavimentos rígidos depende, en gran medida, del correcto funcionamiento de sus juntas, estas cumplen un rol fundamental en toda la estructura ya que tienen como objetivos principales:

- Controlar la fisuración longitudinal y transversal debida a la contracción restringida (por la fricción con la capa inferior), a los efectos combinados de las tensiones de alabeo (por diferencia de temperatura y humedad) y las producidas por las cargas del tránsito.
- Dividir el pavimento en elementos que resulten prácticos para su ejecución (pavimentación en fajas o por carriles).
- Permitir el libre movimiento de las losas.
- Proveer transferencia de carga entre losas (por trabazón de agregados y/o pasadores).
- Proveer un reservorio para colocar el material de sello.

Tipos de juntas

Las juntas se categorizan en función de su orientación respecto al eje del camino, y luego a partir de la función que cumplen en la estructura. De esta clasificación surgen entonces los siguientes tipos:

- Juntas transversales de contracción o longitudinales de articulación: son las que controlan la formación de fisuras.
- Juntas transversales o longitudinales de construcción: son las que dividen dos zonas pavimentadas en distintos momentos.
- Juntas de dilatación o aislación: aquellas que permiten absorber mayores movimientos relativos. Suelen emplearse contra estructuras fijas, en intersecciones o en sitios donde la calzada experimenta cambios abruptos en su geometría.

Las imágenes y tablas que se presentan a continuación y a lo largo de esta sección, tienen como fuente el “Manual de Diseño y Construcción de Pavimento de Hormigón ICPA”.

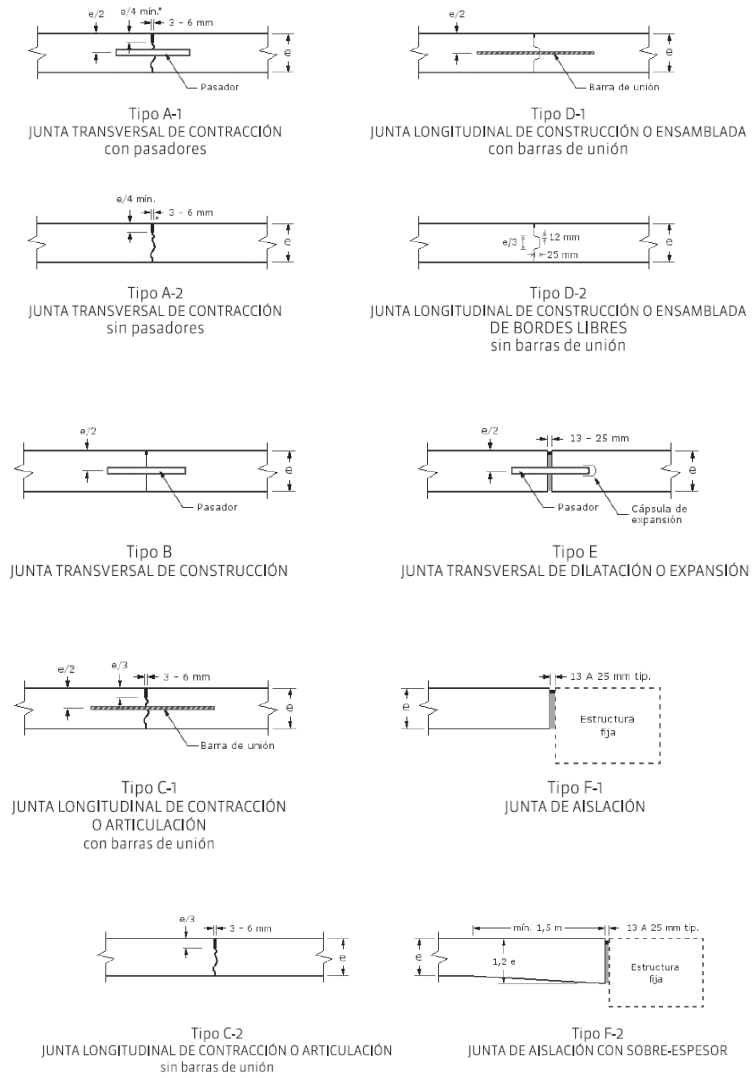


Figura 92 – Clasificación y tipos de juntas (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón)

Observando las imágenes anteriores, se tiene en cuenta según corresponda los siguientes elementos con sus características:

- 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 93 – Características de los pasadores (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón)

Teniendo en cuenta las características mencionadas, para nuestro pavimento que tiene un espesor de capa de rodamiento de 26 cm, se utilizan pasadores de diámetro 38 mm, con una separación de 30 cm de centro a centro.

- *Barras de unión*

El dimensionamiento de las barras mencionadas se basa en calcular el esfuerzo que deben soportar para mantener unidas las losas. Esto dependerá del espesor de la losa, la distancia al borde libre más cercano y la fricción en el plano de contacto. Luego, con la tensión admisible del acero se determina la cuantía necesaria para absorber dicho esfuerzo. Por consiguiente, se plantea la ecuación siguiente para determinar la sección mínima de acero requerida:

$$A_{BU} = \frac{\gamma \cdot E \cdot L \cdot \mu \cdot S}{f_a}$$

siendo:

- A_{BU} la sección mínima de acero de las barras de unión, por cada losa de pavimento.
- γ el peso unitario del hormigón.
- E el espesor de la losa.
- L la distancia al borde libre más cercano.
- μ el coeficiente de fricción entre la losa y el apoyo (ver Tabla 3-2).
- f_a la tensión admisible del acero.
- S la separación entre juntas transversales.

Tipo de material en el apoyo de la calzada	Coefficiente de Fricción, μ
Tratamiento superficial	2,2
Estabilizado con cal/cemento/asfalto	1,8
Material granular	1,5
Subrasante Natural	0,9

Figura 94 – Coeficientes de fricción recomendados para el cálculo de Abu (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón)

Diámetro de la barra [mm]	Sección [cm ²]	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 95 – Sección, perímetro y longitud mínima de barra de unión en función del diámetro (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón)

Teniendo en cuenta las características mencionadas, para nuestro pavimento que tiene un espesor de capa de rodamiento de 26 cm, distancia a borde libre igual 3.65 m y bases tratadas con cemento, tendremos:

$$\frac{2400 \frac{kg}{m^3} * 0.26 m * 3.65m * 1.8 * 1 m}{2400 \frac{kg}{cm^2}} = 1.71 cm^2$$

Así, se adoptan 2 barras de Φ 10 mm por cada metro lineal de junta. Las mismas barras de unión tendrán una separación de 0.33 m.

Separación de juntas

Existen distintos factores que influyen en la elección de la separación entre juntas más conveniente, tales como el espesor de la calzada, la rigidez de la base, el módulo de elasticidad de hormigón, las condiciones climáticas y el nivel de tránsito pesado.

Se recomienda que la separación máxima entre juntas no supere la que se determine a partir de la siguiente ecuación:

$$S_{\text{Máxima}} = K \cdot e$$

siendo:

e : espesor de calzada.

K : constante, igual a 21 para bases tratadas (con cemento o con asfalto) o 24 (para bases no tratadas o granulares)

Figura 96 – Separación máxima (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón)

Asimismo, deben conformarse losas tan cuadradas como resulte posible, para lo cual se recomienda que la relación largo/ancho no supere 1,25.

Una aclaración importante es que el programa StreetPave (usado para el dimensionamiento del espesor de la losa de hormigón) calcula la separación máxima entre juntas tomando como parámetro el radio de rigidez relativa. A su vez, brinda como alternativa utilizar la fórmula recomendada por ACPA (Asociación Americana de Pavimentos de Hormigón, siglas en inglés).

Dado que en la bibliografía seguida para el diseño de juntas también se recomienda el uso de la fórmula de ACPA, es ésta la utilizada para el cálculo.

Diseño de juntas

A la hora de realizar el diseño de juntas, se sigue el procedimiento de 10 pasos especificados en el manual de diseños de pavimentos de hormigón del ICPA, en acompañamiento del webinar brindado por la misma institución. A continuación, se presentan una serie de recomendaciones generales.

DISPOSICIÓN DE JUNTAS EN INTERSECCIONES

REGLAS GENERALES

<p>QUE HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respetar las separaciones máximas recomendadas. $S_{\text{max}} : K \cdot A \cdot e$ (espesor) • Mantener la relación de esbeltez por debajo de 1,5. Recomendado $L/A < 1,25$. • Coincidir con juntas de pavimentos existentes. • Coincidir juntas con estructuras fijas (usualmente en pavimentos urbanos). • Colocar armadura distribuida ($\mu > 0,05\%$) en ambas direcciones en losas de esbeltez mayor de 1,5. 	<p>QUE NO HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ancho de losas $< 0,3$ m. • Ancho de losas $> 4,5$ m. o a la sep. máxima recomendada. • Ángulos $< 60^\circ$ (recomendado $\sim 90^\circ$) • Esquinas interiores. • Formas irregulares (mantener losas tan cuadradas como sea posible). • Ubicar juntas longitudinales en zona de huellas.
---	---

Figura 97 – Reglas generales para la disposición de juntas (Fuente: Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón)

En el Plano N°07c se observa el plano correspondiente al diseño y disposición de juntas.

5 PUENTE PEATONAL – MEMORIA DESCRIPTIVA

Atendiendo a las problemáticas planteadas por los vecinos de la comuna, respecto a la movilidad segura desde el sector Noreste al Suroeste, diseccionado por la RN34: se decidió proyectar un cruce alto nivel que vincule ambas márgenes de la calzada. Dichos márgenes se vincularán al sistema de movilidad integral.



Figura 98: Situación actual - Movilidad Ibarlucea

Como parte constitutiva del proyecto de *mejoramiento integral de la movilidad en Ibarlucea*, no se puede prescindir de la dimensión ambiental, económica y social. Para ello, se pensó que la mejor manera de vincular físicamente la comuna y vencer la barrera que implica el cruce de la RN34, sea la de proyectar un puente que permita la circulación de bicicletas y de peatones.



Figura 99: Situación proyectada - Movilidad Ibarlucea

Sobre el mismo, se permitirá la circulación de peatones y bicicletas en ambas direcciones. pero luego, debido a la gran altura que conlleva grandes longitudes de transición (para llegar al nivel de las calles urbanas), los caminos de los peatones y las bicicletas se bifurcan. Para mas precisión, se detallan las partes a continuación:



Figura 100: Emplazamiento

Para los peatones se idearon escaleras paralelas a la traza de la calzada, compuestas por 42 escalones de 20cm de contrahuella y 22cm de huella. Los mismos se encuentran interferidos por dos descansos equidistantes de 2,5m de largo, con el fin de lograr que la persona tenga un lugar para reposarse si es necesario. Cabe aclarar que el diseño de dicha estructura quedó fuera del alcance de este proyecto. Pero queda a disposición para ser una posible ampliación de este.

En el recorrido de las bicicletas, una vez concluido el camino por el puente, se propusieron tres puentes secundarios, paralelos, de estructuras idénticas al principal, que con pendientes muy poco pronunciadas (6%) logran alcanzar el nivel del terreno natural en 130 metros de desarrollo.

Dichas estructuras se configuran apoyadas en sus extremos a través de estructuras tipo torre, que son las encargadas de trasladar las cargas al suelo. Se distinguen dos tipos de torres: T1 y T2. La principal diferencia radica es como le llegan las cargas. En las T1 las cargas llegan en ambas direcciones y solicitan a dos caras distintas de la torre. Mientras que en las T2, las cargas apoyan sobre la misma cara.

5.1 Materialidad, diseño geométrico y emplazamiento

La totalidad de la super-estructura de metal y la tipología de de estructura reticulada. El sistema resistente de los puentes está compuesto por cuatro planos resistentes reticulados, dos paralelos verticales y dos paralelos horizontales.

Se decidió por este material por los siguientes motivos:

- La rapidez del montaje en obra de las piezas ya fabricadas en taller, ya que se encuentra sobre una Ruta Nacional y no se puede obturar la circulación.
- La disponibilidad que existe en el mercado local y los bajos costos de traslado de los mismos, a comparación del hormigón.
- Ventaja estética respecto a los puentes prefabricados de hormigón.

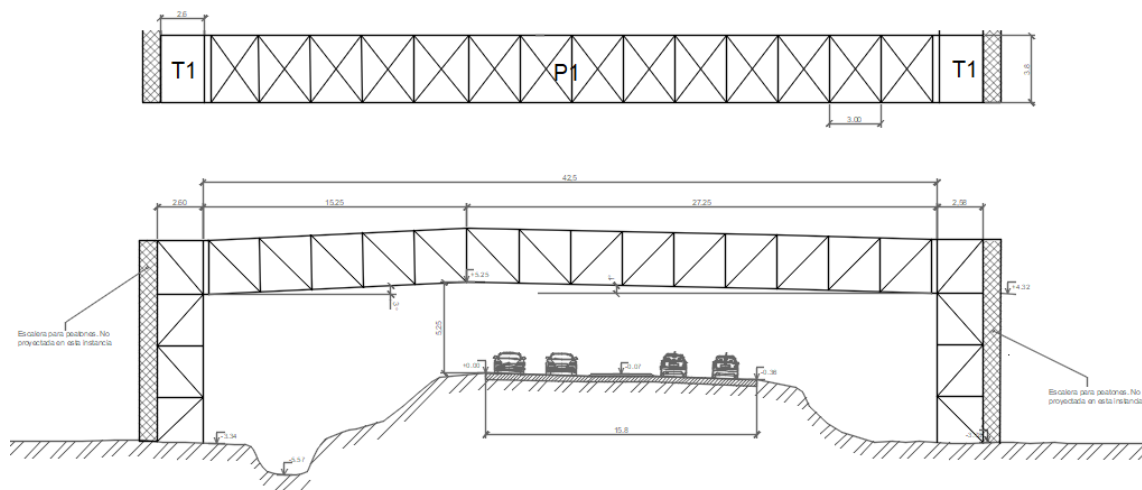


Figura 101: Emplazamiento - Vista unifilar

Las torres también configuran sistemas reticulados en sus cuatro caras. Las cargas verticales son transmitidas por los parantes y las cargas horizontales por las diagonales y montantes.

Todos los puentes (P1,P2 y P3) adoptan una longitud de 42m de largo. Pero, el puente P1 se distingue de los demás ya que el mismo presenta un ancho de 3,8m; mientras que los demás, tienen 2,6m. Este cambio se debe a que en el primero se permite la circulación de bicicletas y peatones, y en los demás solo bicicletas.

La pendiente a determinar en el diseño de ciclovías depende de un conjunto de factores. Entre ellos se encuentra: Tipo de bicicleta, ciclista, edad del ciclista, viento, superficie de rodadura.

El valor mencionado de pendiente fue obtenido del Master Plan de Ciclovías de la Ciudad de Mendoza y fue justificado sobre dos aspectos importantes a considerar:

1. El esfuerzo para ascender
2. La seguridad en los descensos

Al cumplir con los parámetros de pendientes en los ascensos, el ciclista no tiene que reducir la velocidad repentinamente, sobre todo si la pendiente se encuentra en una intersección; En los descensos, evita un desgaste inadecuado de los frenos o la pérdida de control de la bicicleta por parte del ciclista. Las pendientes máximas y deseables están calculadas en función del desnivel a superar.

Con respecto a la longitud de la pendiente, los desniveles entre el 3% y 6% no causan mayor problema en la circulación del ciclista, por lo que pueden existir tramos largos con esta inclinación. En cambio, se deben evitar las pendientes mayores al 6% ya que pueden causar fatiga.

Para pendientes entre 3 y 6% se permiten longitudes hasta 500m. Este es nuestro caso.

Otro factor a tener en cuenta en el diseño de las torres propuestas es el radio de giro mínimo permitido. Los mismos se obtienen de relaciones empíricas y están relacionados con la velocidad de diseño:

V(km/h)	R(m)
12	3,3
15	4
20	5,2
30	7,6

Tabla 1: Radio de giro - velocidad de diseño

En nuestro proyecto, se adoptaron radios de 3,3m; considerando que la velocidad de circulación de la población será la mínima.

Como primera decisión, y teniendo como resultado el proyecto de la bisisenda que abarca Avenida del Rosario y 25 de Mayo, se dispuso emplazar el puente sobre la rama Sur de la intersección, a fin de que los ciclistas que circulan por 25 de Mayo, eviten movimiento de cruce bruscos que pueden inferir en siniestros frecuentes, en caso de ubicar el puente sobre la rama Norte de la intersección

En cuanto al emplazamiento, se definió que la traza sea lo más cercana posible a la calzada de la RP34, ya que allí se encuentra la bisisenda de la comuna. Debido a la curva de giro hacia el Este - desde la RN34 a la RP34-, se proyectó inmediatamente después, debido a que el mismo producía un alargamiento evitable de la longitud del puente P1.

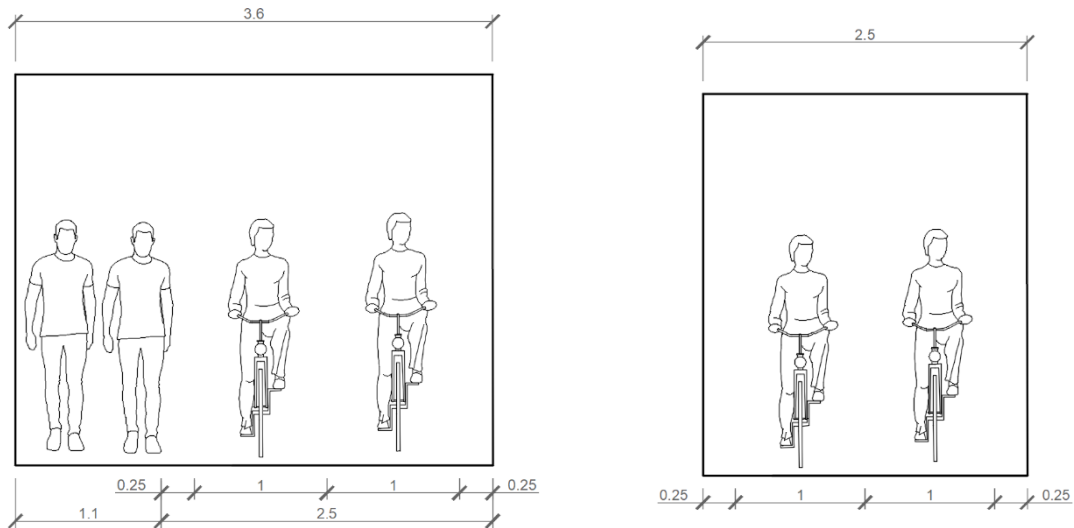


Figura 102: Medidas reglamentarias para pasarelas

5.2 Diseño geométrico

5.2.1 Pasarela peatonal + bicisenda

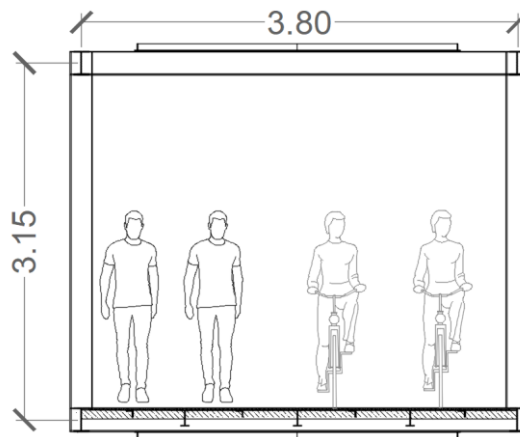


Figura 103: Corte arquitectura - Pasarela bicicleta + peatón

5.2.2 Reticulado vertical

Las estructuras reticuladas paralelas serán las encargadas de tomar las cargas verticales, que son las mayoritarias. Están compuestas por cordones, montantes y diagonales de perfil W. Varían sus dimensiones en caso de ser pasarela de solo bicicletas o de bicicleta mas peatón. Las diagonales son únicas por vano, por lo que, son capaces de tomar tracción y compresión.

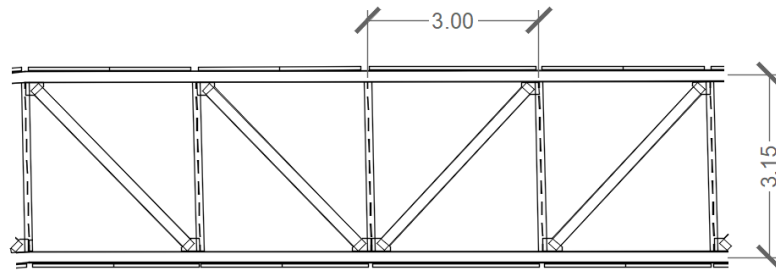


Figura 104: Corte arquitectura - Reticulado vertical

5.2.3 Reticulado horizontal

Los reticulados horizontales de las pasarelas son los encargados de transmitir las cargas horizontales generadas por el viento. Los cordones y montantes son perfiles W y las diagonales son perfiles L simples, formando cruces en cada vano, con el fin de que solo trabajen a tracción. En el medio de su longitud se encuentran unidos para disminuir su esbeltez.

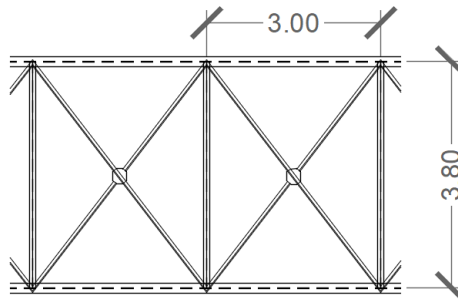


Figura 105: Corte arquitectura - Reticulado Horizontal

5.2.4 Estructura de piso

La estructura de piso es la encargada de transmitir las sobrecargas generadas por el tránsito hacia los elementos del sistema principal resistente. Trabajando como losa, su estructura se compone de perfiles IPE que trabajan a tracción, y por perfilierías secundarias como perfiles L y planchuelas, que sostienen el metal desplegado superficial. La función de los elementos secundarios es disminuir lo mas posible el espacio libre entre ellos, o entre ellos y los perfiles IPE, para disminuir el ancho de influencia del metal desplegado.

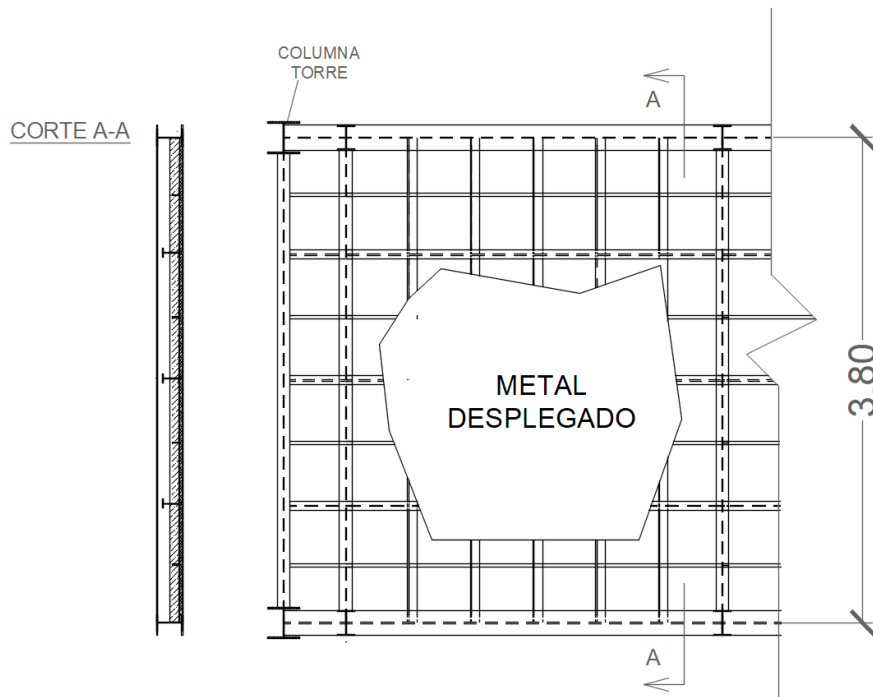


Figura 106: Corte arquitectura - Piso Pasarela

5.3 Pasarela solo bicensenda

Con el objetivo de disminuir lo máximo posible las distancias de traslado, los peatones descenderán a través de una escalera hasta el nivel final de calzada, evitando de esta manera los tramos de transición que conforman los puentes P2, P3 y P4 necesarios para la circulación de las bicicletas de forma correcta y con pendientes agradables. También, se logró disminuir la sección transversal de dichos puentes, ya que solo circularan por aquí las bicicletas.

La filosofía de diseño geométrico es la misma que la descrita anteriormente para Pasarela con peatones. A continuación, se muestran detalles arquitectónicos de dicha pasarela.

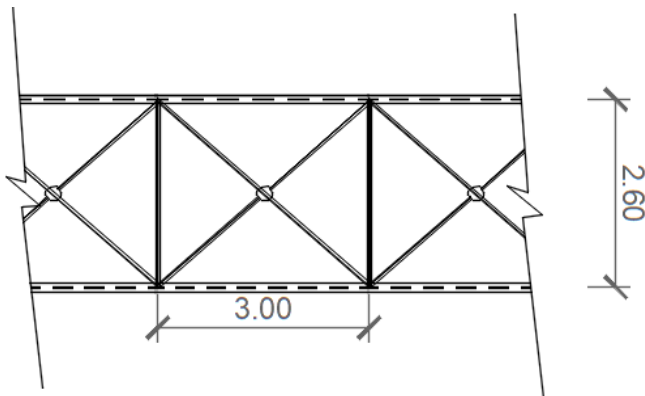


Figura107: Corte arquitectura - Reticulado horizontal

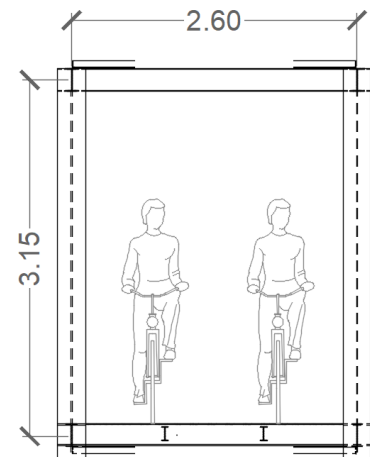


Figura 18: Corte arquitectura - Pasarela solo bicensenda

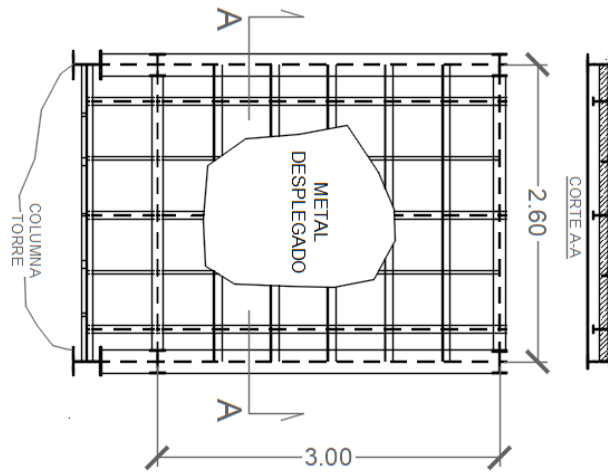


Figura 109: Corte arquitectura - Estructura de piso

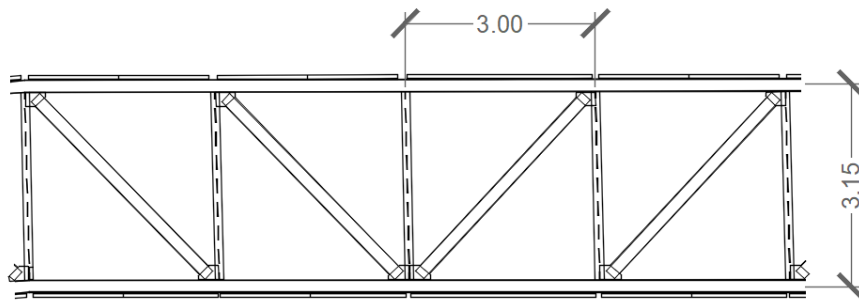


Figura 110: Corte arquitectura - Reticulado vertical

5.4 Torres – Parámetros de diseño

Denominamos Torre a las estructuras que sirven de apoyo a las pasarelas, transmitiendo las cargas a las fundaciones. Las mismas se diferencian en Torre T1 -aquellas que reciben pasarelas en ambas direcciones- y Torres T2 -aquellas que reciben ambas pasarelas en la misma dirección-

Sus estructuras conforman reticulados, es decir, sus elementos se encuentran sometidos únicamente a esfuerzos axiales. Los cordones de las pasarelas descargan directamente sobre las columnas de la misma. Dichas columnas son las secciones más solicitadas de la estructura y, en consecuencia, las secciones más grandes de todo el puente.

Los reticulados dispuestos en ambas direcciones son los encargados de transmitir los esfuerzos horizontales hacia las bases, además de acortar las longitudes de pandeo de las columnas.

En la adopción de las dimensiones en planta de las torres se tuvo en consideración que las bicicletas puedan maniobrar, y cambiar de dirección, sin tener que reducir su velocidad a cero. Para ello, se siguieron los lineamientos planteados por el documento de Master Plan de ciclovías de la ciudad de

Mendoza. El mismo, a partir de relaciones empíricas, arroja radios de giro mínimos para velocidades de circulación típicas:

V [km/h]	R [m]
12	3,3
15	4
20	5,2
30	7,6

Tabla 2: Radio de giro en función de la velocidad de diseño

En este trabajo se dimensionó el reticulado de la torre T1, ya que, la torre T2 es una combinación de dos estructuras T1.

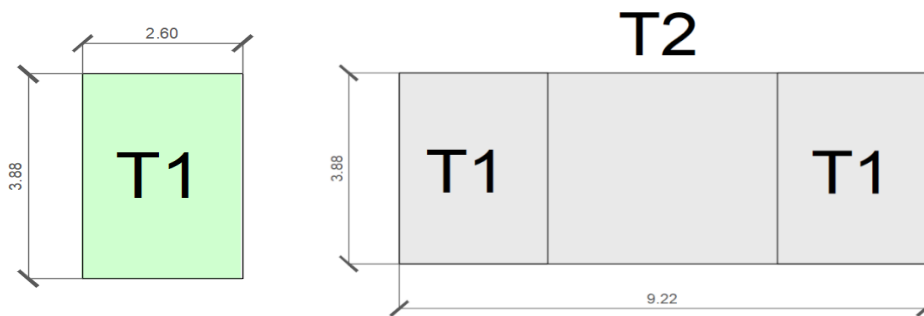


Figura 111: Superficies Torres

5.4.1 TORRE T1

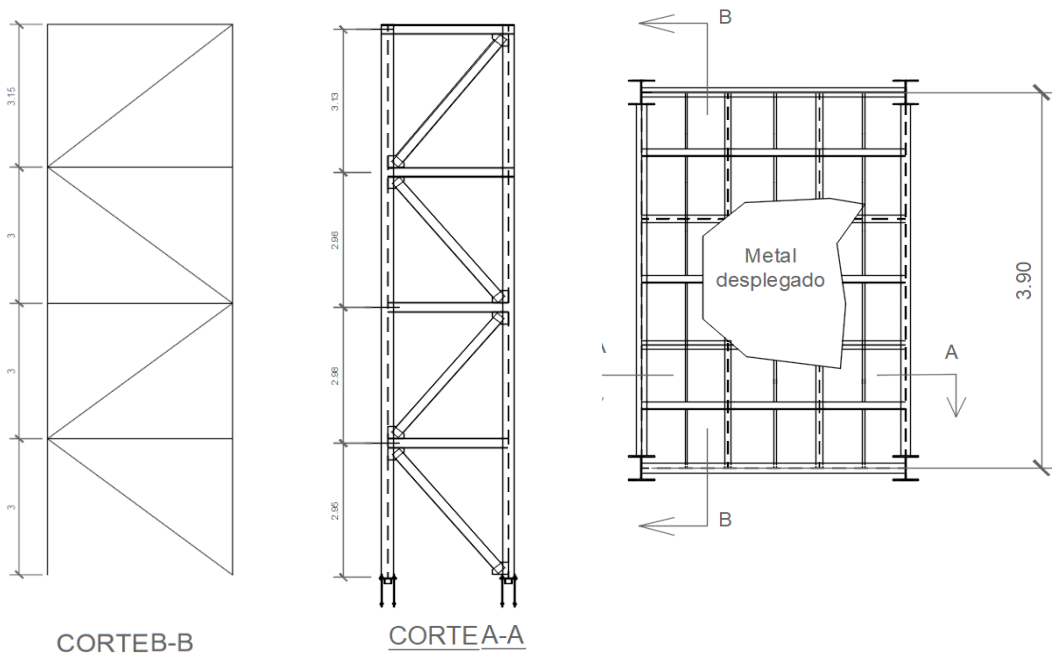


Figura 112: Estructura Torre T1

5.4.2 TORRE T2

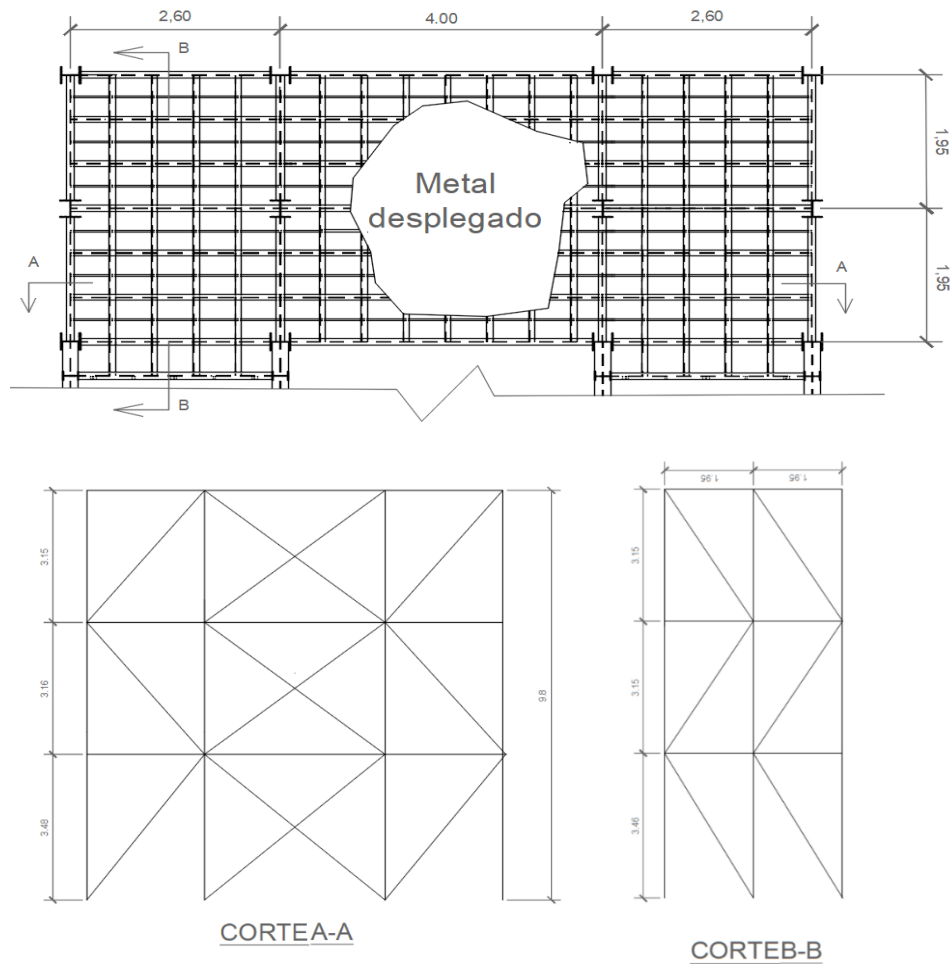


Figura 113: Estructura Torre

6 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

El estudio de Impacto Ambiental es una herramienta insoslayable para asegurar el cuidado del ambiente natural y social ante la realización de una obra industrial, urbanística u otra, partiendo del supuesto de que todo emprendimiento termina de una u otra forma, alterando el medio ambiente.

Además, proporciona una metodología sistemática para encarar la identificación y caracterización de esas posibles alteraciones y, de acuerdo con ese estudio, proponer modificaciones, alternativas o mitigaciones en pos de que el impacto negativo del proyecto u obra sobre el ambiente sea el menor posible.

Por otra parte, un beneficio que brinda este estudio es el de anticipar a los proponentes del proyecto, desde la etapa de planificación, los impactos que la misma obra provoca.

6.1 Entrevista a vecinos de la zona afectada

Como primera medida y a fin de poder encarar el tema de impacto ambiental, se realizó una breve tarea de relevamiento general de la zona en estudio. Dentro de las actividades realizadas, se relevaron hechos existentes sobre la traza a reacondicionar, como son árboles, mobiliario urbano, paradas de colectivo, y también se verificó la cota de umbral de las viviendas aledañas.

Otra de las actividades que se realizó y que constituye una primera forma de encarar el problema fue realizar breves entrevistas a vecinos de locales frentistas a la Avenida del Rosario, con el único propósito de saber cómo se ven afectados ante la problemática actual que sufren en la localidad y además tener una primera impresión de cómo reaccionan ante la eventual mejora que se propone.

En primer lugar, entramos a una panadería, y en forma de introducción nos presentamos, comentamos un poco cual era el propósito de la entrevista para luego realizar 2 o 3 preguntas acerca del problema que atraviesan ante posibles inundaciones. La primera pregunta fue orientada al tema de la inundación. Como bien se sabe y explicamos en la introducción, la cota de rasante de la avenida principal se encuentra por encima de la cota de umbral de las viviendas, ocasionando que ingrese agua hacia el interior de las mismas ante eventos de precipitaciones. Efectivamente esto es lo que pasa en la panadería. La entrevistada se mostró preocupada a la hora de comentarnos las problemáticas que le ocasionan estos eventos, para lo que se mostró predispuesta a brindar cualquier información necesaria para resolver el problema. Luego se consultó sobre algún otro tema particular que les afecte sus actividades diarias y nos comentó que, a la hora de recibir clientes, los mismos estacionan y circulan sobre la banquina de tierra ocasionando un levantamiento de polvillo que hace incómodo el bienestar en la zona. Finalmente realizamos un breve resumen de nuestro proyecto y como iba a impactar la zona en estudio, a lo que la entrevistada se mostró alegre y con muchas ganas de que el mismo se lleve a cabo.

En segundo lugar, entramos a una librería ubicada sobre la misma avenida, 2 cuadras hacia el norte, y se repitió el procedimiento antes descripto. En primera medida nos presentamos, comentamos un poco el propósito de la entrevista para posteriormente hacer un par de preguntas de como les afectan los eventos de precipitaciones a su local. La particularidad respecto a las inundaciones es que en este caso el agua no ingresaba al local propiamente dicho, ya que la cota de umbral parecía encontrarse a una altura mayor, sino que el agua que desagua desde la calzada ingresaba sobre el sótano del local. Nuevamente el entrevistado nos comentó que se encontraba cansado de dichos problemas y que necesitaba de una solución urgente. También se mostró preocupado debido a que los días de lluvia sobre la banquina, se genera un barrial debido a la tierra que presentan las banquetas, tornando la circulación incómoda. Se comentó al entrevistado la propuesta que se va a llevar a cabo y como se pretende impactar y mitigar las problemáticas actuales, para lo cual el mismo se mostró entusiasmado y agradecido.

Con las entrevistas realizadas se puede observar que nuestro proyecto es de carácter inclusivo. Se trata de una obra con un fin social importante, para lo cual resulta imprescindible tener contacto con los vecinos y empleados que sufren el día a día de las problemáticas que surgen de las precipitaciones en la zona.

6.2 Normativas vigentes en Santa Fe

La provincia de Santa Fe cuenta con una serie de normativas (incluyendo leyes, decretos y resoluciones) para la evaluación del impacto ambiental. Es por esto que los nuevos proyectos a ejecutarse dentro de los límites provinciales deberán cumplir estos condicionamientos y ser aprobados por la dependencia ambiental correspondiente.

Las leyes provinciales más importantes referidas a impacto ambiental son la “Ley N° 11717 de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable”, la “Ley N° 13723 de Medio Ambiente, Audiencias Públicas e Impacto Ambiental”, la “Ley N° 13857 de Políticas de Movilidad Sustentable” y la “Ley N° 13836 de Árbol”.

También existen decretos que complementan las leyes mencionadas anteriormente, siendo los más significativos el N° 0101/03 (anexo a la Ley 11717) y el N° 1879/13 de Seguro Ambiental.

Se menciona también la Resolución N° 292 de junio de 2013 referida a la categorización ambiental de inmuebles.

En lo que sigue se mencionan los objetivos principales de estas normativas.

✓ **Ley N° 11717 de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable y Anexo N° 0101/03.**

- Establecer dentro de la política de desarrollo integral de la provincia, los principios rectores para preservar, conservar, mejorar y recuperar el medio ambiente, los recursos naturales y la calidad de vida de la población.
- Asegurar el derecho irrenunciable de toda persona a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida y la dignidad del ser humano.
- Garantizar la participación ciudadana como forma de promover el goce de los derechos humanos en forma integral e interdependiente.

✓ **Ley N° 13723 de Medio Ambiente, Audiencias Públicas e Impacto ambiental.**

- Darle la potestad al Ministerio de Medio Ambiente de convocar, de oficio o a pedido de parte, a Audiencias Públicas a las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, responsables, potencialmente afectadas o interesadas en debatir los aspectos que hacen al impacto ambiental de los proyectos o actividades y a las acciones necesarias para prevenir y mitigar el impacto ambiental.

✓ **Ley N° 13857 de Políticas de Movilidad Sustentable.**

- Promover el desarrollo de una política de movilidad sustentable que propenda a facilitar la accesibilidad y transitabilidad urbana e interurbana con el menor perjuicio ambiental y social posible.

✓ **Ley N° 13836 de Árbol.**

- Establecer una política de estado en materia ambiental, a través de la promoción y la conservación del arbolado en todo el territorio provincial, generando un medio ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano.

✓ **Decreto N° 1879/13 de Seguro Ambiental.**

- Establecer la acreditación de un seguro por daño ambiental de incidencia colectiva como condición previa al comienzo de las actividades propias del proyecto en los términos previstos en la Ley N° 11717.

✓ **Resolución N° 292/13.**

- Someter a las subdivisiones de inmuebles y loteos con fines de urbanización a una categorización ambiental según los términos exigidos por el Decreto N° 0101/03, en función de la evaluación de sus características particulares y su entorno.

6.3 Objetivos de desarrollo sostenible

La Declaración del Milenio en el año 2000 identifica los valores y principios fundamentales que son esenciales en las relaciones internacionales. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio establecen metas para que se cumplan estos valores a nivel mundial para el año 2015 y sirven como base en las labores de la ONU durante este período.

Para el 2015, fueron transformados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), donde los 193 Estados miembro de Naciones Unidas aprobaron la Agenda 2030 que plantea dichos objetivos. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible son el plan maestro para conseguir un futuro sostenible para todos. Se interrelacionan entre sí e incorporan los desafíos globales a los que nos enfrentamos día a día, como la pobreza, la desigualdad, el clima, la degradación ambiental, la prosperidad, la paz y la justicia. Precisan la colaboración de la sociedad civil y los sectores públicos y privados, cuyo éxito significaría un mundo más igualitario y habitable,

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible son una iniciativa voluntaria que puede ser adoptada por cualquier institución que pretenda impulsar el desarrollo sostenible.

Cada uno de los 17 ODS contiene varias metas a cumplir en su horizonte temporal, y varios indicadores que ayudan a evaluar el grado de cumplimiento de estas metas. En la figura siguiente se listan los 17 ODS.



Figura 114 – Objetivos de desarrollo sostenible (Fuente: Naciones Unidas)

De los mencionados, si bien se recuerda que todos ellos se encuentran vinculados y relacionados entre sí, se tiene un impacto especial en los determinados objetivos. Se indican a continuación aquellos puntos identificados en los que se logra un efecto beneficioso hacia el mismo, y se los lista en orden de mayor a menor impacto en nuestro proyecto.

ODS 9 – INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA.

Metas por cumplir:

“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 hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.”

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

En este aspecto, se considera que el proyecto de movilidad en Ibarlucea produce un impacto considerable a favor de este objetivo, ya que se buscará brindar un espacio óptimo para la circulación, que proporcione un desarrollo económico de los locales que se encuentren en la avenida y a su vez, brindando infraestructura de calidad.

Por otro lado, se pretende llegar a los objetivos con la mayor eficiencia posible, es decir insumiendo la menor cantidad de recursos posibles y utilizando tecnologías ambientalmente racionales.

ODS 11 – CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES.

Metas por cumplir:

“11.1 De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales.”

“11.2 De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad.”

“11.7 De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad.”

Se tiene un alto impacto positivo sobre este objetivo. En primer lugar, desde el punto de vista hidráulico, lograremos resolver el problema de las inundaciones sobre las casas y locales frentistas de la avenida, asegurando el acceso a las mismas de forma segura y proporcionando los servicios básicos adecuados.

Por otro lado, la inclusión de una biciesenda sobre la avenida permitirá una movilidad segura para este tipo de movilidad, a su vez se ordenará la movilidad de los medios de transporte público como son los ómnibus.

El diseño de la intersección a nivel en el ingreso a Ibarlucea proporcionará una movilidad segura y accesible para cualquier tipo de movimiento que se quiera realizar sobre la misma, mientras que el diseño del puente peatonal sobre la Ruta Nacional N° 34 permitirá la no interferencia de la circulación peatonal con la vehicular, resultando en mayor seguridad para el peatón y evitando períodos de espera excesivos para el cruce.

ODS 8 – TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO.

Metas por cumplir:

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

En este caso se tiene un impacto positivo en este objetivo, ya que el reacondicionamiento de la avenida del Rosario mejorará el flujo de circulación en toda la localidad. Se ordenará el tránsito pasante y se agregarán carriles exclusivos de estacionamiento sobre la avenida. Esto permitirá un ordenamiento del tráfico y consecuentemente los negocios se verán más concurridos. Esto probablemente generará nuevos puestos de trabajo, pudiendo ocupar estos cupos jóvenes que demuestren buscar una superación frente a las dificultades económicas que se viven actualmente en el país.

ODS 6 – AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO.

Metas por cumplir:

“6.6 De aquí a 2030, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.”

Como parte del proyecto, se planteó la necesidad de la realización de un reservorio de agua, de manera de asegurar que el cambio en el uso del suelo y el aumento de la superficie impermeable del mismo no produzca efectos que puedan afectar el funcionamiento de la cuenca hidráulica en la que el proyecto se encuentra emplazado.

6.4 Cambio climático

El cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Estos cambios pueden ser naturales, debido a variaciones en la actividad solar o erupciones volcánicas grandes. Pero desde el siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas.

La quema de combustibles fósiles genera emisiones de gases de efecto invernadero que actúan como una manta que envuelve a la Tierra, atrapando el calor del sol y elevando las temperaturas.

Las emisiones principales de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático son el dióxido de carbono y el metano. Estos proceden del uso de la gasolina para conducir un coche o del carbón para calentar un edificio, por ejemplo. El desmonte de tierras y bosques también puede liberar dióxido de carbono. La agricultura y las actividades relacionadas con el petróleo y el gas son fuentes importantes de emisiones de metano. La energía, la industria, el transporte, los edificios, la agricultura y el uso del suelo se encuentran entre los principales emisores.

Las consecuencias del cambio climático incluyen ahora, entre otras, sequías intensas, escasez de agua, incendios graves, aumento del nivel del mar, inundaciones, deshielo de los polos, tormentas catastróficas y disminución de la biodiversidad. El cambio climático puede afectar a nuestra salud, a la capacidad de cultivar alimentos, a la vivienda, a la seguridad y al trabajo.

Muchas soluciones al cambio climático pueden aportar beneficios económicos al tiempo que mejoran nuestras vidas y protegen el medio ambiente. También contamos con marcos y acuerdos globales para guiar el progreso, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible descritos en el apartado anterior.

De acuerdo con el último inventario de Gases de Efecto Invernadero de la Argentina, el 53% de las emisiones del país están vinculadas al sector energético; el 37% agricultura, ganadería y silvicultura y otros usos de la tierra; el 6% a la industria y el 4% restante a los residuos.

Los impactos que hoy sufre el planeta obligan a tomar medidas inmediatas que implican grandes esfuerzos económicos.

Realizada esta introducción, el objetivo principal de esta sección es mostrar en detalle cuales son las actividades afectadas a nuestro proyecto que producen gases de efecto invernadero, y ver cómo están distribuidas. Para esto se toma como fuente el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y Monitoreo de Medidas de Mitigación proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

A continuación, se muestra en imágenes la interfaz del programa utilizado para mostrar los resultados referidos a los 2 sectores implicados en nuestro proyecto: Energía y Procesos Industriales.

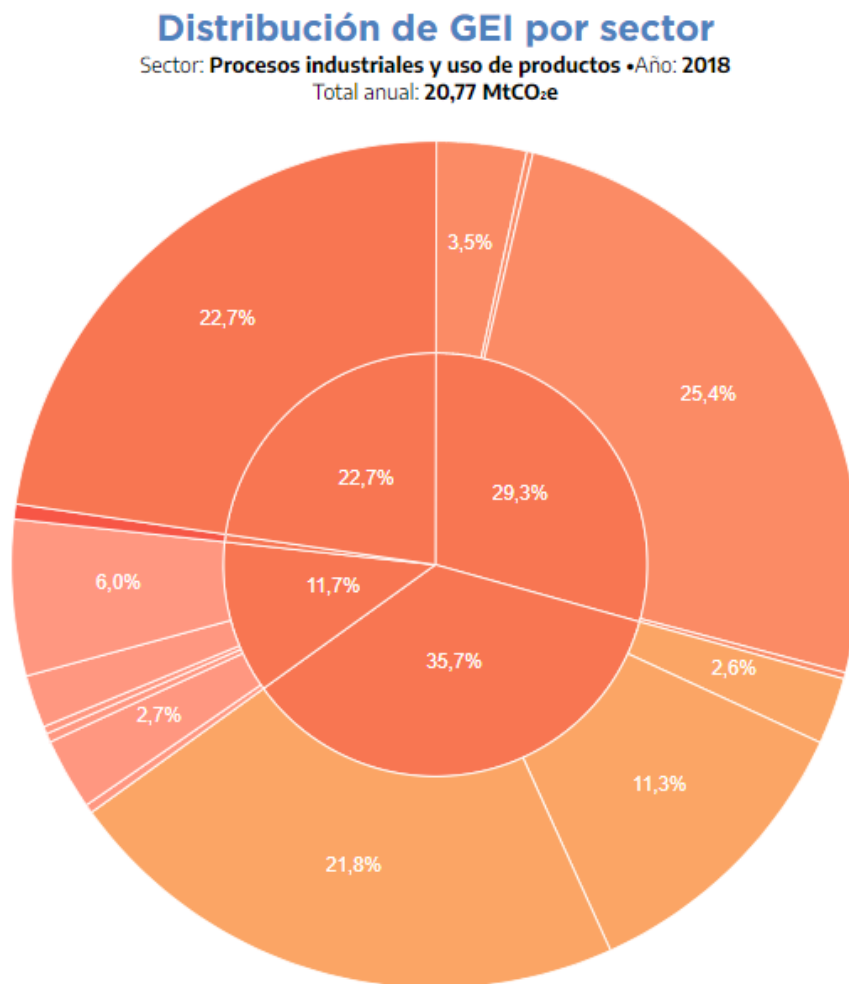


Figura 115 – Distribución Gases de efecto invernadero (Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible)

Distribución de GEI por sector

Sector: **Energía** • Año: **2018**
 Total anual: **185,49 MtCO₂e**

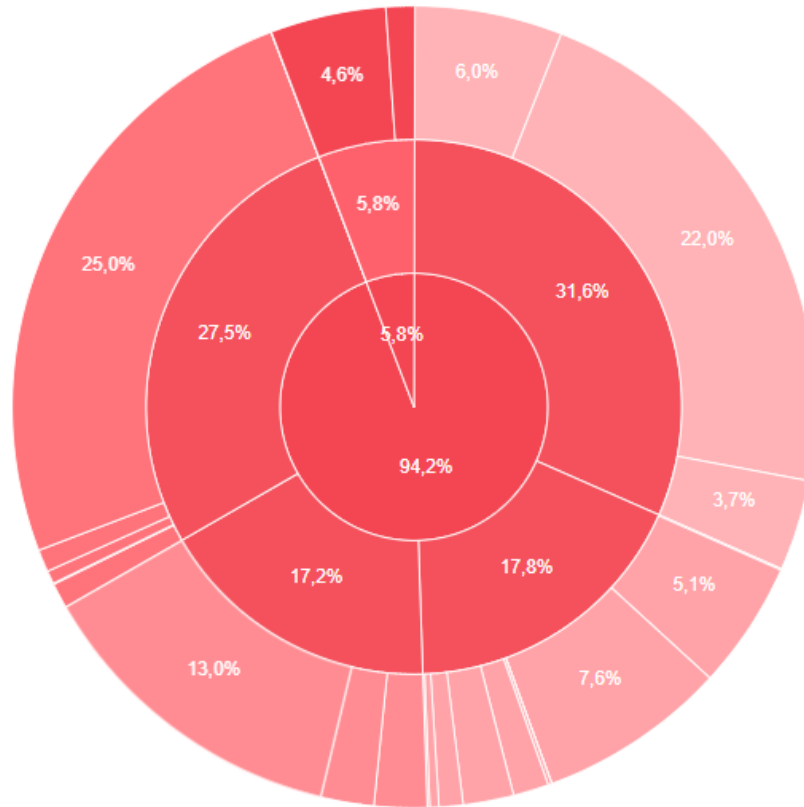


Figura 116 – Distribución Gases de efecto invernadero (Fuente: Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible)

Cada uno de estos sectores implican una cantidad significativa de actividades que provocan gases de efecto invernadero y colaboran al cambio climático. En lo que sigue se muestra una tabla detallada de cuales de todas estas actividades están implicadas en nuestro proyecto, y de las cuales debemos tener conciencia a la hora de la programación de la obra.

Distribución de GEI - Procesos industriales			
Industria de los metales	Producción de hierro y acero	5.28 MtCO ₂ e	25.40%
	Producción de aluminio	0.72 MtCO ₂ e	3.50%
Industria de los minerales	Producción de cal	4.53 MtCO ₂ e	11.30%
	Producción de cemento	2.35 MtCO ₂ e	21.80%
	Otro usos de carbonatos en los procesos	0.53 MtCO ₂ e	2.60%
Industria química	Producción petroquímica y de negro de humo	1.24 MtCO ₂ e	6.00%
	Producción de carburo	0.07 MtCO ₂ e	0.07%
Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	4.72 MtCO ₂ e	22.70%

Distribución de GEI - Energía			
Industrias de la energía	Producción de electricidad y calor	40.74 MtCO ₂ e	22.00%
Industrias manufactureras y de la construcción	Hierro y acero	9.54 MtCO ₂ e	5.10%
	Equipo de transporte	0.10 MtCO ₂ e	1.00%
Transporte	Transporte terrestre	46.41 MtCO ₂ e	25.00%
Petróleo y gas natural	Petróleo	2.15 MtCO ₂ e	1.20%
	Gas natural	8.62 MtCO ₂ e	4.60%

Como conclusión podemos afirmar que existe una conciencia de nuestro impacto en el planeta y del rol que deberíamos tomar como individuos frente a la crisis climática, pero no somos consecuentes con los esfuerzos y cambios que tenemos que aplicar como individuos y sociedades para establecer una relación mucho más saludable con nuestro entorno.

7 ANEXOS

7.1 Anexo N°01: Estudio de suelos en localidad de Ibarlucea.

Juan Carlos Rosado & Asociados
Ingenieros Civiles
Tel/Fax: (0341)4350009 - estudiodesuelos@rosadoing.com.ar - Suipacha 870 - Rosario - Santa Fe - Argentina

ESTUDIO DE SUELOS
ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS
Tel/Fax: (0341)4350009 - estudiodesuelos@rosadoing.com.ar - Suipacha 870 - Rosario - Santa Fe - Argentina

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE LA FUNDACIÓN DE UN EDIFICIO DE UNA NUEVA ESCUELA

UBICACIÓN DE LA OBRA:
San Martín y Corrientes – Ibarlucea
Provincia de Santa Fe – República Argentina

COMITENTE:
DYSCON SA
Brown 2063 – Rosario Piso 4 Of 1
Provincia de Santa Fe – República Argentina

SUMARIO DE ESTE INFORME:

- I. Objetivos del Informe. Simbología
- II. Descripción de la Metodología de Trabajo
- III. Croquis de Ubicación de las Perforaciones
- IV. Clasificación de los Suelos
- V. Perfil Estratigráfico
- VI. Cuadro de Cotas y Tensiones Admisibles
- VII. Análisis de la Capacidad Portante
- VIII. Análisis de Probables Asentamientos
- IX. Capacidad Portante de Pilotes
- X. Tabla de Pilotes
- XI. Ensayos de Laboratorio
- XII. Conclusiones

I. - OBJETIVOS DEL INFORME

- Analizar las propiedades físico-mecánicas del suelo que determinan las características de su comportamiento geotécnico.
- Determinar los parámetros de diseño necesarios para el cálculo de las fundaciones.
- Estudiar distintos sistemas de fundación y recomendar las alternativas más convenientes.
- Establecer un cuadro de cotas y tensiones admisibles.

SIMBOLOGÍA UTILIZADA

θ	Cota de Referencia
⊕ B.P.	Boca de Pozo.
N	N° de golpes del Ensayo de Penetración Terzaghi.
ω	Humedad Natural.
γ	Densidad aparente húmeda.
LL	Límite Líquido
LP	Límite Plástico
#200	Tamiz de malla n° 200 (74 micrones)
ϕ	Ángulo de fricción interna.
C	Cohesión.
mv	Módulo edométrico.
\underline{V}	Nivel de napa freática
M.A.	Muestra alterada.
T.N.	Terreno Natural.
S.U.C.S.	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
H.R.B.	Highway Research Board
V	Coefficiente de Seguridad
Q_{adm}	Tensión admisible
D _f	Cota de fundación
$E=1/mv$	Módulo de Young.
ϵ	Deformación unitaria.
G	Peso específico del suelo.
e	Relación de vacíos.
n	Porosidad

II. - RESEÑA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

A.- DE CAMPO:

Los trabajos de campo fueron comenzados y finalizados en el mes de Julio de 2021.

Se realizaron tres perforaciones de 8,00 m de profundidad respecto a boca de pozo. En las mismas se efectuó el Ensayo de Penetración Normalizado de Terzaghi (SPT) según Norma IRAM 10517/70, con toma-muestra de puntas intercambiables, a cada metro de profundidad aproximadamente. Con este procedimiento se toman muestras de cada estrato, y se acondicionan para mantener sus características inalteradas hasta la posterior realización de los ensayos de laboratorio.

Un técnico especializado en mecánica de suelos realizó en campaña un reconocimiento de las características generales del suelo en cada uno de los estratos detectados.

Respecto a hechos existentes en el predio se localizó la ubicación de los sondeos. Así mismo se determinaron las cotas de bocas de pozo mediante nivel óptico en referencia a una cota fija de fácil accesibilidad.

Recopilación de antecedentes técnicos de la zona en la cual se emplazará la obra.

Determinación de la ubicación del agua subterránea, de detectarse en la profundidad sondeada.

B.- DE LABORATORIO

A partir de las muestras tomadas en campaña, se las extrae con sumo cuidado y se confeccionan probetas para la realización de los siguientes ensayos:

Determinación de humedad según IRAM 10.519.

Determinación de densidad natural, densidad de suelo seco según ASTM D 2937.

Determinación de límite líquido según IRAM 10.513.

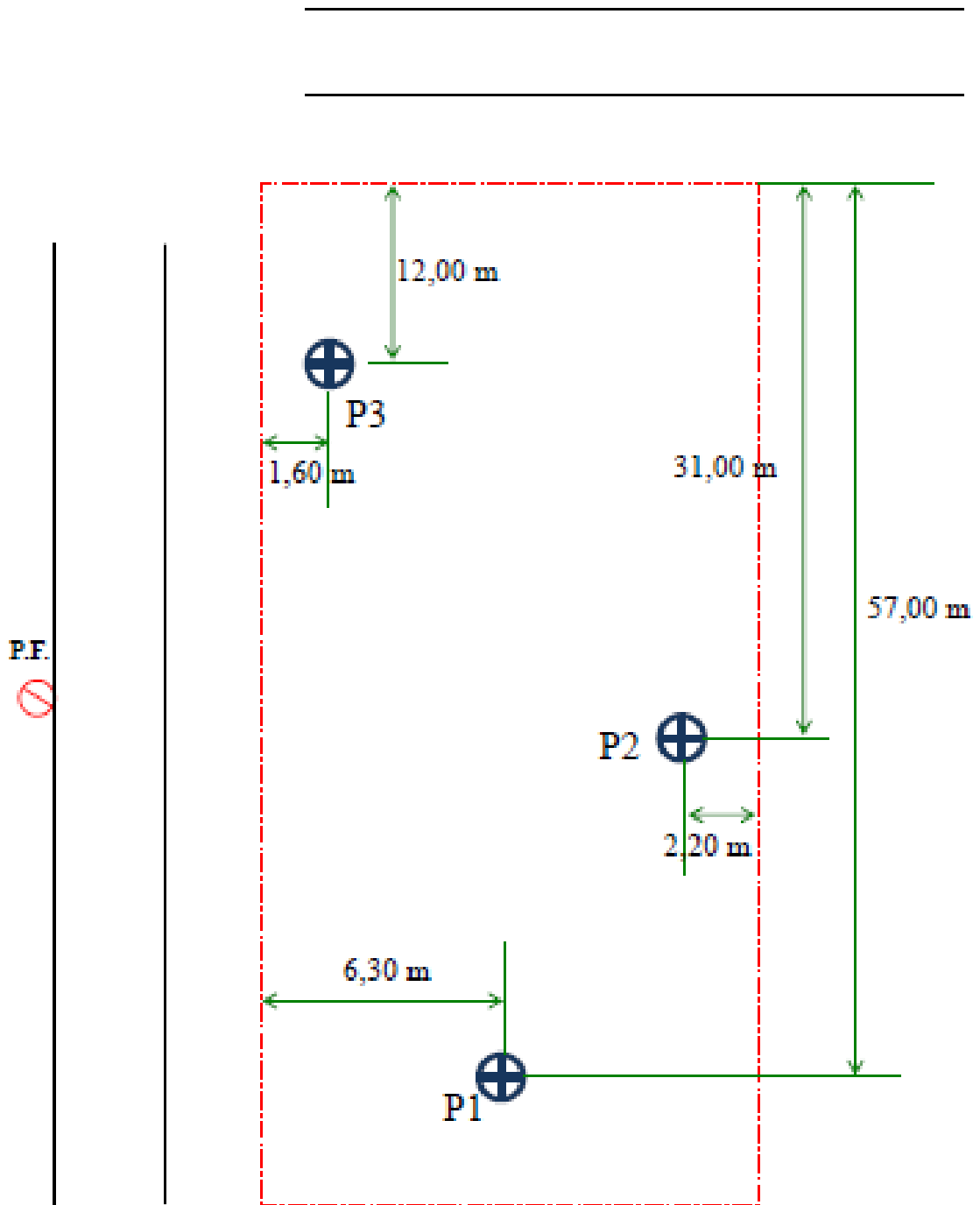
Determinación de límite plástico e índice de plasticidad según IRAM 10.502.

Clasificación de suelos por S.U.C.S. (Casagrande) según AASHTO M145-66 - IRAM 10.509.

Ensayos granulométricos sobre tamices según IRAM 10.507.

Ensayos triaxiales escalonados rápidos según IRAM 10.529/74.

III - CROQUIS DE UBICACIÓN DE LAS PERFORACIONES



Cota de referencia: Punto Fijo: Puente de ingreso en vecino de enfrente= 0.00

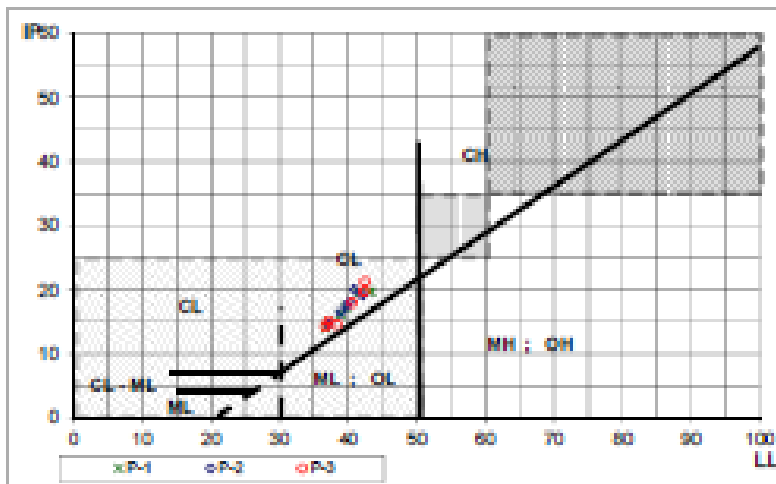
P-1 = +0,12 m P-2 = +0,07 m P-3 = -0,20 m

IV.- CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (S.U.C.S. - Casagrande)

DIVISION PRINCIPAL		SIMBOLO	NOMBRES TÍPICOS		
SUELOS DE GRUPO CU (60% o más es retenido por el tambo n° 200)	GRASAS 50% o más de la fracción gruesa es retenido en el tambo n° 4	GW	Gravas bien graduadas y mezclas de arena y grava con pocas finas o sin finas.		
		GP	Gravas y mezclas de grava y arena mal graduadas con pocas finas o sin finas.		
		GM	Gravas limosas, mezclas de grava arena y limo.		
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava arena y arcilla.		
	ARENAS más del 50% de la fracción gruesa pasa el tambo n° 4	SW	Arenas y arenas gravosas bien graduadas con pocas finas o sin finas.		
		SP	Arenas y arenas gravosas mal graduadas con pocas finas o sin finas.		
		SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
		SC	Arenas arcillosas, mezclas arena y arcilla.		
		SUELOS DE GRUPO MU (20% o más pasa por el tambo n° 200)	LIMOS Y ARCILLAS límite líquido de 50% o inferior	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas.
				CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla.
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.				
LIMOS Y ARCILLAS límite líquido superior a 50%	MH		Limos inorgánicos, arenas finas o limos micáceos o limos plásticos.		
	CH		Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.		
	OH		Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media.		
Suelos altamente orgánicos			PT	Turba, esfencol y otros suelos.	

Clasificación basada en el porcentaje de finos. Límite del 5% para el tambo n° 200 (GW, GP, SW, SP, SM, SC) y del 12% para el tambo n° 200 (GM, GC, SM, SC). Límite del 15 y el 12% se utilizan simbólicamente (GM, SW).
 Con límite líquido, límite plástico se detallan en la Carta de Casagrande.

CARTA DE CASAGRANDE.



Calificación del Potencial de Expansión según W.E.S. (Waterways Experimental Station - U.S. Army Corps of Engineers)

BAJO LL < 50 ; IP < 25
MEDIO 50 < LL < 60 y 25 < IP < 35
ALTO LL > 60 ; IP > 35

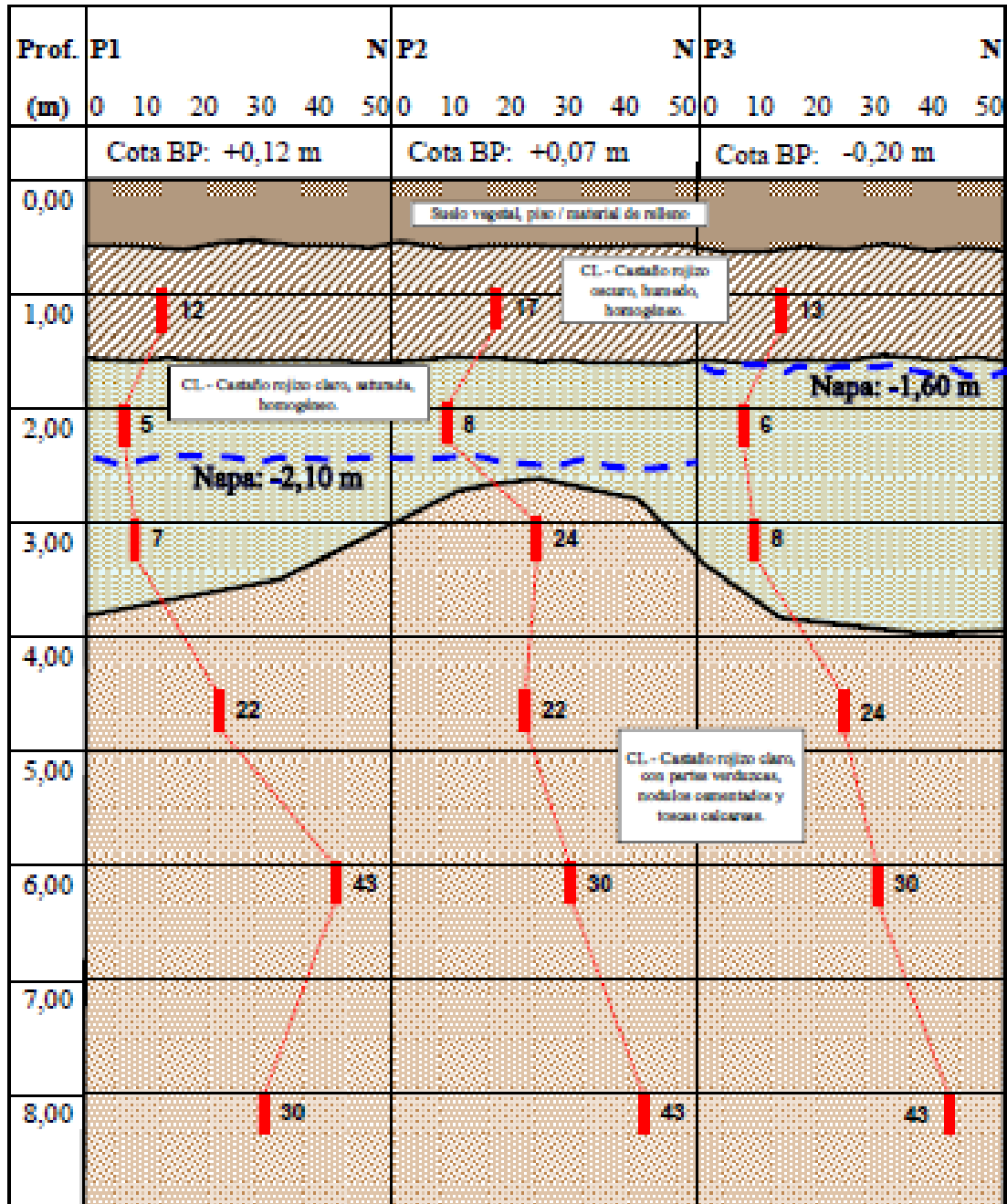
ENSAYO NORMALIZADO DE PENETRACION DE TERZAGHI (S.P.T.)

Durante la ejecución de las perforaciones se llevó a cabo el ensayo de penetración, que consiste en la hincada de las muestras a través de 45 cm del suelo, mediante una masa de 70 kg de peso y 70 cm de caída libre. El número de golpes necesario para penetrar los últimos 30 cm es el resultado del ensayo, y el mismo permite valorar la consistencia de los suelos en la siguiente forma:

Número de golpes	Consistencia
0 a 2	muy blanda
2 a 4	blanda
4 a 8	Mediamente compacta
8 a 15	compacta
15 a 30	muy compacta
más de 30	dura

V.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Se representa aquí el perfil tentativo de la estratigrafía del suelo, basado en el reconocimiento y clasificación de las muestras ensayadas en laboratorio. Además, se indican los resultados de las sucesivas realizaciones del Ensayo normalizado de penetración de Terzaghi (SPT).



VI- CUADRO DE COTAS Y TENSIONES ADMISIBLES DEL SUELO

Con los valores obtenidos del ensayo de Terzaghi (S.P.T.), los datos recopilados en las tareas de campaña y las determinaciones de laboratorio, se ha calculado la capacidad portante del suelo en los distintos niveles y se ha confeccionado el siguiente cuadro de cotas y tensiones admisibles, para cargas estáticas.

En la determinación de estos valores se consideró:

- un coeficiente de seguridad a la rotura del suelo igual a: 3
- un asentamiento máximo de: 2,5 cm.

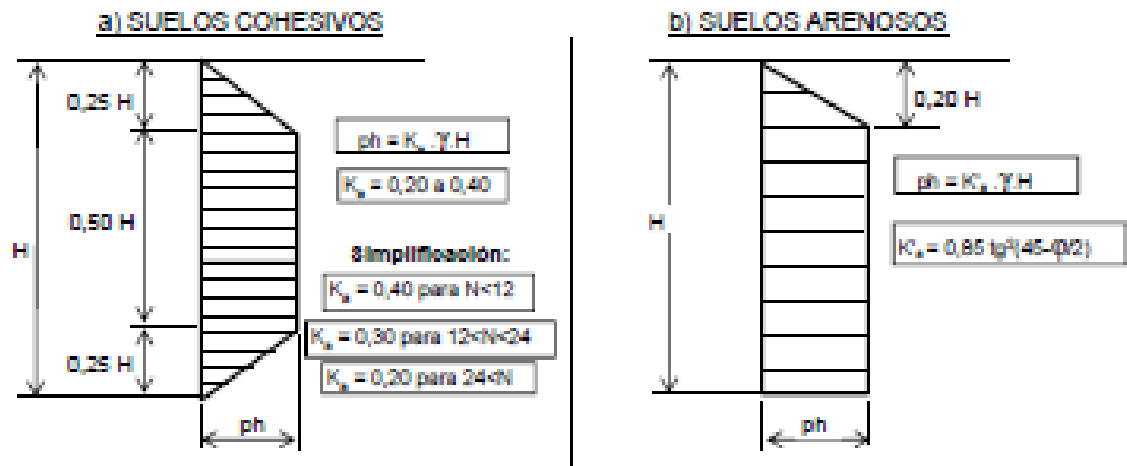
Profundidades referidas a Boca de Pozo	Cotas referidas a Nivel 0,00 de referencia	Tensiones admisibles para bases aisladas Kg/cm2	Coefficiente de Balasto (K10) Kg/cm3	Tensiones admisibles para zapatas continuas Kg/cm2
0,60	-0,60	-----	1,50	0,50
1,00	-1,00	0,90	1,70	0,90
2,00	-2,00	0,70	0,90	-----
3,00	-3,00	1,00	2,00	-----
4,50	-4,50	3,00	8,00	-----

Observaciones:

- La napa freática fue detectada a una profundidad de 2,10 m (P1) y 1,60 m (P3), durante la ejecución de los trabajos de campaña, realizados en el mes de Julio de 2021.

DIAGRAMAS DE EMPUJES EN PARAMENTOS VERTICALES

- Estos diagramas corresponden a las hipótesis de: una rotura plana, para un macizo homogéneo, con superficie libre horizontal, limitado por una pantalla vertical lisa.



VII.- DETERMINACIÓN DE LAS TENSIONES ADMISIBLES DEL SUELO

A partir de los resultados de los ensayos triaxiales y teniendo presente que la napa de agua subterránea no afecta las cotas de fundación, podemos aplicar a estos valores la fórmula general de capacidad de carga para suelos cohesivos, donde los coeficientes Nc, Nq y Ng son los indicados por Terzaghi.

$$\sigma_{adm} = q / A = \{ C N_c + (\gamma - 1) D N_q + (\gamma - 1) R_m N_\gamma \} / v, \quad v = 3$$

Para bases aisladas Lado = 2,00 m Rm = A/4 = 0,500 m.

Profund. Respecto B. P.	Profund. Confin.	P1 M1	C [kg/cm ²]	φ °	γ [N/m ³]	Nc	Nq	Ng	q [t/m ²]
-1,00	0,50	P3 M1	0,39	14	1,90	10,0	3,2	1,0	14,19
-2,00	1,50	P1 M2	0,29	7	1,70	6,7	1,7	1,0	8,12
-3,00	2,50	P1 M3	0,35	9	1,81	7,4	2,0	1,0	11,83
-3,00	2,50	P3 M3	0,37	11	1,78	8,8	2,8	1,0	15,10
-4,50	4,00	P1 M4	0,47	17	1,87	12,5	4,8	1,0	31,88
-4,50	4,00	P2 M4	0,49	18	1,88	12,5	4,8	1,0	32,30

Para zapatas continuas Ancho = 0,60 m Rm = A/2 = 0,30 m.

Profund. Respecto B. P.	Profund. Confin.	P1 M1	C [kg/cm ²]	φ °	γ [N/m ³]	Nc	Nq	Ng	q [t/m ²]
-1,00	0,70	Valor Ponderado	0,29	6,53	1,70	6,7	1,7	1,0	7,24

VIII.- ANÁLISIS DE LOS POSIBLES ASENTAMIENTOS INICIALES

Formula general: $S = DH \cdot (st - sc) \cdot k \cdot mv$

Nomenclatura:

- S: Asentamiento, en centímetros.
- DH: Espesor del manto considerado, en centímetros.
- sc: Tensión de confinamiento, en Kg/cm².
- st: Tensión aconsejada, en Kg/cm².
- g: Densidad del suelo, en kg/cm³.
- Df: Cota de fundación.
- k: Factor de fundación de la profundidad.
- mv: Módulo edométrico, en cm²/kg.

Estimación de asentamientos para zapata corrida de ancho: 0,60 m
Para cota de fundación: -0,80 m. De T.N.
Tensión de trabajo estimada: 0,80 Kg/cm²

Nº	Df cm	γ kg/cm ³	sc Kg/cm ²	(st-sc) kg/cm ²	ΔH cm	k	mv cm ² /kg	S cm
1	60	0,0019	0,111	0,689	12	1,0	0,014	0,110
2	72	0,0019	0,133	0,667	12	0,8	0,014	0,084
3	84	0,0019	0,155	0,645	12	0,4	0,014	0,038
4	96	0,0019	0,178	0,622	12	0,2	0,018	0,018
5	108	0,0019	0,200	0,600	12	0,1	0,018	0,012
ASENTAMIENTO en cm.								0,261

IX.- CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTES

Cálculo de la capacidad portante de pilotes ejecutados in situ, según el método del Ingeniero Zaven Davidian publicado en su obra "Pilotes y cimentaciones sobre pilotes".

CARACTERÍSTICAS DEL PILOTE Y DEL SUELO:

Díametro (φ): 0,40 m napa de agua (CN): -1,60 m Sin Bulbo (φ): 0,00 m
Longitud (L): 5,20 m γs: 1,85 kg/dm³
Cota Punta (Df): 6,00 m cabezal: 0,80 m

ESTRATO 1: de 0,80 m a 1,40 m
 φ1: 14 C1: 0,39 kg/cm²

Longitud 1: 0,60 m

ESTRATO 2: de 1,40 m a 3,50 m
 φ2: 7 C2: 0,29 kg/cm²

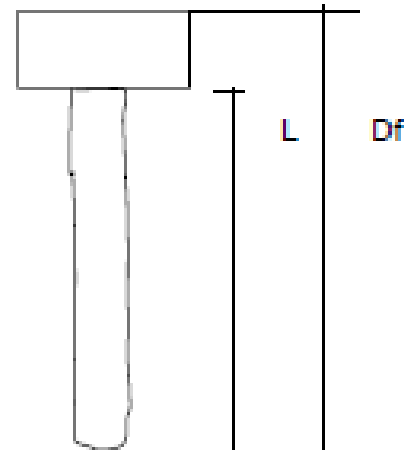
Longitud 2: 2,10 m

ESTRATO 3: de 3,50 m a 5,00 m
 φ3: 17 C3: 0,47 kg/cm²

Longitud 3: 1,50 m

ESTRATO 4: de 5,00 m a 6,00 m
 φ4: 22 C4: 0,61 kg/cm²

Longitud 4: 1,00 m



COEFICIENTES:

Factores de fricción:	φ1: 14	S _{1z} : 0,24	S ₅ : 1,46
	φ2: 7	S _{2z} : 0,13	S ₅ : 1,43
	φ3: 17	S _{3z} : 0,46	S ₅ : 2,28
	φ4: 22	S _{4z} : 0,66	S ₅ : 2,42
Factores de capacidad carga:	φ4: 22	N _c : 13,6	N _q : 6,0
Factor de forma y profundidad:	Df / φ: 15,0	φ / L: 0,08	sc . de: 1,60

RESISTENCIA DE PUNTA:

$$q = \gamma_s \cdot Df - 1,00 \cdot (Df - CN) = 6,70 \text{ t/m}^2$$

$$qp = (c' \cdot N_c + q \cdot N_q) \cdot sc \cdot de / Vp = 65,77 \text{ t/m}^2$$

Vp = 3

RESISTENCIA POR FRICCIÓN LATERAL:

$$qf = (1/2 \cdot \gamma_s \cdot Df \cdot S_{1z} + c' \cdot S_5) / V$$

qf 1 = 2,38 t/m²
qf 2 = 1,71 t/m² vf = 2,5
qf 3 = 4,62 t/m²
qf 4 = 6,51 t/m²

EJEMPLO DE APLICACIÓN:

Díam. de pta. (φ): 0,40 m	Bulbo Punta φ= 0,00 m	Reduccion L4 a = 1,00 m
Longitud (L): 5,20 m	Area apoyo = 0,1257 m ²	Perimetro fuste = 1,257 m ²
Cota Punta (Df): 6,00 m	Volumen pilote= 0,6535 m ³	Vol adic bulbo= 0,0000 m ³

Capacidad por punta:	qp * Area = 8,27 ton
Capacidad por fricción E1:	qf1 * Perimetro * L1 = 1,79 ton
Capacidad por fricción E2:	qf2 * Perimetro * L2 = 4,52 ton
Capacidad por fricción E3:	qf3 * Perimetro * L3 = 8,71 ton
Capacidad por fricción E4:	qf4 * Perimetro * L4 = 8,18 ton
Descuento Peso Propio pilote:	Vol * P _s (H') = -1,57 ton

CAPACIDAD PORTANTE TOTAL = 29,90 toneladas

X- VALORES CARACTERÍSTICOS PARA EL CÁLCULO DE PILOTES

En el siguiente cuadro se brindan los parámetros medios de resistencia de punta, resistencia por fricción, cohesión, ángulo de fricción interna, densidad y coeficiente de balasto horizontal necesarios para el cálculo de la capacidad portante de pilotes ejecutados in situ.

PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTES						
PROFUNDIDAD (m)	Capacidad de Punta (kg/cm ²)	Capacidad por fricción lateral (kg/cm ²)	Coef. de Balasto Horizontal (kg/cm ²)	Cohesión (kg/cm ²)	Fricción (°)	Densidad (kg/dm ³)
0,00 m a 1,50 m	---	0,24	70/B(cm)	0,39	14	1,85
1,50 m a 3,50 m	---	0,17	30/B(cm)	0,29	7	1,85
3,50 m a 5,00 m	2,90 - 4,30 (*)	0,46	90/B(cm) - 130/B(cm) (*)	0,47	17	1,85
5,00 m a 8,00 m	5,30 - 9,00 (*)	0,50 - 0,76 (*)	140/B(cm) - 170/B(cm) (*)	0,61	22	1,85

B = Diámetro del Pilote

(*) Para profundidades intermedias se considera válida una interpolación lineal

Nota Importante: Para considerar la tensión de punta en un estrato, la punta del pilote debe ingresar por lo menos dos diámetros en dicho estrato.

La tabla precedente es válida en pilotes que verifiquen relaciones L/D > 10

XI- ENSAYOS DE LABORATORIO

DENSIDAD NATURAL

HUMEDAD NATURAL

LIMITES DE ATTERBERG

GRANULOMETRIA SOBRE #200

COHESIÓN

ÁNGULO DE FRICCIÓN

MÓDULO EDMÉTRICO

Ing. Juan Carlos Rosado & Asociados

OBRA: SAMCO Ibarlucea - Dyscon SA

Tel / Fax (0341) 4350009 - estudiodesuelos@rosadoing.com.ar

E.S. N°: 7.777 - Página ____ de ____

SONDEO 1
FECHA: Julio de 2021.

COTA DE LA NAPA FREÁTICA: -2,10 m
COTA DE BOCA DE POZO: +0,12 m

Muestra	PROF a B.P. [m]	Cotas [m]	N S.P.T.	N° de golpes S.P.T.	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ g/cm ³	ω %	LL %	LP %	Pasa #200 (%)	Limites y granulometrías	C [kg/cm ²]	ϕ [°]	mv [cm ² /kg]
B.P.	0,00	+0,12			Suelo vegetal / Material de relleno.									
1	1,00	-0,88	12		CL	1,91	28,68	43,27	23,56	98,5				
2	2,00	-1,88	5		CL	1,70	34,17	41,65	22,12	98,7		0,29	7	0,014
3	3,00	-2,88	7		CL	1,81	37,05	39,65	22,45	97,65		0,35	9	0,011
4	4,50	-4,38	22		CL	1,87	30,81	38,89	22,78	96,36		0,47	17	0,008
5	6,00	-5,88	43		CL	1,88	24,10	37,16	22,23	95,17				
6	8,00	-7,88	30		CL	1,95	28,92	36,69	22,56	95,28				

Ing. Juan Carlos Rosado & Asociados

OBRA: SAMCO Ibarlucea - Dyscon SA

Tel / Fax (0341) 4350009 - estudiodesuelos@rosadoing.com.ar

E.S. N°: 7.777 - Página de

Muestra	PROF a B.P. [m]	Cotas [m]	N S.P.T.	N° de golpes S.P.T.	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ g/cm ³	ω %	LL %	LP %	Pasa #200 (%)	Limites y granulometrias			C [kg/cm ²]	φ [°]	mv [cm/kg]
											0	10	20			
B.P.	0.00	+0,07	—	—	Suelo vegetal / Material de relleno.		—	—	—	—						
1	1.00	-0,93	17	17	CL Castiño rojizo oscuro, húmedo, homogéneo.	1,85	44,88	42,10	22,88	98,96						
2	2.00	-1,93	8	8	CL Castiño rojizo claro, saturado, homogéneo	1,86	39,17	40,16	22,14	97,49						
3	3.00	-2,93	24	24	CL	1,86	35,45	40,94	20,92	98,16						
4	4.50	-4,43	22	22	CL Castiño rojizo claro, con partes verduzcas, nódulos cementados y toscas calcáreas.	1,86	35,09	39,80	22,25	97,82				18	0,009	
5	6.00	-5,93	30	30	CL	1,89	41,05	38,85	22,96	98,10				22	0,007	
6	8.00	-7,93	43	43	CL	1,92	35,14	37,15	22,47	98,00						

SONDEO 2

FECHA: Julio de 2021.

COTA DE LA NAPA FREÁTICA: -2,10 m
COTA DE BOCA DE POZO: +0,07 m

Ing. Juan Carlos Rosado & Asociados

OBRA: SAMCO Ibarlucea - Dyscon SA

Tel / Fax (0341) 4350009 - estudio.desuelos@rosadoing.com.ar

E.S. N°: 7.777 - Página de

Muestra	PROF a B.P. [m]	Cotas [m]	N s.p.t.	N° de golpes s.p.t.	Clasificación S.U.C.S. y descripción del suelo	γ g/cm ³	ω %	LL %	LP %	Pasa #200 (%)	Limites y granulometrías		C [kg/cm ²]	φ [°]	mv [cm/kg]
											ω %	LL %			
B.P.	0,00	-0,20	—	—	Suelo vegetal / Material de relleno.										
1	1,00	-1,20	13	13	CL Castiño rojizo oscuro, húmedo, homogéneo.	1,80	29,52	42,33	22,59	99,11		0,39	14	0,009	
2	2,00	-2,20	6	6	CL Castiño rojizo claro, saturado, homogéneo	1,84	36,58	42,48	21,24	98,78					
3	3,00	-3,20	8	8	CL Castiño rojizo claro, saturado, homogéneo	1,76	37,13	40,65	22,69	98,56		0,37	11	0,012	
4	4,50	-4,70	24	24	CL Castiño rojizo claro, con partes verduzcas, nodulos cementados y toscas calcáreas.	1,86	28,13	38,39	23,84	98,75					
5	6,00	-6,20	30	30	CL Castiño rojizo claro, con partes verduzcas, nodulos cementados y toscas calcáreas.	1,90	27,73	37,19	22,15	97,81					
6	8,00	-8,20	43	43	CL Castiño rojizo claro, con partes verduzcas, nodulos cementados y toscas calcáreas.	1,95	26,13	36,64	22,35	96,64					

SONDEO 3

FECHA: Julio de 2021.

COTA DE LA NAPA FREÁTICA: -1,60 m

COTA DE BOCA DE POZO: -0,20 m

XII.- CONCLUSIONES

A) Características generales del suelo:

A partir de haber reconocido, ensayado y clasificado en laboratorio las muestras obtenidas en campo, se puede realizar una descripción de las características generales de los suelos.

Se detecta la siguiente configuración estratigráfica:

- Un primer estrato de suelo arcilloso CL, de coloración castaño rojizo oscuro, con presencia de material de relleno, de consistencia muy compacta, que alcanza una profundidad cercana a los 1,50 m.
- Le sigue un estrato de suelo arcilloso CL, de coloración castaño rojizo claro, homogéneo, de consistencia medianamente compacta, que alcanza una profundidad variable entre los 2,70 m y 4,00 m.
- A continuación, y hasta el final de los sondeos realizados, el suelo detectado clasifica como arcilla CL, es de coloración castaño rojizo claro, con partes verduzcas, con nódulos cementados y toscas calcáreas en cantidad diversa, de consistencia muy variable entre muy compacta y dura en algunos sectores.

La napa freática fue detectada a una profundidad de 2,10 m (P1) y 1,60 m (P3), durante la ejecución de los trabajos de campaña, realizados en el mes de Julio de 2021.

B) Recomendaciones:

Teniendo presente las características de los suelos encontrados y la tipología de las estructuras a fundar, se consideran aplicables las siguientes recomendaciones:

Para el caso de cargas lineales puede optarse por la utilización de una zapata corrida o viga de fundación, dimensionando su ancho en función de las cargas actuantes con una tensión admisible de $0,80 \text{ kg/cm}^2$ y un coeficiente de balasto de $1,50 \text{ kg/cm}^3$ a una profundidad de 0,60 m respecto de nivel de terreno natural (de -0,60 m del nivel de referencia 0,00).

Según la estimación realizada en el Punto VIII, el asentamiento inicial de una base aislada de 0,60 m de ancho será del orden de 0,26 cm si se utiliza la tensión admisible recomendada. Una base más ancha ocasionará un mayor asentamiento.

Aunque no es la solución recomendada, para cargas bajas a moderadas, se podría optar por el empleo de una fundación directa mediante bases aisladas, unificadas o excéntricas, utilizando los valores de tensión admisible detallados en el cuadro del punto VI, donde a nuestro criterio resulta factible fundar a una profundidad de -1,00 m respecto

de boca de pozo (a -1,00 m respecto del nivel 0,00 de referencia), utilizando una tensión admisible de 0,90 kg/cm².

A opción mas recomendable en este caso es el empleo de una fundación profunda o indirecta mediante pilotes. En el punto IX se da el ejemplo de cálculo de la capacidad portante de un pilote preexcavado y hormigonado in situ, de diámetro 0,40 m, con la punta apoyada a -6,00 m y una longitud de fuste de 5,20 m, que arroja una capacidad portante del orden de 30 toneladas. En el punto X se brinda una tabla con los parámetros necesarios para el diseño de pilotes de otro diámetro o cota de punta.

Para el colado del Hormigón dentro de los pilotes, se deberá emplear la técnica de flujo inverso, utilizando un caño buzo por el interior de la armadura hasta el fondo de la excavación, procediendo al llenado con hormigón desde el fondo del pilote, que desaloja por diferencia de densidad el agua y el lodo del interior de la excavación, limpiando el hormigón en su ascenso las paredes de la excavación y la armadura. La precaución necesaria es cuidar que la boca del caño siempre se encuentre sumergida un metro dentro de la masa de hormigón, y que el mismo tenga el asentamiento necesario para poder deslizarse con facilidad (asentamiento 17 a 20 cm con el empleo de súper-fluidificantes). El empleo de cualquier otra metodología de llenado, no asegurará el contacto del hormigón con el suelo natural en la pared del pilote, en cuyo caso no se podrá considerar la colaboración de la resistencia por fricción lateral del pilote en la magnitud propuesta. Esta metodología, e caso de pilotes cuya punta no se encuentre por debajo del nivel freático, servirá también para evitar la disgregación de la masa de hormigón.

Los suelos encontrados presentan sensibilidad al agua desde el punto de vista de su comportamiento mecánico. Es decir, son susceptibles de reducir sus parámetros resistentes y variar su volumen ante variaciones de su contenido de humedad. Entonces, en términos generales, se recomienda diseñar y ejecutar las obras de desagües cuidando que el agua no afecte el suelo de fundación, realizando una vereda perimetral en los muros exteriores para evitar la infiltración concentrada del agua de lluvia.

Al momento de la apertura de excavaciones y/o perforaciones se recomienda una especial atención por parte del director de obra a fin de observar cualquier anomalía que eventualmente pudiera presentarse y pudiera afectar las fundaciones, y que no hubiera sido detectada en los sondeos puntuales del presente informe.

Ante las solicitaciones originadas por el efecto viento, calculadas de acuerdo al CIRSOC 102, las tensiones admisibles pueden incrementarse en un 20 %. –

Rosario, 11 de Agosto de 2021.

Juan Carlos Rosado & Asociados
Ingenieros Civiles

7.2 Anexo N°02: Cálculo del albañal sobre Avenida del Rosario

Pto captacion	3	4	5	6	7	8
TRAMO	T1	T2	T3	T4	T12	T7
Cuencas aguas arriba	0	0	4	4, 5	4, 5, 6	4, 5, 6, 7
Aguas arriba	0	0	0.0003	0.0027	0.0043	0.0054
A x C aguas arriba	0	0	0.0003	0.0022	0.0034	0.0044
TC aguas arriba [min]	0	0	10.94	13.74	15.15	16.45
CUENCA						
Cuencas Incorporadas	3	4	5	6	7	8
Area [km2]	0.0031	0.0003	0.0024	0.0016	0.0012	0.0025
C	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808
AxC	0.0025	0.0003	0.0019	0.0013	0.0009	0.0020
A x C total	0.0025	0.0003	0.0022	0.0034	0.0044	0.0064
Tc Cuenca [min]	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Tc adoptado [min]	10.00	10.00	10.94	13.74	15.15	16.45
Duración [min]	10.00	10.00	10.94	13.74	15.15	16.45
Intensidad [mm/h]	168.71	168.71	164.44	153.00	147.88	143.52
Caudal [m3/s]	0.118	0.013	0.100	0.146	0.180	0.255
CONDUCTO	1	2	3	4	5	6
Longitud [m]	148	19	119	67	65	120
Pendiente	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Material	HORMIGON	HORMIGON	HORMIGON	HORMIGON	HORMIGON	HORMIGON
Coefficiente Manning	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
Cantidad	1	1	1	1	1	1
Base de fondo [m]	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Tirante [m]	0.227	0.054	0.201	0.264	0.307	0.400
Area [m2]	0.159	0.038	0.141	0.185	0.215	0.280
Radio Hidráulico [m]	0.138	0.047	0.128	0.151	0.164	0.187
Qlluvia [m3/seg]	0.118	0.013	0.100	0.146	0.180	0.255
H albañal [m]	0.35	0.35	0.35	0.35	0.4	0.5
Vel. conducto [m/seg]	0.74	0.34	0.71	0.79	0.84	0.91
Tiempo de transito [min]	3.31	0.94	2.80	1.41	1.30	2.19
TC para la siguiente cuenca [min]	13.31	10.94	13.74	15.15	16.45	18.64

7.3 Anexo N°03: Aforo de tránsito en intersección Ruta Nacional N°34 y Ruta Provincial N°34S.

Hora	Vehículo	Mov 1	Mov 2	Mov 3	Mov 4	Mov 5	Mov 6	Mov 7	Mov 8	Mov 9	Mov 10	Mov 11	Mov 12
07:30 a 07:45	Livianos (LIV)	5	12	2	8	14	1	25	7	23	14	12	15
	Omnibus	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	1
	Camion simple (SA)	1	1	0	1	0	0	0	0	5	1	1	0
	Camion con acoplado (CA)	2	0	0	0	1	0	0	1	8	0	6	0
	Camion con semirremolque (SE)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
07:45 a 08:00	Livianos (LIV)	6	17	0	10	20	1	30	9	29	15	17	19
	Omnibus	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
	Camion simple (SA)	0	0	0	1	0	0	1	1	2	0	1	0
	Camion con acoplado (CA)	1	0	0	1	0	0	0	0	4	0	4	0
	Camion con semirremolque (SE)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
08:00 a 08:15	Livianos (LIV)	8	15	1	12	12	2	22	8	25	12	15	17
	Omnibus	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	1
	Camion simple (SA)	1	1	1	0	1	0	0	0	3	0	2	1
	Camion con acoplado (CA)	1	0	0	0	0	0	0	1	7	1	5	0
	Camion con semirremolque (SE)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
08:15 a 08:30	Livianos (LIV)	7	14	1	14	13	1	26	7	24	16	14	18
	Omnibus	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
	Camion simple (SA)	0	0	0	0	0	0	2	1	3	1	1	0
	Camion con acoplado (CA)	2	0	0	0	1	0	0	1	5	0	4	0
	Camion con semirremolque (SE)	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0

Hora	Vehículo	Mov 1	Mov 2	Mov 3	Mov 4	Mov 5	Mov 6	Mov 7	Mov 8	Mov 9	Mov 10	Mov 11	Mov 12
08:30 a 08:45	Livianos (UV)	9	19	3	8	17	0	18	9	19	15	19	21
	Omnibus	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	1	2
	Camion simple (SA)	2	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2
	Camion con acoplado (CA)	1	1	1	1	0	1	0	0	5	1	7	0
	Camion con semirremolque (SE)	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
08:45 a 09:00	Livianos (UV)	6	15	0	10	21	1	25	8	31	19	15	22
	Omnibus	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	Camion simple (SA)	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1
	Camion con acoplado (CA)	0	1	0	1	0	0	0	1	9	0	2	0
	Camion con semirremolque (SE)	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	2	0
09:00 a 09:15	Livianos (UV)	10	18	1	8	16	0	16	6	29	16	17	25
	Omnibus	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0
	Camion simple (SA)	1	1	1	1	1	0	2	1	0	2	0	0
	Camion con acoplado (CA)	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0
	Camion con semirremolque (SE)	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
09:15 a 09:30	Livianos (UV)	9	14	0	9	17	2	24	9	36	14	18	17
	Omnibus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	Camion simple (SA)	1	0	0	0	1	0	1	0	4	1	0	1
	Camion con acoplado (CA)	1	0	0	0	1	0	0	2	5	0	4	0
	Camion con semirremolque (SE)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Total		76	132	11	91	136	14	199	83	299	132	176	166
Distribución por movimiento		5%	9%	1%	6%	9%	1%	13%	5%	20%	9%	12%	11%

7.4 Anexo N°04: Aforo de tránsito en Avenida del Rosario.

Aforo Avenida del Rosario							
	Bicicletas	Motos	Livianos (LIV)	Omnibus (BU)	Camión sin acoplado (SA)	Camión con acoplado (CA)	Camion con semirremolque (SE)
10:15 a 10:30	4	4	61	0	3	0	0
10:30 a 10:45	5	4	61	2	2	0	0
10:45 a 11:00	9	9	64	2	3	0	0
11:00 a 11:15	8	9	56	3	1	0	2
11:15 a 11:30	9	8	77	0	1	0	0
11:30 a 11:45	4	12	68	1	2	0	0
11:45 a 12:00	11	7	63	2	3	0	1
12:00 a 12:15	8	12	52	1	1	0	2

	Total vehículos cada 15 min	Factor de hora pico				
10:15 a 10:30	72	0.897	0.882	0.916	0.916	0.908
10:30 a 10:45	74					
10:45 a 11:00	87					
11:00 a 11:15	79					
11:15 a 11:30	95					
11:30 a 11:45	87					
11:45 a 12:00	87					
12:00 a 12:15	76					

7.5 Anexo N°05: Memoria de Calculo Puente

A continuación, se describirá la metodología de cálculo para el dimensionamiento preliminar de las barras más solicitadas que componen la estructura del puente. Cabe aclarar que, debido a la extensión del proyecto y a los tiempos limitados, el presente desarrollo reviste el carácter de anteproyecto.

7.5.1 Datos de partida y consideraciones de diseño iniciales

Se considera un puente de 42 metros de longitud, compuesto por 14 módulos de 3m. Cada módulo conforma una sección cerrada compuesta por dos planos reticulados verticales y dos planos reticulados horizontales. Los primeros son los encargados de soportar las cargas verticales, mientras que los segundos, las cargas horizontales.

Para dotar de dimensiones a los distintos elementos se adoptaron las cargas por modulo y se calcularon las solicitaciones máximas en el módulo central, ya que, considerando que la pasarela configura una estructura apoyada-apoyada, la sección más solicitada se encuentra en el medio.

7.5.1.1 Acciones sobre la estructura

Cargas verticales:

- Peso propio de los elementos (D): Se calcula el peso propio de un módulo, sumando dichos pesos de los elementos que lo conforman, y se multiplica por la cantidad de módulos para obtener el valor total.
- Sobrecargas de uso (L): según CIRSOC 101. Según TABLA 4.1, se adoptó el valor por metro cuadrado indicado para corredores de circulación.

Cargas horizontales:

- Acciones de viento (W): Calculadas según el procedimiento analítico del Reglamento CIRSOC102. Los coeficientes de cálculos fueron los correspondientes a estructuras reticuladas.

7.5.1.2 Estados de cargas a analizar

Se utilizaron las siguientes combinaciones:

Para estados de servicio: $S = D+L+W$

Para estados últimos: $U=1,2 D+ 1,6L+ 1,5W$

7.5.2 Pasarela Peatonal + Bicisenda

7.5.2.1 Análisis de cargas

Para adoptar la sección adecuada para resistir las cargas se procede a calcular las solicitaciones máximas a las que estarán sometidos los elementos componentes de la estructura durante su vida útil.

En este ítem se calcularán solicitaciones a partir de cargas en estado limite ultimo. Esto es así, debido a que se requiere verificar las secciones propuestas a pandeo -limitante de compresión-y a tracción.

En primera instancia se proponen y se verifican los cordones. Para ello se calcula el momento flector máximo en el centro de la pasarela P1, considerando a esta como una viga apoyada en sus extremos.

Como se trata de una estructura reticulada, el parámetro de diseño determinante en los cordones, es la compresión máxima en el cordón más solicitado, y se verifica que en el mismo no se efectúen efectos de pandeo.

Para ello, las cargas deben pertenecer a una combinación de estados últimos. Se utiliza

$$ELU: q_u = 1,2 q_d + 1,6 q_L + 1,5 q_w$$

- Cargas de peso propio: Se proponen inicialmente las secciones de todos los elementos y se procede calcular el peso propio de un módulo. Dicho valor, se divide por la longitud del mismo y se aplica a lo largo de los 14 módulos que conforman la pasarela como carga repartida lineal.

	Secciones		Long x modulo	Cant x mod	Peso x mod
CARGAS PERM	Cordones Superiores	W200x71	3	2	4,18
	Cordones Inferiores	W200x46,1	3	2	2,71
	Montantes Verticales	W200x41,7	3,15	2	2,58
	Montantes Horizontales	W200x19,3	3,8	2	1,44
	Diagonales Verticales	W200x41,7	4,35	2	3,56
	Diagonales Horizontales	L57x6,4	4,84	8	2,07
	Paquete losa de piso	IPE 140		3	3
L76x7,9			0,9	9	0,49
MD 270/30			11,4	1	1,18
				Total 1 mod	19,36 kN
				Cant mod	14
				TOTAL	270,98 kN
				qd	3,23 kN/m

Tabla 1: Secciones adoptadas - Calculo cargas permanentes

qd: Carga permanente y vertical aplicada sobre la totalidad de la pasarela.

- Sobrecargas de uso: se considera del reglamento CIRSOC 102, el valor de **5 kN/m²** correspondiente al destino de Corredores de circulación.

SOBRECARGA	5	kN/m²
Ancho Infl	3,8	m
ql	19	kN/m
qs	22,23	kN/m
ELU: C1= 1,2 qD + 1,6 qL		
qu	34,27	kN/m

Tabla 2: Cálculo sobrecargas y cargas ultimas

Multiplicando este valor por el ancho de influencia obtenemos la sobrecarga vertical total, y luego dividiendo por el largo del módulo, se obtiene $q_l=19$ kN/m

Luego: $q_u = 1,2 q_d + 1,6 q_s = 33,61$ kN/m

7.5.2.2 Cargas horizontales

Acciones debidas al viento

Para la determinación de las mismas se aplica el procedimiento analítico anteriormente mencionado. Se emplea este método por ser aplicable a casi todos las tipologías estructurales y su conocimiento es de interés académico. En nuestro caso nos interesa el enfoque a estructuras reticuladas.

La presión dinámica del viento depende de la zona de emplazamiento del edificio, de la categoría e importancia del mismo, de la topografía y de la exposición, entre otros factores. Vale destacar que, al ser una estructura reticulada sin grandes superficies solidas expuestas a la acción del viento, el procedimiento arroje un valor bajo en relación a las acciones verticales.

Consideraciones iniciales

DATOS DE PARTIDA		
Ubicación	Rosario - Santa Fe	
Características	Estructura Reticulada	
	Categoría III	
	Exposición C	
Parámetros	Kzt =	1
	Kd =	0,85
	G =	0,85

Tabla 3: Datos de partida para acciones de viento

Con los datos mencionados, se procede a calcular la presión que ejerce el viento sobre un módulo de la pasarela (F) para luego obtener la fuerza total sobre los 42m de pasarela total (Ftotal). Finalmente, dividiendo por esta longitud, se obtiene la carga repartida total horizontal (quv)

Velocidad del viento: V	50	m/s
Factor de Importancia: I	1,15	-
Factor de Exposicion: z	0,964	-
Factor topográfico: Kzt	1	-
Factor de direccionalidad: Kd	0,85	-
Presion dinámica: qz	1,44	kN/m ²
Fator de ráfaga: G	0,85	-
Coefficiente de fuerza: Cf	1,8	-
Relacion entre sup solida y total expuesta: ξ	0,17	-
Sup sólida expuesta: Af	2,7	m ²
F	5,97	kN
Cant Mod	14	
Ftotal	83,52	kN
qv	1,99	kN/m
quv	2,98	kN/m

Tabla 4: Cálculo acciones de viento

- La presión dinámica se calcula para la altura de 8,5m
- El coeficiente de fuerza se obtuvo de la siguiente tabla, en función del factor ξ, que relaciona la superficie solida expuesta al viento con la superficie total de la cara plana.

ε	Elementos de caras planas	Elementos circulares	
		($D\sqrt{q_z} \leq 5,3$)	($D\sqrt{q_z} > 5,3$)
< 0,1	2,0	1,2	0,8
0,1 a 0,29	1,8	1,3	0,9
0,3 a 0,7	1,6	1,5	1,1

7.5.2.3 Cálculo de solicitaciones máximas

Con las cargas ultimas obtenidas, se procede a calcular las solicitaciones máximas de los elementos indicados en la figura siguiente. Los cuáles serán los determinantes según los análisis de cargas.

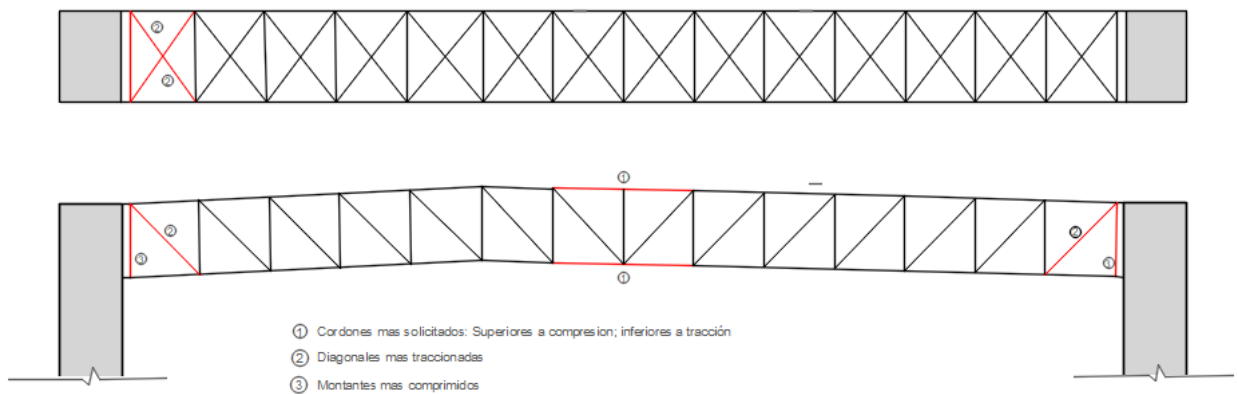


Figura 1: Elementos más solicitados

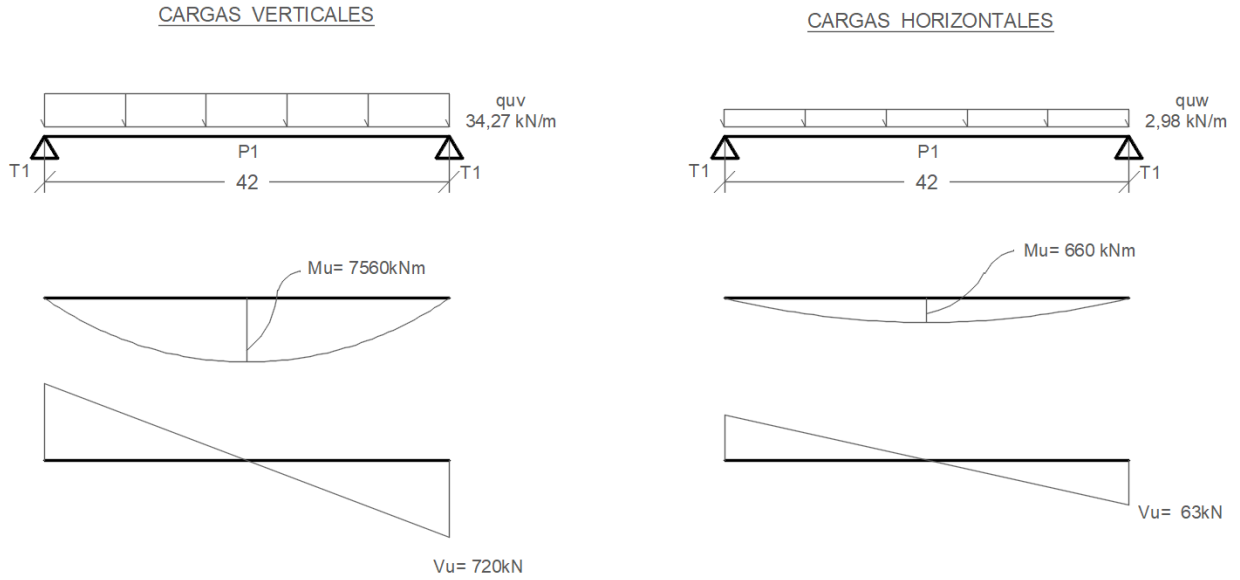


Figura 2: *Calculo solicitaciones máximas*

Con los momentos máximos y adoptando que los mismos se aplican en el centro geométrico de la sección doblemente simétrica, se obtienen los valores de compresión y tracción máxima de los cordones. Con dichos valores se verifican las secciones de cordones adoptadas. Vale aclarar que, en las solicitaciones axiales, y ante la misma configuración geométrica, la sollicitación determinante es la Compresión. Por ello, los cordones superiores serán secciones mas resistentes que las inferiores, sollicitadas a tracción.

Con los valores de corte máximo en los extremos, se verifican los montantes -comprimidos- y las diagonales -traccionadas- adoptadas.

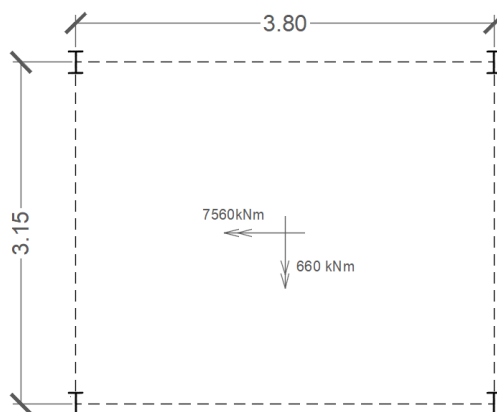


Figura 3: *Corte sección central más sollicitada*

Para obtener las solicitaciones axiales máximas de los cordones se distribuyeron los momentos últimos actuando de forma simultánea, considerando una sección doblemente simétrica e isostática.

Las solicitaciones ultimas en los montantes coinciden con el corte máximo en las esquinas y mediante la geometría del reticulado se obtuvieron los esfuerzos de las diagonales.

Cordones Superiores		
Mu vert	7556,77	kNm
Mu horiz	657,70	kNm
h seccion	3,15	m
b seccion	3,8	m
Nu max (-)	1286,03	kN

Montantes verticales		
qu vert	34,27	kN/m
L	3,15	m
Nu mont (-)	719,69	kN

Diagonales verticales		
L	4,35	m
Nu diag (+)	993,86	kN

Montantes Horizontales		
qu horiz	4,47	kN/m
L	3,8	m
Nu mont (-)	93,96	kN

Diagonales Horizontales		
L	4,84	m
Nu diag (+)	119,71	kN

Tabla 5: Calculo solicitaciones máximas por elemento

7.5.2.4 Verificación de secciones adoptadas

Con las solicitaciones máximas, se procede a verificar cada elemento:

7.5.2.4.1 Cordones

Los cordones son los elementos mas solicitados. Y dentro de ellos, los cordones superiores, que son aquellos más comprimidos:

Pandeo Global		
Pandeo según X		
k_x	1	
L_x	300	cm
λ_x	33,37	
Pandeo según Y		
k_y	1	
L_y	300	cm
λ_y	57,9	
λ_c	0,63	
F_{cr} [kN/cm ²]	19,88	
ϕ	0,85	
P_d [kN]	1284,4	
P_u/P_d	0,95	VERIFICA

Pandeo Local		
Alma		
E	21000	kN/cm ²
f_y	23,5	kN/cm ²
λ_r	44,54	
h/t_w	25,9	VERIFICA
b/t	8,09	VERIFICA

Luego, se adopta:

- Cordones superiores: W200x71
- Cordones inferiores: W200x46,1

7.5.2.4.2 Montantes Verticales

Los montantes determinantes para el dimensionamiento se encuentran solicitados a compresión. Se verifican:

Pandeo Global		
Pandeo según X		
k_x	1	
L_x	315	cm
λ_x	36,08	
Pandeo según Y		
k_y	1	
L_y	315	
λ_y	101,6	
λ_c	1,11	
F_{cr} [kN/cm ²]	14,05	
ϕ	0,85	
P_d [kN]	408,4	
P_u/P_d	0,94	VERIFICA

Pandeo Local		
Alma		
E	21000	kN/cm ²
f_y	23,5	kN/cm ²
λ_r	44,54	
h/t_w	25,9	VERIFICA
b/t	8,09	VERIFICA

Luego, se adopta:

- Montantes verticales: W200x41,7

7.5.2.4.3 Diagonales Verticales

Las diagonales del reticulado vertical más solicitadas son las más próximas a las torres, trabajando a tracción.

Diseño a Traccion		
Fluencia en seccion Bruta		
ϕ_t	0,9	
f_y	23,5	kN/cm ²
A_g	29	cm ²
P_{d1}	613,35	kN
Rotura en la seccion neta		
ϕ_t	0,75	
F_u	37	kN/cm ²
A_e	23,2	cm ²
P_{d2}	643,8	kN
P_d	613,35	kN
P_u/P_d	0,8632	VERIFICA

Verificacion Esbeltez		
k_x	1	
L_x	435,00	cm
λ_x	51,97	
Pandeo según Y		
k_y	1	
L_y	435,00	
λ_y	195,9	
λ_{crit}	195,9	VERIFICA

Luego, se adopta:

- Diagonales verticales: W200x41.7

7.5.2.4.4 Montantes Horizontales

Los montantes de los reticulados horizontales mas solicitados son aquellos más próximos a las torres. Los mismos trabajan a compresión.

Pandeo Global		
Pandeo según X		
k_x	1	
L_x	380	m
λ_x	46,34	
Pandeo según Y		
k_y	1	
L_y	380	
λ_y	179,2	
λ_c	1,96	
F_{cr} [kN/cm ²]	5,39	
ϕ	0,85	
P_d [kN]	88,9	
P_u/P_d	0,53	VERIFICA

Pandeo Local		
Alma		
E	21000	kN/cm ²
f_y	23,5	kN/cm ²
λ_r	44,54	
h/t_w	39,44	VERIFICA
b/t	9,62	VERIFICA

Luego, se adopta:

- Montantes horizontales: W200x19,3

7.5.2.4.5 Diagonales Horizontales

Las diagonales de los reticulados horizontales más solicitadas serán aquellas de los vanos extremos. Las mismas trabajan únicamente a tracción, considerando que el viento acciona desde las dos direcciones del reticulado.

Fluencia en sección Bruta		
ϕ_t	0,9	
f_y	23,5	kN/cm ²
A_g	6,96	cm ²
P_{d1}	147,20	kN
Rotura en la sección neta		
ϕ_t	0,75	
F_u	37	kN/cm ²
A_e	5,568	cm ²
P_{d2}	154,51	kN
P_d	147,204	kN
P_u/P_d	0,4066	VERIFICA

Verificacion Esbeltez		
k_x	1	
L_x	242,07	cm
λ_x	140,74	
Pandeo según Y		
k_y	1	
L_y	55,44	
λ_y	32,2	
λ_{crit}	140,7	VERIFICA

Luego, se adopta:

- Diagonales horizontales: L57x6,4

7.5.2.5 Estructura de Piso

Se verifican los perfiles doble T paralelos a la dirección del tránsito, los mismos trabajan a flexión:

Flexión		
Plastificación		
My [kNm]	1,8	
Mp [kNm]	20,7	
1,5 My [kNm]	2,7	
Mp [kNm]	20,7	
Pandeo lateral torsional		
Cb	1,27	
Lb [cm]	300	
Lp [cm]	77	
Lr [cm]	263	
Lb > Lr		
X1 [Mpa]	20636,0	
Mpl<Mcr [k]	14,3	
Mn [kNm]	14,3	
Ø	0,9	
Md [kNm]	12,84	
Mu/Md	0,71	VERIFICA

Análisis de cargas		
Sobrecarga	5,00	kN/m ²
Ancho influencia	1,00	m
qL	5,00	kN/m
qD	0,127	kN/m
qU	8,15	kN/m
Longitud	3,00	m
Mu	9,17	kNm

Luego, se adoptan:

- Largueros de piso: IPE 140

7.5.3 Pasarela solo Bicisenda

De acuerdo a lo comentado anteriormente en la memoria descriptiva, las pasarelas que utilizaran las bicicletas para transitar desde el nivel de pasarela P1 hasta el nivel de terreno natural, será idéntica geométrica y estructuralmente a la pasarela P1.

El diseño de sus elementos replica el procedimiento realizado para la pasarela bicisenda mas peatón. Debido a que disminuye la sección transversal y por ende, el peso propio y la carga debido al tránsito, se lograron disminuir algunas secciones, respecto a la pasarela P1.

CARGAS PERM	Secciones		Long x modulo	Cant x mod	Peso x mod
	Cordones Inferiores	W200x52	3	2	3,06
	Cordones Superiores	W200x31,3	3	2	1,84
	Montantes Verticales	W200x41,7	3,15	2	2,58
	Montantes Horizontales	W200x15	2,6	2	0,77
	Diagonales Verticales	W200x41,7	4,35	2	3,56
	Diagonales Horizontales	L57x6,4	3,97	8	1,70
	Paquete losa de piso	IPE 140		3	2
L76x7,9			0,9	9	0,49
MD 270/30			7,8	1	0,81
				Total 1 mod	15,57 kN
				Cant mod	14
				TOTAL	217,92 kN
				qd	2,59 kN/m

Tabla 6: Puente bicisenda - Secciones adoptadas

SOBRECARGA	5	kN/m ²
Ancho Infl	3,8	m
q _l	19	kN/m
q _s	21,59	kN/m
ELU: C1= 1,2 q _D + 1,6 q _L		
q _u	33,51	kN/m

Tabla 7: Puente bicusenda - Cálculo sobrecargas

7.5.3.1 Cargas horizontales

V	50	m/s
I	1,15	
K _z	0,964	
K _{zt}	1	
K _d	0,85	
q _z	1,44	kN/m ²
G	0,85	
C _f	1,8	
ξ	0,17	
A _f	2,7	m ²
F	5,97	kN
Cant Mod	14	
Ftotal	83,52	kN
q _v	0,99	kN/m
q _{uv}	1,49	kN/m

Tabla 8: Puente bicusenda - Calculo acciones de

7.5.3.2 Cálculo de solicitaciones

Cordones	
Mu vert	7389,63 kNm
Mu horiz	328,85 kNm
h seccion	3,15 m
b seccion	3,8 m
Nu max (-)	1216,23 kN

Montantes horizontales	
qu horiz	2,24 kN/m
L	3,8 m
Nu mont (-)	46,98 kN

Diagonales horizontales	
L	4,84 m
Nu diag (+)	59,85 kN

Montantes verticales	
qu vert	33,51 kN/m
L	3,15 m
Nu mont (-)	703,77 kN

Diagonales verticales	
L	4,35 m
Nu diag (+)	971,88 kN

Tabla 9: Puente Bicusenda - Calculo de solicitaciones

7.5.3.3 Verificación secciones adoptadas

7.5.3.3.1 Cordones

Pandeo Global		
Pandeo según X		
k_x	1	
L_x	150	cm
λ_x	17,30	
Pandeo según Y		
k_y	1	
L_y	150	cm
λ_y	36,7	
λ_c	0,40	
F_{cr} [kN/cm ²]	21,98	
ϕ	0,85	
P_d [kN]	853,7	
P_u/P_d	0,77	VERIFICA

Pandeo Local		
Alma		
E	21000	kN/cm ²
f_y	23,5	kN/cm ²
λ_r	44,54	
h/t_w	25,9	VERIFICA
b/t	8,09	VERIFICA

Luego, se adopta:

- Cordones superiores: W200x52
- Cordones inferiores: W200x31,3

7.5.3.3.2 Montantes Verticales

Pandeo Global		
Pandeo según X		
k_x	1	
L_x	315	cm
λ_x	36,08	
Pandeo según Y		
k_y	1	
L_y	315	
λ_y	101,6	
λ_c	1,11	
F_{cr} [kN/cm ²]	14,05	
ϕ	0,85	
P_d [kN]	408,4	
P_u/P_d	0,91	VERIFICA

Pandeo Local		
Alma		
E	21000	kN/cm ²
f_y	23,5	kN/cm ²
λ_r	44,54	
h/t_w	25,9	VERIFICA
b/t	8,09	VERIFICA

Luego, se adopta:

- Montantes de reticulado vertical: W200x41,7

7.5.3.3.3 Diagonales Verticales

Diseño a Traccion		
Fluencia en seccion Bruta		
Φt	0,9	
f_y	23,5	kN/cm ²
A_g	29	cm ²
P_{d1}	613,35	kN
Rotura en la seccion neta		
Φt	0,75	
F_u	37	kN/cm ²
A_e	23,2	cm ²
P_{d2}	643,8	kN
P_d	613,35	kN
P_u/P_d	0,8326	VERIFICA

Verificacion Esbeltez		
k_x	1	
L_x	435,00	cm
λ_x	51,97	
Pandeo según Y		
k_y	1	
L_y	435,00	
λ_y	195,9	
λ_{crit}	195,9	VERIFICA

Luego, se adopta:

- Diagonales de reticulado vertical: W200x41,7

7.5.3.3.4 Montantes Horizontales

Pandeo Global		
Pandeo según X		
k_x	1	
L_x	380	m
λ_x	46,34	
Pandeo según Y		
k_y	1	
L_y	380	
λ_y	179,2	
λ_c	1,96	
F_{cr} [kN/cm ²]	5,39	
ϕ	0,85	
P_d [kN]	88,9	
P_u/P_d	0,53	VERIFICA

Pandeo Local		
Alma		
E	21000	kN/cm ²
f_y	23,5	kN/cm ²
λ_r	44,54	
h/t_w	39,44	VERIFICA
b/t	9,62	VERIFICA

Luego, se adopta:

- Montantes de reticulado horizontal: W200x15

7.5.3.3.5 Diagonales Horizontales

Fluencia en seccion Bruta		
Φ_t	0,9	
f_y	23,5	kN/cm ²
A_g	6,960	cm ²
P_{d1}	147,20	kN
Rotura en la seccion neta		
Φ_t	0,75	
F_u	37	kN/cm ²
A_e	5,568	cm ²
P_{d2}	154,51	kN
P_d	147,204	kN
P_u/P_d	0,4066	VERIFICA

Verificacion Esbeltez		
k_x	1	
L_x	242,07	cm
λ_x	140,74	
Pandeo según Y		
k_y	1	
L_y	55,44	
λ_y	32,2	
λ_{crit}	140,7	VERIFICA

Luego, se adopta

- Diagonales de reticulado horizontal: L57x6,4

7.5.3.3.6 Estructura de Piso

Flexión		
Plastificación		
M_y [kNm]	1,8	
M_p [kNm]	20,7	
$1,5 M_y$ [kNm]	2,7	
M_p [kNm]	20,7	
Pandeo lateral torsional		
C_b	1,27	
L_b [cm]	300	
L_p [cm]	77	
L_r [cm]	263	
$L_b > L_r$		
X_1 [Mpa]	20636,0	
$M_{pl} = M_{cr}$ [k]	14,3	
M_n [kNm]	14,3	
\emptyset	0,9	
M_d [kNm]	12,84	
M_u/M_d	0,71	VERIFICA

Análisis de cargas	
Sobrecarga	5,00 kN/m ²
Ancho influencia	1,00 m
q_L	5,00 kN/m
q_D	0,127 kN/m
q_U	8,15 kN/m
Longitud	3,00 m
M_u	9,17 kNm

Luego, se adopta

- Largueros de piso: IPE 140

7.5.4 Torre

7.5.4.1 Torre T1

La torre T1 se compone de 4 estructuras reticuladas en sus caras. Las columnas A,B,C y D son los elementos más solicitados, ya que, son los encargados de transmitir las cargas verticales a las fundaciones. Los cordones de las pasarelas se encuentran directamente vinculados a estas. Las estructuras reticuladas cumplen la función de transmitir los esfuerzos horizontales y de disminuir las longitudes de pandeo de las columnas.

Para el dimensionamiento de las columnas, se tomó el esfuerzo máximo que es el que toma la columna B, ya que recibe influencia de ambas pasarelas. Esta misma, en estado límites últimos, se verificó a pandeo.

Para el cálculo de los montantes y diagonales se tomaron las cargas horizontales de viento en ambas direcciones, para el caso del reticulado más grande (Vista B-B) ya que es el determinante.

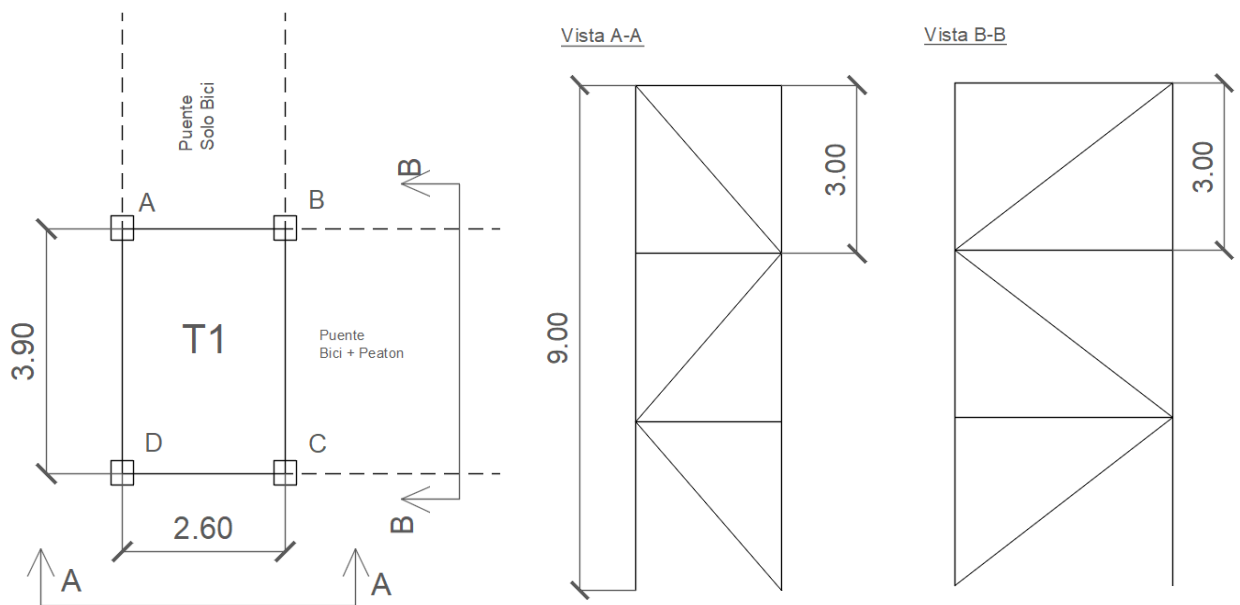


Figura 4: Esquema Torre T1

7.5.4.2 Análisis de cargas

7.5.4.2.1 Columna – cargas verticales - dimensionamiento

Se calcula la carga de la columna B ya que es la más solicitada debido a la influencia de ambas pasarelas. Para ello, se calculan independientemente las cargas últimas de apoyo de las pasarelas. Luego, a ella se le adicionan -mayoradas- la sobrecarga sobre el piso de la torre y el peso propio de la misma.

Paralelamente se realiza el análisis en estado de servicio, para luego calcular la longitud de los pilotes de fundación.

EN ELU			EN ELS				
q u (B+P)	36,52	kN/m			qs (B+P)	12,05	kN/m
L	42	m			L	42	m
PuC	383,41	kN			PuC	126,50	kN
q u (B)	35,22	kN/m			q s (B)	23,02	kN/m
L	42	m			L	42	m
PuA	369,79	kN			PuA	241,66	kN
PuB	753,20	kN	Columna mas solicitada		PuB	368,16	kN
L Total	9	m			L Total	9	m
L No Arriostr	6	m			L no arriostr	6	m

Se obtuvo **PuB** que es la carga ultima provenientes de las pasarelas. Luego, se calcula la carga total sumando las influencias internas de la Torre y el peso propio de la columna.

A continuación, se calcula el peso propio y la sobrecarga de todos los elementos que componen la torre.

	Cant	Long	Peso	Unidad	Seccion Adop
Columna	4	9	11,05	kN	W250x73
Montantes	4	2,6	1,33	kN	W150x13
	4	3,8	1,94	kN	W150x13
Diagonales	6	4,84	8,92	kN	W150x24
	6	3,97	7,31	kN	W150x24
Largueros	2	3,90	1,21	kN	IPE 160
Transversales	2	2,60	0,53	kN	IPE 120
		Area	Peso		
Piso torre	1	10,14	1,05	kN	
		TOTAL	33,34	kN	
		En COL B	10,00	kN	

Sobrecarga sobre Columna mas solicitada	
L	5 kN/m ²
Ainfl	9,88 m ²
PL COL B	19,76 kN

Carga total sobre Columna B	1459,34 kN
------------------------------------	-------------------

La carga total de la columna de compresión es: **PuB = 1459,34 KN**

7.5.4.2.2 Cargas horizontales

Se calculan las cargas generadas por el viento sobre las pasarelas. Las mismas van a ser transmitidas por los reticulados hacia las fundaciones.

Debidas al viento EN ELS						
Viento ESTE-OESTE			Viento SUR-NORTE			
qs	1,99	kN/m ²	quv	1,99	kN/m ²	
L Influencia	42	m ²	L Influencia	42	m ²	
Rh T1 = Rh T2	41,76	kN	Rh T1 = Rh T2	41,76	kN	
Calculo sobre fundacion			Calculo sobre fundacion			
h Torre	9	m	h Torre	9	m	
Mf	375,829	kNm	Mf	375,83	kNm	
Nu	72,275	kN	PILOTES	Nu	49,45	kN
Tu	72,275	kN		Tu	49,45	kN
Ns Max (-)	121,726					
Ts Max (+)	121,726					
Debidas al viento EN ELU						
Viento ESTE-OESTE			Viento SUR-NORTE			
quv	2,98	kN/m ²	quv	2,98	kN/m ²	
L Influencia	42	m ²	L Influencia	42	m ²	
Rh T1 = Rh T2	62,64	kN	Rh T1 = Rh T2	62,64	kN	
Calculo sobre fundacion			Calculo sobre fundacion			
h Torre	9	m	h Torre	9	m	
Mf	563,743	kNm	Mf	563,74	kNm	
Nu	108,412	kN	PILOTES	Nu	74,18	kN
Tu	108,412	kN		Tu	74,18	kN
Ns Max (-)	182,589					
Ts Max (+)	182,589					

7.5.4.3 Verificación de secciones adoptadas

7.5.4.3.1 Columnas

Pandeo Global		
Pandeo según X		
kx	1	
Lx	600	cm
λx	53,67	
Pandeo según Y		
ky	1	
Ly	600	cm
λy	92,0	
λc	1,00	
Fcr [kN/cm ²]	15,41	
φ	0,85	
Pd [kN]	1491,9	
Pu/Pd	0,98	VERIFICA

Pandeo Local		
Alma		
E	21000	kN/cm ²
fy	23,5	kN/cm ²
λr	44,54	
h/tw	21,36	VERIFICA
b/t	7,4	VERIFICA

Luego, se adopta:

- COLUMNAS: W250x89

7.5.4.3.2 Montantes

Los montantes toman los esfuerzos necesarios para arriistrar las columnas. Según CIRSOC, ese esfuerzo es equivalente al 1% del esfuerzo total sobre el parante. Además, debe adicionarse la reacción horizontal contra las acciones horizontales que van a comprimir al mismo.

$$Nu (-) = 0,01 * 1459,3 \text{ kN} + Rht1 = 14,59\text{kN} + 41,76 \text{ kN} = \mathbf{56,36 \text{ kN}}$$

Pandeo Global		
Pandeo según X		
kx	1	
Lx	380	cm
λ_x	61,49	
Pandeo según Y		
ky	1	
Ly	380	cm
λ_y	171,2	
λ_c	1,87	
Fcr [kN/cm ²]	5,91	
ϕ	0,85	
Pd [kN]	83,4	
Pu/Pd	0,68	VERIFICA

Pandeo Local		
Alma		
E	21000	kN/cm ²
fy	23,5	kN/cm ²
λ_r	44,54	
h/tw	27,49	VERIFICA
b/t	10,2	VERIFICA

Luego, se adopta:

- MONTANTES: W250x89

7.5.4.3.3 Diagonales

Se verifican a tracción y a compresión debido a que la acción del viento puede revertirse.

Nu (-) = Tu (+) = 41,45 kN

Verificación a compresión:

Pandeo Global		
Pandeo según X		
kx	1	
Lx	484	cm
λ_x	73,02	
Pandeo según Y		
ky	1	
Ly	484	cm
λ_y	200,9	
λ_c	2,19	
Fcr [kN/cm ²]	4,29	
ϕ	0,85	
Pd [kN]	114,9	
Pu/Pd	0,36	VERIFICA

Pandeo Local		
Alma		
E	21000	kN/cm ²
fy	23,5	kN/cm ²
λ_r	44,54	
h/tw	20,48	VERIFICA
b/t	11,52	VERIFICA

Verificación a tracción:

Diseño a Tracción	
Fluencia en seccion Bruta	
Φt	0,9
fy	23,5 kN/cm2
Ag	31,5 cm2
Pd1	666,225 kN
Rotura en la seccion neta	
Φt	0,75
Fu	37 kN/cm2
Ae	25,2 cm2
Pd2	699,3 kN
Pd	666,225 kN
Pu/Pd	0,0622 VERIFICA

Verificacion Esbeltez		
kx	1	
Lx	396,99	cm
λx	73,02	
Pandeo según Y		
ky	1	
Ly	396,99	
λy	200,9	
λcrit <300	200,9	VERIFICA

Luego, se adopta:

- DIAGONALES: W150x24

7.5.5 Fundaciones – fundaciones profundas – calculo de pilotes

Para la resolución de la estructura de fundación de las columnas de las torres, se utilizó un estudio de suelos de la localidad de Ibarlucea, el cual se detalla en el Anexo N°01 de este informe.

La solución estructural de la fundación para cada columna consta de un pilote de 60 cm de diámetro que va a resistir esfuerzos axiales y de corte producto de la carga de viento.

A continuación, se presenta una tabla resumen del estudio de suelos para el dimensionamiento de los pilotes.

Datos estudio de suelos			
Estrato	Profundidad (m)	Tensión admisible por fuste (Kn/m2)	Tensión admisible por punta (Kn/m2)
1	0-1.5	24	0
2	1.5-3.5	17	0
3	3.5-5.0	46	290
4	5.0-8.0	60	530

Verificación en estado límite de servicio

La resistencia de los pilotes para cargas axiales se determina de la siguiente manera:

$$C_{max} = \sigma_{punta} * A_{pilote} + \sum \sigma_{fuste} * P_{pilote}$$

Con respecto a la resistencia para cargas laterales se utiliza la teoría de Broms, en donde para suelos puramente cohesivos la presión de rotura es:

$$p_{ri} = 9 * c_u$$

En la siguiente tabla se muestran los esfuerzos (compresión y corte) a los que se encuentra sometido el pilote:

	Cargas sobre pilote	
	N (Kn)	V (Kn)
ELS	426.45	5.23
ELU	840.94	7.83

Así, se procede al cálculo de la longitud del pilote, verificando que la carga en servicio que debe resistir el pilote sea menor que la que resiste el suelo. En la tabla siguiente se muestran los resultados:

Capacidad máxima - Se adopta $\Phi = 0.60$ m				
Estrato	Capacidad fricción (Kn)	Capacidad fricción acum	Capacidad punta (Kn)	Cmáx (Kn)
1	67.86	67.86	0	67.86
2	64.09	131.95	0	131.95
3	130.06	262.01	82	344.01
4	339.29	601.3	149.85	751.15

Para $L = 5.50$ m, se verifica: $C_{max} = 468,41 \text{ Kn} > C = 465,33 \text{ Kn}$, para lo cual se adopta esta longitud para el pilote.

Verificación en estado límite último

Obtenidos los esfuerzos internos, se procede con el dimensionamiento e estado límite último para el cálculo de la armadura del pilote.

Datos		
Materiales		
f'c	25	MPa
fy	420	MPa
Y	25	Kn/m3

ELU		
Cmáx	-840.94	Kn
Vmax	7.83	Kn
Armadura adoptada		
Armadura vertical		
Se adopta $5 \phi 20$		
Estribos		
Se adopta $\phi 8$ cada 24 cm		

8 BIBLIOGRAFÍA

- Chow, V. T., Maidment, D. R., Mays, L. W., Saldarriaga, J. G., & Santos G., G. R. (1994). *Hidrología aplicada* /cVen Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays.
- Reglamento CIRSOC 101 (2005). *Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras*. Buenos Aires, Argentina.
- Reglamento CIRSOC 102 (2005). *Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones*. Buenos Aires, Argentina.
- Reglamento CIRSOC 201 (2005). *Reglamento argentino de estructuras de hormigón*. Buenos Aires, Argentina.
- Reglamento CIRSOC 301 (2005). *Reglamento argentino de estructura de acero para edificios*. Buenos Aires, Argentina.
- Reglamento CIRSOC 303 (2009). *Reglamento argentino de elementos estructurales de acero de sección abierta conformados en frío*. Buenos Aires, Argentina.
- Neufert, E. (1995). *Arte de proyectar en Arquitectura*. Barcelona, España. Editorial Gustavo Gili S.A.
- Google Earth (s.f.). Sitio web oficial <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>
- AASHTO (2011). *Diseño geométrico de caminos y calles*. USA.
- Google Maps. Sitio web oficial <https://www.google.com/maps/@-32.9453174,-60.6832578,13z?hl=es&entry=ttu>
- ICPA (2016). *Capítulo 2, Manual de Diseño y Construcción de Pavimento de Hormigón*. Buenos Aires, Argentina.
- ICPA (2016). *Manual de Pavimentos Urbanos de Hormigón*. Buenos Aires, Argentina.
- Máster Plan de ciclovías para el área Metropolitana Mendoza.
- Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero <https://inventariogei.ambiente.gob.ar/>
- Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS (2015). Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas.
- Vialidad Nacional. Manual de Señalamiento Vertical. Edición 2017.
- Vialidad Nacional. Manual de Señalamiento Horizontal. Buenos, Argentina. Edición 2012.

9 ÍNDICE DE PLANOS

PLANO N°01: Planimetría general - Emplazamiento

PLANO N°02: Perfil tipo de obra básica

PLANO N°03: Perfil tipo de pavimento – Av del Rosario

PLANO N°04: Planialtimetría

PLANO N°05: Plano calzadas acotadas

PLANO N°06: Perfil tipo de pavimento - Rotonda

PLANO N°07a: Planimetría general y detalles

PLANO N°07b: Plano de juntas

PLANO N°08: Señalamiento horizontal y vertical – Av del Rosario

PLANO N°09: Señalamiento horizontal y vertical - Rotonda

PLANO N°10: Señalamiento – Plano de detalles

PLANO N°11a: Perfiles transversales

PLANO N°11b: Perfiles transversales

PLANO N°11c: Perfiles transversales

PLANO N°11d: Perfiles transversales

PLANO N°12a: Plano tipo Cordones

PLANO N°12b: Plano tipo Albañal

PLANO N°12c: Plano tipo Luminaria

PLANO N°12d: Plano tipo Mobiliario urbano

PLANO N°12e: Plano tipo Parada de colectivo

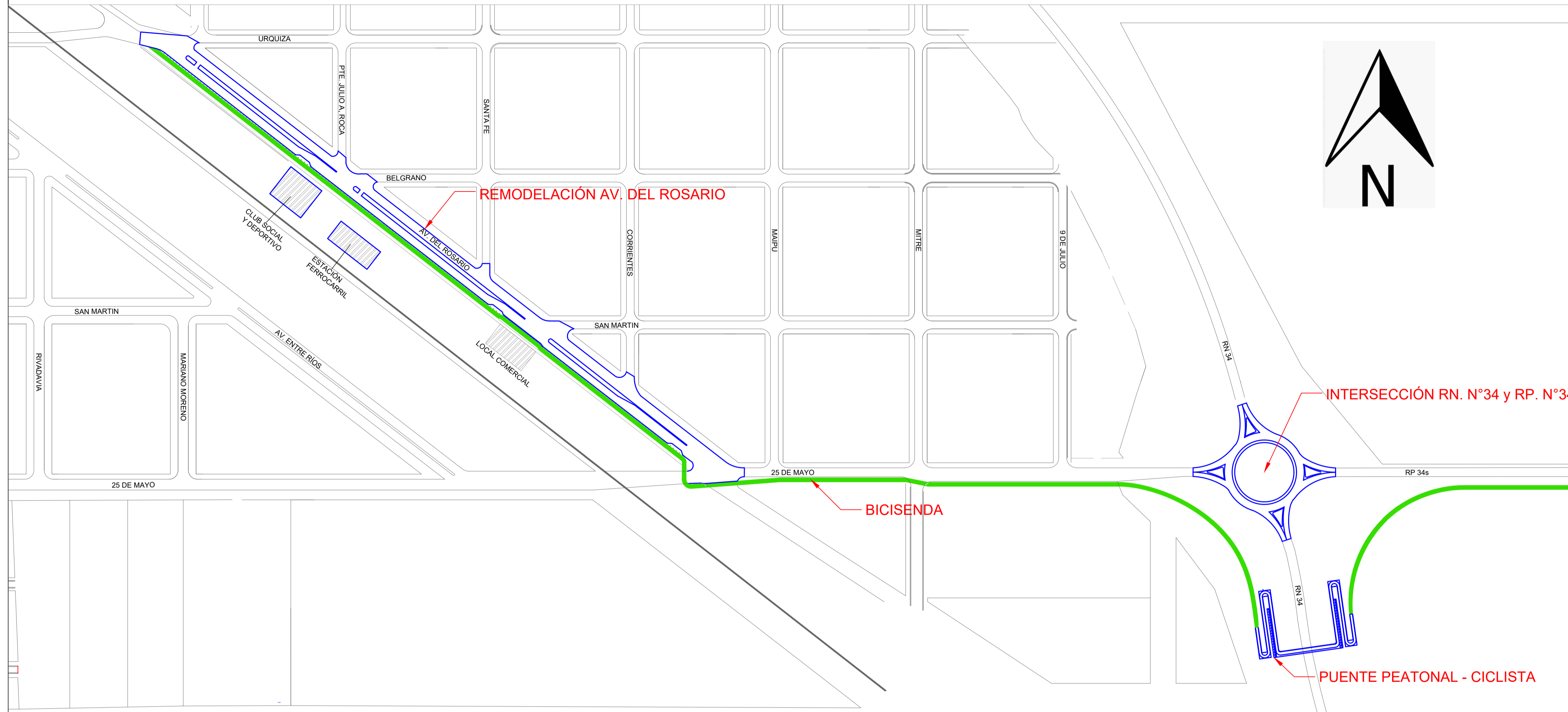
PLANO N°13: Cortes - Arquitectura

PLANO N°14: Puente peatonal - Unifilar

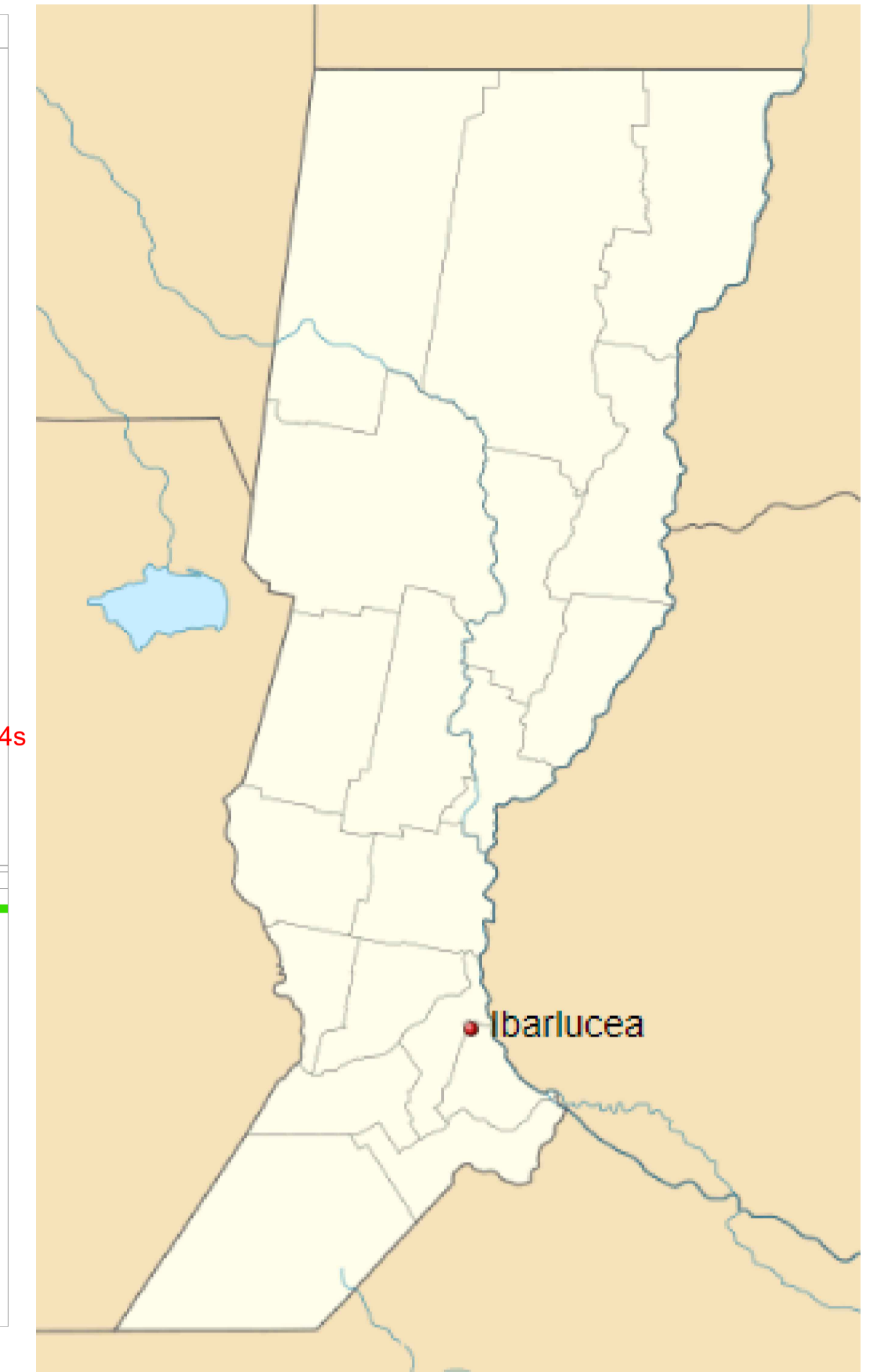
PLANO N°15: Puente peatonal – Cortes y Vistas

PLANO N°17: Cortes Reservorio

PLANIMETRIA GENERAL



CROQUIS UBICACIÓN GENERAL



VISTA AÉREA SATELITAL

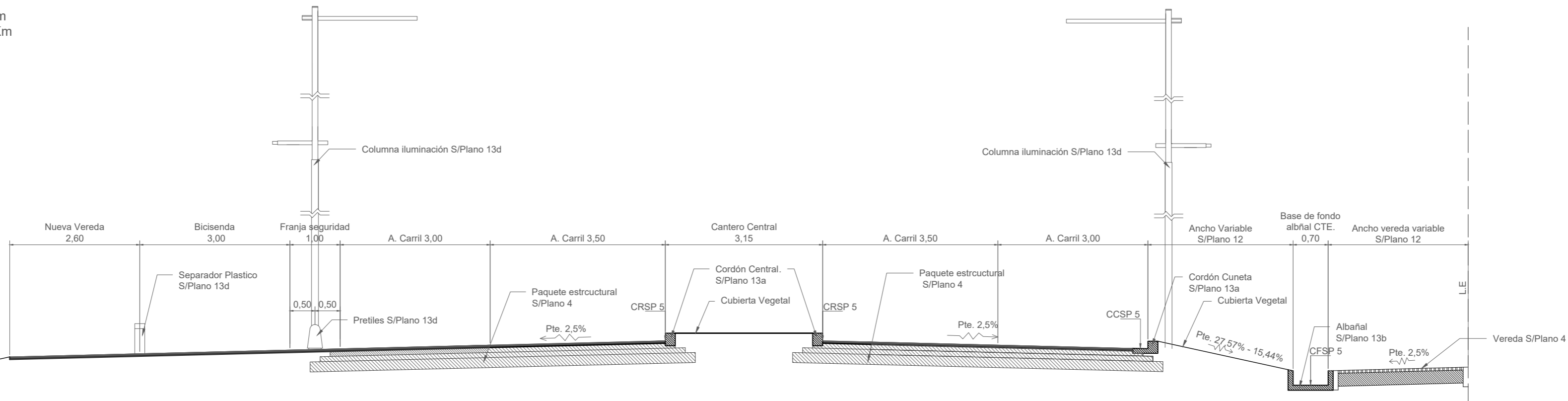


	PROYECTO IV – GRUPO 7 REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA			
	TÍTULO: PLANIMETRÍA GENERAL DE PROYECTO			
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN-AUDET-VIDAL	1°cut.2023	S/E	0	1

Desde Pr. 0.00km a 0.348Km
Desde Pr.0.386Km a 0.526Km

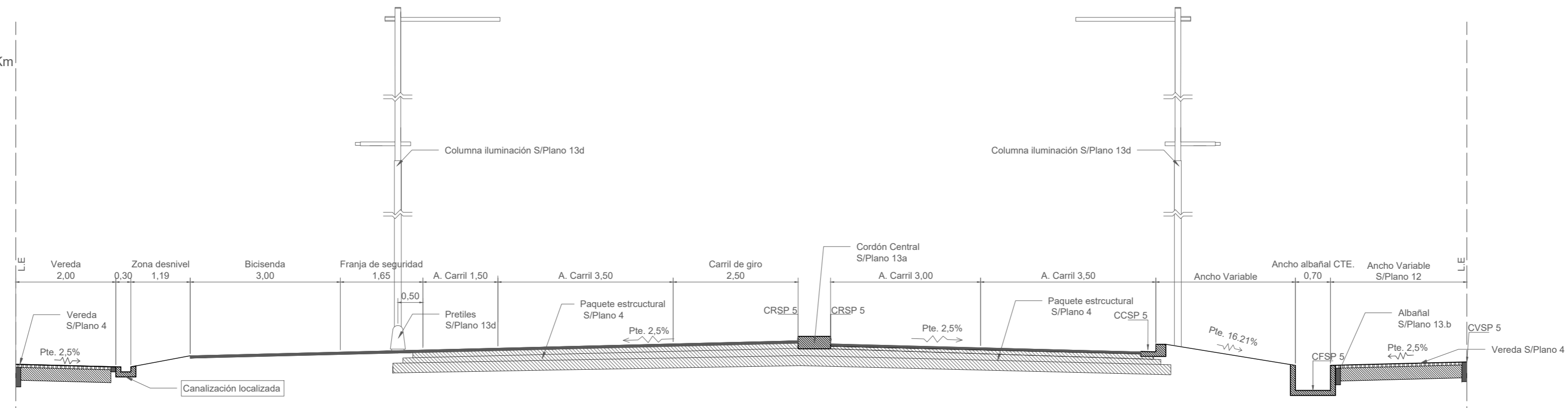
REFERENCIAS
CVSP5: Cota vereda S/Plano 5
CFSP5: Cota de fondo S/Plano 5
CRSP5: Cota de rasante S/Plano 5
LE: Línea edificación

1



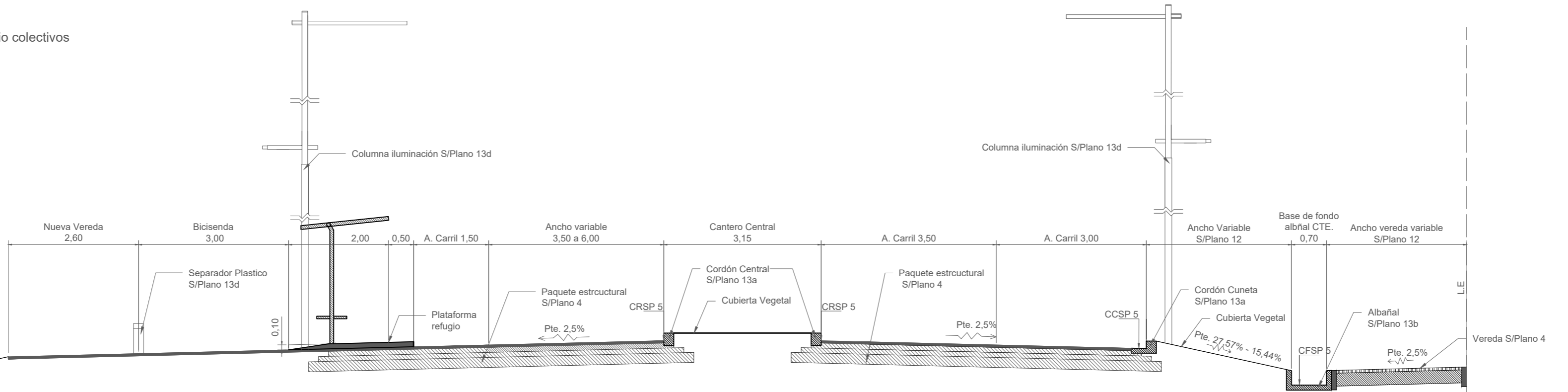
Desde Pr. 0.348km a 0.386Km


2



En progresivas a instalar Refugio colectivos

3



	PROYECTO IV – GRUPO 7 REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA			
	TÍTULO: PERFIL TIPO DE OBRA BÁSICA			
INTEGRANTES ARAGÓN - AUDET - VIDAL	CURSADO 1°cuat.2023	ESC. 1: 75	REV. 0	PLANO N° 2

A

B

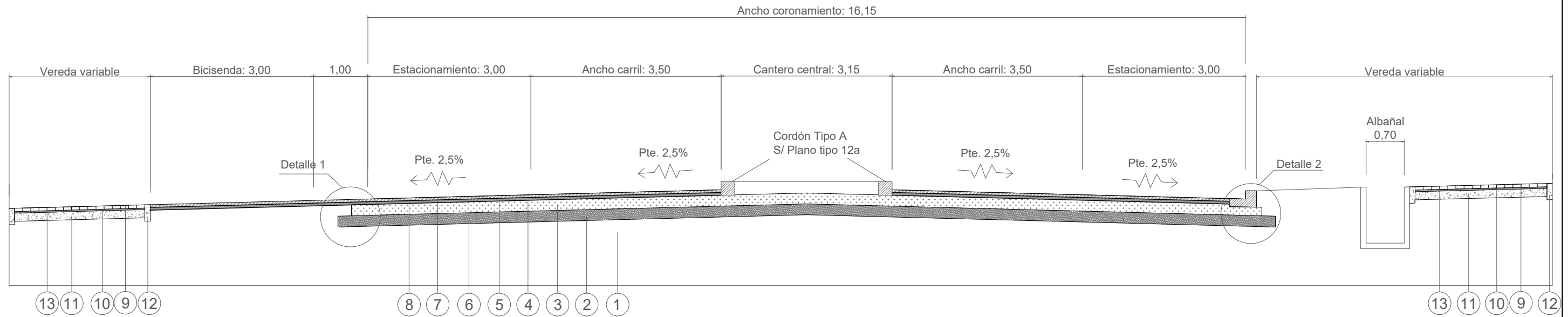
C

A2 - 594 x 420

A

B

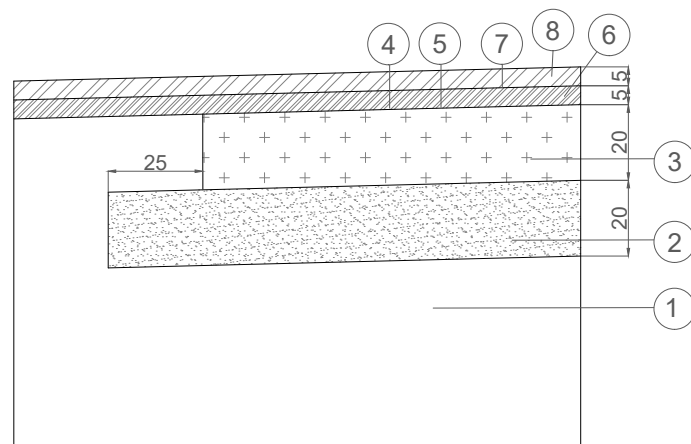
CORTE
Esc: 1:75



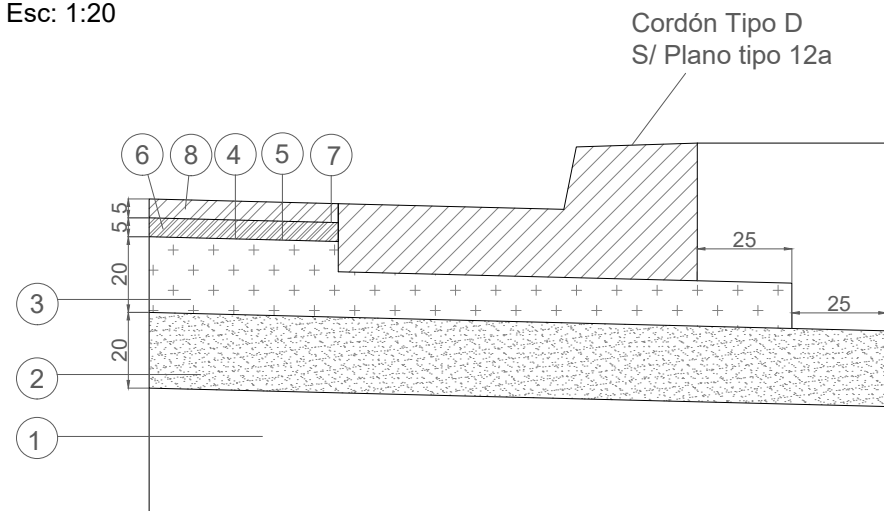
- ① Subrasante de suelo local.
- ② Subbase de suelo y arena en 0.20 m de espesor y ancho 17.25 m.
- ③ Base de estabilizado granular en 0.20 m de espesor y ancho 16.75 m.
- ④ Riego de imprimación con emulsión asfáltica de rotura lenta a razón de 0.40 kg/m² de residuo asfáltico, en 16.75 m de ancho.
- ⑤ Riego de liga con emulsión asfáltica de rotura rápida a razón de 0.30 kg/m² de residuo, en ancho variable.
- ⑥ Base superior de mezcla tipo concreto asfáltico preparado en caliente en 0.05 m de espesor y ancho variable.
- ⑦ Riego de liga con emulsión asfáltica de rotura rápida a razón de 0.30 kg/m² de residuo, en ancho variable.
- ⑧ Carpeta de rodamiento de mezcla asfáltica en 0.05 m de espesor y ancho variable.

- ⑨ Adoquín tipo Holanda. Espesor = 0.06 m y ancho de 2.40 m.
- ⑩ Capa de arena gruesa. Espesor = 0.03 m y ancho de 2.40 m.
- ⑪ Base de hormigón H-8. Espesor = 0.15 m y ancho de 2.40 m.
- ⑫ Cordón de confinamiento. Espesor = 0.10 m.
- ⑬ Sellado final con arena fina. Separación entre adoquines 3 mm.

DETALLE 1
Esc: 1:20



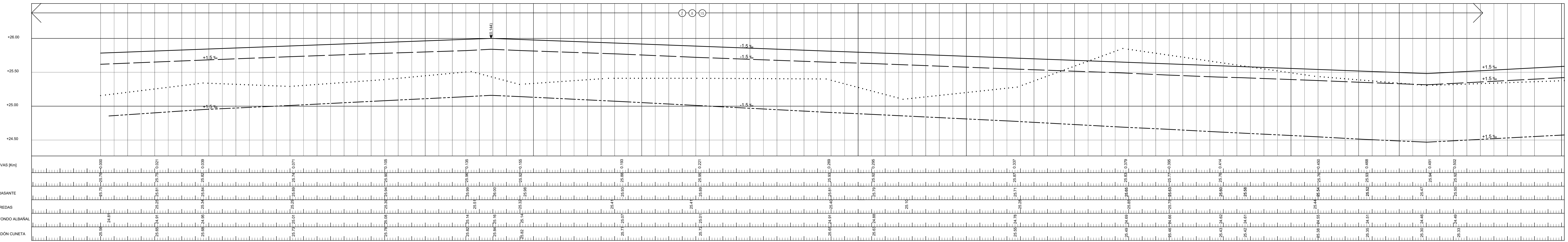
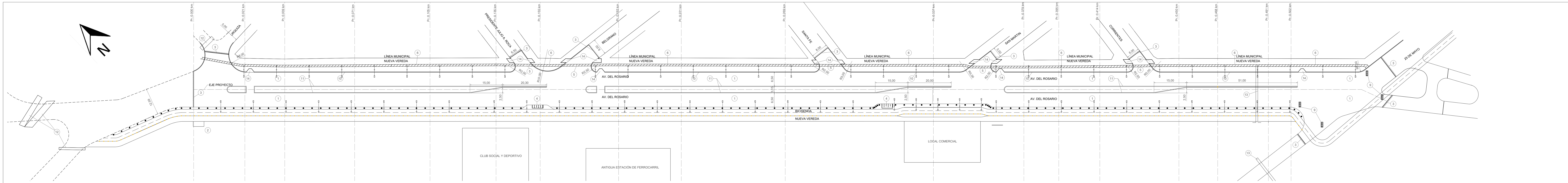
DETALLE 2
Esc: 1:20



	<p>PROYECTO IV – GRUPO 7</p>			
	<p>REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA</p>			
<p>TÍTULO: Av. del Rosario - Plano Tipo Pavimento</p>				
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN–AUDET–VIDAL	1°cuat.2023	IND.	0	3

A

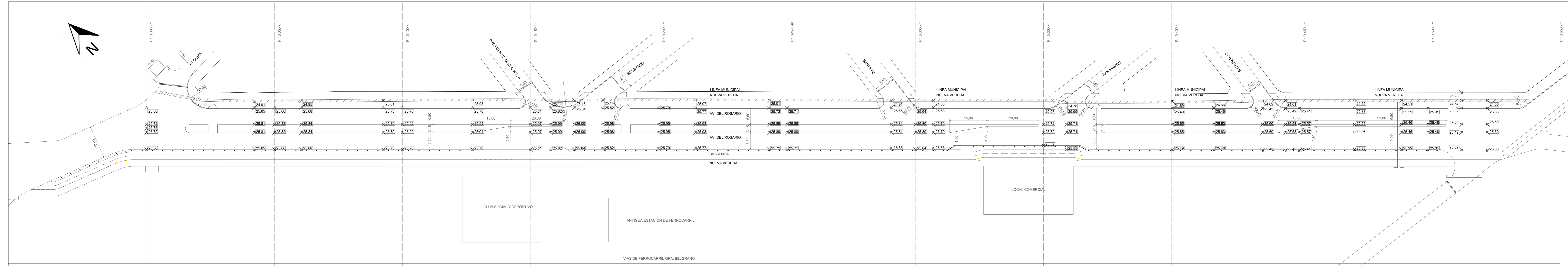
B




Obra	Proyectadas	Referencias Planimétricas	Referencias Altimétricas
1) Carpeta de rodamiento asfáltico S1 Plano N° 3 Total lámina: 544m	1) Albañal en vereda SI/Plano N° 12b Total lámina: 508m	1) Luminarias	1) Cota Rasante
2) Biciadero SI/Plano N° 12d Total lámina: 2	2) Pirellas SI/Plano N° 12d Total lámina: 144	2) Separador plástico	2) Cota Cerdón Cuneta
3) Cerdón protector de borde de pavimento SI/Plano N° 12a Total lámina: 72m	3) Separador plástico	3) Alcantarillas a instalar Semáforo Total lámina: 2	3) Cota Albañal
4) Ejecución refugio parada de colectivos SI/Plano N° 12e	4) Semáforo a instalar Total lámina: 4	4) Rampas sillas de ruedas SI/Plano N° 12d Total lámina: 14	4) Cota Vereda
5) Albañal cruce de calle SI/Plano N° 12b Total lámina: 36m	5) Cerdón cuneta no montable (Tipo T) SI/Plano N° 12a Total lámina: 612m	5) Luminarias SI/Plano N° 12c Total lámina: 67	
		6) Cerdón protector borde pavimento	
		7) Eje de rasante	

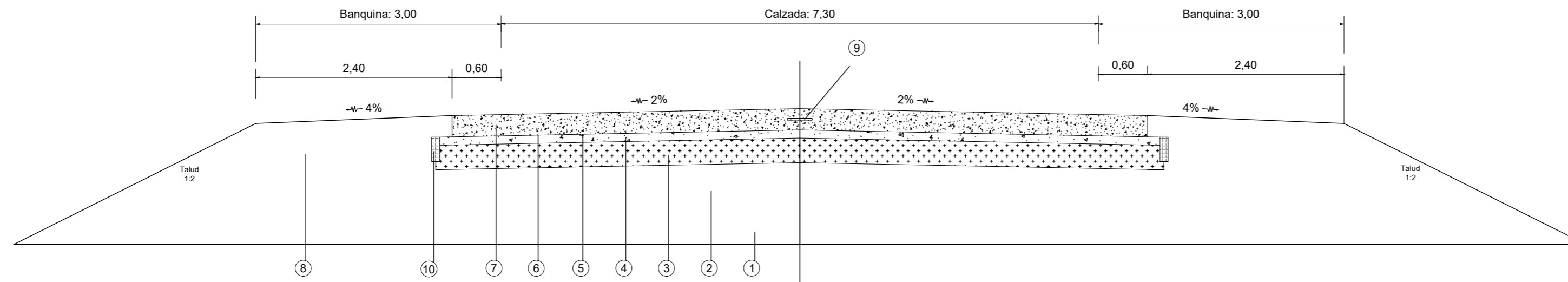
NOTAS:
-Todas las medidas están expresadas en metros, salvo indicación contraria.

		PROYECTO IV – GRUPO 7 REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA			
TÍTULO: PLANIALTIMETRÍA DE PROYECTO					
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°	
ARAGÓN-AUDET-VIDAL	1°cuat.2023	1:500	0	4	



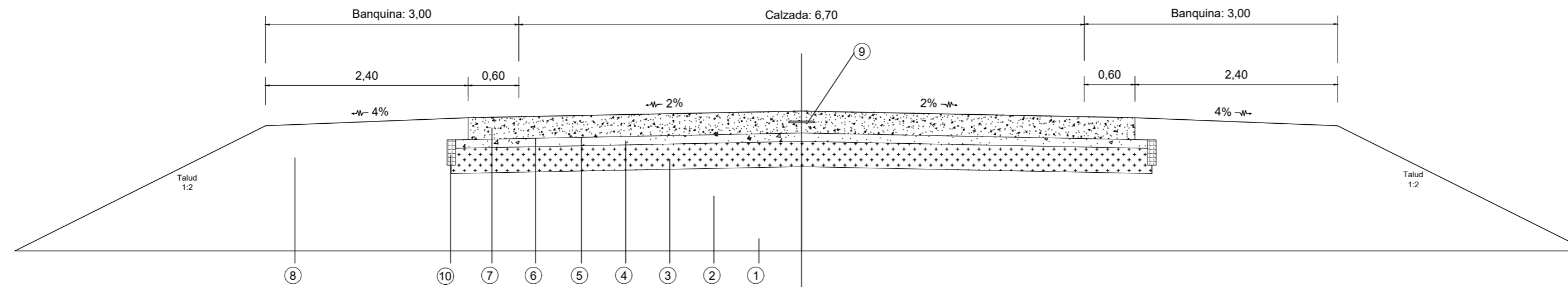
		PROYECTO IV – GRUPO 7 REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA		
TÍTULO: PLANO CALZADAS ACOTADAS				
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN–AUDET–VIDAL	1°cuat.2023	1:500	0	5

PERFIL TIPO PAVIMENTO RN 34

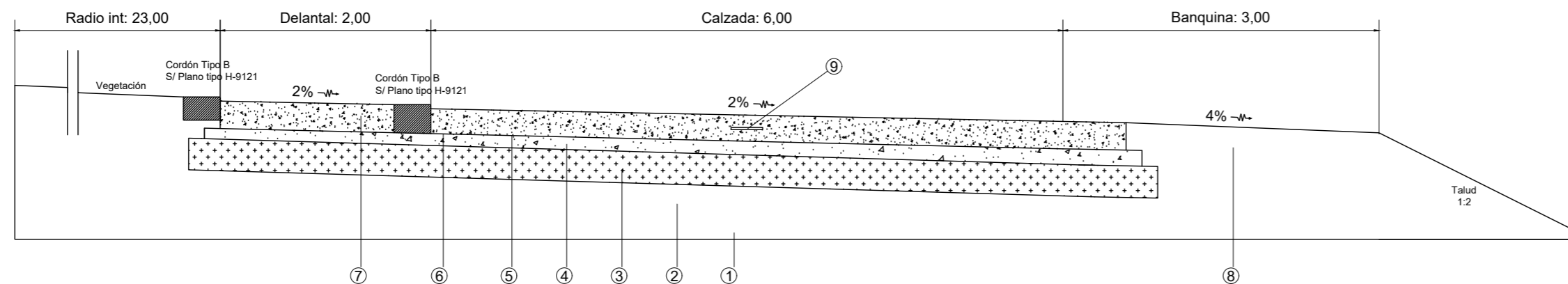


- ① Compactación de la base de asiento del terraplén, en 0.30 m de espesor y ancho variable.
- ② Perfil en terraplén: Núcleo con compactación especial.
Perfil en desmonte: Preparación de la subrasante.
- ③ Subrasante de suelo local en 0.30 m de espesor y 9.10 m de ancho.
- ④ Base antibombeo de hormigón pobre tipo H-8 en 0.10 m de espesor y 8.80 m de ancho.
- ⑤ Riego de curado con emulsión asfáltica de rotura rápida a razón de 1l/m², en 8.80 m de ancho.
- ⑥ Membrana impermeable de polietileno de alta densidad (250um) en 8.80 m de ancho.
- ⑦ Losa de hormigón de cemento portland tipo H-30 en 0.26 m de espesor y 8.50 m de ancho.
- ⑧ Banquina de suelo compactado.
- ⑨ Junta longitudinal de contracción con barras de unión de diámetro 10mm de acero conformado ADN420.
- ⑩ Sistema de subdrenaje lateral.

PERFIL TIPO PAVIMENTO RP 34s



- ① Compactación de la base de asiento del terraplén, en 0.30 m de espesor y ancho variable.
- ② Perfil en terraplén: Núcleo con compactación especial.
Perfil en desmonte: Preparación de la subrasante.
- ③ Subrasante de suelo local en 0.30 m de espesor y 8.50 m de ancho
- ④ Base antibombeo de hormigón pobre tipo H-8 en 0.10 m de espesor y 8.20 m de ancho.
- ⑤ Riego de curado con emulsión asfáltica de rotura rápida a razón de 1l/m², en 8.20 m de ancho.
- ⑥ Membrana impermeable de polietileno de alta densidad (250um) en 8.20 m de ancho.
- ⑦ Losa de hormigón de cemento portland tipo H-30 en 0.26 m de espesor y 7.90 ancho
- ⑧ Banquina de suelo compactado.
- ⑨ Junta longitudinal de contracción con barras de unión de diámetro 10mm de acero conformado ADN420.
- ⑩ Sistema de subdrenaje lateral.



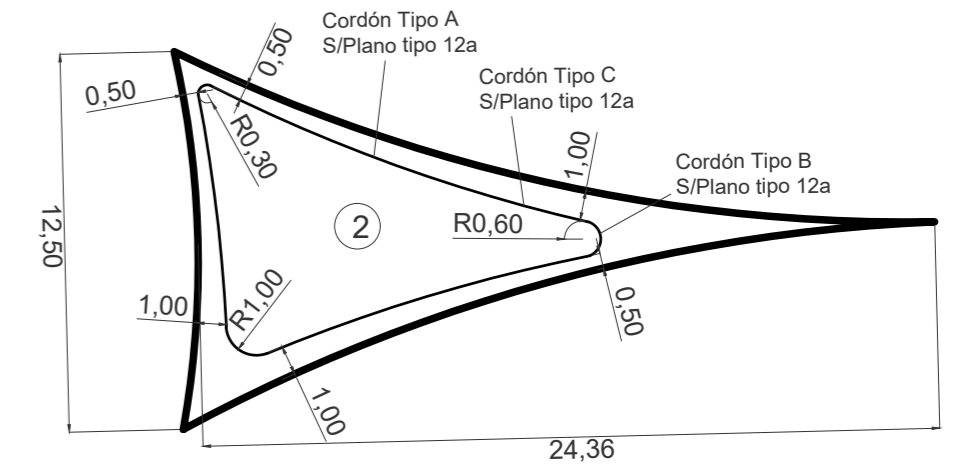
- ① Compactación de la base de asiento del terraplén, en 0.30 m de espesor y ancho variable.
- ② Perfil en terraplén: Núcleo con compactación especial.
Perfil en desmonte: Preparación de la subrasante.
- ③ Subrasante de suelo local en 0.30 m de espesor y 9.20 m de ancho
- ④ Base antibombeo de hormigón pobre tipo H-8 en 0.10 m de espesor y 9.20 m de ancho.
- ⑤ Riego de curado con emulsión asfáltica de rotura rápida a razón de 1l/m², en 8.90 m de ancho.
- ⑥ Membrana impermeable de polietileno de alta densidad (250um) en 8.90 m de ancho.
- ⑦ Losa de hormigón de cemento portland tipo H-30 en 0.26 m de espesor y 8.60 ancho
- ⑧ Banquina de suelo compactado.
- ⑨ Junta longitudinal de contracción con barras de unión de diámetro 10mm de acero conformado ADN420.

	PROYECTO IV – GRUPO 7 REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA			
	TÍTULO: ROTONDA PERFIL TIPO PAVIMENTO			
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN–AUDET–VIDAL	1°cuat.2023	1: 50	0	6

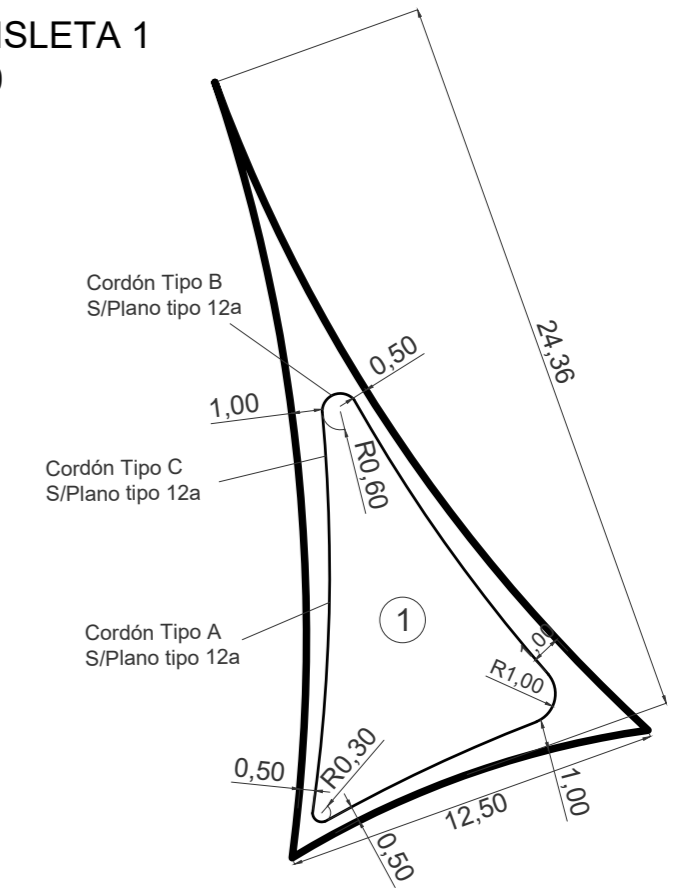
PLANTA GENERAL
Esc.: 1:500



DETALLE ISLETA 2
Esc.: 1:250

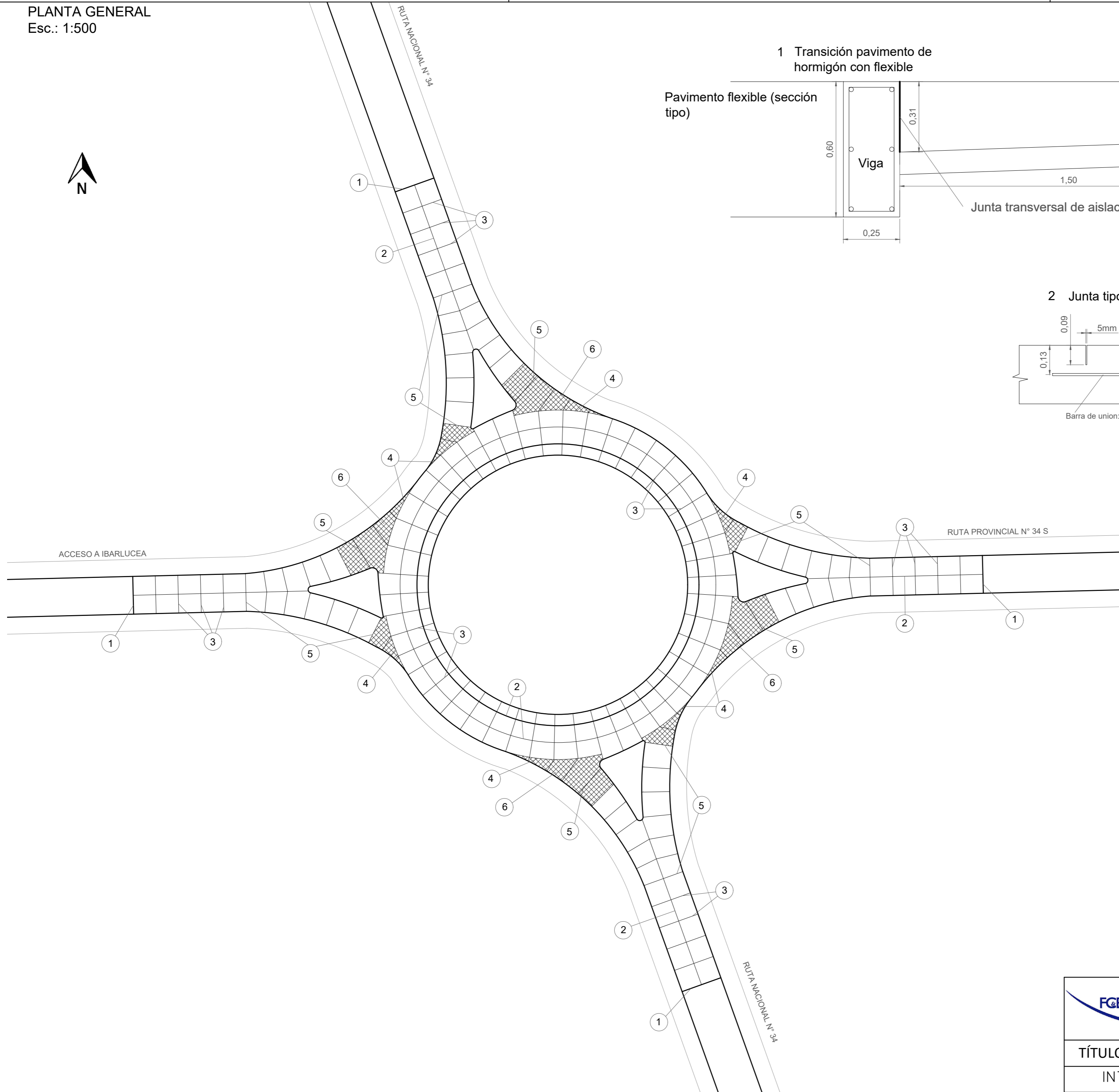


DETALLE ISLETA 1
Esc.: 1:250



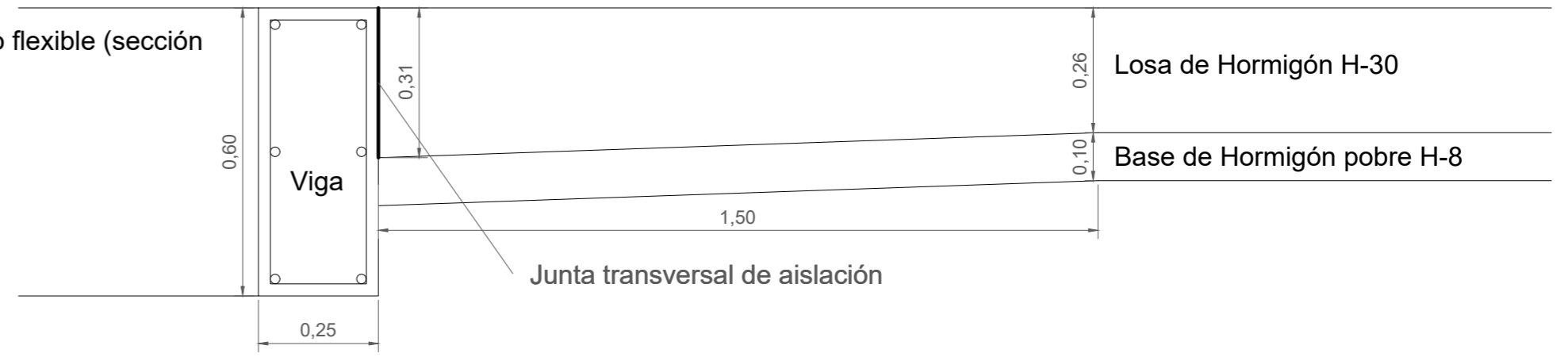
REFERENCIAS	
	Borde de banquina
	Borde de calzada
	Borde de isleta

	PROYECTO IV – GRUPO 7			
	REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA			
TÍTULO: ROTONDA PLANIMETRÍA GENERAL Y DETALLES				
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN-AUDET-VIDAL	1°cuat.2023	IND.	0	7a

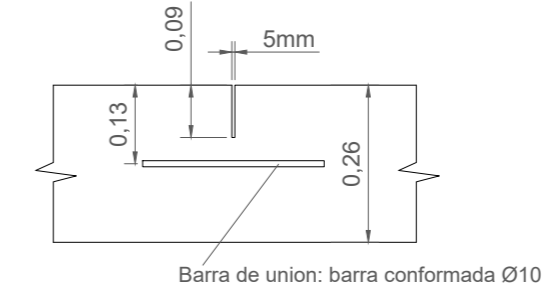


1 Transición pavimento de hormigón con flexible

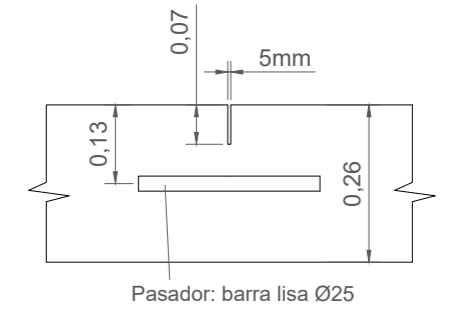
Pavimento flexible (sección tipo)



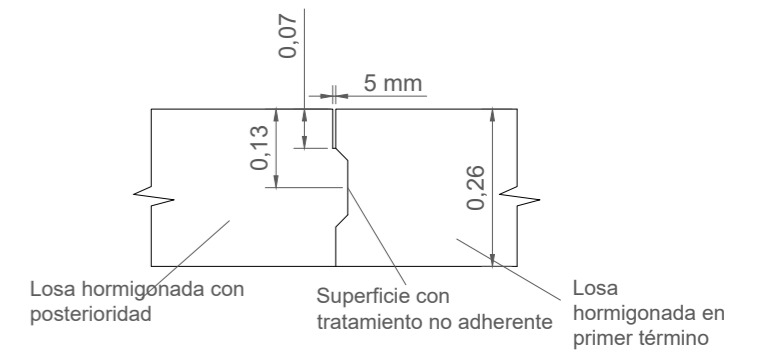
2 Junta tipo C-1



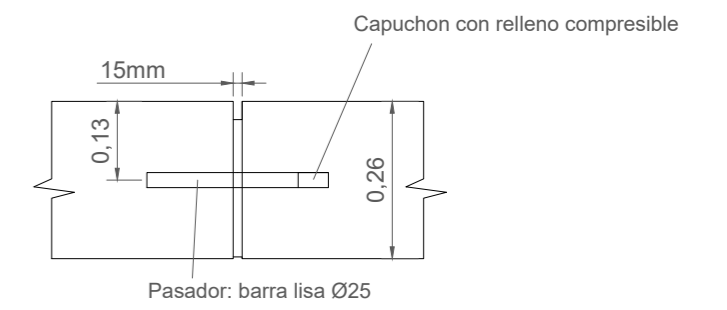
3 Junta tipo A-1



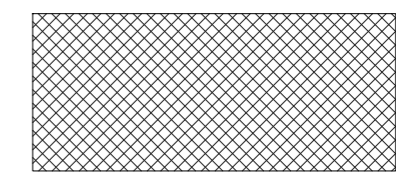
4 Junta tipo D-2




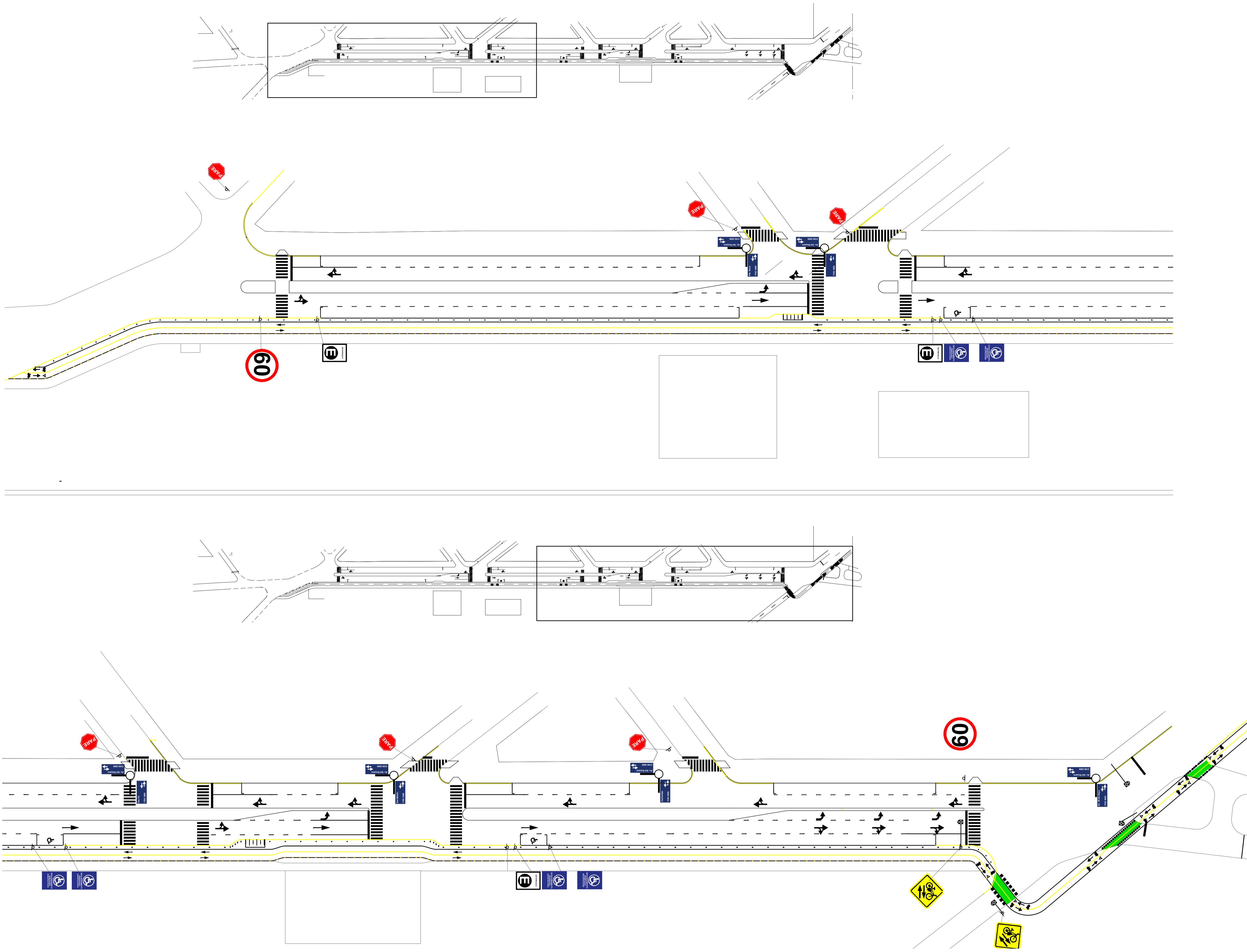
5 Junta tipo E




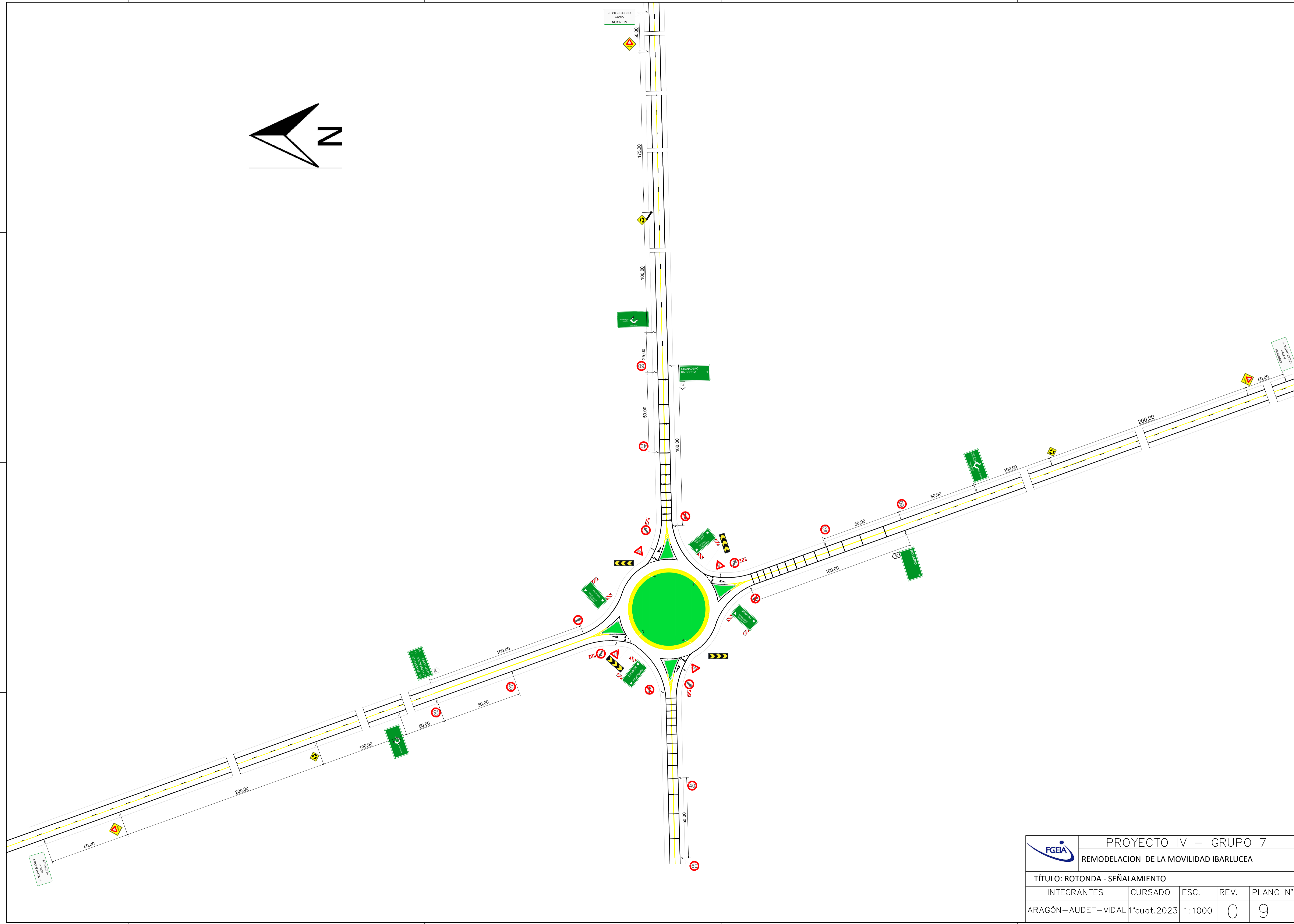
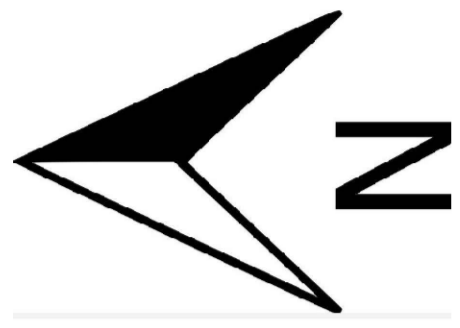
6 Losa armada con malla electrosoldada



	PROYECTO IV – GRUPO 7 REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA			
	TÍTULO: ROTONDA PLANO DE JUNTAS			
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN–AUDET–VIDAL	1°cuat.2023	IND.	0	7b



		PROYECTO IV – GRUPO 7 REMODELACION DE LA MOVILIDAD BARLUCEA		
TÍTULO: Av. Del Rosario - Señalamiento Horizontal y Vertical				
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN - AUDET - VIDAL	1ºcuat.2023	1:500	0	8



	PROYECTO IV – GRUPO 7			
	REMEDIACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA			
TÍTULO: ROTONDA - SEÑALAMIENTO				
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN-AUDET-VIDAL	1°cuat.2023	1:1000	0	9

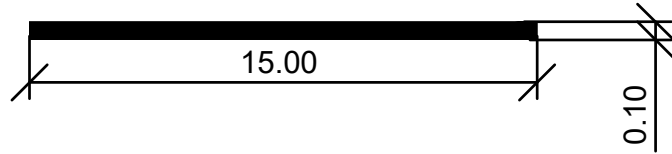
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

LINEAS LONGITUDINALES

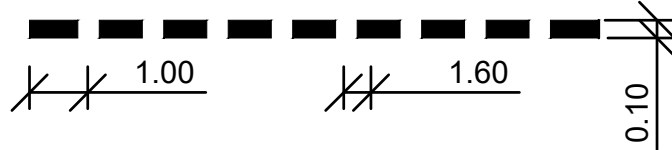
Linea simple amarilla continua



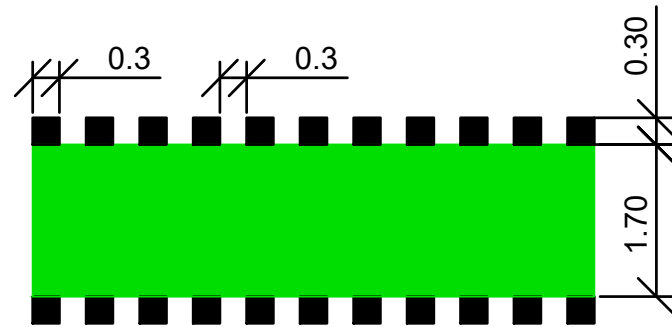
Linea simple blanca continua fin de cuadra



Linea blanca discontinua separadora de carriles



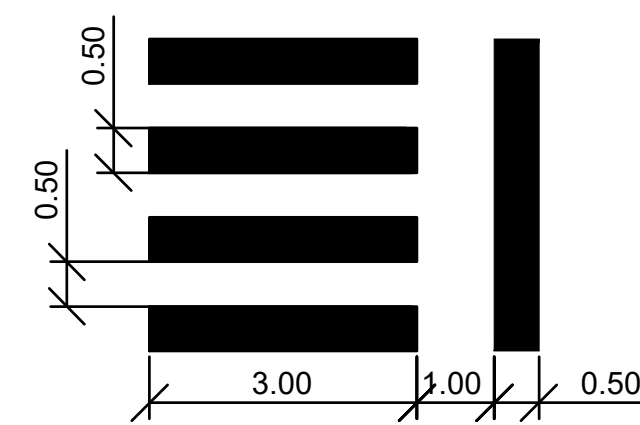
Cruces de ciclovía



Cantidad: 7

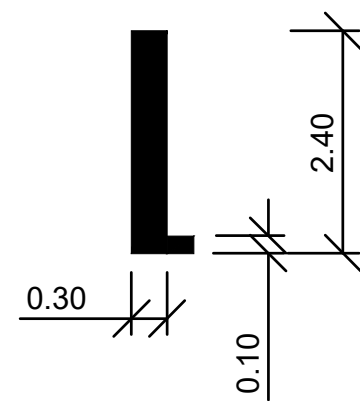
LINEAS TRANSVERSALES

Senda peatonal (a)

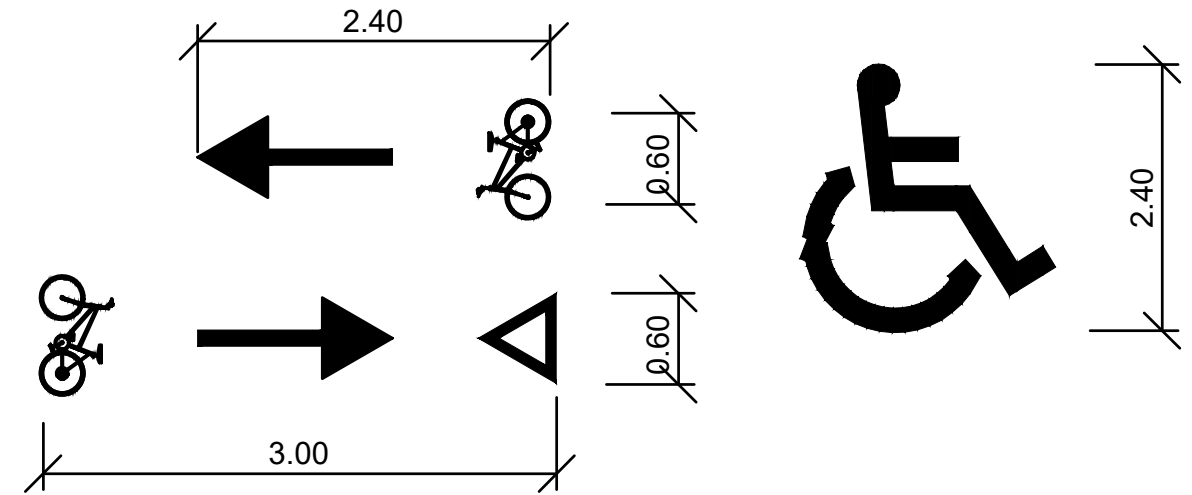


Cantidad: 16

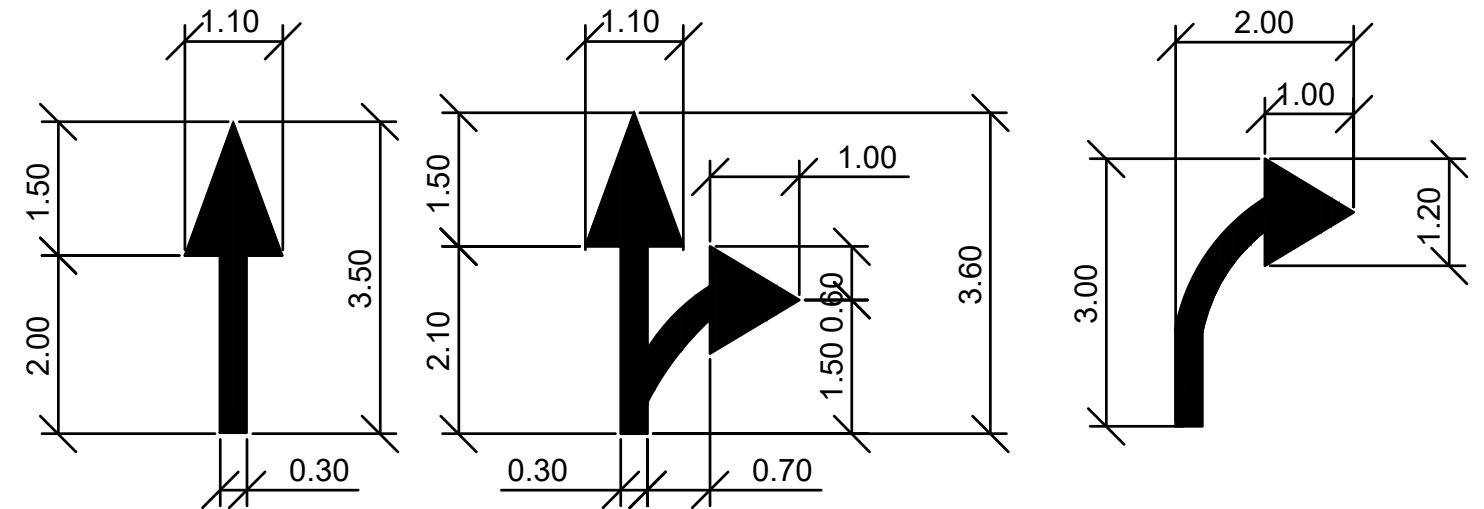
Baston de estacionamiento



Cantidad: 42



MARCAS ESPECIALES Y FLECHAS CIRCULATORIAS

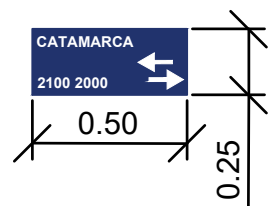


Las flechas de sentido circulatorio de inicio de cuadra se ubicarán a 10 m de la senda peatonal.

Las flechas de sentido circulatorio de final de cuadra se ubicarán a 10 m de la línea de frenado.

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

NOMENCLADOR (a)



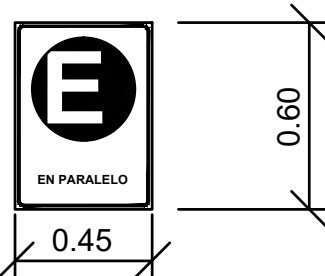
R.15 - LIMITE DE VELOCIDAD MAXIMA



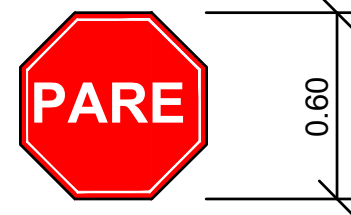
RESERVADO DISCAPACITADO



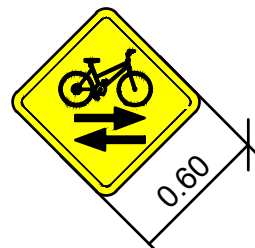
R.20 - ESTACIONAMIENTO PERMITIDO



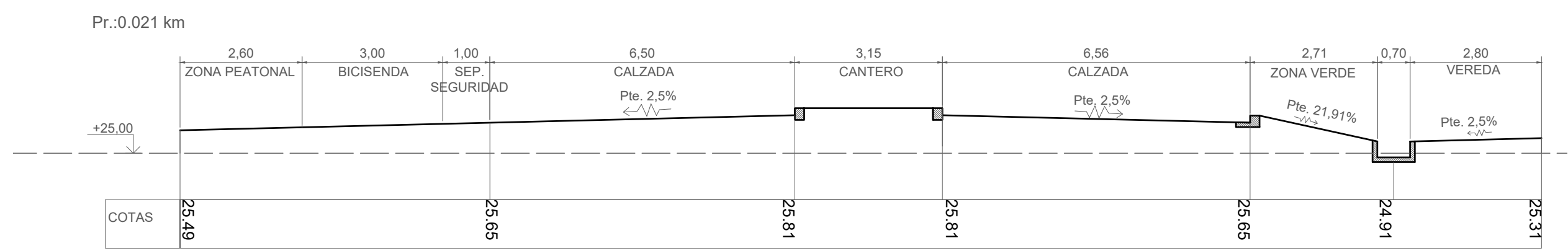
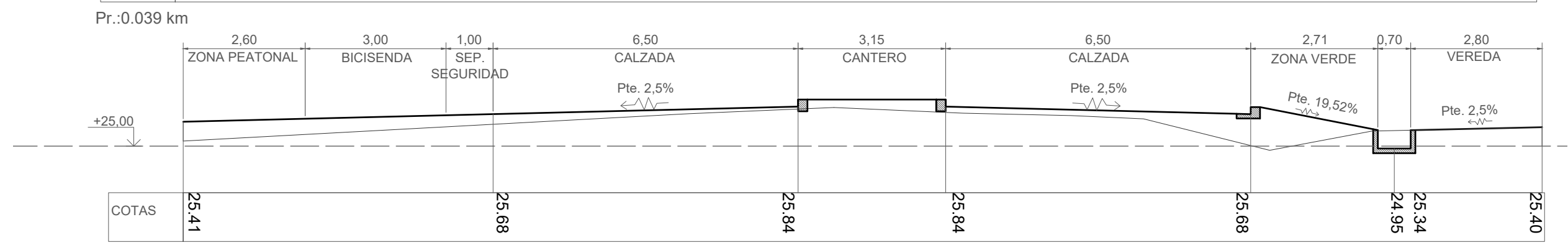
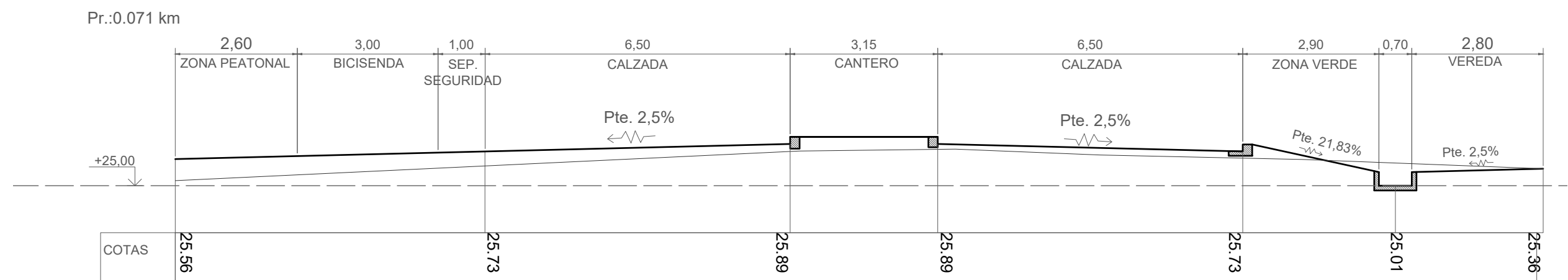
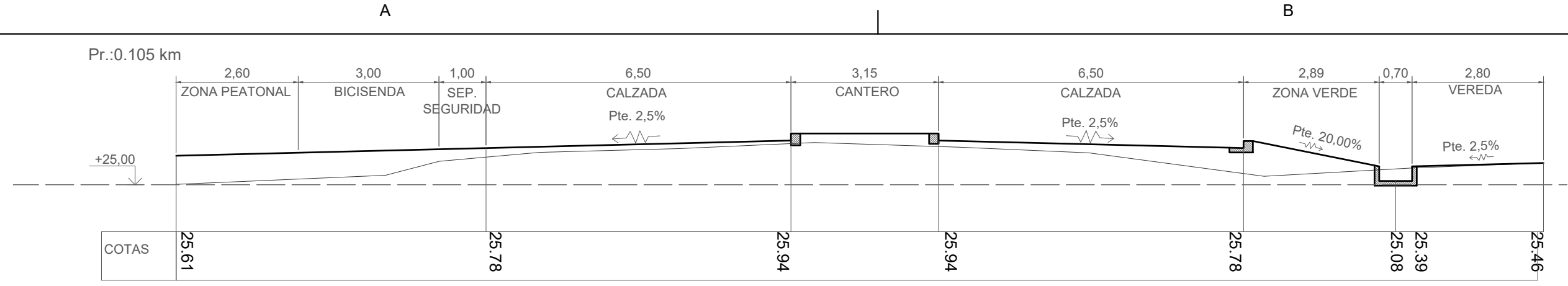
R.27 - PARE



P.26 (a) - CICLISTAS



	PROYECTO IV – GRUPO 7 REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA			
	TÍTULO: Señalamiento - Plano de Detalles			
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN - AUDET - VIDAL	1°cuat.2023	1:500	0	10



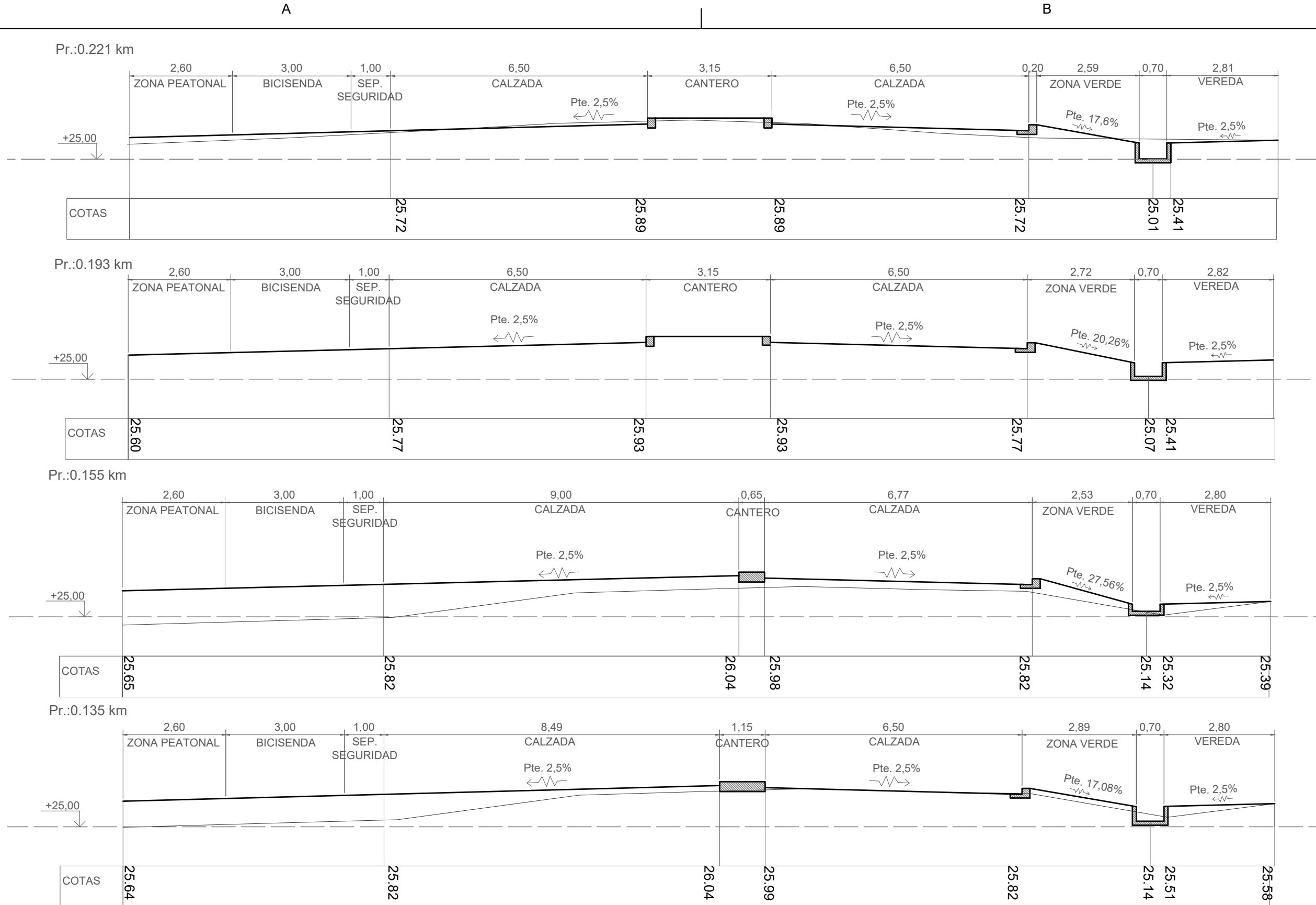
REFERENCIAS

- Perfil Propuesto
- Perfil Actual
- Cota de Referencia
- Pte. 2,5% Pte. Proyecto
- Sentido Escurrimiento
- Albañal
- +25,00 Cotas

PROYECTO IV – GRUPO 7
REMDELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA


TÍTULO: PERFILES TRANSVERSALES - Pr.:0,021Km a Pr.: 0,105Km

INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN - AUDET - VIDAL	1°cuat.2023	1:100	0	11A



REFERENCIAS

- Perfil Propuesto
- Perfil Actual
- Cota de Referencia
- Pte. 2,5% Pte. Proyecto
- ↘ Sentido Escurrimiento
- Albañal
- +25,00 Cotas

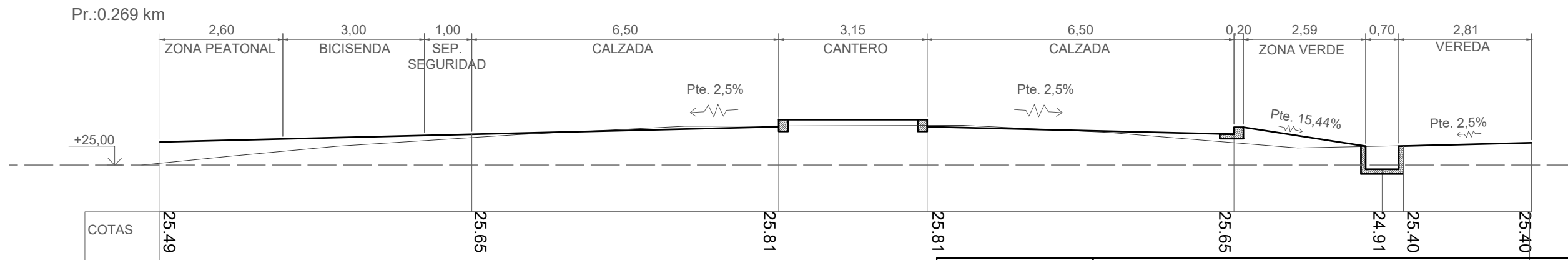
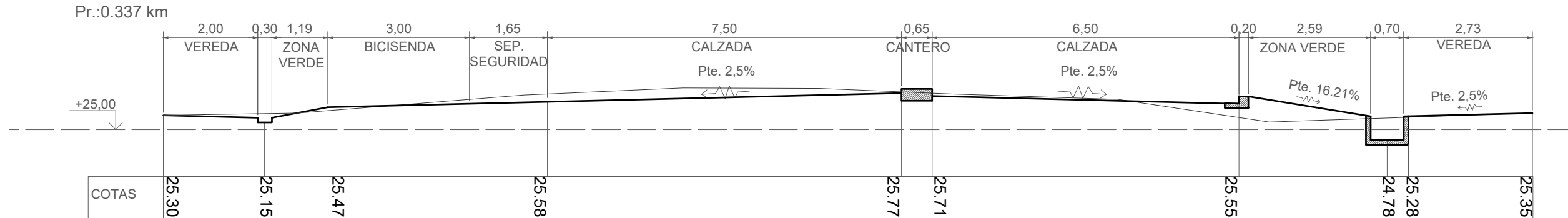
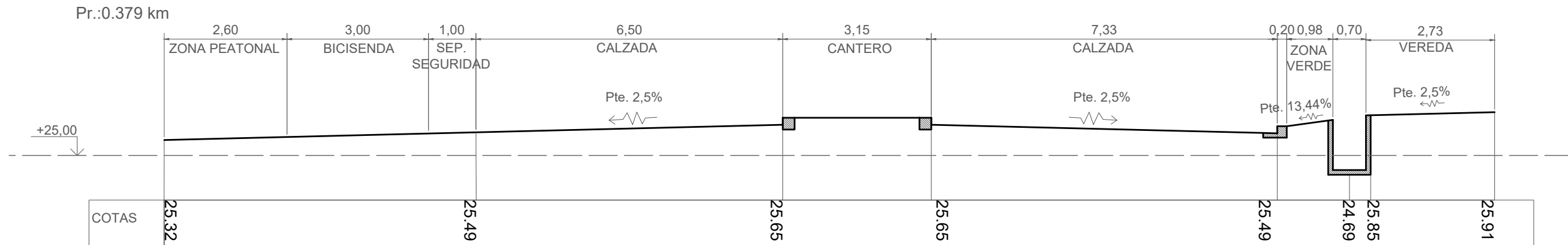
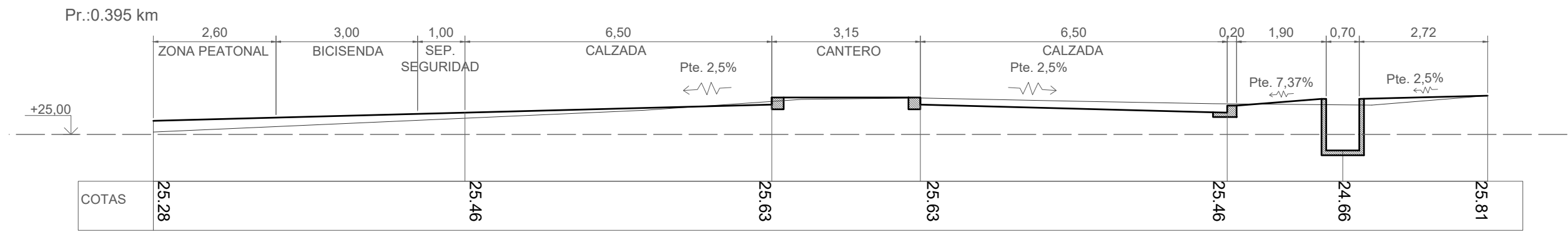


PROYECTO IV – GRUPO 7

REMDELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA

TÍTULO: PERFILES TRANSVERSALES - Pr.:0,135Km a Pr.: 0,221Km

INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN - AUDET - VIDAL	1°cuat.2023	1:100	0	11B



REFERENCIAS

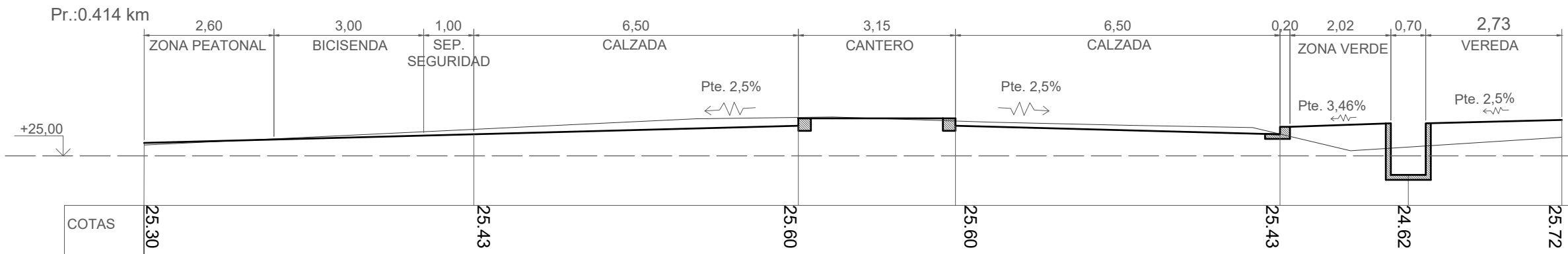
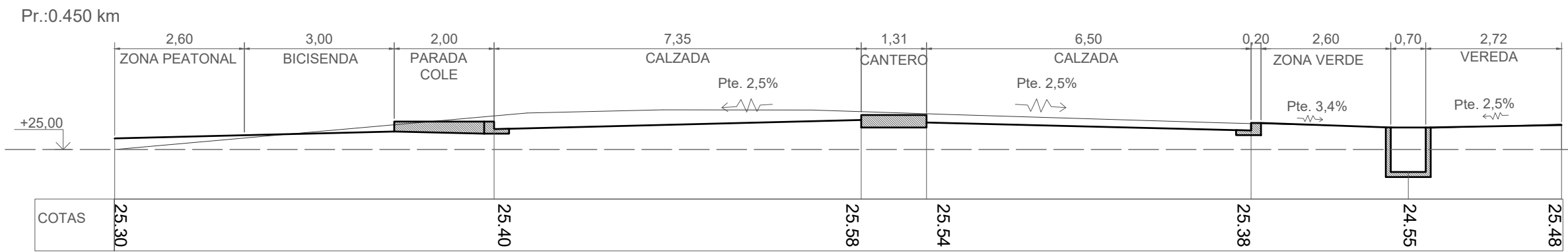
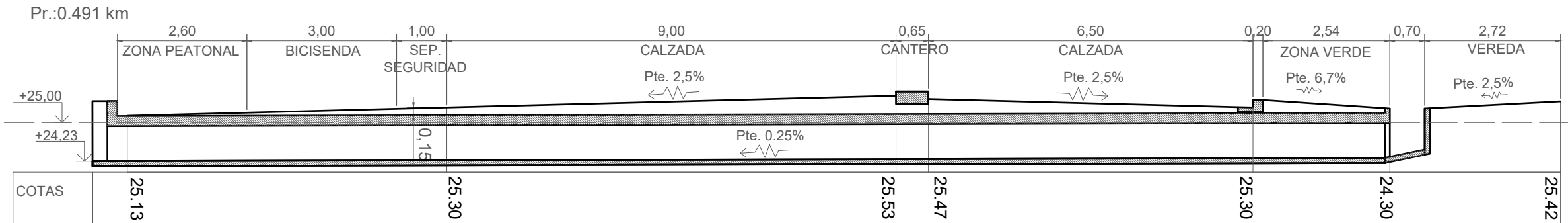
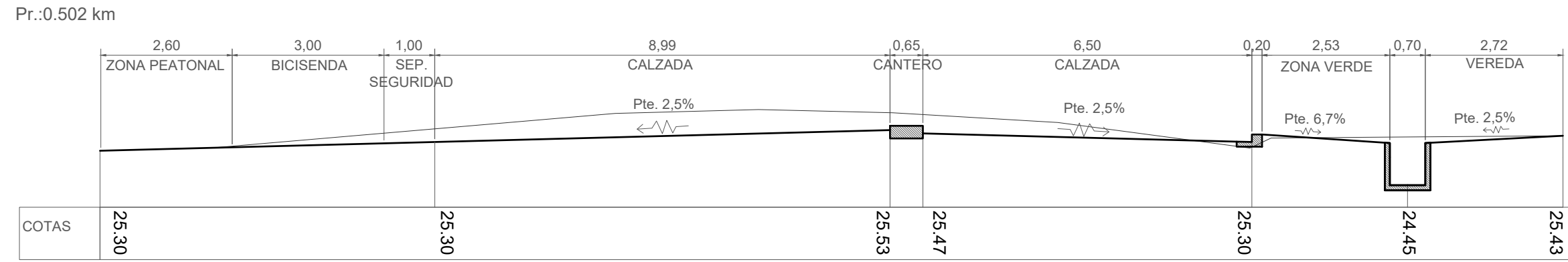
- Perfil Propuesto
- Perfil Actual
- - - Cota de Referencia
- Pte. 2,5% Pte. Proyecto
- ↔ Sentido Escurrimiento
- Albañal
- +25,00 Cotas



PROYECTO IV – GRUPO 7
REMDELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA

TÍTULO: PERFILES TRANSVERSALES - Pr.:0,269Km a Pr.: 0,395Km

INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN - AUDET - VIDAL	1°cuat.2023	1:100	0	11C



REFERENCIAS

- Perfil Propuesto
- Perfil Actual
- Cota de Referencia
- Pte. 2,5% Pte. Proyecto
- ↘ Sentido Escurrimiento
- Albañal
- +25,00 Cotas

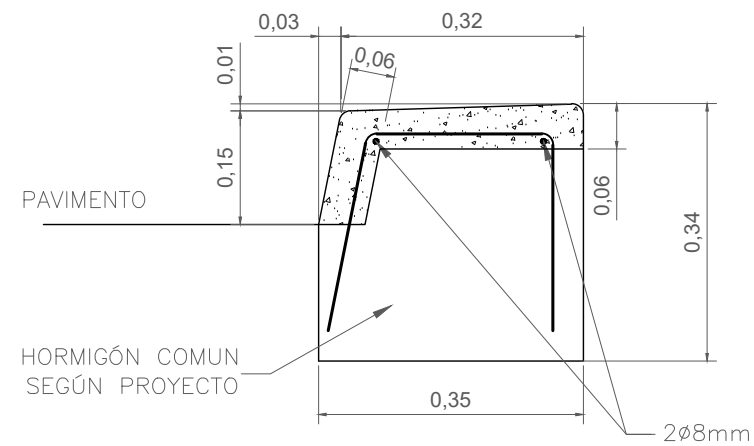


PROYECTO IV – GRUPO 7
REMDELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA

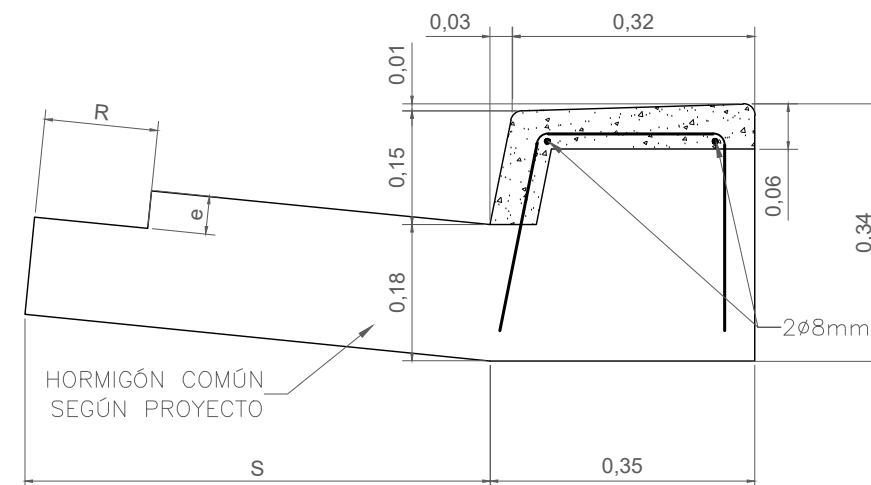
TÍTULO: PERFILES TRANSVERSALES - Pr.:0,414Km a Pr.: 0,502Km

INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN - AUDET - VIDAL	1°cuat.2023	1:100	0	11D

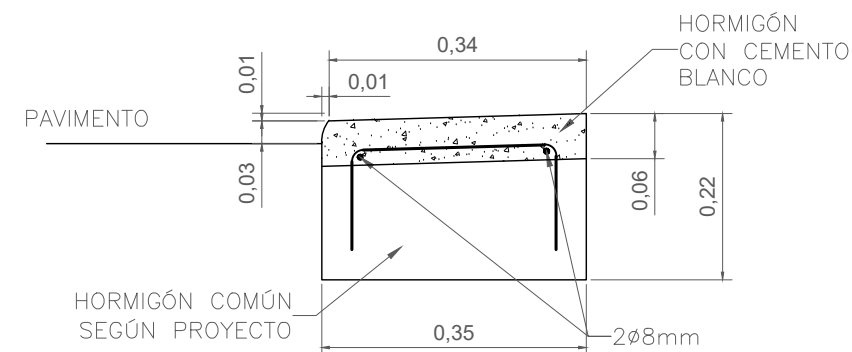
CORDÓN SIMPLE
CORDÓN TIPO "A"
ALTURA EMERGENTE 0.15m



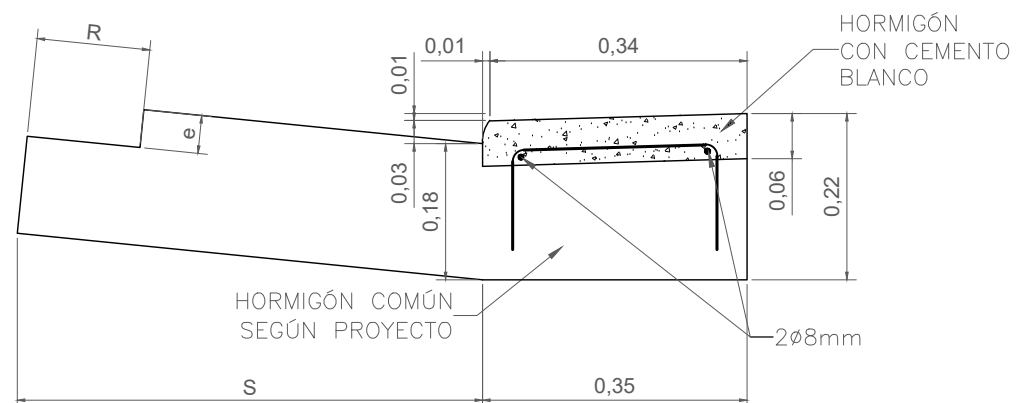
CORDÓN CUNETETA
CORDÓN TIPO "D"
ALTURA EMERGENTE 0.15m



CORDÓN TIPO "B"
ALTURA EMERGENTE 0.03m



CORDÓN TIPO "E"
ALTURA EMERGENTE 0.03m



CORDÓN TIPO "C"
ALTURA EMERGENTE VARIABLE
DE 0.03 A 0.15 EN 20m

CORDÓN TIPO "F"
ALTURA EMERGENTE VARIABLE
DE 0.03 A 0.15 EN 20m

CORDÓN CUNETETA TIPO

D, E o F	1	2	3	4
S(m)	0.60	1.20	1.50	2.00
i(%)	10	5	4	3
R(m)	0.15	0.30	0.30	0.30
e(m)	Según espesor del proyecto de carpeta			

NOTAS

- 1- El revestimiento de las partes vistas se ejecutará de hormigón con cemento blanco, salvo indicación contraria en el Proyecto. El Hormigón a utilizar será Clase "A" (1:1.5:3) con 400 kg/m³ de cemento blanco debiendo ejecutarse antes del fraguado del núcleo inferior.
- 2- Se construirán los cordones con juntas de dilatación cada 6m. El relleno de las juntas se ejecutarán conforme a las especificaciones vigentes, con el tipo de relleno premoldeado fibro-bituminoso.
- 3- En el cordón integral las juntas deberán construirse en coincidencia con las de las losas.

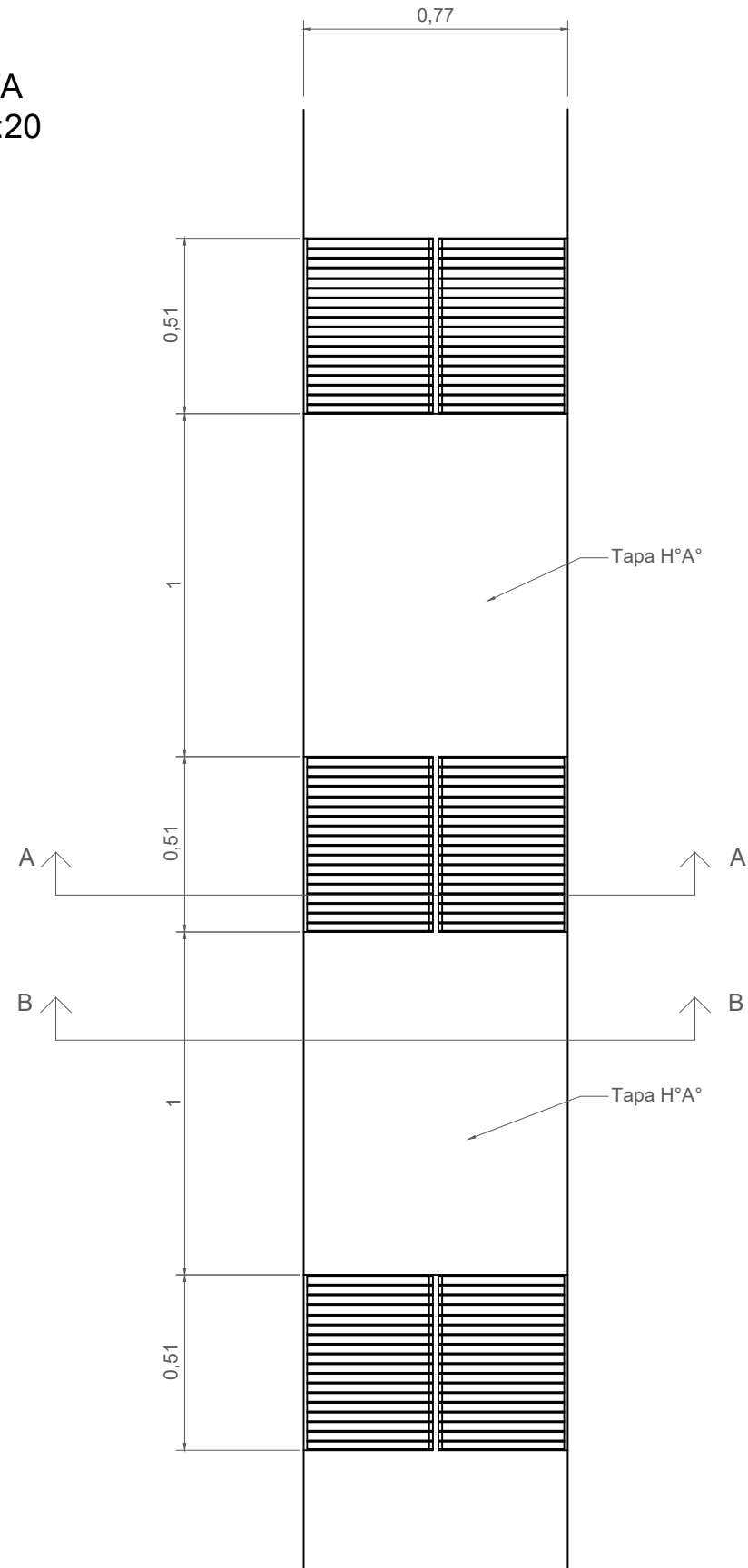


PROYECTO IV – GRUPO 7
REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA

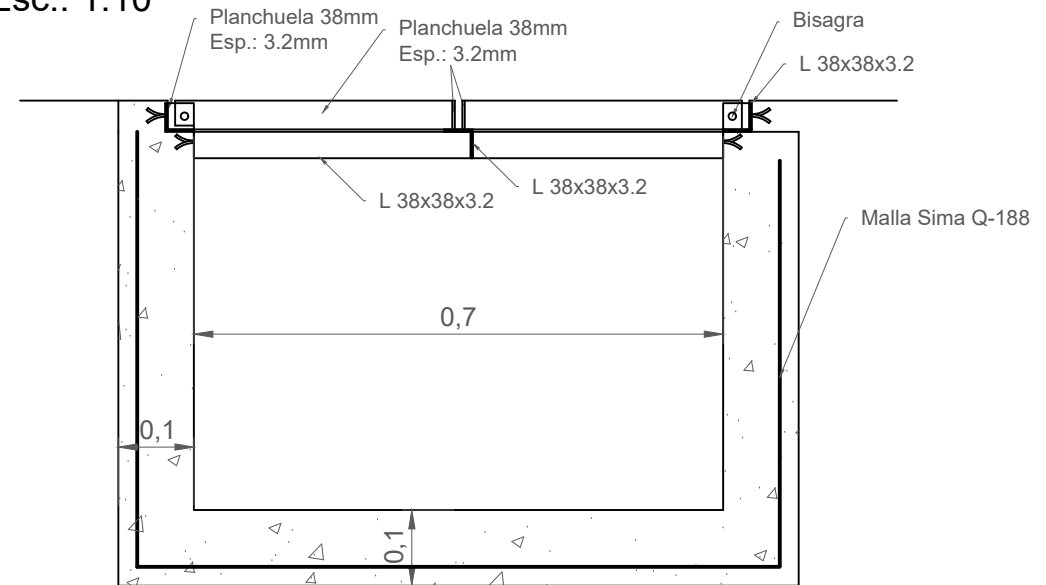
TÍTULO: PLANO TIPO CORDONES

INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN - AUDET - VIDAL	1ºcuat.2023	1:10	0	12a

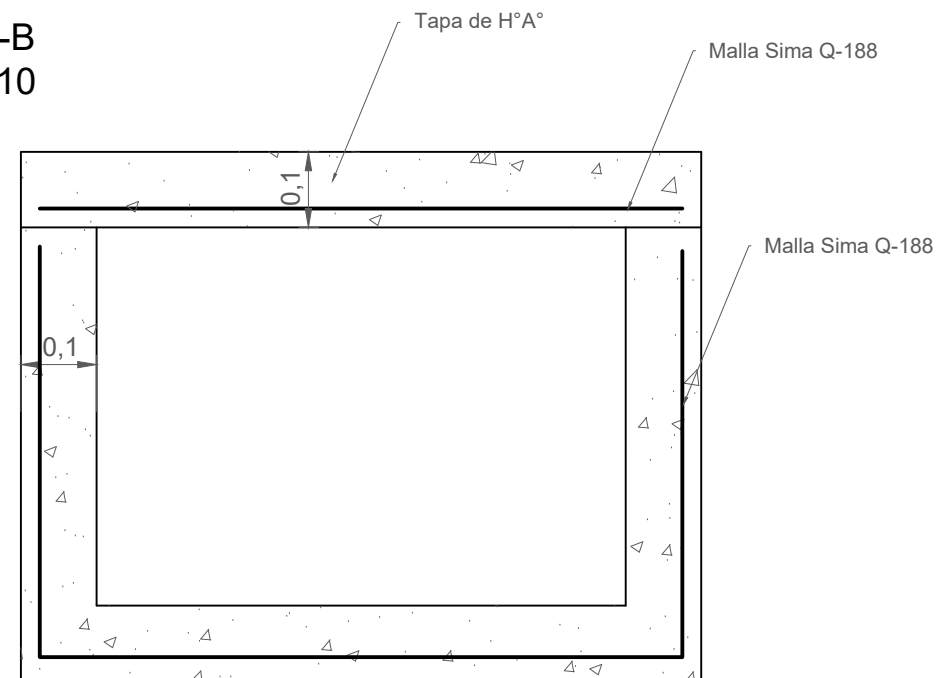
PLANTA
Esc.: 1:20



Corte A-A
Esc.: 1:10



Corte B-B
Esc.: 1:10



Notas:

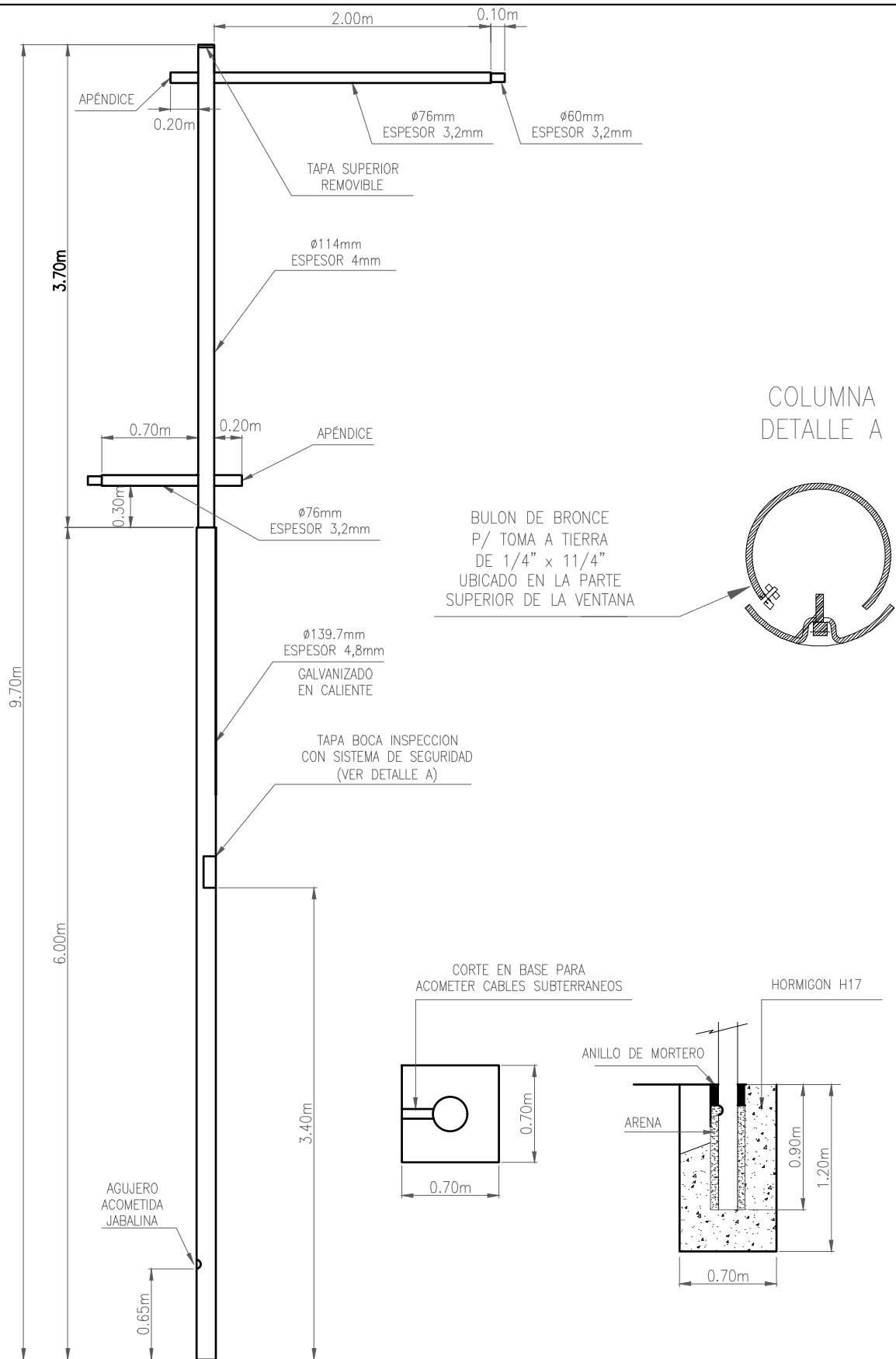
- 1: Las rejas del albañal miden 50cm x 70cm, se abrirán a la mitad se colocarán cada 1m.



PROYECTO IV – GRUPO 7
REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA

TÍTULO: PLANO TIPO ALBAÑAL

INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN - AUDET - VIDAL	1°cuat.2023	Ind.	0	12b

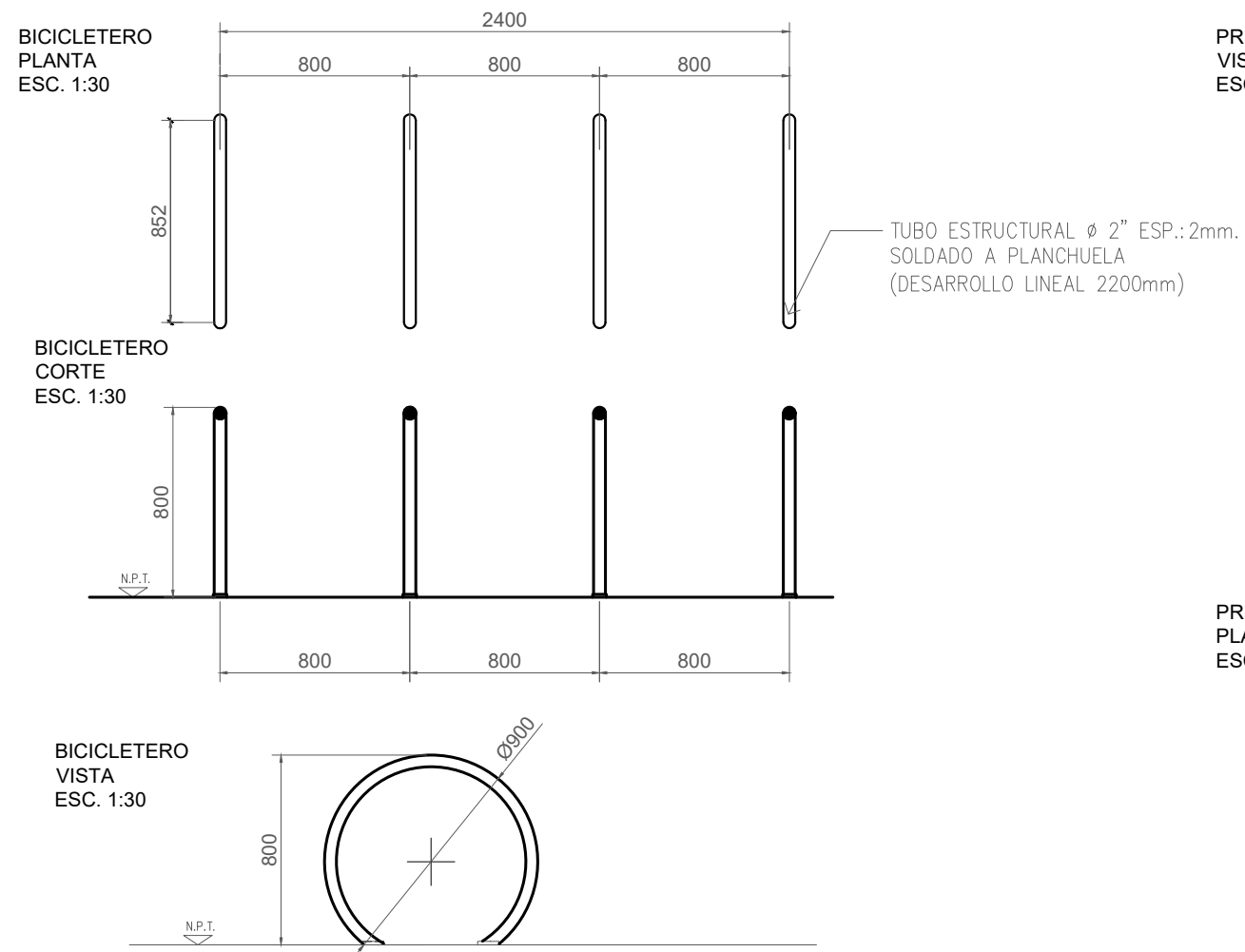


PROYECTO IV – GRUPO 7

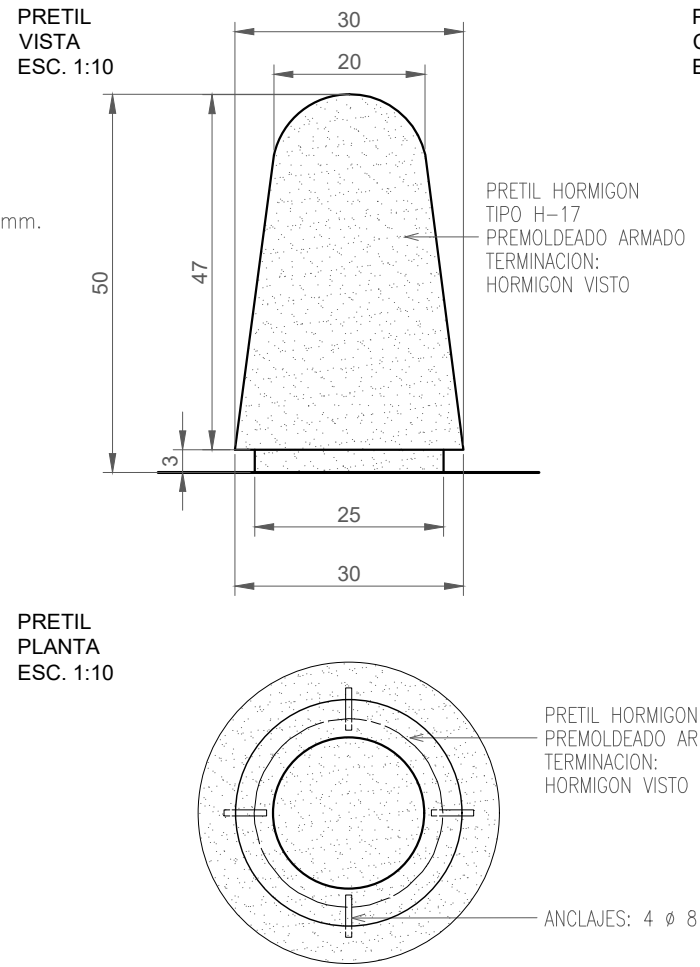
REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA

TÍTULO: PLANO TIPO LUMINARIA

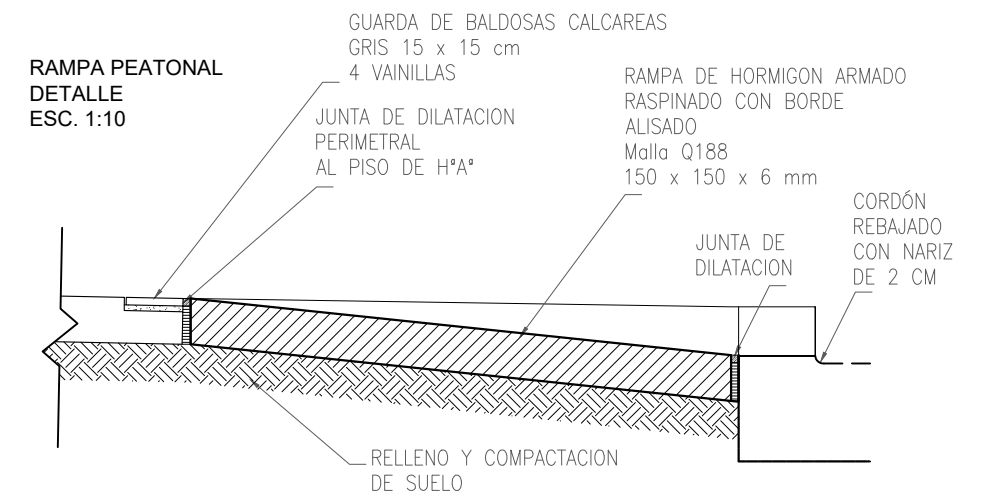
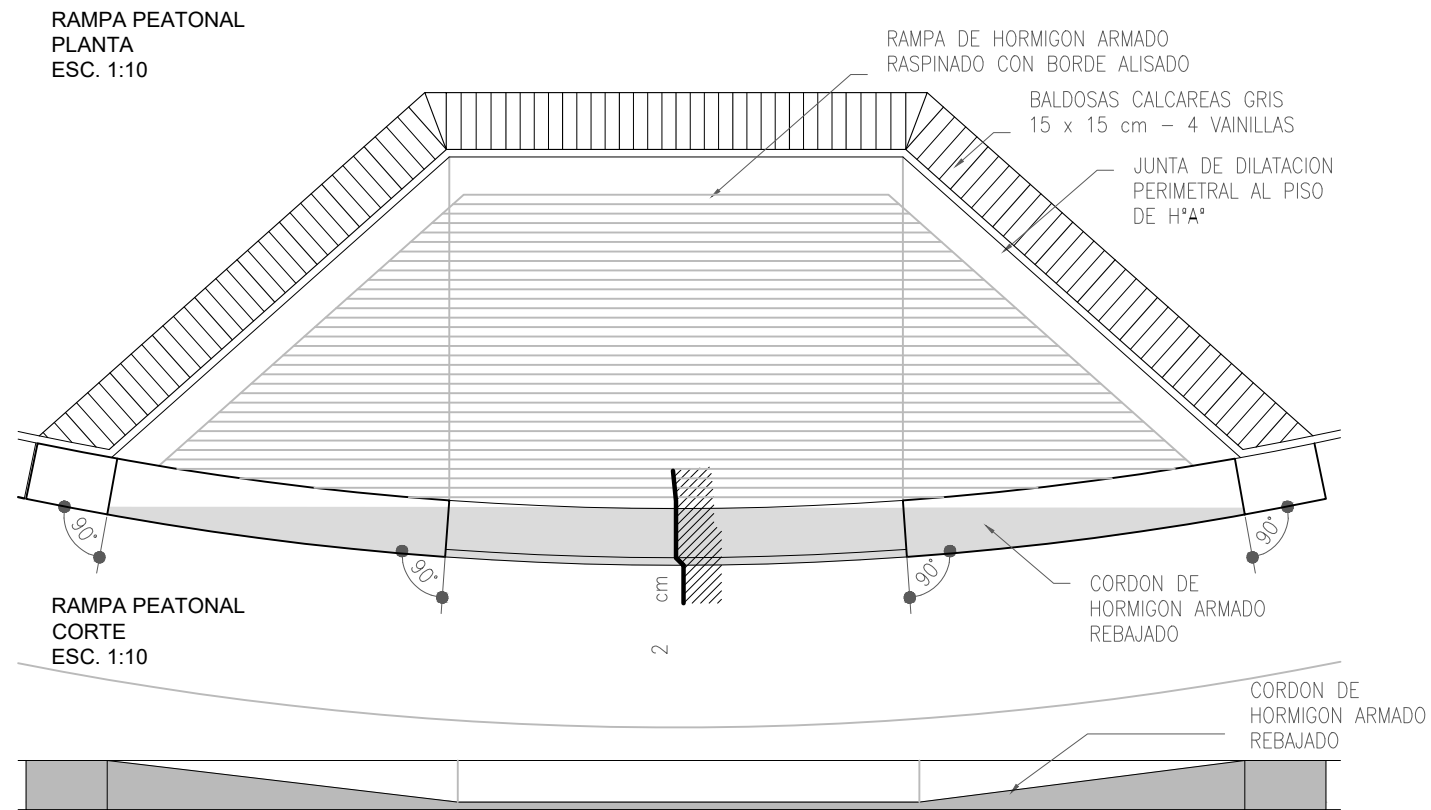
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN–AUDET–VIDAL	1°cuat.2023	IND.	0	12c



NOTA:
 -TERMINACION 1: GALVANIZADO CON SOLADADURAS GALVANIZADAS EN FRIO.
 -TERMINACION 2: 2 MANOS DE FONDO ANTICORROSIVO EPOXICO TIPO "INDULAC" DE TERSUAVE O CALIDAD SIMILAR E IMPRIMACION EPOXI "TIPO INDULAC" DE TERSUAVE O CALIDAD SIMILAR; 2 MANOS DE ESMALTE POLIURETANICO TIPO "INDULAC" DE TERSUAVE O CALIDAD SIMILAR COLOR GRIS OSCURO (CODIGO N°2118 DE S.W.).

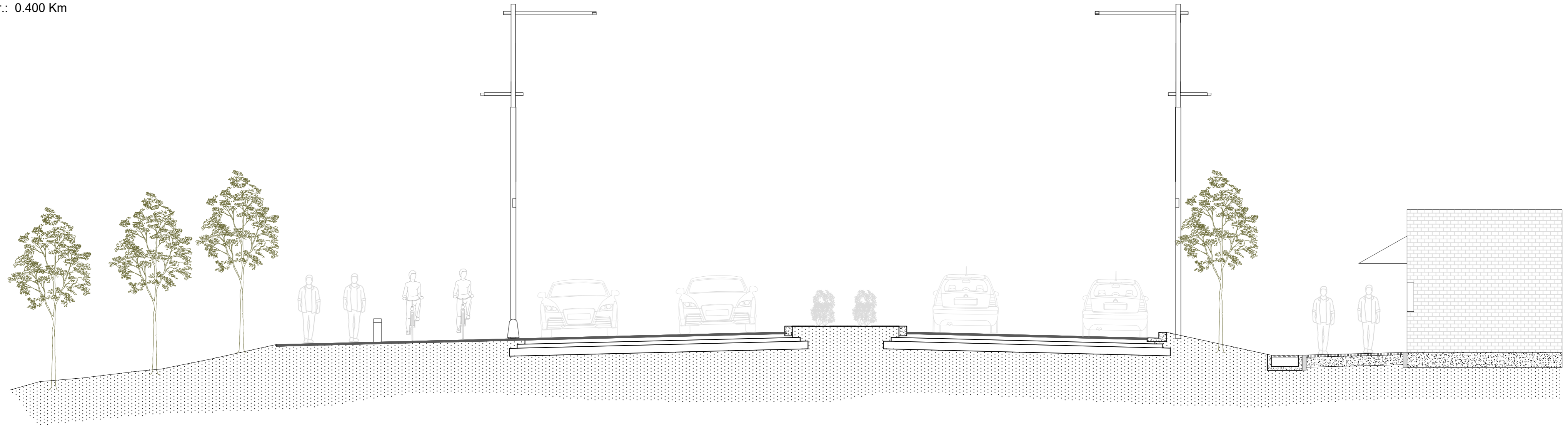


NOTA:
 - TODAS LAS MEDIDAS SON EN cm
 - HORMIGON H17 - ACERO ADN 420
 - SE UTILIZARA ENCOFRADO METALICO

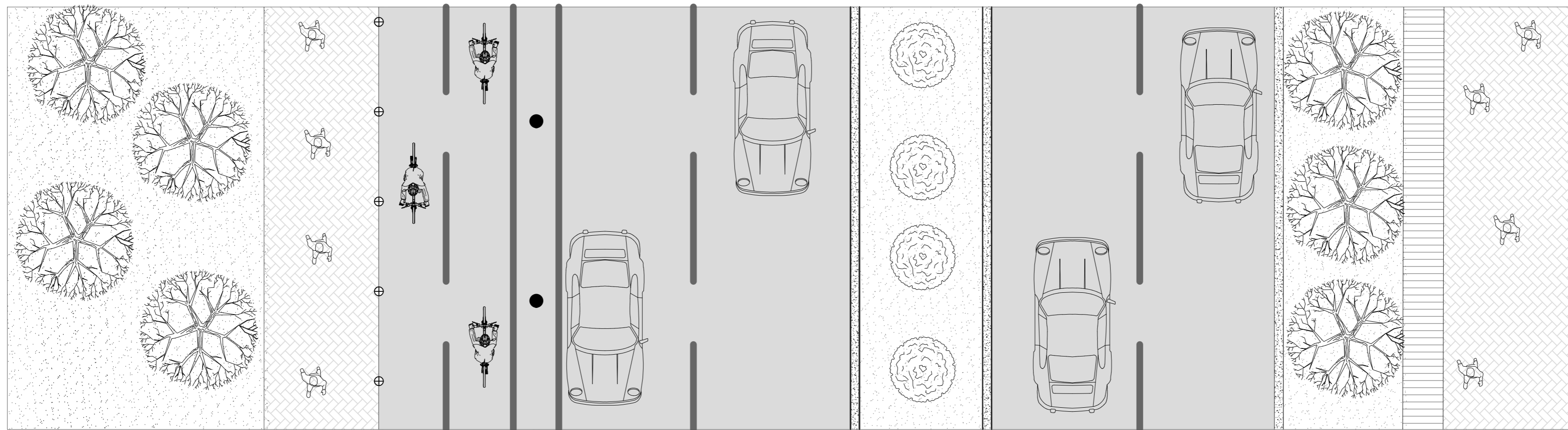



	PROYECTO IV – GRUPO 7			
	REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA			
TÍTULO: PLANO TIPO MOVILIARIO URBANO				
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN–AUDET–VIDAL	1°cuat.2023	IND.	0	12d

CORTE
Pr.: 0.400 Km



VISTA
Pr.: 0.400 Km

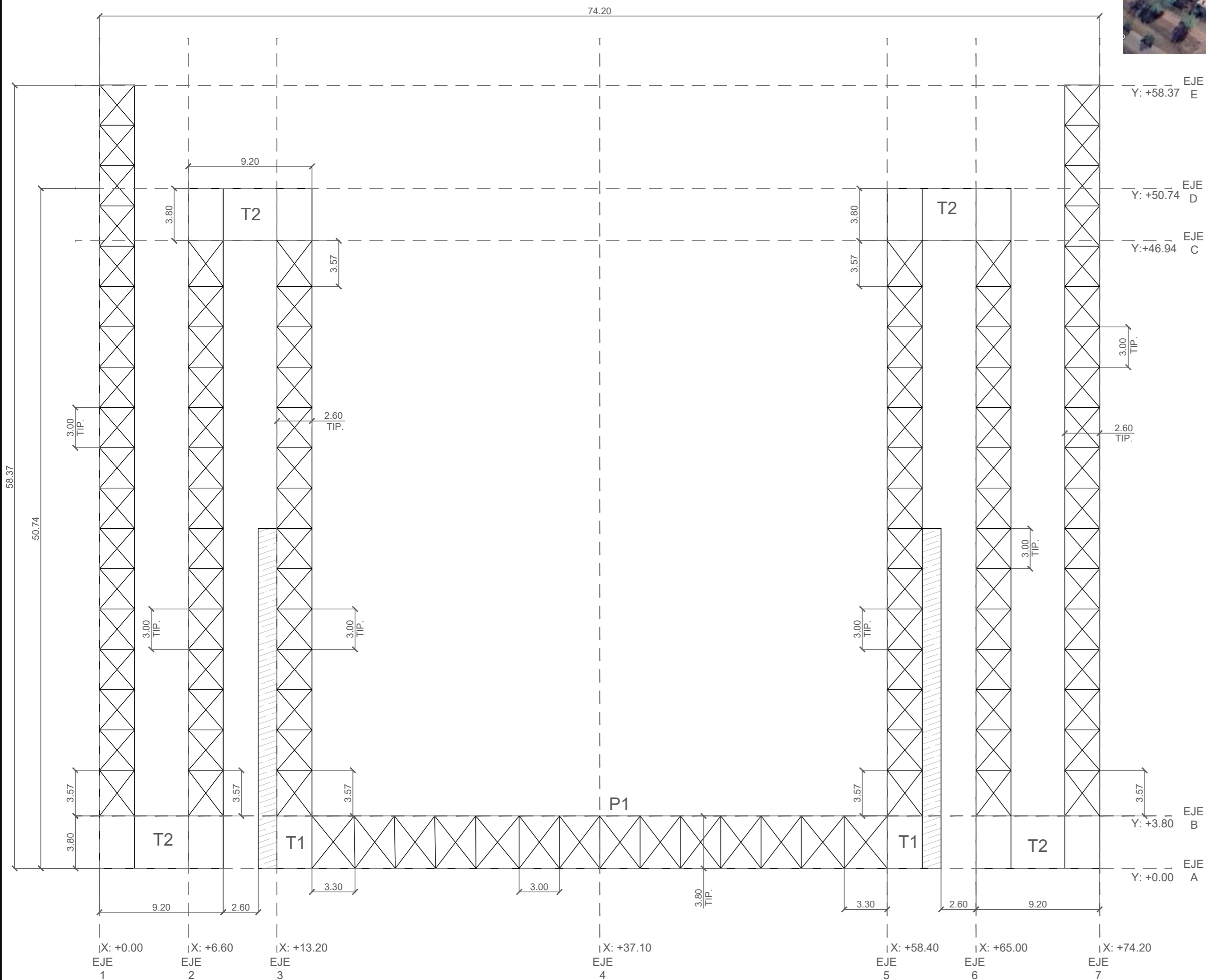


	PROYECTO IV – GRUPO 7 REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA			
	TÍTULO: CORTE ARQUITECTURA			
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN - AUDET - VIDAL	1°cuat.2023	1: 75	0	13

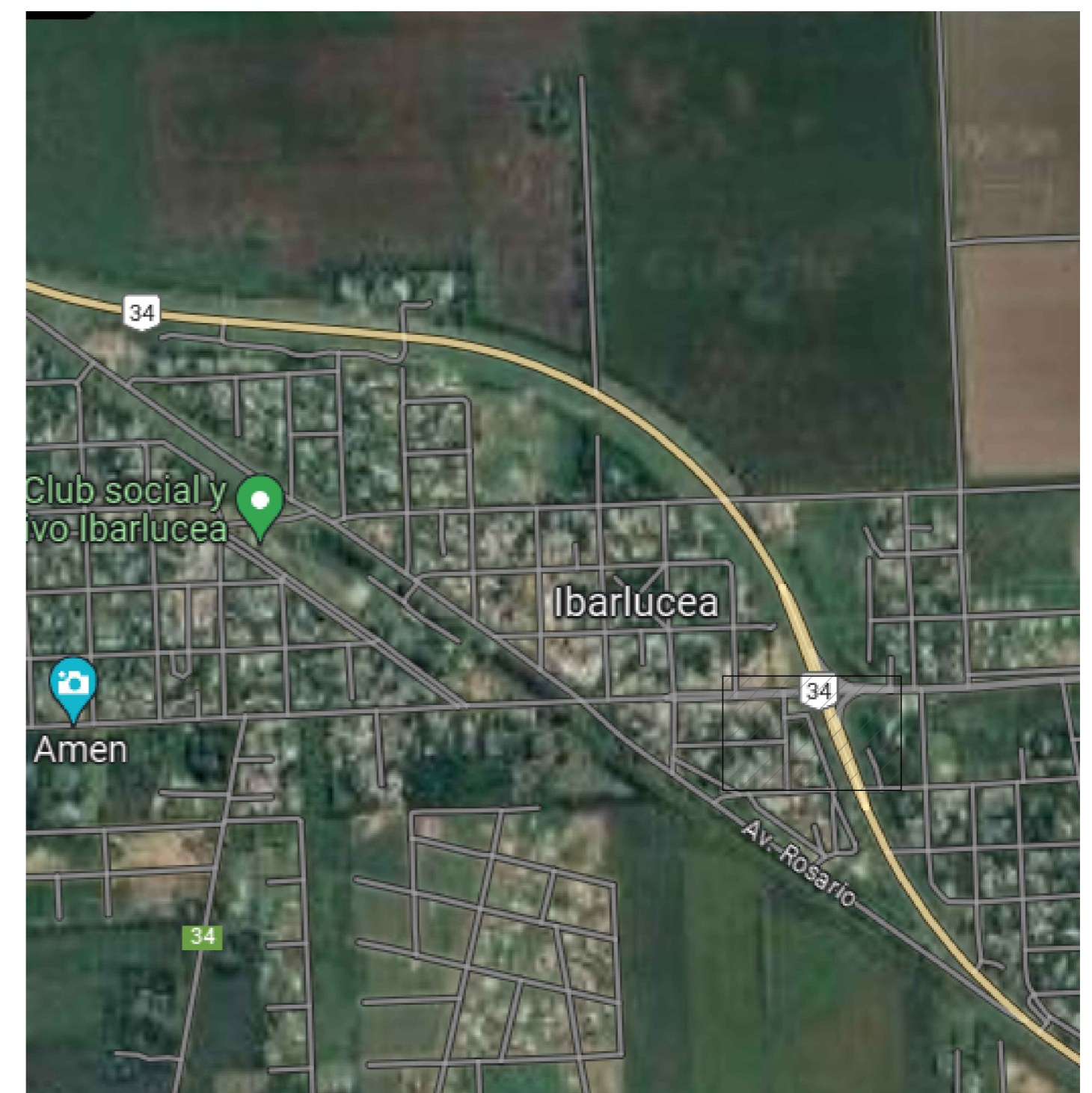
INGRESO IBARLUCEA OESTE

INGRESO IBARLUCEA ESTE

UNIFILAR PLANTA
ESC 1:300

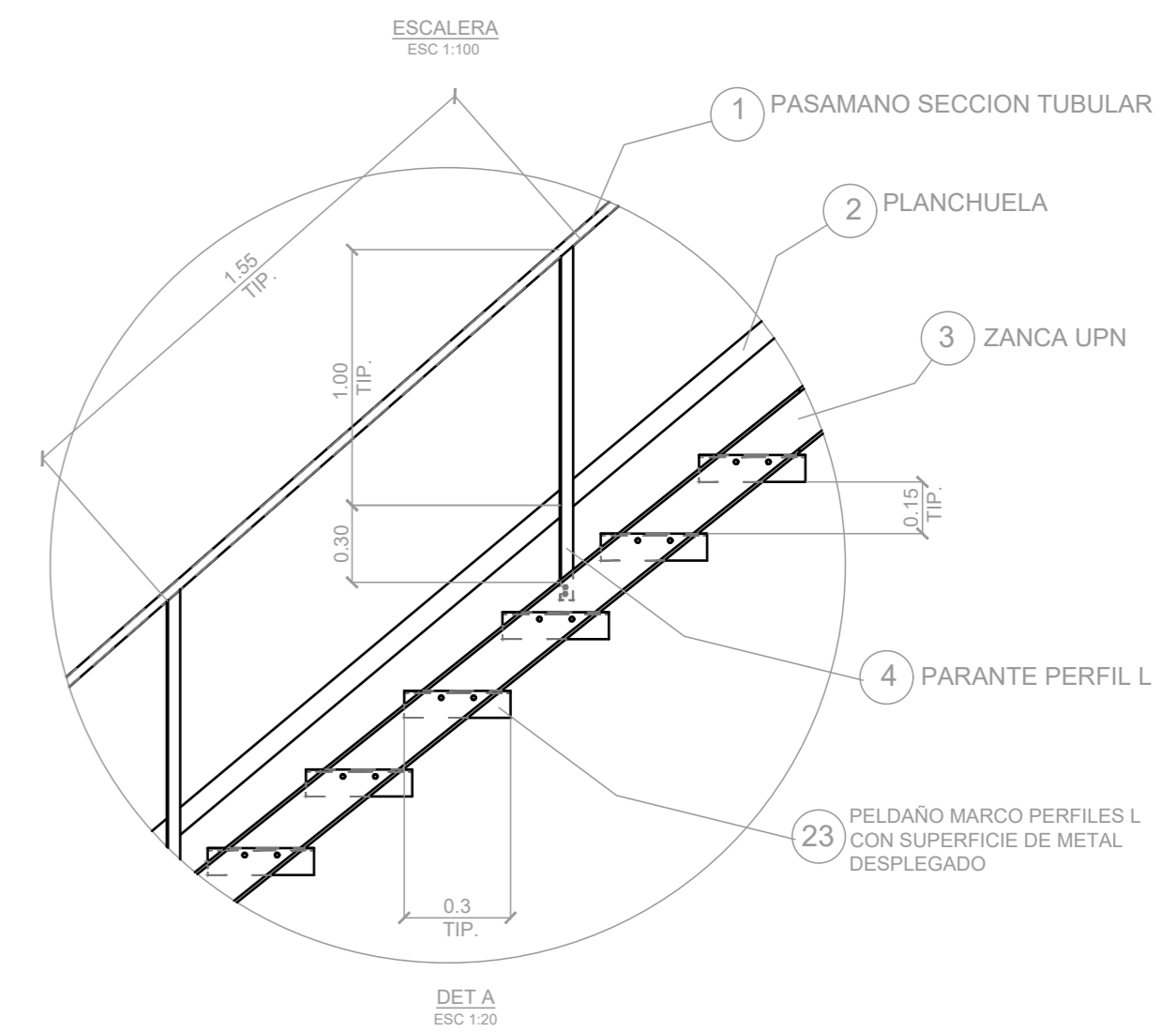
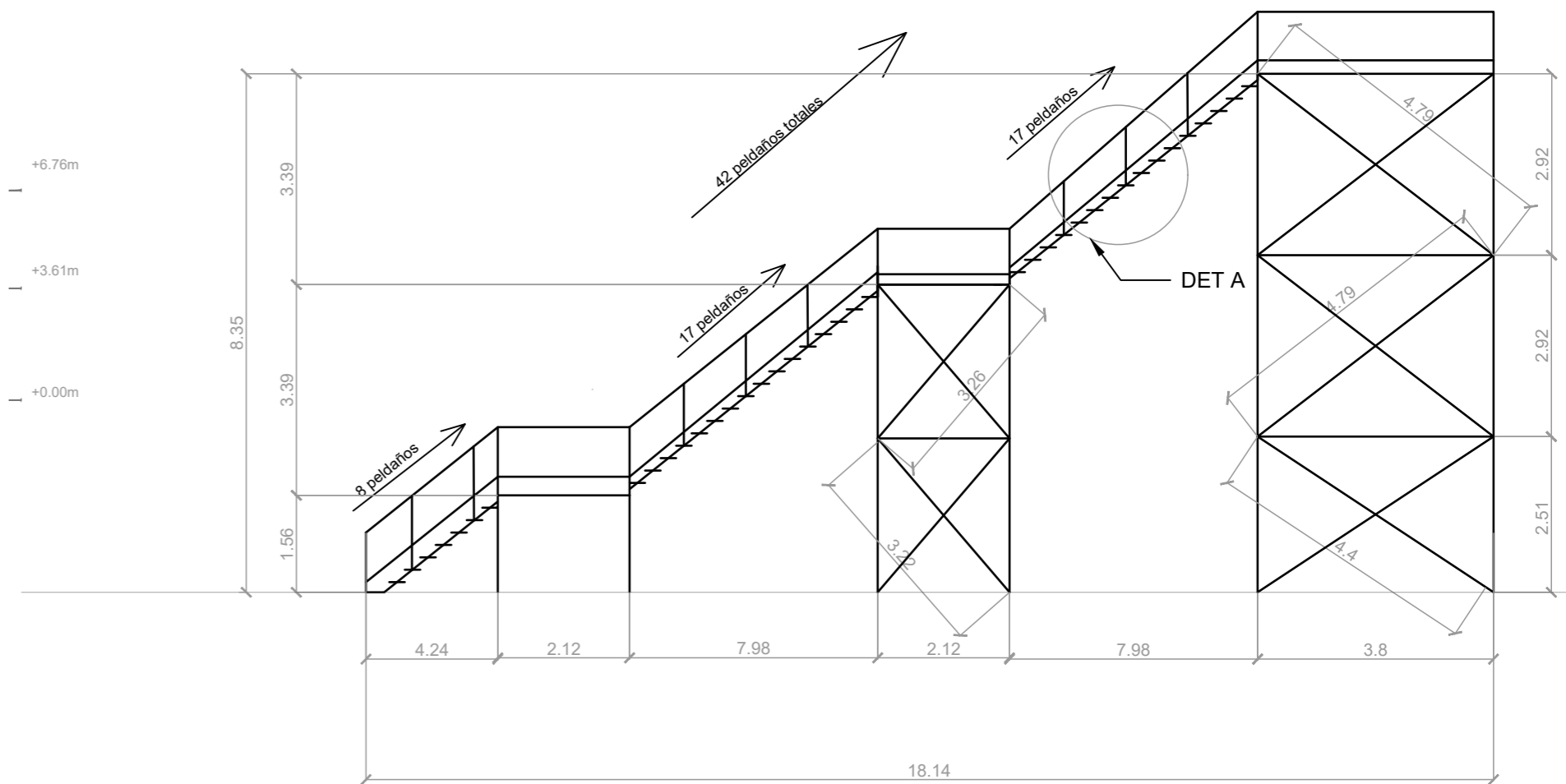
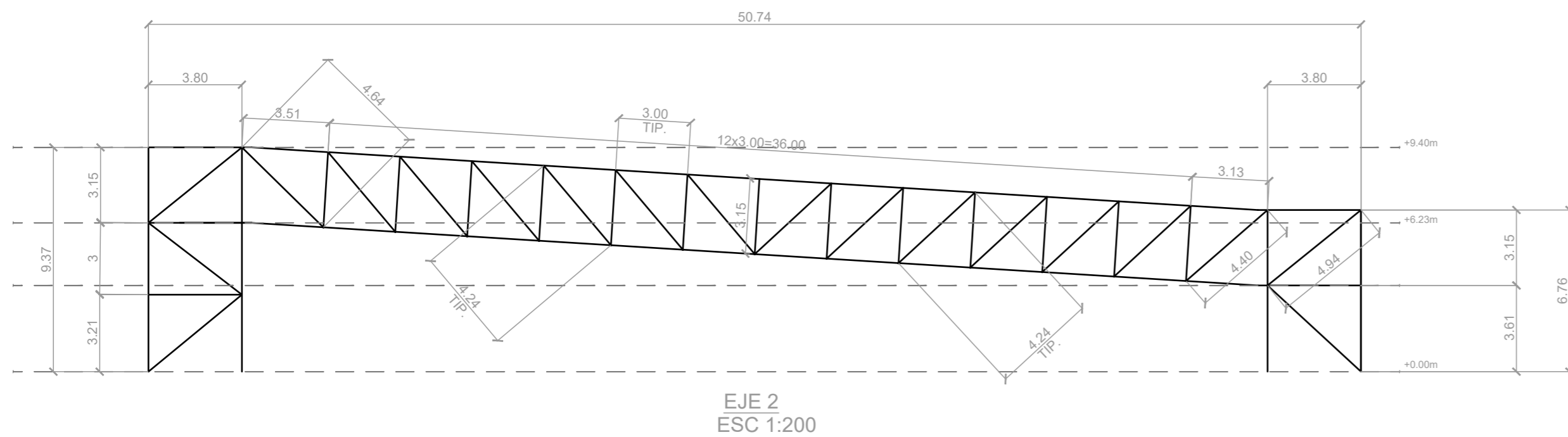
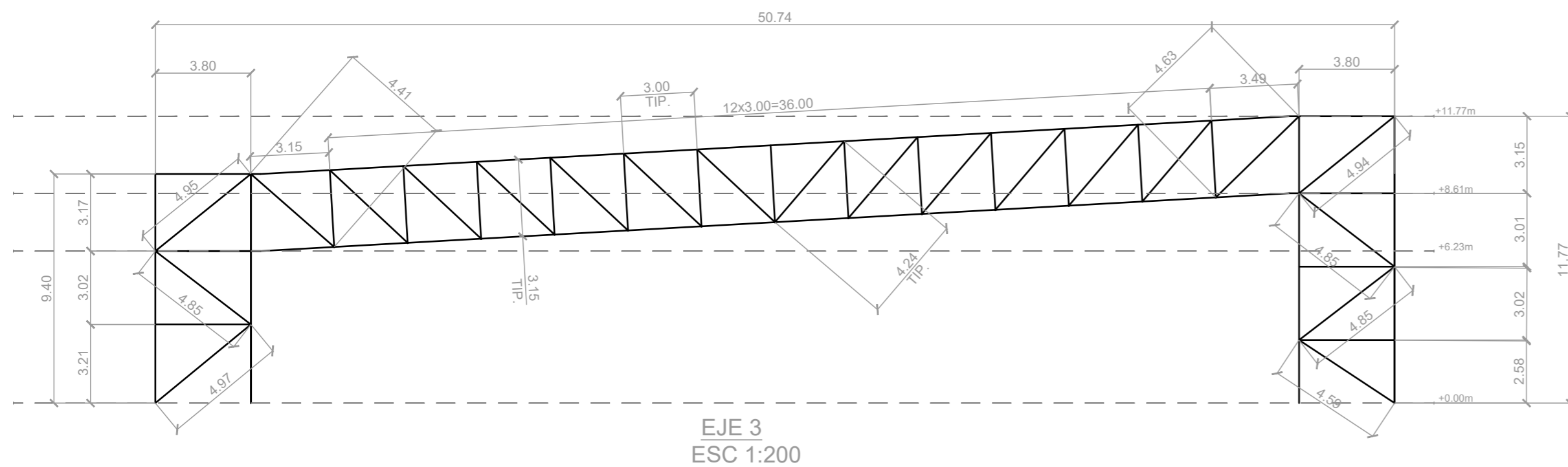
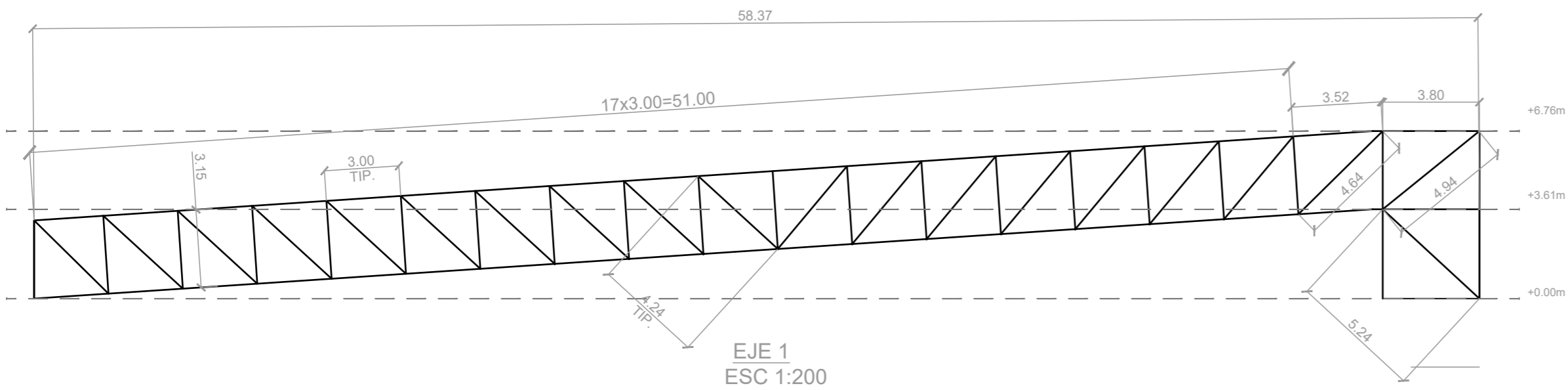


SECTOR EMPLAZAMIENTO



UBICACIÓN PUENTE PEATONAL

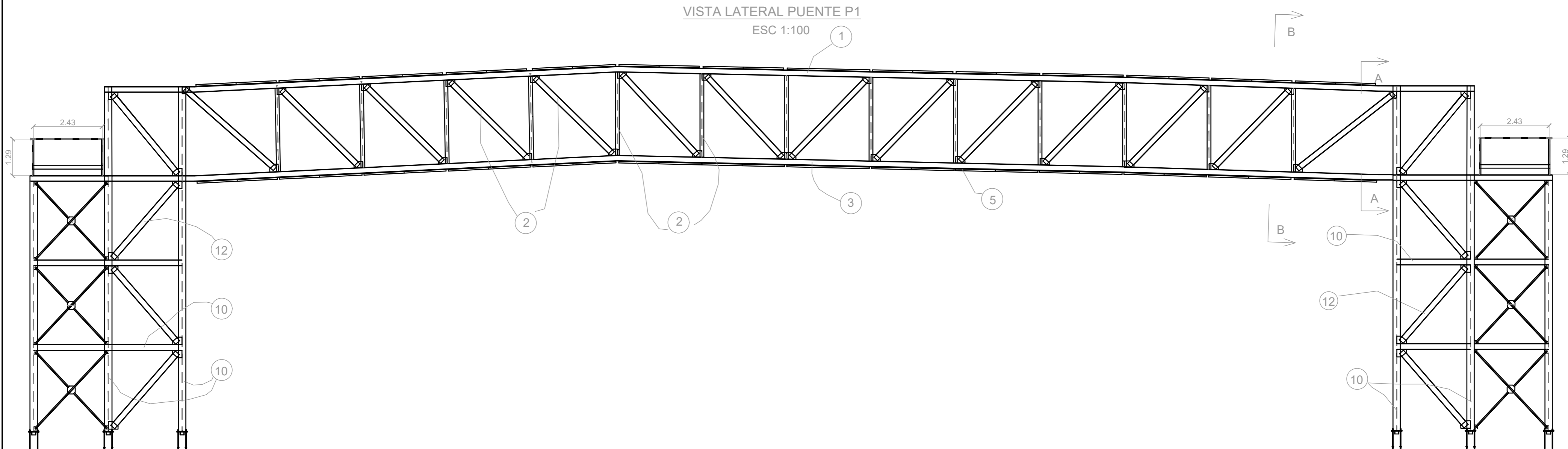
PROYECTO IV – GRUPO 7				
REMODELACION INTEGRAL DE LA MOVILIDAD EN IBARLUCEA				
TITULO: PUENTE PEATONAL - EMPLAZAMIENTO				
Integrantes	Año	Escala	Rev.	Hoja
ARAGON - AUDET - VIDAL	2023	IND	00	01
				PLANO 14



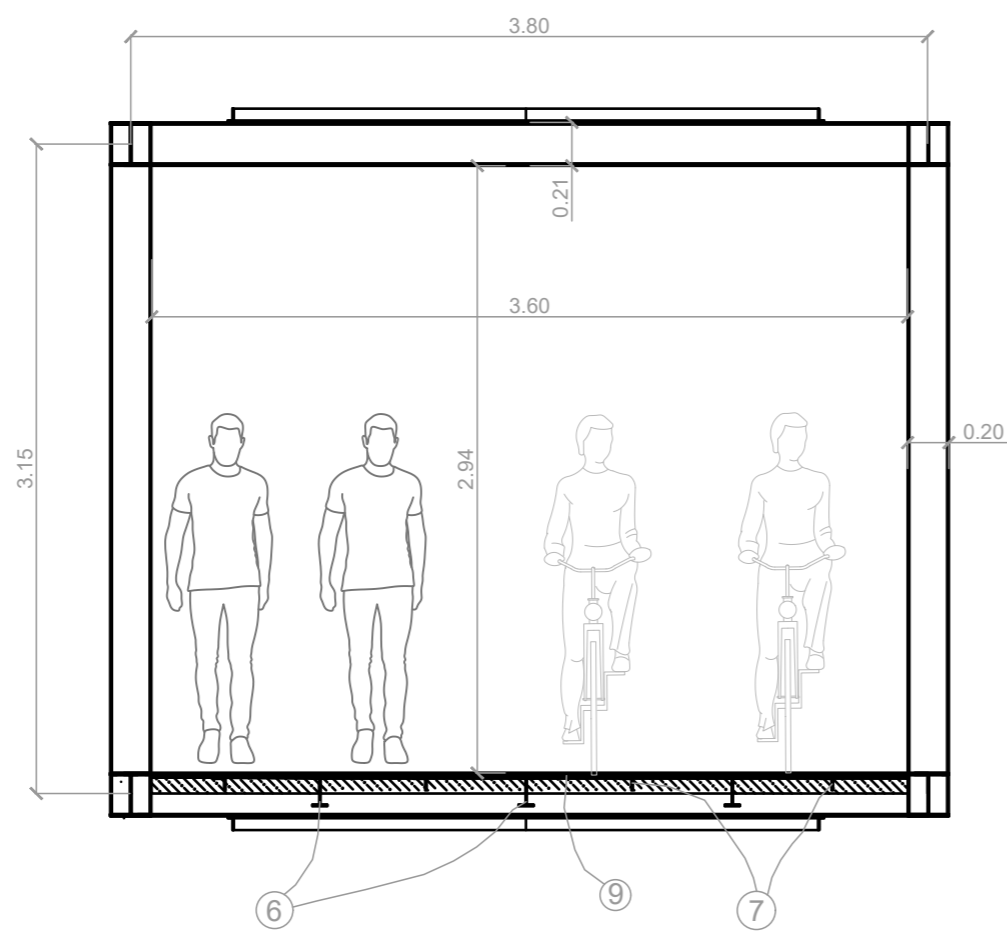
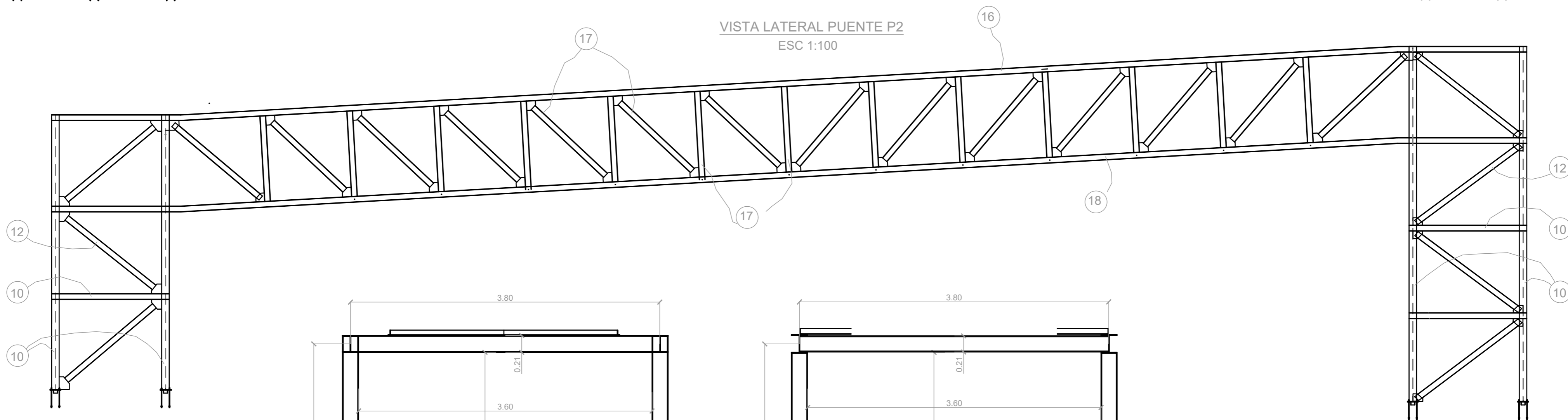
NOTA
-SE DEBERÁ REALIZAR UNA ESTRUCTURA POR FUERA DE LA BARANDA QUE SOSTENGA UN TEJIDO ROMBOIDAL (ALTERNATIVA MALLA), ENVOLVIENDO LA SECCIÓN TRANSITABLE, POR MOTIVOS DE SEGURIDAD.

PROYECTO IV – GRUPO 7				
REMODELACION INTEGRAL DE LA MOVILIDAD EN IBARLUCEA				
TITULO: PUENTE PEATONAL - UNIFILARES				PLANO 15
Integrantes	Año	Escala	Rev. Hoja	
ARAGON - AUDET - VIDAL	2023	IND	00 02	

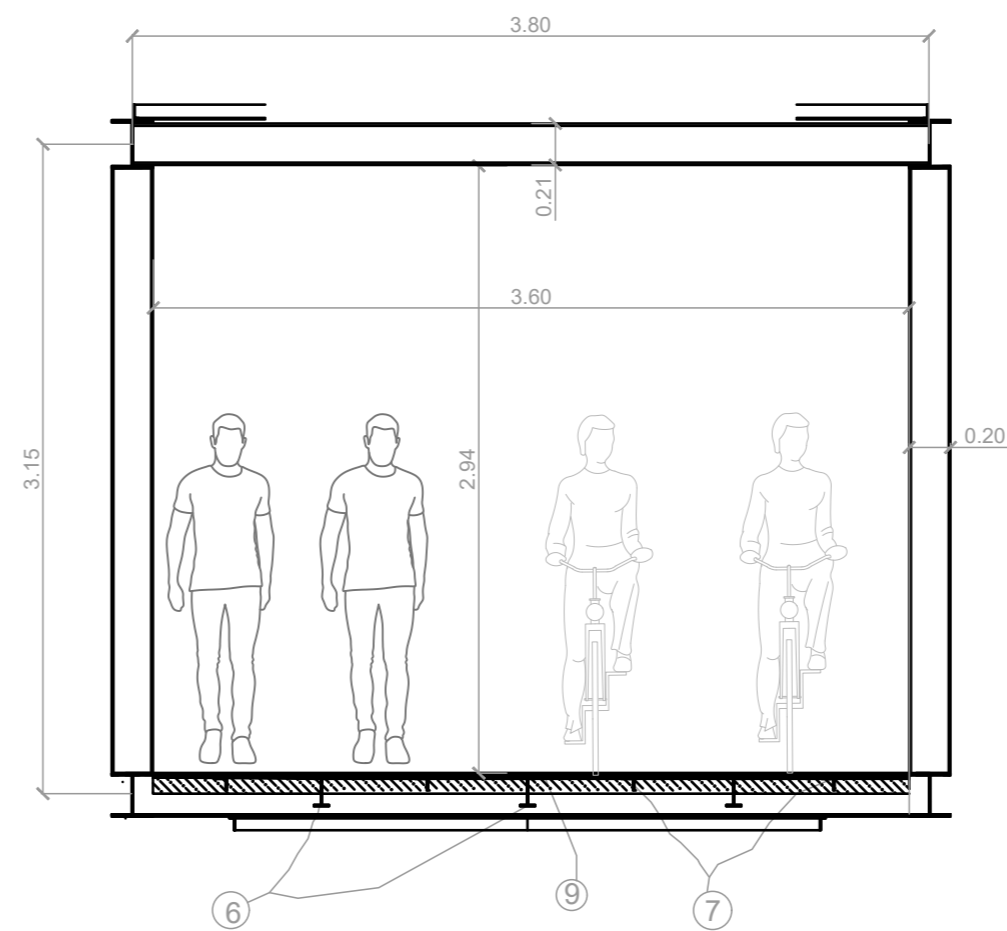
VISTA LATERAL PUENTE P1
ESC 1:100



VISTA LATERAL PUENTE P2
ESC 1:100



CORTE A
ESC 1:50



CORTE B
ESC 1:50

REFERENCIAS

- | | | | |
|-------------|---------------|-------------------|-------------|
| ① W200x71 | ⑥ IPE 140 | ⑪ W150x24 | ⑯ W200x52 |
| ② W200x41,7 | ⑦ L76x7,9 | ⑫ W150x24 | ⑰ W200x41,7 |
| ③ W200x46,1 | ⑧ W200x35,9 | ⑬ PLANCH 25,4x7,9 | ⑱ W200x31,3 |
| ④ W200x19,3 | ⑨ MD270/30/30 | ⑭ IPE 120 | |
| ⑤ L57x6,4 | ⑩ W250x89 | ⑮ IPE 160 | |

PROYECTO IV – GRUPO 7

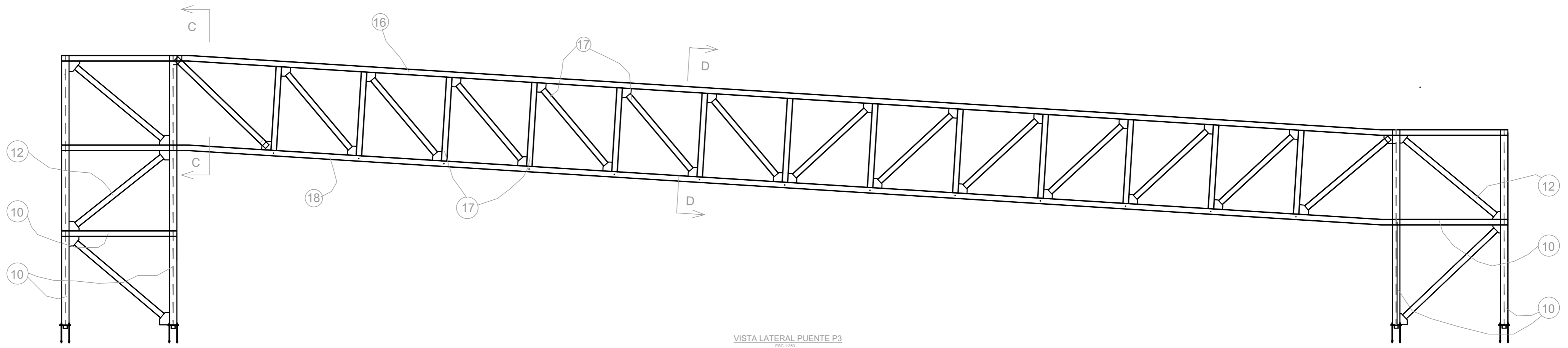
REMODELACION INTEGRAL DE LA MOVILIDAD EN IBARLUCEA

TITULO: PUENTE PEATONAL - VISTAS Y CORTES

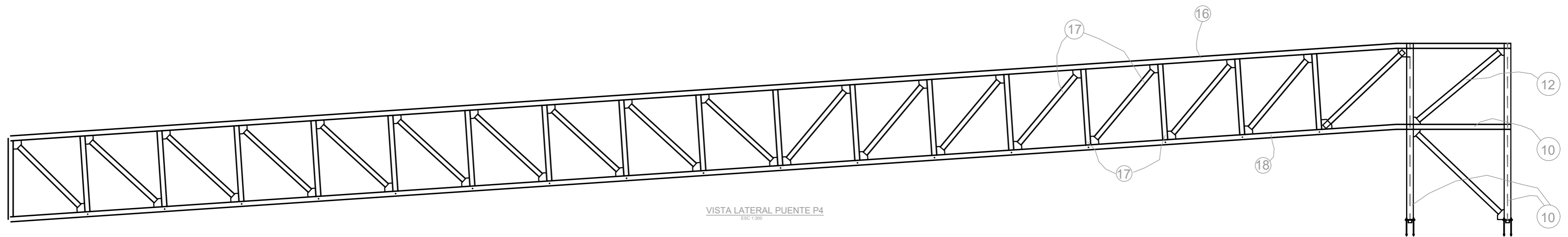
PLANO

Integrantes	Año	Escala	Rev.	Hoja
ARAGON - AUDET - VIDAL	2023	IND	00	01

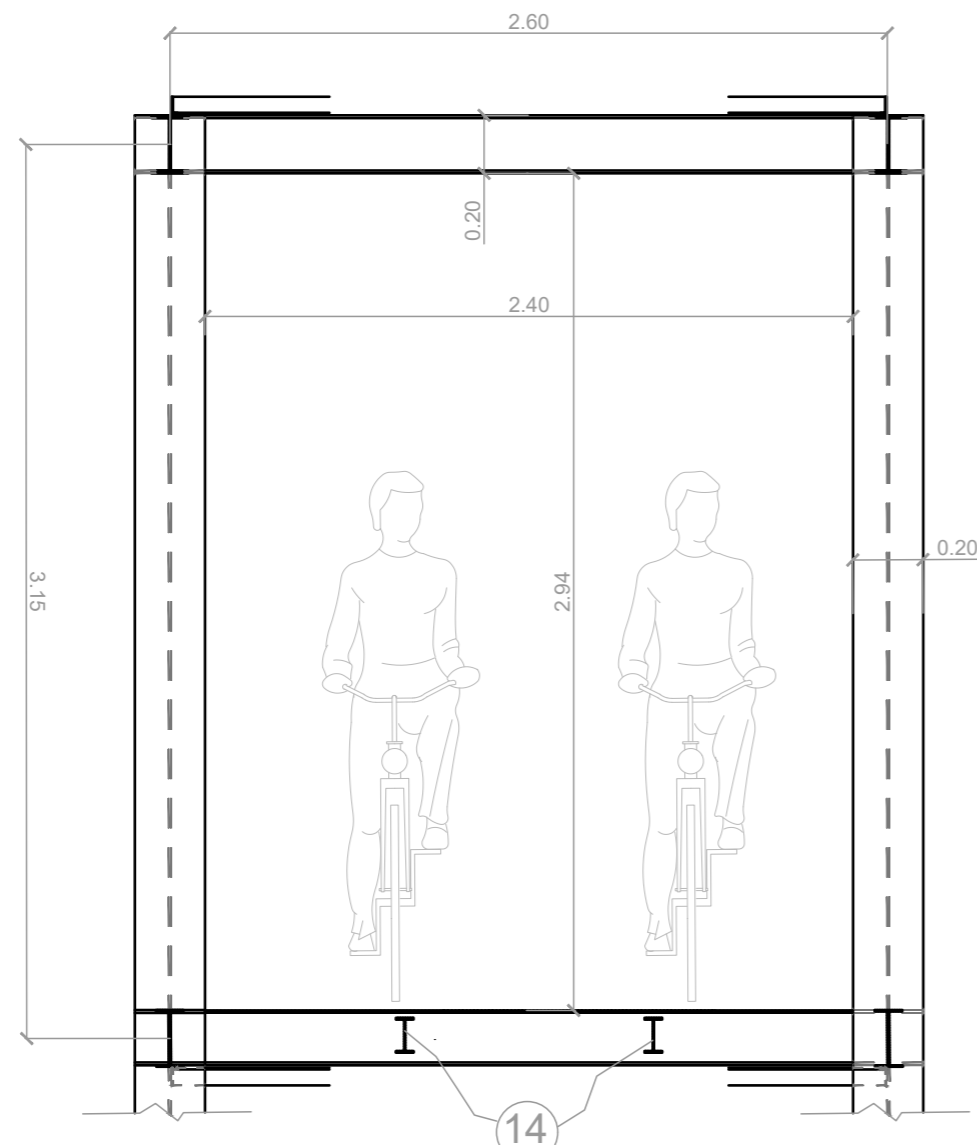
16



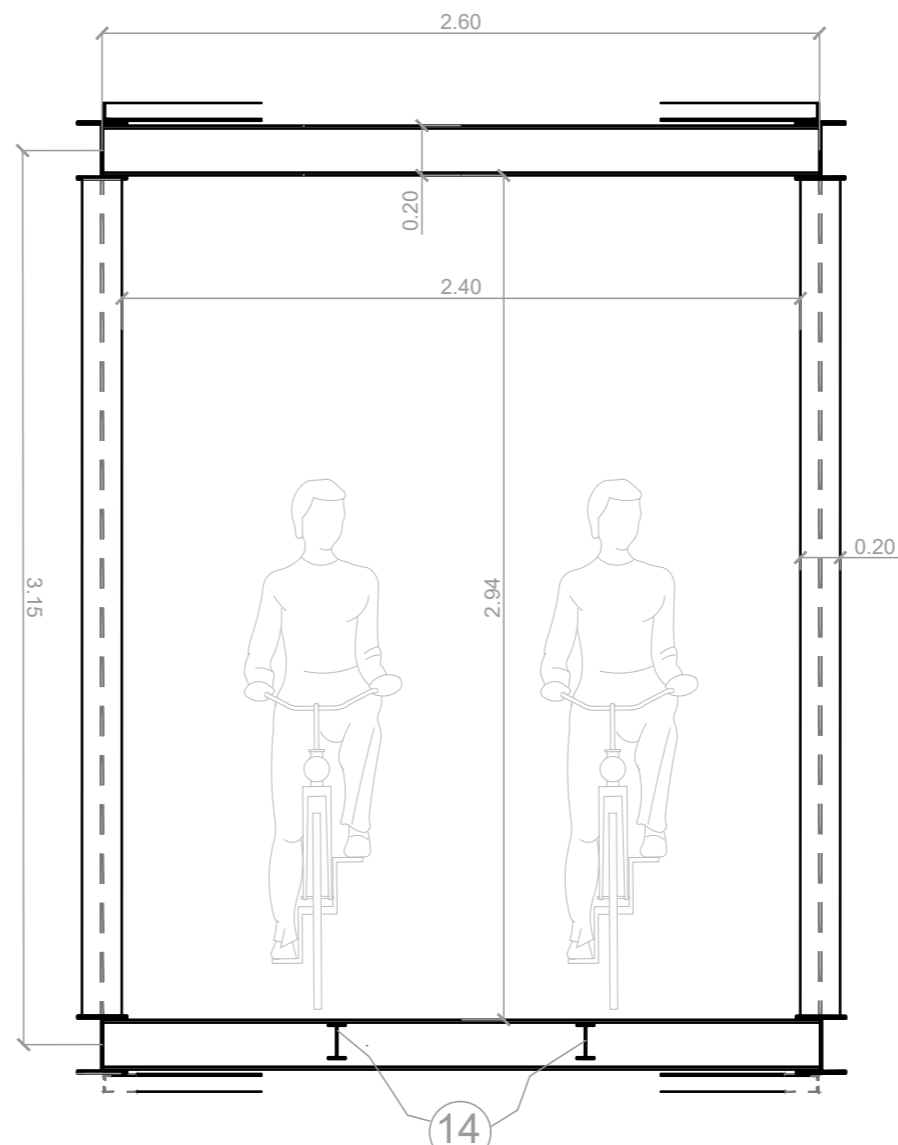
VISTA LATERAL PUENTE P3
ESC 1:200



VISTA LATERAL PUENTE P4
ESC 1:200



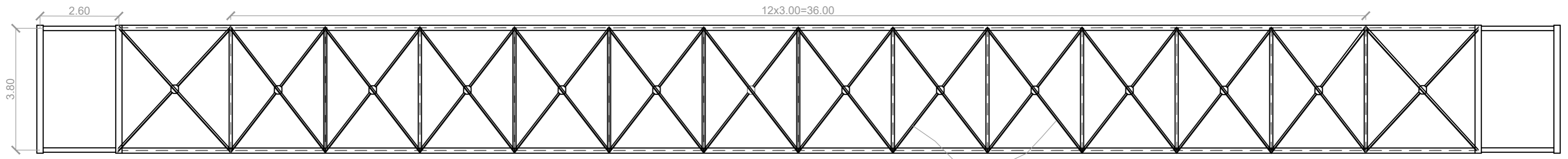
CORTE C
ESC 1:30



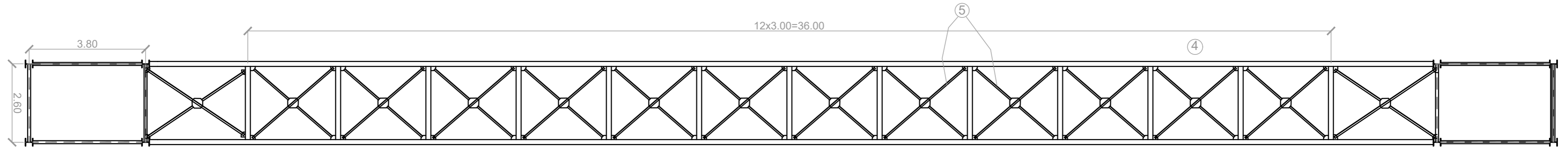
CORTE D
ESC 1:30

REFERENCIAS			
① W200x71	⑥ IPE 140	⑪ W150x24	⑱ W200x52
② W200x41,7	⑦ L76x7,9	⑫ W150x24	⑳ W200x41,7
③ W200x46,1	⑧ W200x35,9	⑬ PLANCH 25,4x7,9	㉑ W200x31,3
④ W200x19,3	⑨ MD270/30/30	⑭ IPE 120	
⑤ L57x6,4	⑩ W250x89	⑮ IPE 160	

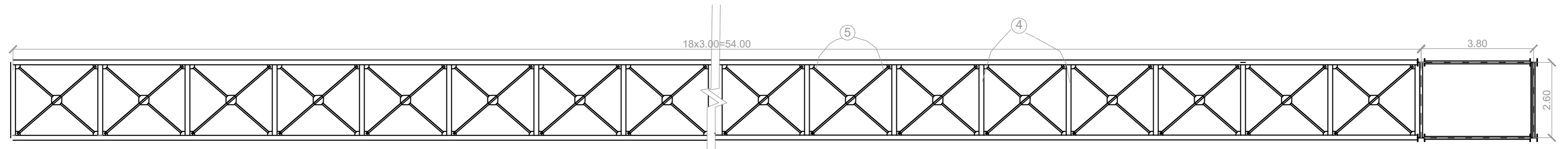
PROYECTO IV – GRUPO 7				
REMODELACION INTEGRAL DE LA MOVILIDAD EN IBARLUCEA				
TITULO: PUENTE PEATONAL - VISTAS Y CORTES				PLANO
Integrantes	Año	Escala	Rev. Hoja	
ARAGON - AUDET - VIDAL	2023	IND	00 02	16



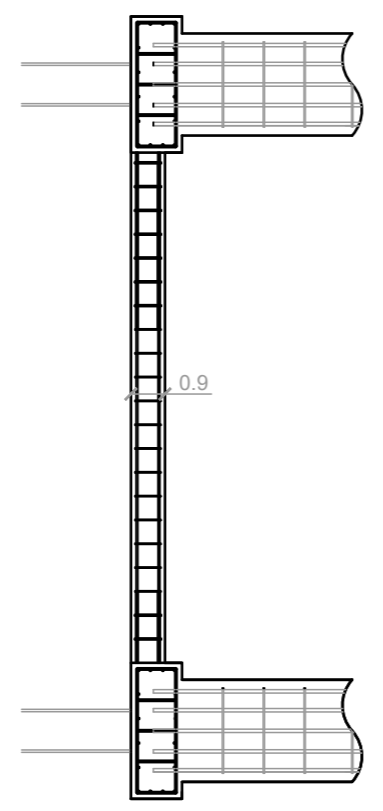
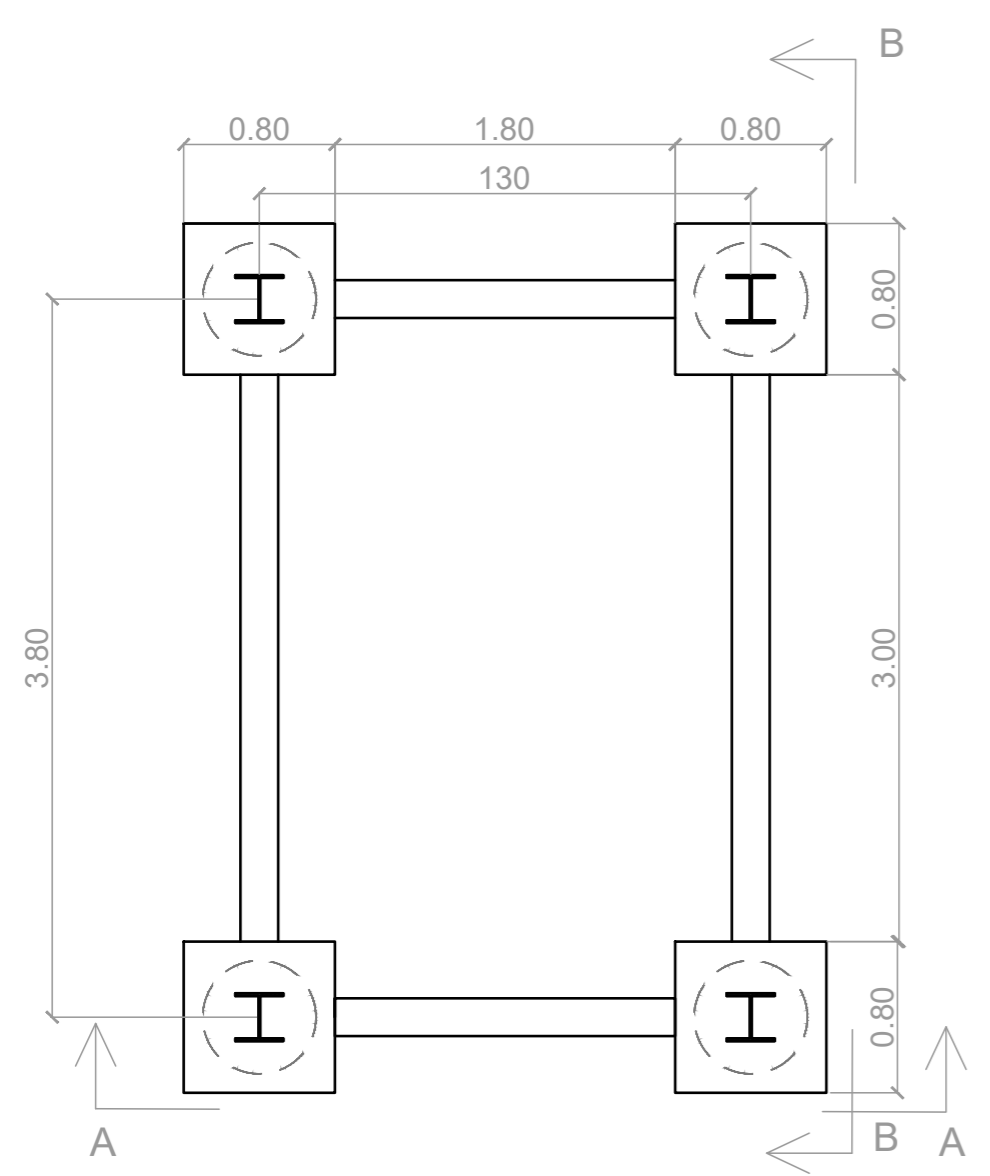
VISTA RETICULADO SUPERIOR E INFERIOR P1
ESC 1:100



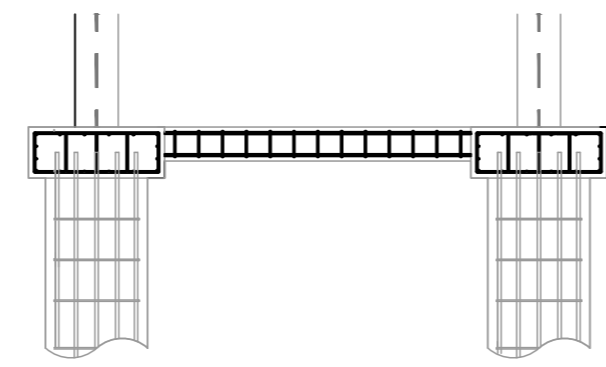
VISTA RETICULADO SUPERIOR E INFERIOR P2 Y P3
ESC 1:100



VISTA RETICULADO SUPERIOR E INFERIOR P4
ESC 1:100

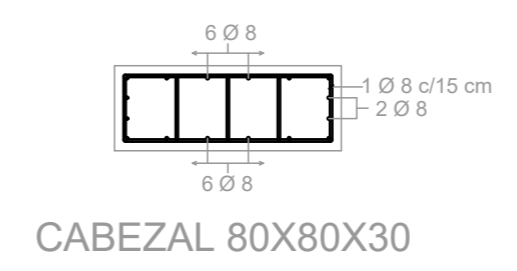


VISTA A-A:

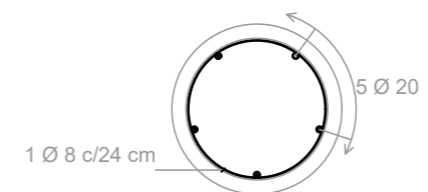


VISTA B-B:

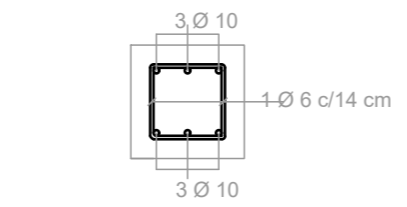
FUNDACIONES
ESC: 1:20



CABEZAL 80X80X30



PILOTE Ø 60

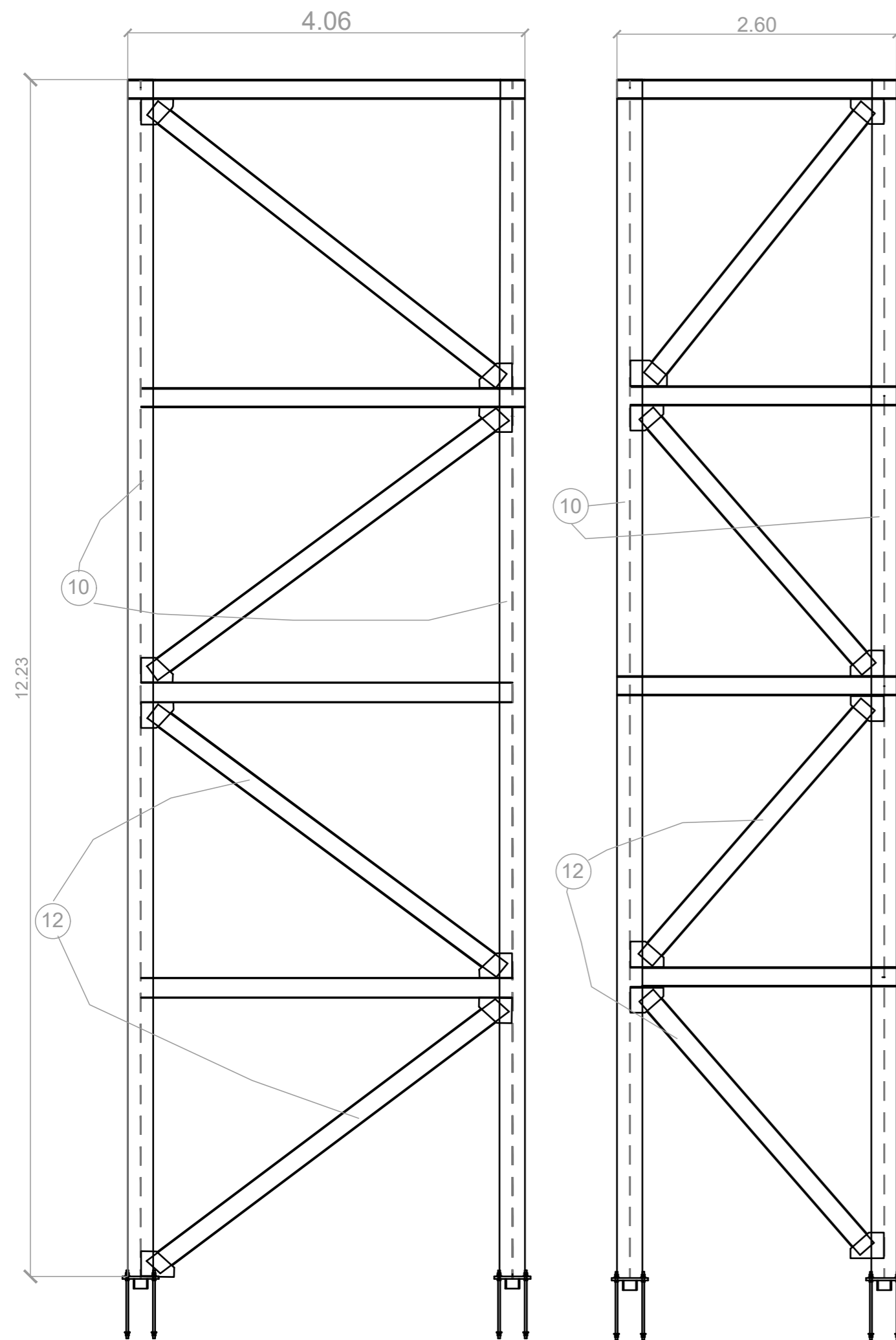


RIOSTRA 20X20

REFERENCIAS

① W200x71	⑥ IPE 140	⑪ W150x24	⑮ W200x52
② W200x41,7	⑦ L76x7,9	⑫ W150x24	⑯ W200x41,7
③ W200x46,1	⑧ W200x35,9	⑬ PLANCH 25,4x7,9	⑰ W200x31,3
④ W200x19,3	⑨ MD270/30/30	⑭ IPE 120	
⑤ L57x6,4	⑩ W250x89	⑰ IPE 160	

PROYECTO IV – GRUPO 7					
REMODELACION INTEGRAL DE LA MOVILIDAD EN IBARLUCEA					
TITULO: PUENTE PEATONAL - VISTAS Y CORTES				PLANO	
Integrantes	Año	Escala	Rev.		Hoja
ARAGON - AUDET - VIDAL	2023	IND	00	03	16

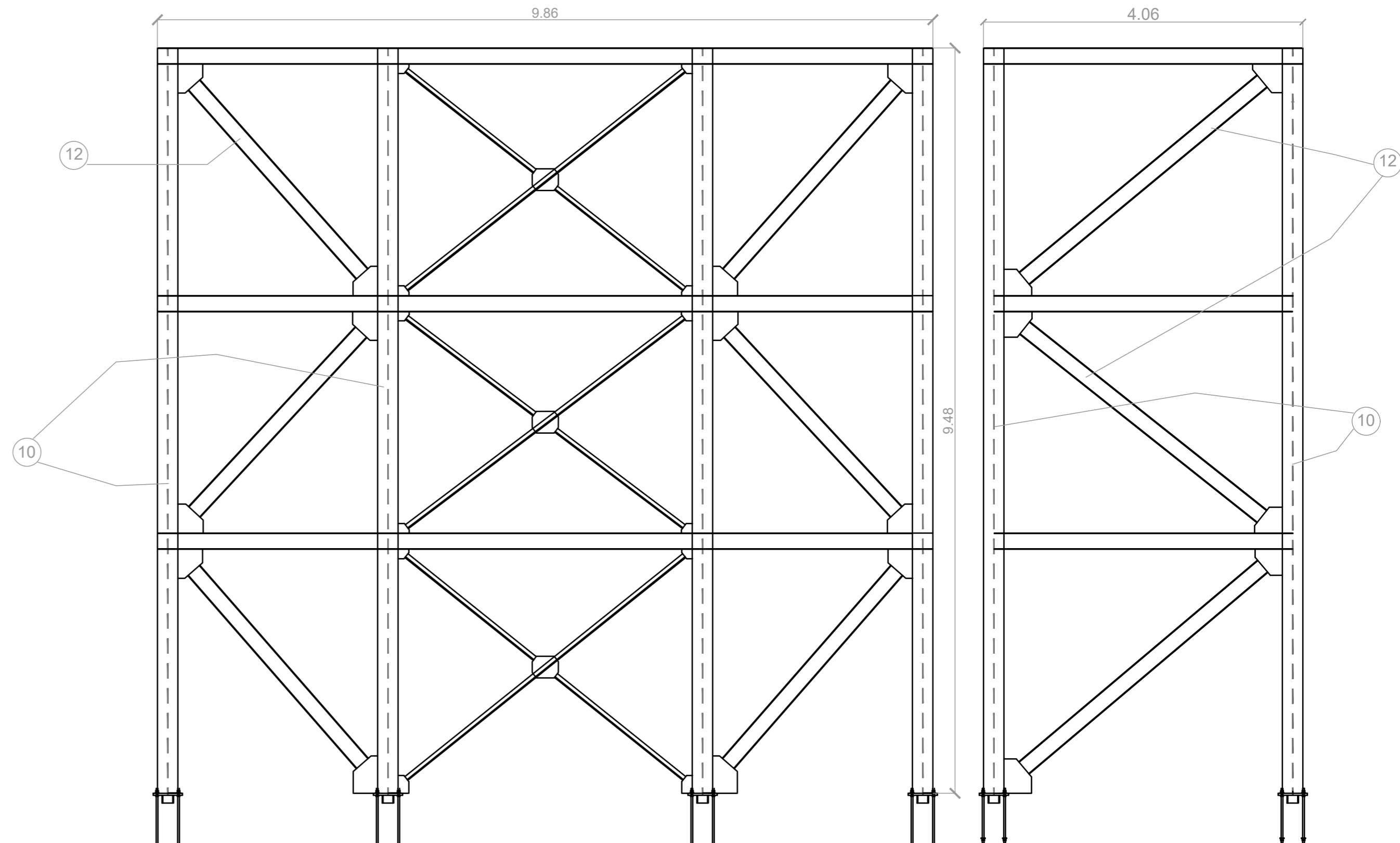


VISTA E-O

VISTA N-S

VISTAS TORRE 1

ESC 1:50



VISTA N-S

VISTA E-O

VISTAS TORRE T2

ESC 1:50

REFERENCIAS

- | | | | |
|-------------|---------------|-------------------|-------------|
| ① W200x71 | ⑥ IPE 140 | ⑪ W150x24 | ⑰ W200x52 |
| ② W200x41,7 | ⑦ L76x7,9 | ⑫ W150x24 | ⑱ W200x41,7 |
| ③ W200x46,1 | ⑧ W200x35,9 | ⑬ PLANCH 25,4x7,9 | ⑲ W200x31,3 |
| ④ W200x19,3 | ⑨ MD270/30/30 | ⑭ IPE 120 | |
| ⑤ L57x6,4 | ⑩ W250x89 | ⑮ IPE 160 | |

PROYECTO IV – GRUPO 7

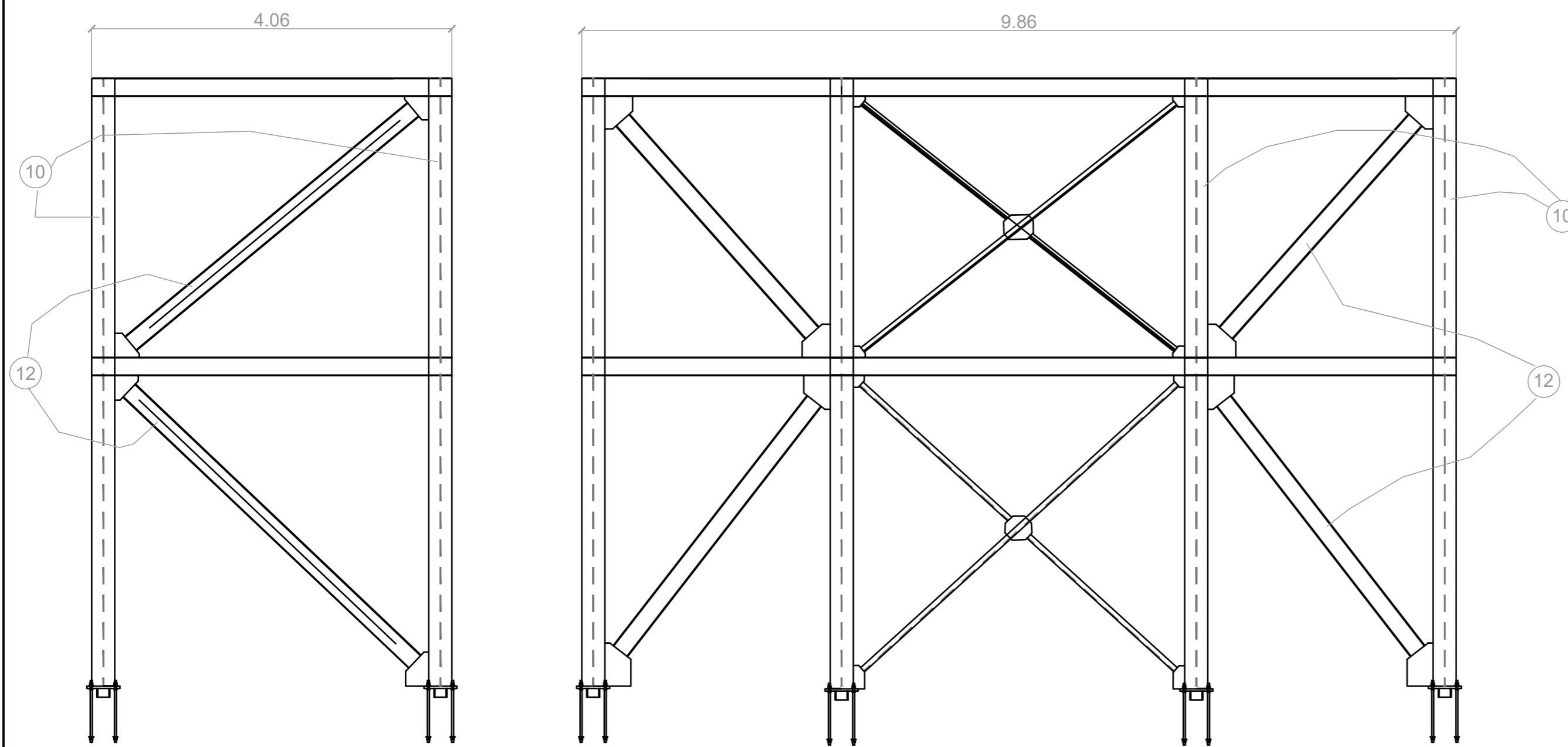
REMDELACION INTEGRAL DE LA MOVILIDAD EN IBARLUCEA

TITULO: PUENTE PEATONAL - VISTAS Y CORTES

PLANO

Integrantes	Año	Escala	Rev.	Hoja
ARAGON - AUDET - VIDAL	2023	IND	00	04

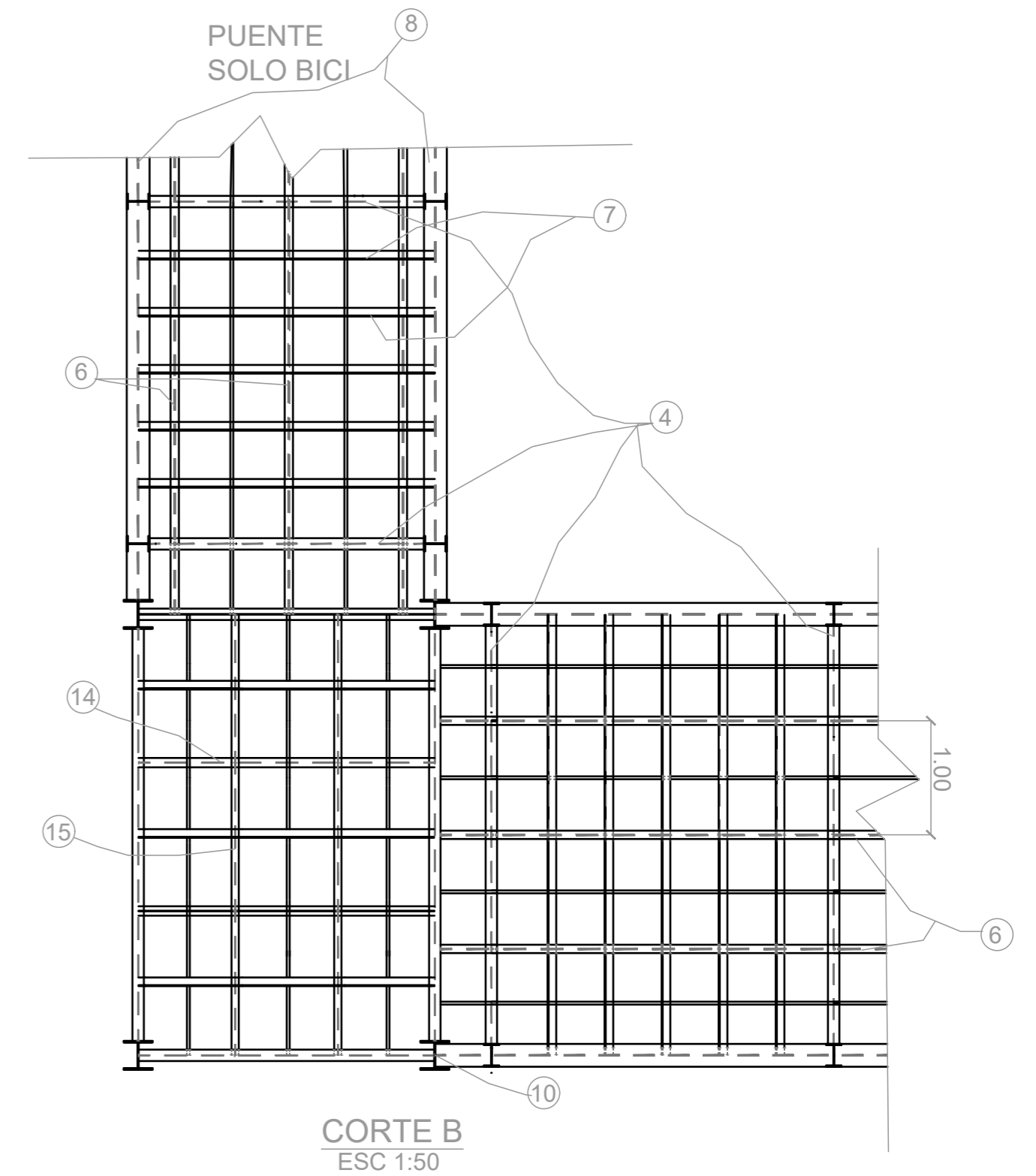
16



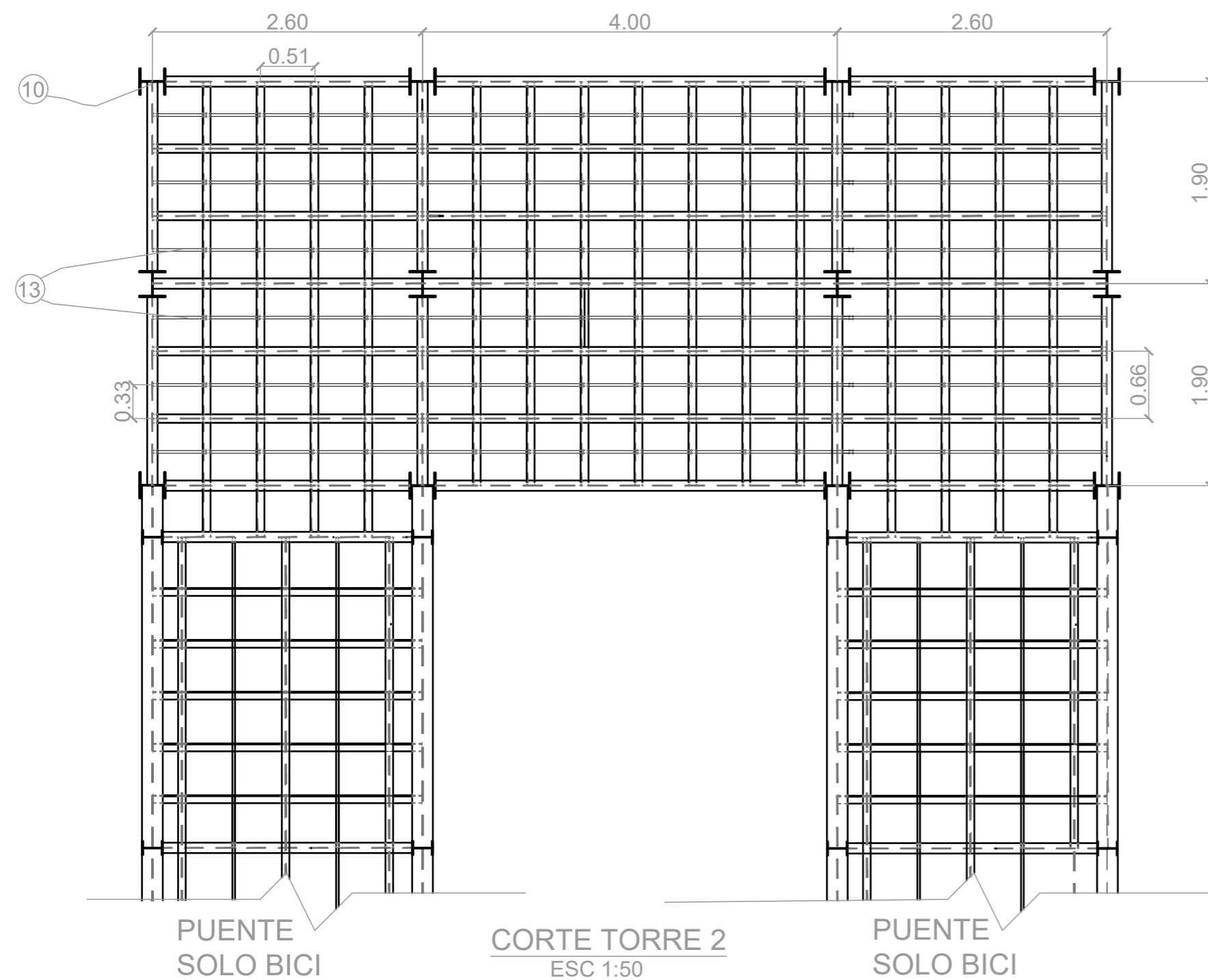
VISTA E-O

VISTAS TORRE T3
ESC 1:50

VISTA N-S



CORTE B
ESC 1:50

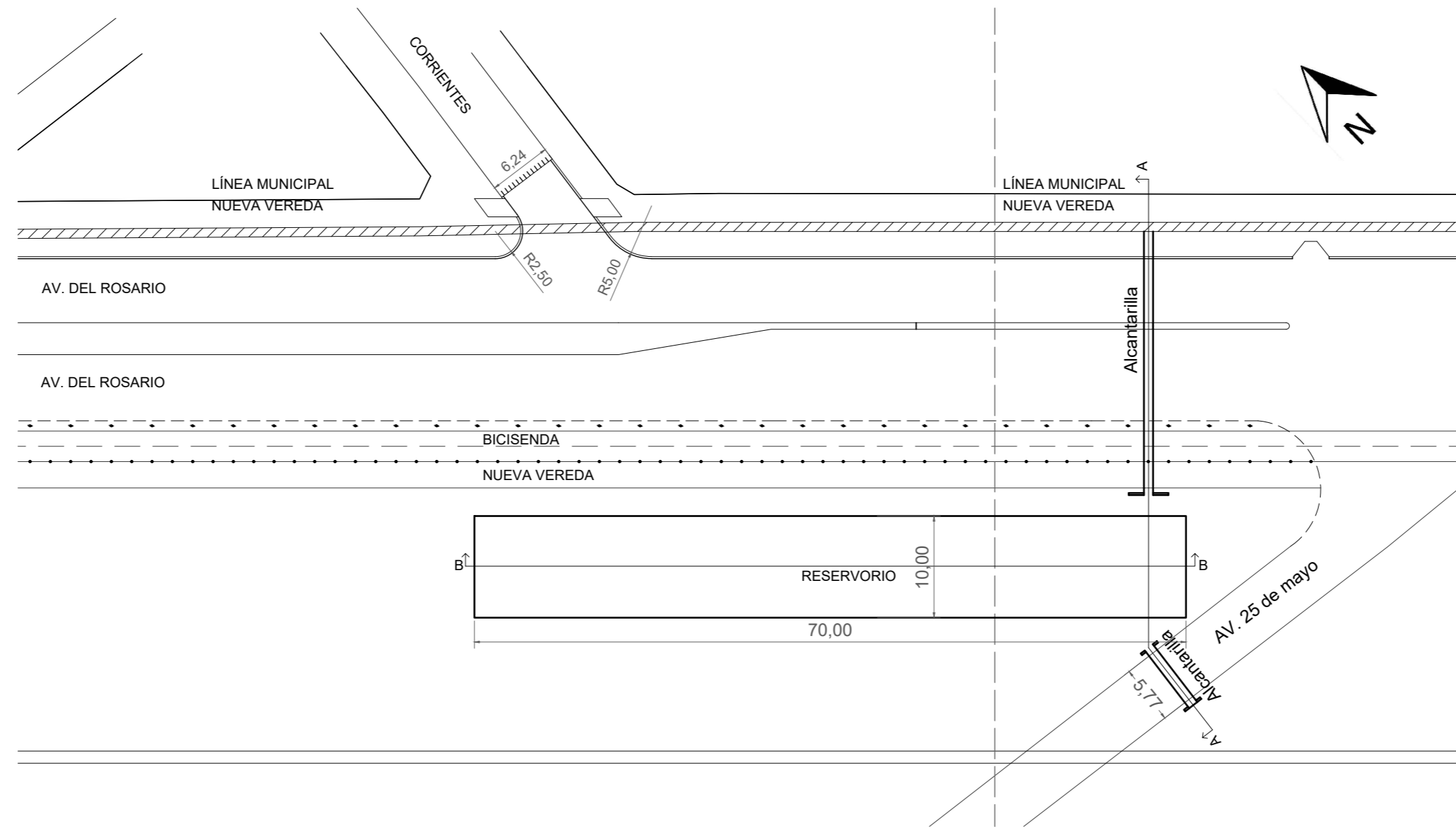


CORTE TORRE 2
ESC 1:50

REFERENCIAS			
① W200x71	⑥ IPE 140	⑪ W150x24	⑰ W200x52
② W200x41,7	⑦ L76x7,9	⑫ W150x24	⑱ W200x41,7
③ W200x46,1	⑧ W200x35,9	⑬ PLANCH 25,4x7,9	⑲ W200x31,3
④ W200x19,3	⑨ MD270/30/30	⑭ IPE 120	
⑤ L57x6,4	⑩ W250x89	⑮ IPE 160	

PROYECTO IV – GRUPO 7				
REMODELACION INTEGRAL DE LA MOVILIDAD EN IBARLUCEA				
TITULO: PUENTE PEATONAL - VISTAS Y CORTES				PLANO
Integrantes	Año	Escala	Rev.	Hoja
ARAGON - AUDET - VIDAL	2023	IND	00	05

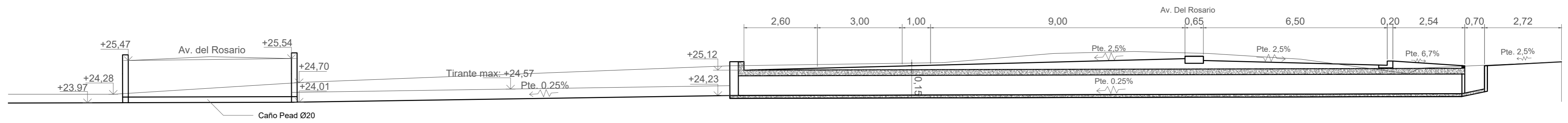
Planta
Esc.: 1:500



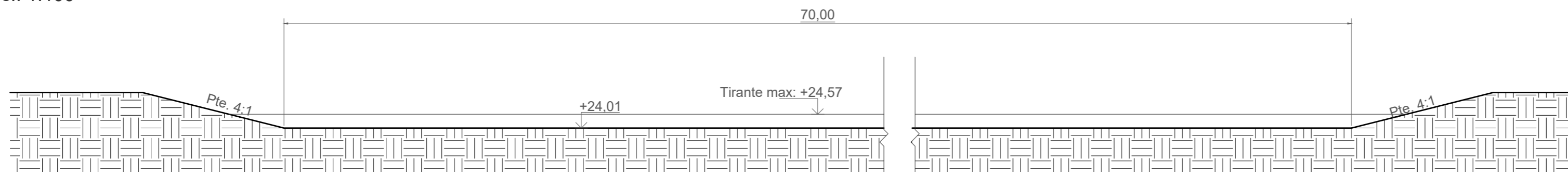
REFERENCIAS

	Perfil Propuesto
	Perfil Actual
	Cota de Referencia
	Pte. 2.5% Pte. Proyecto
	Sentido Escurrimiento
	Albañal
	Cotas

Corte A-A
Esc.: 1:100



Corte B-B
Esc.: 1:100



	PROYECTO IV – GRUPO 7 REMODELACION DE LA MOVILIDAD IBARLUCEA			
	TÍTULO: RESERVORIO			
INTEGRANTES	CURSADO	ESC.	REV.	PLANO N°
ARAGÓN - AUDET - VIDAL	1°cuat.2023	IND.	0	17