

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES



Informe Técnico Final de Práctica Supervisada

Autor: Idáñez, Gustavo Federico  
Tutor interno: Alejandro Baruzzi  
Supervisor Externo: Agustín Marchegiani  
**Alta Gracia, 2017**

# ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	5
CAPÍTULO 2: OBJETIVOS .....	6
PARTE I .....	8
PROYECTO CICLOVIA.....	8
CAPÍTULO 3: MARCO TEORICO .....	9
3.1 TIPOLOGÍAS DE INFRAESTRUCTURA PARA BICICLETA .....	9
3.2 LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO.....	13
3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS CICLOVÍAS.....	13
3.3.1 Anchos Recomendados .....	14
3.3.2 Diseño Geométrico.....	18
3.3.3 Diseño de Intersecciones .....	23
3.3.4 Señalización Vertical y Horizontal.....	27
3.3.5 Diseño del Paquete Estructural.....	30
3.3.6 Drenaje.....	34
3.3.7 Elementos de Protección .....	35
CAPÍTULO 4: ANTECEDENTES Y DESARROLLO DE VÍAS CICLISTAS .....	36
4.1 ANTECEDENTES DE CICLOVÍAS Y BICISENDAS EN ARGENTINA.....	36
4.1.2 Caso Ciudad de Rosario .....	36
4.1.3 Caso Ciudad de Córdoba.....	38
CAPÍTULO 5: PROYECTO CICLOVIA Y BICISENDA.....	39
5.1 UBICACIÓN Y ASPECTOS GENERALES .....	39
5.2 DETERMINACIÓN DE LA TRAZA DE LA CICLOVIA.....	40
5.3 PERFILES CICLOVÍAS Y BICISENDAS .....	43
5.4 SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL.....	44
5.5 DISEÑO Y UBICACIÓN DE EQUIPAMIENTOS.....	45
PARTE II .....	46
PAVIMENTO URBANO .....	46
CAPÍTULO 6: MARCO TEORICO .....	47
6.1 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LA RED VIAL .....	47

6.2	CLASIFICACION DE LOS PAVIMENTOS .....	48
6.2.1	Pavimentos flexibles: .....	48
6.2.2	Pavimentos rígidos: .....	51
6.2.3	Pavimentos compuestos: .....	54
CAPITULO 7: PLAN DE PAVIMENTACION URBANA .....		54
7.1	UBICACIÓN .....	54
7.2	TIPO DE PAVIMENTO A USAR .....	56
7.3	PERFIL TRANSVERSAL .....	57
7.4	PAQUETE ESTRUCTURAL .....	57
7.4.1	Dimensiones .....	57
7.4.2	Características de los materiales .....	58
7.5	METODO DE DISEÑO .....	61
7.5.1	Determinación de ZR Y S <sub>0</sub> .....	61
7.5.2	Caída de Serviciabilidad .....	63
7.5.3	Modulo Resiliente Mr .....	63
7.5.4	Número Estructural .....	63
7.5.5	Cálculo de W18 .....	66
7.6	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO .....	70
7.6.1	Desmante .....	70
7.6.2	Preparación de la Subrasante .....	71
7.6.3	Base Granular .....	73
7.6.4	Riego de Imprimación .....	75
7.6.5	Carpeta Asfáltica .....	76
7.6.6	Control de Calidad .....	81
CAPITULO 8: CONCLUSIONES .....		82
8.1	CONCLUSIONES DEL PROYECTO CICLOVIA Y BICISENDA .....	82
8.2	CONCLUSIONES DEL PROYECTO PAVIMENTO URBANO .....	83
8.3	CONCLUSIONES SOBRE LA REALIZACION DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA .....	84
CAPITULO 9: BIOGRAFIA .....		85
CAPITULO 10: ANEXOS .....		86

10.1 ANEXO N°1: DISPOSICIONES LEGALES CÓRDOBA.....	87
10.2 ANEXO N°2: PLANOS PROYECTO CICLOVÍA Y BICISENDA .....	89
10.3 ANEXO N°3: PLANOS PAVIMENTO URBANO .....	90

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El presente informe sobre la práctica desarrollada trata sobre la pasantía realizada en el departamento de obras públicas del municipio de la ciudad de Alta Gracia, Provincia de Córdoba.

El mismo se dividirá en dos grandes partes, con sus respectivos capítulos. La primera parte abarcará la creación de un espacio recreacional para la población, a lo largo de la costanera del Arroyo Chicamtoltina, por medio de la incorporación de un ciclo vía, junto con equipamientos que permitan aprovechar el paisaje otorgado por el medio natural. Se rediseñará el trazado de la ciclovía y se hará un cómputo y presupuesto de todos los elementos a incorporar.

Se puede decir, desde un punto de vista social, que la bicicleta permite recuperar los espacios públicos dándoles la función de un lugar para el encuentro y la recreación. Además, cuenta con otros beneficios como, el ahorro de energía porque no utiliza combustible, no contamina, y es muy beneficiosa para la salud ya que combate el sedentarismo y fomenta la recreación y conexión con la ciudad.

Para poder emprender esta tarea, me basé en la información obtenida por la guía otorgada por la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), el manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña, el manual de diseño de ciclorutas de Bogotá y utilicé entre otros recursos, algunos proyectos de egresados de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, ya que cuentan con algunos aspectos de análisis en común.

Por otro lado, en la segunda parte, se desarrollará el método constructivo utilizado para la pavimentación del barrio Parque San Juan, junto con las calles Ituzaingo y Falucho de la ciudad de Alta Gracia. Previamente se hará una descripción del tipo de pavimento utilizado y la metodología para su diseño estructural.

Para su desarrollo utilice la información dada por el manual de diseño de AASHTO y los conocimientos adquiridos de las cátedras de Transporte II y Transporte III, de la Facultad.

## CAPÍTULO 2: OBJETIVOS

Por medio del desarrollo de la Práctica Supervisada, se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Aplicar y profundizar los conceptos adquiridos durante el cursado de la carrera Ingeniería Civil utilizándolos en un proyecto real.
- Insertar al alumno al campo laboral y técnico, reconociendo procedimientos y métodos adecuados para la realización de cada tarea.
- Interactuar con un grupo de profesionales dedicados a distintas áreas como parte de un grupo de trabajo multidisciplinario.
- Adquirir experiencia en la correcta realización de las tareas, para así poder detectar errores y proponer soluciones técnica y económicamente adecuadas.
- Desarrollo de criterio para la solución de problemas.

La práctica se divide en dos grandes proyectos, los cuales tendrán por objetivo general:

En una primera parte se tratará el diseño de un espacio recreacional a lo largo del Arroyo Chicamtoltina, incorporando el uso de ciclovías y biciesendas que aprovechen el paisaje natural. Para alcanzar este objetivo general se plantean un conjunto de objetivos específicos, entre los que se destacan los siguientes:

- Investigar sobre el desarrollo de movilidad alternativa desde una escala global hasta una escala local.
- Colaborar en el desarrollo del proyecto en el diseño de la infraestructura de biciesendas y ciclovías.
- Crear un paseo recreativo que le permita al ciclista conectarse con el medio natural y con la ciudad.
- Diseñar la señalización vertical y horizontal de la nueva traza.
- Realizar trabajo de campo.
- Elaborar planos e informes que permitan transmitir los proyectos con precisión y claridad.

En la segunda parte se desarrollará el método constructivo para la pavimentación de calles en la ciudad de Alta Gracia. Cuyos objetivos específicos serán:

- Aprender en detalle el método constructivo de una obra vial urbana.
- Realizar tareas de dirección técnica, entre las cuales se destaca la nivelación y replanteo planimétrico del terreno.
- Controlar el funcionamiento y trabajo de la maquinaria necesaria para la obra.
- Realizar el trabajo de manera tal que se cumplan las exigencias durante la inspección.

# PARTE I

---

## PROYECTO CICLOVIA

## CAPÍTULO 3: MARCO TEORICO

### 3.1 TIPOLOGÍAS DE INFRAESTRUCTURA PARA BICICLETA

El uso de la bicicleta como un modo de movilidad alternativa, genera la necesidad de infraestructura específica o la adaptación de las existentes, como es el caso de ciclovías compartidas con peatones. De la bibliografía analizada, se puede citar una clasificación de las vías ciclistas, propuesta en el Manual para el diseño de vías ciclistas de Cataluña. La misma clasifica el espacio destinado para la movilidad de las bicicletas en:

- **Camino verde:** es una vía multiuso para usuarios no motorizados, que consiste en un trazado independiente de las vías principales. Son “verdes” ya que son ejecutadas en espacios abiertos, jardines, parques y bosques, integrándose con el entorno. Estos se utilizan con frecuencia a lo largo de vías férreas en desuso, también pueden desarrollarse a lo largo de otras vías como caminos rurales o canales de agua, siempre teniendo en cuenta medidas que doten de seguridad al ciclista. Los usuarios de este tipo de infraestructura no son sólo ciclistas, sino también peatones, patinadores y personas con movilidad reducida.



Figura N° 1: Camino verde.  
(Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

En el manual de diseño AASHTO 1999 bikebook, Guide for the development of bicycle facilities, existe una clasificación similar, donde llama a este tipo de rutas como vías de uso compartido. AASHTO aconseja utilizar este tipo de caminos, alejados de carreteras o calles muy transitadas, ya que buscan proveer de espacios recreacionales.

- **Pista bici:** es un camino exclusivo para la circulación de bicicletas, con un trazado independiente al de las vías principales. Estos no se encuentran necesariamente dentro de la naturaleza, sino que están diseñadas para resolver el problema de movilidad cotidiana dentro de las aglomeraciones urbanas. La velocidad de circulación es mayor a la de los caminos verdes, ya que el espacio de la vía no es compartido con otro tipo de usuarios más lentos.

En su diseño, se debe priorizar la minimización de las distancias del recorrido, ya que son utilizadas principalmente para movimientos cotidianos, y no para esparcimiento. Además, se debe considerar para su proyección, las características geométricas y constructivas adecuadas para el uso intensivo de la vía.



Figura N° 2: Pista bici.

(Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

- **Carril bici protegido:** es una vía reservada exclusivamente para bicicletas, y cuenta con separación física de la circulación de vehículos motorizados. En su mayoría, se encuentran alineadas a la traza de la calle. Al existir una barrera física entre ciclistas y conductores de vehículos, incrementa la seguridad en los desplazamientos de ciclistas. Este tipo de vías, pueden ser tanto unidireccionales como bidireccionales.

El carril bici protegido se utiliza en aquellos casos en donde la intensidad de tránsito de la vía vehicular es considerable, y cuando la velocidad de los automóviles es elevada.

Se busca que los separadores físicos, estén constituidos por materiales suficientemente sólidos para evitar una posible intromisión de los automóviles en la calzada destinada para la movilidad de las bicicletas.



Figura N° 3: Carril bici protegido.

(Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

- Carril bici:** es una vía exclusiva para el tránsito de bicicletas, que se encuentra sobre la calzada, y está separada de la circulación de vehículos motores por demarcación horizontal que la delimita. Es recomendable la ejecución de este tipo de vías cuando las velocidades sobre la calzada son reducidas y cuando existe baja circulación de vehículos pesados. Es importante la ubicación de dársenas de estacionamientos en una zona cercana, para evitar que los automóviles estacionen sobre el carril destinado a la circulación de las bicicletas.



Figura N° 4: Carril bici.  
(Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

- Acera- bici:** en este caso, la vereda se comparte entre peatones y bicicletas, pero existe un espacio de la acera reservado a la circulación de ciclistas que debe estar convenientemente señalizado para evitar conflictos entre los que se movilizan en bici y los que lo hacen a pie. Cuando se implementa la utilización de éstas, es recomendable restringir la velocidad de los ciclistas a 20 km/h.



Figura N° 5: Acera-bici.  
(Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

- Calle de convivencia:** son zonas de circulación en las cuales el peatón puede circular libremente y tiene prioridad sobre los ciclistas, los cuales pueden circular con una velocidad no mayor a los 20 km/h.



Figura N° 6: Calle de convivencia ciudad de México.  
Fuente: Google earth

En nuestro país, existe una diferenciación entre las vías ciclistas que se encuentran fuera de los límites de la calle, las cuales pueden ser de uso exclusivo o compartido con otros modos no motorizados, y aquellas que se encuentran dentro de la calle, ya sea con un carril exclusivo delimitado fuertemente o sin ninguna separación con respecto a los vehículos motorizados.

A partir de esta consideración, se pueden definir dos tipos de infraestructura, las cuales serán adoptadas para el desarrollo del informe, estas son la biciesenda y la ciclo vía.

La **ciclo vía**, la cual es definida por la Ley Nacional de Tránsito y Seguridad (Ley N° 24449, se adjunta en el anexo N°1), como aquellos carriles diferenciados para el desplazamiento de bicicletas o vehículo similar no motorizado, físicamente separados de los otros carriles de circulación, mediante construcciones permanentes.

Las **biciesendas** son aquellas partes de la calle que están especialmente destinadas a personas que circulan en bicicleta, de modo de protegerlas de los posibles peligros que el resto de los automóviles pueden presentarles. Están separadas del tránsito vehicular mediante señalización o algún borde físico, pero siempre dentro de la calle. Una biciesenda suele ser siempre una porción angosta de asfalto si se la compara con el resto de los carriles para automóviles y también es común que el máximo de velocidad en ella sea menor.

### 3.2 LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO

El factor principal para una circulación correcta de las bicicletas es considerar un ancho de la vía que sea suficiente para brindar comodidad, confianza y seguridad en el desplazamiento del ciclista, ya sea para uno o doble sentido de circulación.

Adicionalmente deben considerarse aspectos como garantizar los espacios necesarios para que los usuarios del camino, tanto ciclistas como peatones, patinadores, personas con movilidad reducida, puedan percibir la presencia de los otros con espacio y tiempo suficiente para una adecuada reacción, y así evitar incidentes. Además, es necesario compatibilizar velocidades en los segmentos compartidos por usuarios de distintos modos.

En lo que se refiere a la señalización vertical, se puede decir, que la misma debe ser sencilla y con un tamaño adecuado para que sea fácilmente legible. Debe ser llamativa, y estar ubicada de forma tal que les permita a los usuarios realizar maniobras seguras durante su desplazamiento.

A modo de resumen se puede decir, que los principios que deben cumplirse en el diseño de una ciclovía son:

- Debe ser directa, ya que, si existe otra vía compartida con la circulación general, que sea más directa que la proyectada, ésta quedará en desuso.
- Debe ser continua.
- Debe ser confortable y segura.
- Debe ser accesible, la distancia entre el origen o el destino del viaje a la vía ciclista no debe superar los 600- 800 metros en zonas interurbanas y 200-400 metros en zonas urbanas.

### 3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS CICLOVÍAS

Cuando se piensa en movilidad, es necesario tener en cuenta tres conceptos: el usuario, el móvil, y la vía. Estos se encuentran íntimamente ligados entre sí y afectan en forma directa al dimensionamiento y diseño de las vías ciclistas. El usuario, determinara las velocidades, junto a la tecnología del móvil, que permitirán luego el diseño de las vías. El tiempo de percepción y de reacción del ciclista también condicionará la geometría de las mismas. El ancho de la bicicleta, y el espacio necesario por los ciclistas para operarla, definen los anchos de los carriles.

Existen varios aspectos importantes a tener en cuenta en el diseño de la infraestructura para la movilidad de la bicicleta. Algunos de estos son la geometría necesaria, como las dimensiones mínimas, intersecciones, señalización, superficie de rodamiento e instalaciones complementarias. A continuación, se describe en detalle cada uno de estos.

### 3.3.1 Anchos Recomendados

Para determinar el ancho adecuado para el desplazamiento del ciclista, es necesario tener en cuenta el tamaño de la bicicleta y el espacio necesario para el movimiento del ciclista. Este conjunto cuerpo-vehículo varía según el tamaño de la bicicleta y la contextura física de quien la maneje. La velocidad, el volumen y el tipo de vehículo que se desplaza en las adyacencias de la vía, afectan al confort del ciclista, quien ve la necesidad de una separación del resto del tránsito.

Las dimensiones de una bicicleta tipo son:



Figura N° 7: Dimensiones de bicicleta tipo.  
(Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

Pero estas dimensiones no son suficientes para que el ciclista tenga un desplazamiento cómodo. A los 60 centímetros del ancho del manubrio, debe sumarse el espacio necesario para el movimiento de piernas y brazos, se calcula que son 20 centímetros a cada lado. También es necesario dejar un espacio vertical libre de 2,50 metros.

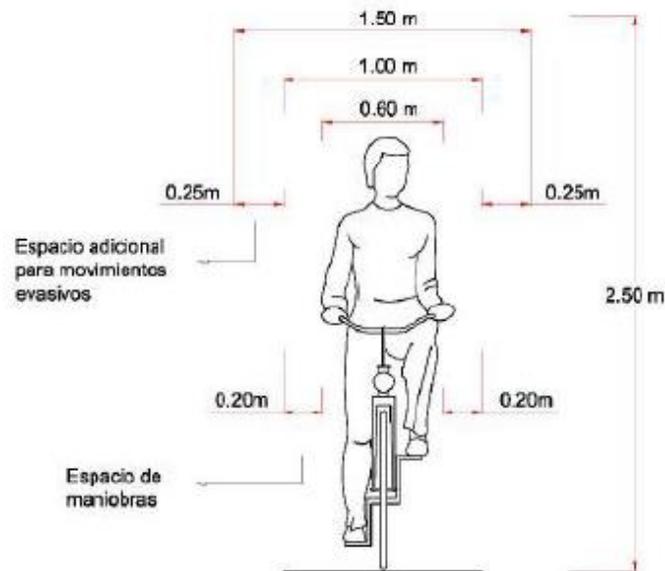


Figura N° 8: Espacio útil del ciclista.  
(Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

Al espacio necesario para que el ciclista pueda circular (1 metro), se le debe adicionar, el espacio destinado a los resguardos necesario para la ejecución de distintas maniobras. Para considerar esto, se debe sumar 25 centímetros a cada lado, por lo tanto, resulta un ancho total de 1,5 metros.

Con respecto a las ciclovías unidireccionales se puede decir que el ancho operacional es de 1,5 metros, pero para que circulen dos bicicletas en paralelos o para que se pueda dar la maniobra de adelantamiento el ancho recomendado es de 2 metros.

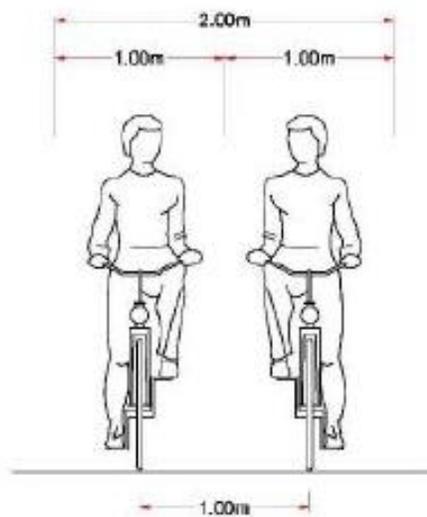


Figura N° 9: Ciclovías unidireccionales.  
(Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

Para las ciclovías con **sentido bidireccional** el ancho mínimo que será necesario para que circulen dos ciclistas en sentido contrario, es de 2 metros, esta dimensión surge de la suma del ancho de la bicicleta más los 20 centímetros a cada lado necesarios para el pedaleo, esto multiplicado por dos. Sin embargo, ese ancho debe ser modificado en ciertas situaciones, teniendo en cuenta los obstáculos que se encuentran cercanos a la ciclovía.

Si se cuenta con presencia de cordones o escalones al extremo de la vía y estos son de una altura menor a 10 centímetros, se debe sumar a los 2 metros, 25 centímetros de cada lado, teniendo así un total de 2, 50 metros.

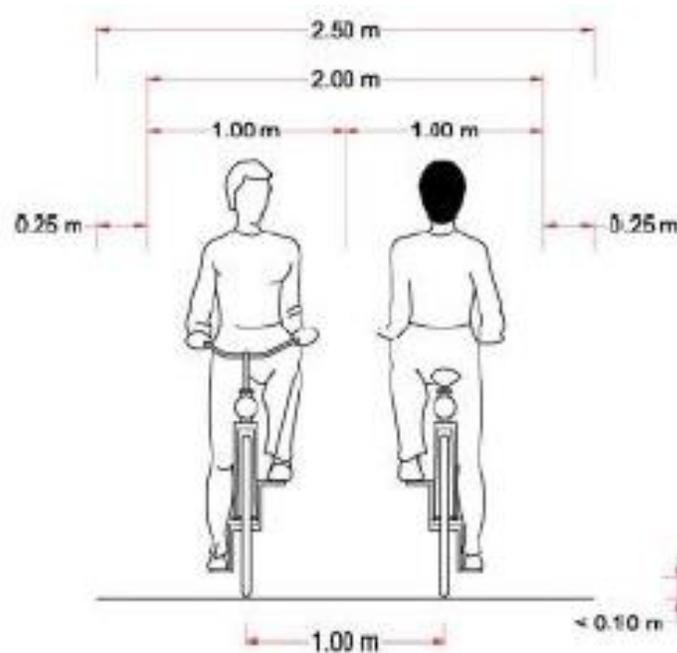


Figura N° 10: Ciclovías bidireccionales con cordón menor a 10 cm.  
(Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

En el caso de que los cordones tengan una altura mayor a 10 centímetros, entonces se deberá extender a cada costado, unos 50 centímetros, por lo que resulta de esta manera un ancho total de 3 metros. Esto se observa en la siguiente figura:

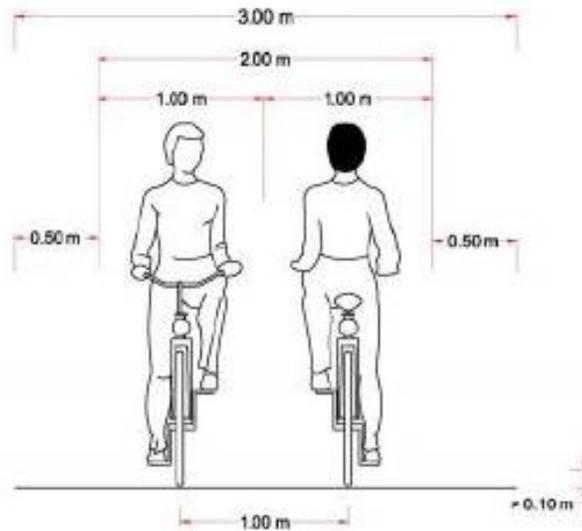


Figura N° 11: Ciclovías bidireccionales con cordón mayor a 10 cm.  
(Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

Existen otro tipo de consideraciones que se deben tener en cuenta a la hora de determinar el ancho de la vía. El manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña muestra una tabla en el que se pueden apreciar los anchos necesarios, según las distintas condiciones que se presenten alrededor de la ciclovía.

TIPO DE VÍA CICLISTA	ANCHO MÍNIMO (m)	ANCHO RECOMENDABLE (m)
Camino verde con pista segregada para peatones	4,00	5,00
Camino verde compartido con peatones	2,50	3,00
Pista-bici bidireccional	2,00	2,50
Pista-bici unidireccional	1,50	2,00
Carril bici protegido bidireccional en zona interurbana	2,50	3,00
Carril bici protegido unidireccional en zona interurbana	2,00	2,50
Carril bici protegido bidireccional en zona urbana	2,00	2,50
Carril bici protegido unidireccional en zona urbana	1,50	1,75
Carril bici unidireccional en zona interurbana	1,50	2,00
Carril bici unidireccional en zona urbana	1,50	1,75
Carril bici unidireccional en sentido contrario	1,75	2,00
Acera-bici bidireccional	2,00	2,25
Acera-bici unidireccional	1,50	1,75

Tabla 1: Anchos mínimos y recomendables en vías ciclistas.  
(Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

### 3.3.2 Diseño Geométrico

#### a. Pendientes:

Con respecto a la **inclinación transversal**, se recomienda en las alineaciones rectas, hacer una inclinación hacia un único lado de forma que se evacue correctamente hacia los costados, intentando que el recorrido realizado por el agua sobre la bicisenda sea el menor posible. La pendiente recomendada es del 2%.

A la hora de diseñar la pendiente longitudinal, es necesario tener en cuenta dos aspectos, el esfuerzo que debe realizar el ciclista para escalarlas y los requerimientos de seguridad en los descansos.

Las pendientes máximas, están dadas en función de los desniveles existentes.

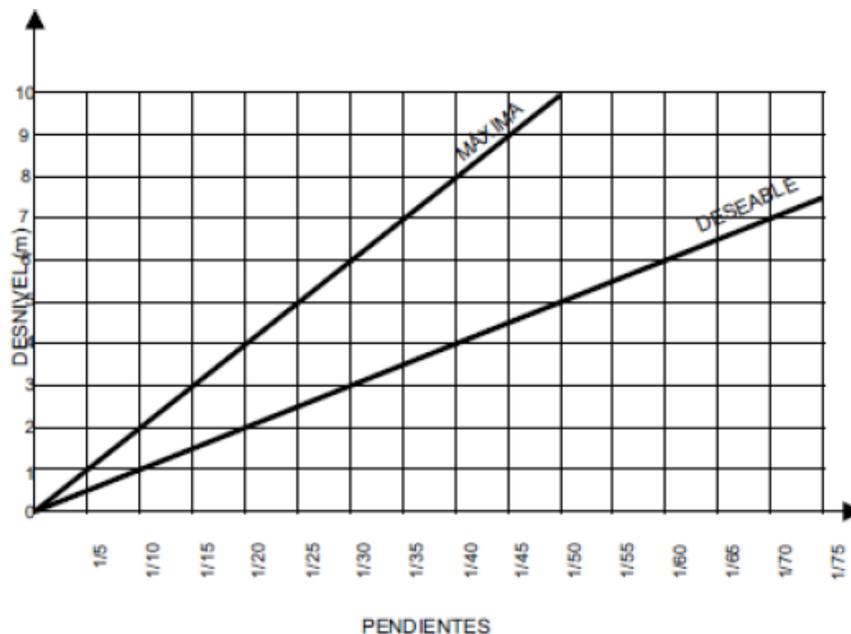


Figura N° 12: Gráfico de máximas pendientes admisibles.  
(Fuente: Manual de diseño para infraestructura de ciclovías).

Las pendientes de hasta el 3% se pueden desarrollar a lo largo de extensas longitudes porque no causan ningún problema. Se debe evitar el diseño con pendientes mayores al 6% ya que estas causan fatiga en los ciclistas. A continuación, se muestra un gráfico que permite obtener la longitud de la pendiente en función de la inclinación del tramo.

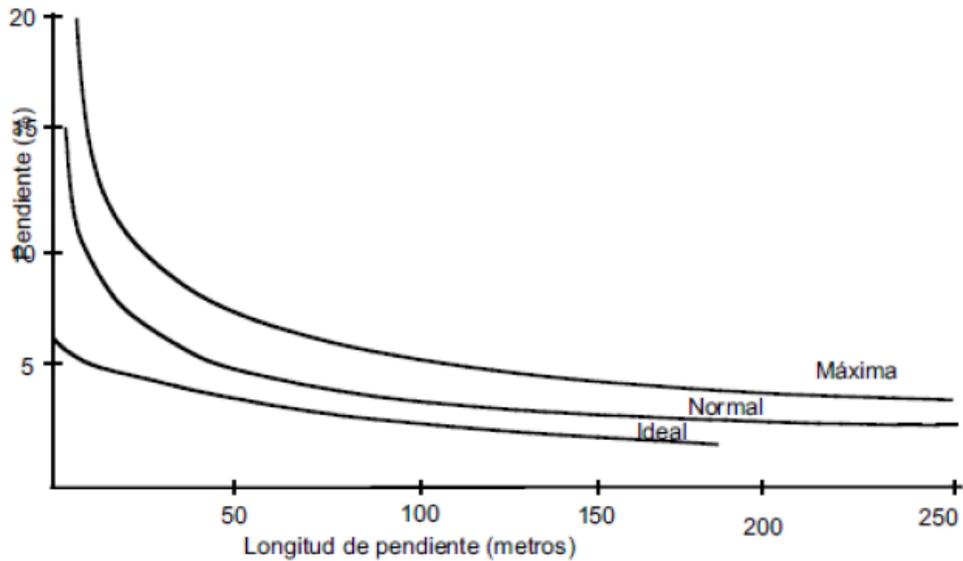


Figura N° 13: Pendiente admisible en función de la longitud.  
(Fuente: Manual de diseño para infraestructura de ciclovías).

Cuando las pendientes son muy altas, las velocidades que se alcanzan en los descensos también lo son, por lo que se debe agregar un sobreaño para realizar las maniobras necesarias para que de esta forma el ciclista pueda corregir su trayectoria. Este sobreaño también es útil para los usuarios que suben la pendiente, ya que les da un espacio mayor para mantener su equilibrio.

En la siguiente, se permite obtener este ancho adicional que debe sumarse a la vía en función de la pendiente y la longitud de desarrollo de la misma.

Pendiente (%)	LONGITUD (metros)		
	25 a 75	75 a 150	> 150
>3 y ≤ 6		20 cm	30 cm
> 6 y ≤ 9	20 cm	30 cm	40 cm
>9	30 cm	40 cm	50 cm

Tabla 2: Sobreaños recomendados.  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Bogotá).

### b. Velocidad de diseño

La velocidad con la que circulan los ciclistas depende de múltiples factores como el tipo y condición en la que se encuentra la bicicleta, el motivo del viaje, las condiciones climáticas como puede ser el viento, y la edad y condiciones físicas del usuario.

La velocidad a la que el ciclista puede desplazarse en forma confortable y segura depende de las características técnicas del camino, como el peralte de las curvas, la curvatura de las mismas, la pendiente longitudinal y el ancho de la vía.

Además, la velocidad de diseño con la cual se proyecta la ciclovía permitirá determinar el radio y el peralte de las curvas, las distancias de señalización y visibilidad y el ancho de la vía.

En condiciones normales, la velocidad de diseño adoptada es de 20 km/h, pero con la nueva tecnología en el desarrollo de las bicicletas, se pueden esperar velocidades mayores, alcanzando los 30 km/h a 50 km/h. Pueden existir casos en donde la velocidad se vea aumentada debido a la existencia de largas bajadas, es por esto que se recomienda que para pendientes continuadas (de más de 500 m) se aumente 2 Km/hs la velocidad de diseño por cada 1% de pendiente media.

En la siguiente tabla se muestra como están condicionadas las velocidades de diseño en función de las pendientes longitudinales.

Pendiente (%)	LONGITUD (metros)		
	25 a 75	75 a 150	> 150
3 a 5	35 km/h	40 km/h	45 km/h
6 a 8	40 km/h	50 km/h	55 km/h
9	45 km/h	55 km/h	60km/h

Tabla 3: Velocidades de diseño en función de las pendientes.  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Bogotá).

### c. Radios de curva horizontal

Los radios de una curva se encuentran en función de la velocidad de diseño, del peralte y del coeficiente de fricción. Se puede calcular el radio por medio de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)}$$

En donde R es el radio, V es la velocidad de diseño, e es el peralte de la curva, y f el coeficiente de rozamiento transversal. Este último varía según la velocidad de diseño, y si la vía se encuentra pavimentada o no.

Los valores del coeficiente de rozamiento transversal en las vías pavimentadas en función de la velocidad de circulación se presentan en el cuadro siguiente:

VELOCIDAD (km/h)	f EN VÍAS PAVIMENTADAS	f EN VÍAS NO PAVIMENTADAS
20	0,31	0,16
30	0,28	0,14
40	0,25	0,13
50	0,21	0,11
60	0,18	0,09

Tabla 4: Coeficiente de rozamiento transversal en función de la velocidad. (Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

En el cuadro adjunto figuran los radios mínimos para proyectar las vías ciclistas para diferentes velocidades genéricas de proyecto, diferenciando las vías pavimentadas y no pavimentadas:

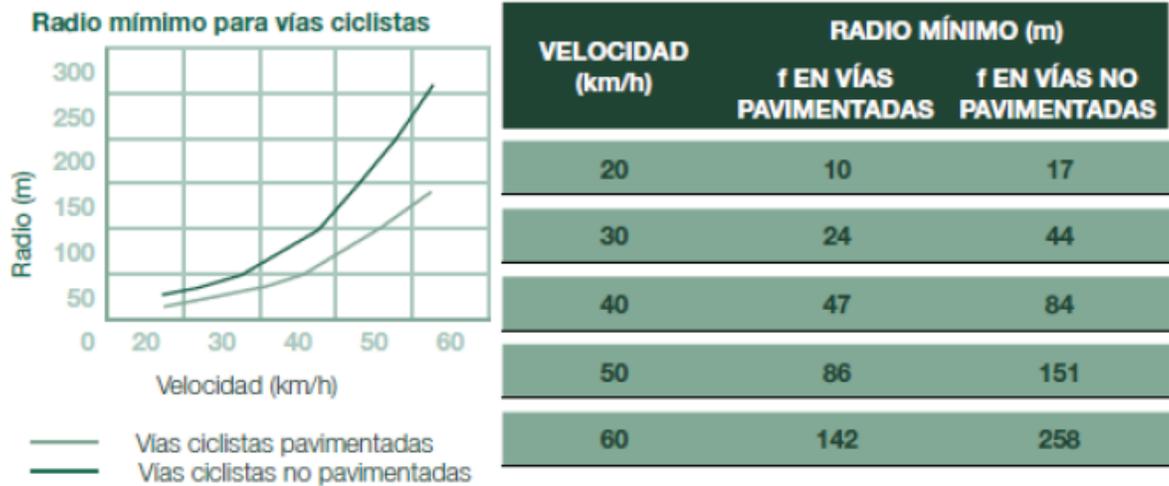


Tabla 5: Radio mínimo en vías ciclistas. (Fuente: Manual para el diseño de vías ciclista de Cataluña).

#### d. Peralte

Se recomienda que el peralte de la curva nunca exceda el 12 %. Para mejorar el confort de los usuarios que suben en vías bidireccionales, donde la pendiente es mayor al 4%, el peralte no debe exceder el 8%.

#### e. Distancia de visibilidad

Ésta es la necesaria para que el usuario se frene y se detenga en forma completa cuando divisa un obstáculo. La distancia de visibilidad es función del tiempo de percepción y reacción, el cual se puede asumir con un valor de 2,5 segundos, del estado de la superficie, del coeficiente de fricción, que se adopta como 0,25, asumiendo una superficie húmeda, lo que sería una condición desfavorable, y nos mantendría del lado de la seguridad. También depende de la pendiente y de la velocidad de diseño. La fórmula para calcularla es la que se encuentra a continuación:

$$S = \frac{V^2}{255(G + f)} + 0,694V$$

En donde, S es la distancia de visibilidad (m), G la pendiente (se adopta 10%), f es el coeficiente de fricción (se adopta 0,25), V la velocidad de diseño (Km/hs).

De igual forma, se puede obtener la distancia de visibilidad por medio de un gráfico, en función de la pendiente y la velocidad de diseño.

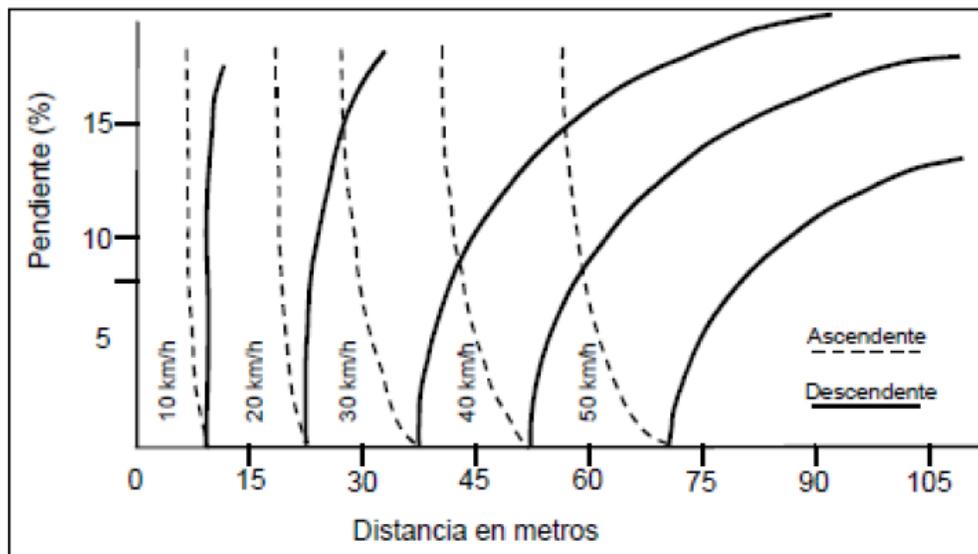


Figura N° 14: Distancia de visibilidad en curvas horizontales.  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Bogotá).

#### f. Longitud de curva vertical

Es la mínima longitud necesaria, para que el usuario tenga un amplio campo de visión, depende de la visibilidad y de la diferencia algebraica entre las pendientes a cada lado de la cresta. La siguiente fórmula, nos permite calcular la longitud mínima de curva vertical.

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{H1} + \sqrt{H2})^2}{A} \quad \text{cuando } S > L$$

$$L = \frac{A * S^2}{100 * (\sqrt{H1} + \sqrt{H2})^2} \quad \text{cuando } S > L$$

En donde, L es la longitud mínima de la curva vertical (m), S la mínima distancia de señales (m), A la diferencia algebraica de pendientes, H1 la altura de los ojos del ciclista (se adopta 1.4 m), H2 la altura del objeto (se toma 0 m).

Como se puede observar, el cálculo de las distancias de visibilidad, los acuerdos verticales y radios de curva, se calculan con métodos similares a los utilizados en el diseño de carreteras.

### 3.3.3 Diseño de Intersecciones

En las intersecciones se debe tener un especial cuidado, ya que en estas se producen la mayor cantidad de conflictos y accidentes.

Para lograr una intersección segura y comfortable, se deben cumplir ciertas condiciones. Como primera condición, se puede decir, que es imprescindible una buena visibilidad recíproca, es decir, que el ciclista debe poder ver con suficiente tiempo a los vehículos como para detenerse totalmente, y los conductores de los automotores poder ver a los usuarios de las ciclovías. Es por esto muy importante el punto que se elige para atravesar la calzada.

El diseño de la intersección, acompañado de una correcta señalización vertical y horizontal, permiten garantizar el confort, y principalmente la seguridad de los ciclistas.

Los manuales consultados, fijan las siguientes premisas para la ejecución de un correcto diseño:

- Intentar disminuir al mínimo la cantidad de intersecciones en una vía ciclista para evitar los puntos conflictivos con los automotores.

- Elegir una sección para atravesar la calzada, en donde la velocidad de la misma sea la más baja.
- Utilizar reductores de velocidad de los vehículos motores y señalizar demarcando la presencia de una vía ciclista.
- Cuando sea posible, desplazar cruces hacia cruces existentes, por ejemplo, hacia rotondas, aprovechando así la baja velocidad con la que circulan los automotores.
- Facilitar las maniobras de los ciclistas, para hacer que el esfuerzo de estos sea el mínimo, y evitar de esta forma que los usuarios de la ciclovía hagan maniobras antirreglamentarias.

Cuando en una intersección se tienen demandas mayores a 500 vehículos/hora, la solución más efectiva es realizar el cruce a distinto nivel.

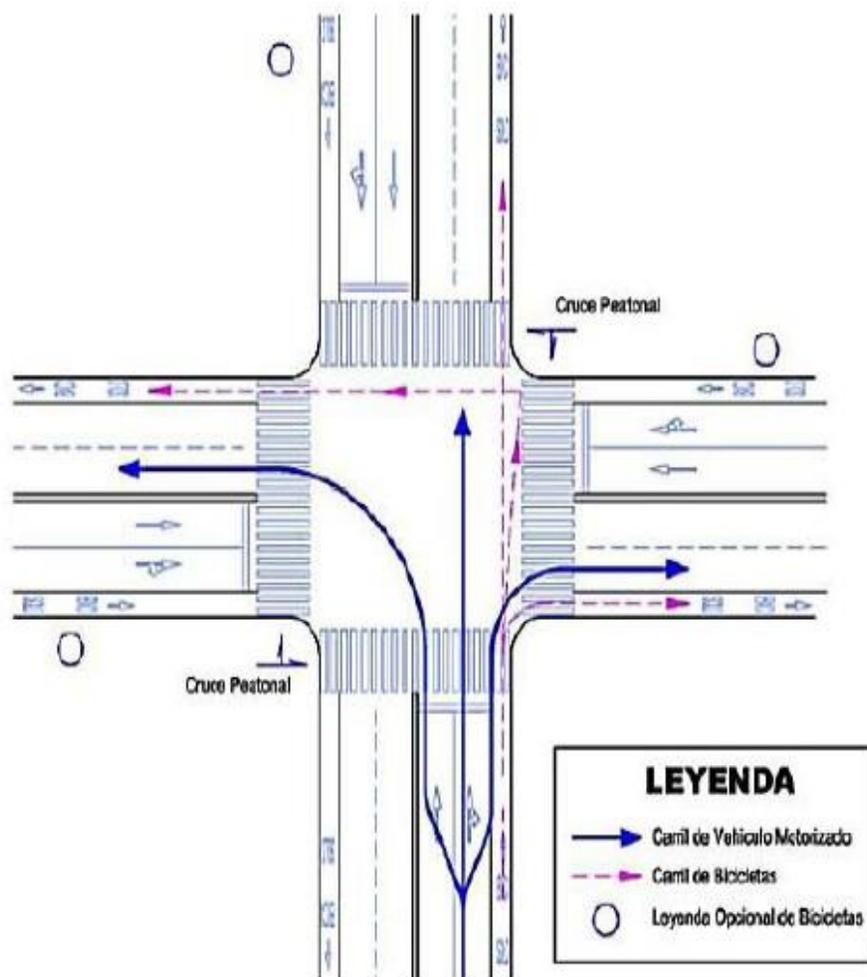


Figura N° 15: Movimientos posible en intersección cruz.  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Bogotá).

A continuación, se muestran esquemas en donde se indican, el inicio y final de pistas, aproximación a intersecciones a nivel, travesías de ciclistas y aproximación de paraderos de transporte público.

Geometría en la iniciación y finalización de ciclorutas. La pista se separa poco a poco de la calle o de la vía, hasta ingresar en un sitio propio, dando origen al apareamiento de un separador:

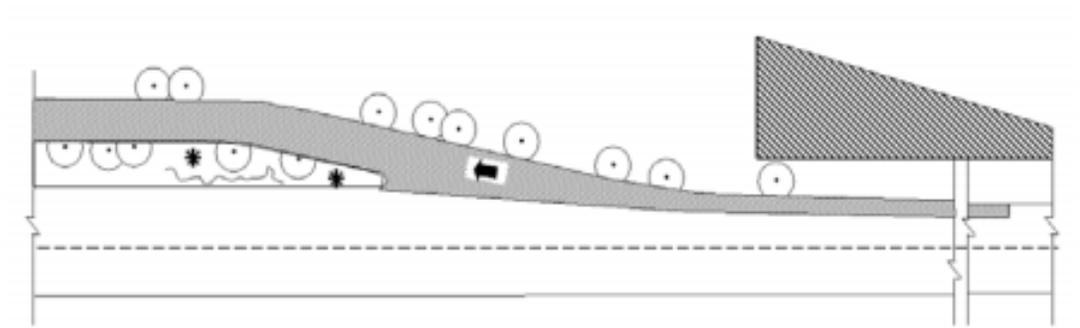


Figura N° 16: Inicio de una pista unidireccional.  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Bogotá).

En el final de una pista bidireccional se deben tomar mayores precauciones que en el inicio de las mismas, pues los ciclistas y los conductores de vehículos circulan antes en corredores propios necesitando, por tanto, una franja de transición para volver a mezclarse:

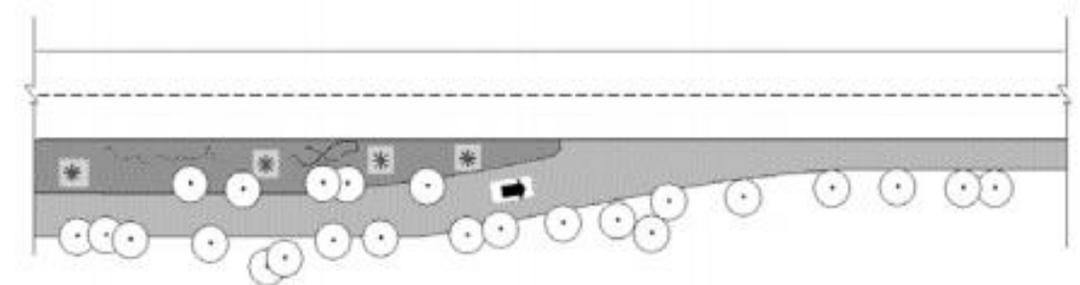


Figura N° 17: Final de una pista unidireccional (caso 1).  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Bogotá).

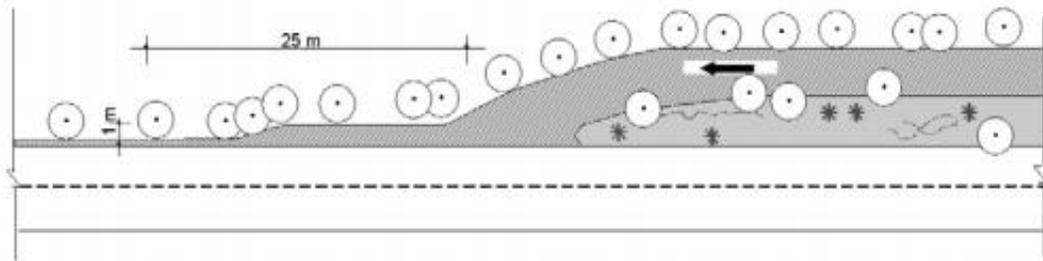


Figura N° 18: Final de una pista unidireccional (caso 2).  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Bogotá).

En las pistas bidireccionales la iniciación y finalización ocurre simultáneamente, como se puede observar en las siguientes figuras:

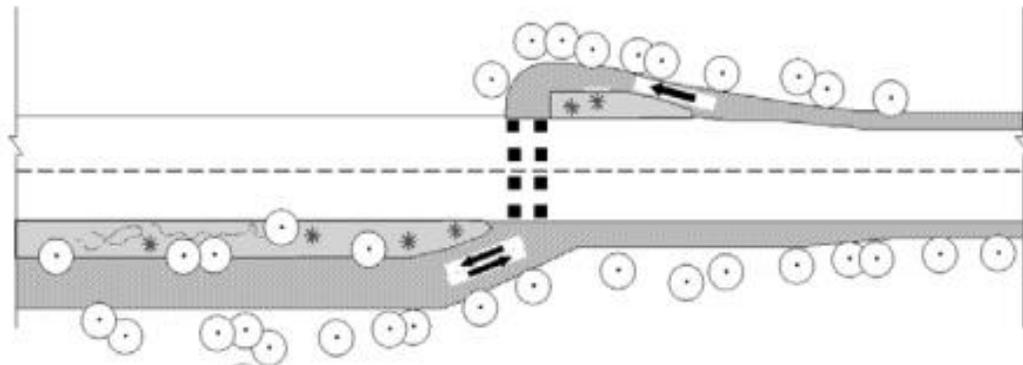


Figura N° 19: Final de una pista bidireccional (caso 1).  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Bogotá).

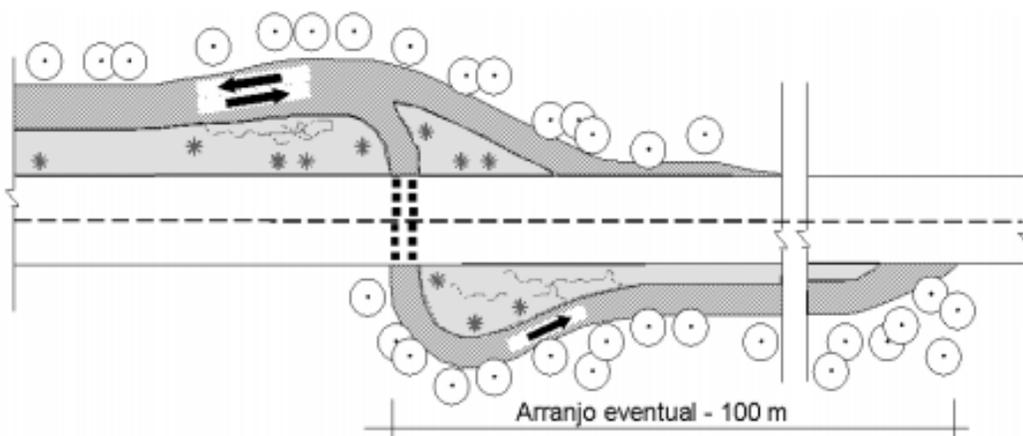


Figura N° 20: Final de una pista bidireccional (caso 2).  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Bogotá).

Geometría en los paraderos de transporte público. En este caso, la pista sufre una deflexión pasando por detrás del paradero, como se muestra en la siguiente figura:



Figura N° 20: CICLORUTA EN PARADA DE BUS.  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Bogotá)

Como se vio, los ciclistas que circulan en una pista exclusiva circulan con seguridad. Para mantener total seguridad en los cruces será preciso mantener la separación de la circulación, o sea, hacer un cruce a desnivel en relación con las vías destinadas a los vehículos motorizados.

### 3.3.4 Señalización Vertical y Horizontal

En Argentina la Ley de Tránsito, N° 24.449, regula el uso de la vía pública, la circulación de personas, animales y vehículos terrestres, y las actividades vinculadas con el transporte.

Las señales de tránsito son aquellos carteles colocados al costado de la ruta o elevados sobre el piso con información útil para los conductores, peatones y ciclistas. Se dividen en tres grandes grupos: reglamentarias o prescriptivas, preventivas y las informativas.

A continuación, se mencionan algunas de las que intervienen en los proyectos de ciclovías y bисendas, las mismas corresponden al grupo de las señales reglamentarias o prescriptivas que a su vez se subdividen en señales de prohibición, de restricción o de prioridad.



Figura N° 21: Señales de prohibición.  
(Fuente: Ley de Tránsito, N° 24.449).



Figura N° 22: Señales de restricción.  
(Fuente: Ley de Tránsito, N° 24.449).



Figura N° 23: Señales preventivas.  
(Fuente: Ley de Tránsito, N° 24.449).

Para la ejecución del diseño de la demarcación horizontal, se toma la información brindada por Dirección Nacional de Vialidad en el Manual de señalamiento horizontal, aprobado en la resolución 2501/ 2012.

La señalización horizontal que demarca la vía ciclista es un guía para los usuarios que la transitan, permite que estos puedan cruzar la calzada con seguridad, y también advierte a los automovilistas sobre la existencia de un punto de cruce de ciclistas. La senda para ciclistas puede ser exclusiva o semi-exclusiva cuando se comparte con motos o peatones, cuando es semi-exclusiva con peatones, debe darse prioridad a estos últimos.

Para delimitar los carriles se utilizan doble línea longitudinal continua para separación de carriles con el tránsito motor. Éstas son de 10 centímetros de ancho cada una y pueden ser amarillas o blancas, no existe ninguna normativa que determine el color.

Se refuerza la separación con elementos físicos, que desanimen a los conductores de los vehículos a invadir la zona de calzada destinada a los ciclistas.

Las líneas longitudinales segmentadas se utilizan para el cruce de calzadas, y se utiliza una señal especial para identificar la ciclovía.

En intersecciones, se utilizan líneas paralelas de trazo discontinuo (de 0,5m por 0,5 m). En determinadas jurisdicciones de nuestro país, se da un color, como puede ser el verde a la calzada de las ciclovías o bici sendas, de forma que se distinga de la zona destinada a los automotores. A continuación, se da un ejemplo de la demarcación horizontal en una intersección.

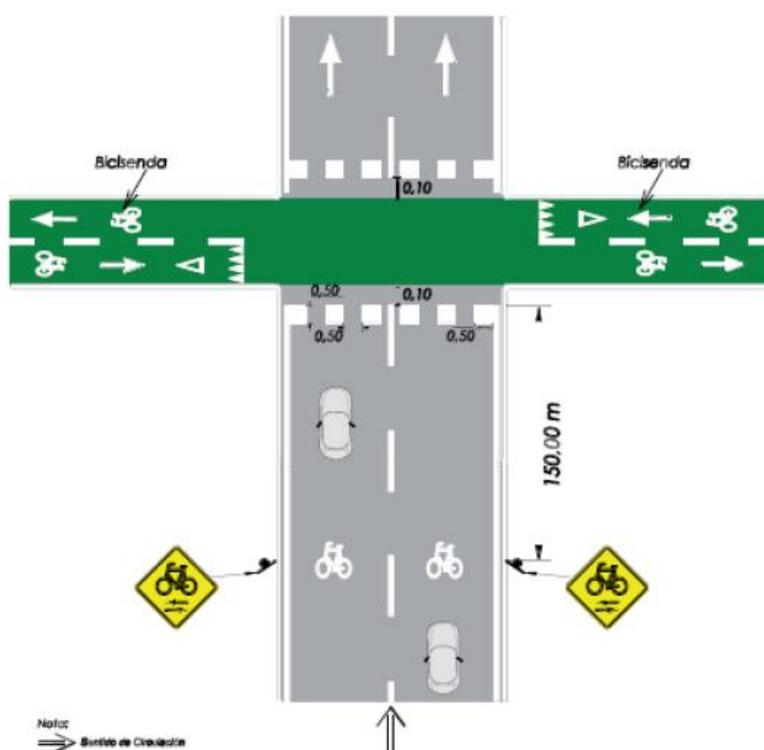


Figura N° 24: Ejemplo de demarcación horizontal en intersección.  
(Fuente: Señalización vertical y horizontal DNV).

### 3.3.5 Diseño del Paquete Estructural

El paquete estructural estará definido en función de los tipos de vehículos y de la frecuencia de paso. Si bien las cargas transmitidas por los ciclistas pueden ser despreciables, se debe tener en cuenta la maquinaria con la que se va a construir, y los equipos que se utilizan para el mantenimiento y las reparaciones.

Generalmente el paquete, se encuentra constituido por el terreno natural, el cual se compacta, el mismo recibe el nombre de subrasante y puede existir alguna capa intermedia entre la subrasante y el pavimento bituminoso o de hormigón.

A continuación, se presentan distintos perfiles junto con sus ventajas y desventajas, correspondientes a los diferentes materiales utilizados en cada uno de ellos.

- **Perfil con pavimento bituminoso:**

SECCIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p>1. Mezcla bituminosa en caliente (3 a 5 cm) 2. Todo-uno artificial o suelo-cemento (15 a 30 cm)</p> <p><i>Figura 15.- Pavimento bituminoso</i></p>	<p>La superficie es dura y flexible, con buena adherencia, y permite todos los usos posibles</p>	<p>Es un producto derivado del petróleo que puede favorecer la intrusión de las raíces de los árboles próximos</p>
	<p>Los precios no son elevados, aunque los productos de color pueden llegar a costar el doble que las mezclas asfálticas clásicas</p>	<p>Las variaciones climáticas y de temperatura pueden producir fisuras en la superficie</p>
	<p>En el caso de mezclas de color, el componente estético y visual puede ser interesante</p>	<p>Su composición química puede agredir ambientalmente el entorno a causa de la infiltración de productos carbonatados en el perímetro del pavimento</p>

Figura N° 25: Perfil paquete estructural con pavimento bituminoso.  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Cataluña).

Este tipo de pavimento consiste en una capa de mezcla asfáltica que se aplica en caliente sobre una capa de material granular. El espesor de las distintas capas depende del tipo y volumen de tránsito previsto y de la calidad de la subrasante.

- Perfil con pavimento de hormigón:

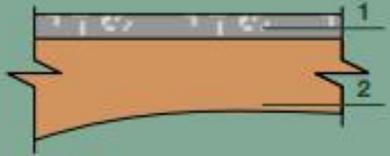
SECCIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
 <p data-bbox="365 779 716 842">1. Losa de hormigón (5 o 10 cm) 2. Explanada</p> <p data-bbox="342 879 727 909">Figura 16.- Pavimento de hormigón</p>	<p data-bbox="805 422 1081 527">La superficie presenta resistencias al tráfico y al rozamiento muy adecuadas</p>	<p data-bbox="1105 422 1385 499">Las juntas de retracción disminuyen el nivel de comodidad</p>
	<p data-bbox="805 583 1081 661">Facilidad de ejecución, no necesita maquinaria complicada</p>	<p data-bbox="1105 583 1385 695">Los precios de ejecución son más elevados que los de los otros tipos de pavimentos</p>
	<p data-bbox="805 745 1081 850">El coste del mantenimiento del firme es muy inferior al del pavimento bituminoso</p>	<p data-bbox="1105 745 1385 823">Con las variaciones climáticas se pueden producir fisuras</p>
	<p data-bbox="805 886 1081 963">Durabilidad en el tiempo, poco envejecimiento de los materiales</p>	<p data-bbox="1105 886 1385 984">Los movimientos del terreno natural pueden provocar roturas de la losa</p>
	<p data-bbox="805 1026 1081 1104">Por su rigidez, limita la intrusión de las raíces de los árboles próximos</p>	

Figura N° 26: Perfil paquete estructural pavimento de hormigón.  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Cataluña).

El pavimento rígido, consiste en una losa de hormigón que se encuentra colocada directamente sobre la subrasante o sobre una capa de material granular, que sólo tiene función de drenaje para evitar la acumulación de agua o la formación de hielo dentro del paquete. El espesor de la losa puede variar en función de las cargas que lo solicitan. Se recomienda poner juntas de retracción cada 5 metros para evitar la acumulación de tensiones y la posterior rotura del pavimento.

- Pavimentos con tratamiento superficial:

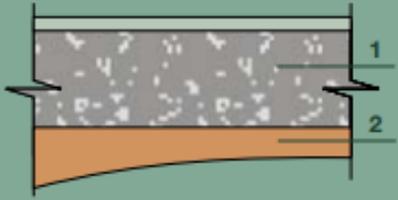
SECCIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
 <p data-bbox="365 766 747 861">1. Ligante bituminoso sobre mezcla de cantera artificial (15 a 20 cm) 2. Explanada</p> <p data-bbox="349 966 625 1018"><i>Figura 17.- Pavimento con tratamiento superficial</i></p>	<p data-bbox="787 409 1047 493">Bajo coste y mejora de la durabilidad de la capa de todo-uno</p>	<p data-bbox="1079 409 1339 472">La durabilidad en el tiempo es muy limitada</p>
	<p data-bbox="787 535 1047 682">Con un doble tratamiento superficial, puede llegar a presentar resultados similares a los del pavimento bituminoso</p>	<p data-bbox="1079 535 1339 682">Es un producto derivado del petróleo que puede favorecer la intrusión de las raíces de los árboles próximos</p>
	<p data-bbox="787 724 1047 808">El efecto visual en el caso de mezclas de color</p>	<p data-bbox="1079 724 1339 892">Genera vibraciones desagradables. No son pavimentos aptos para personas con movilidad reducida ni para patinadores/as</p>
		<p data-bbox="1079 945 1339 1102">Su composición química puede agredir ambientalmente el entorno a causa de la infiltración de productos carbonatados</p>

Figura N° 27: Perfil paquete estructural pavimento con tratamiento superficial. (Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Cataluña).

Sobre la superficie se aplica un ligante bituminoso, seguido de la extensión y compactación de una capa de gravilla. El espesor del conjunto puede variar en función del tipo y volumen de tránsito previsto y de la calidad de la subrasante. Es recomendable utilizar ligantes bituminosos de color con adición de óxido de hierro (mezclas rojas) o de cromo (mezclas verdes).

- **Pavimentos de suelo-cemento:**

SECCIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
 <p data-bbox="358 772 711 842">1. Suelo-cemento (15 a 20 cm) 2. Explanada</p> <p data-bbox="358 919 711 976"><i>Figura 18.- Pavimento de suelo-cemento</i></p>	<p data-bbox="813 422 1089 506">La superficie ofrece una gran flexibilidad y es completamente natural</p>	<p data-bbox="1122 422 1390 478">Posibles erosiones por la acción del agua</p>
	<p data-bbox="813 541 1057 625">Buena integración visual y poco impacto ambiental</p>	<p data-bbox="1122 541 1398 625">Necesita un mantenimiento más intenso. Poca durabilidad</p>
	<p data-bbox="813 661 992 716">Pavimento muy económico</p>	<p data-bbox="1122 661 1382 800">Calidad de superficie no apta para personas de movilidad reducida, patinadores/as y bicicleta deportiva</p>

Figura N° 28: Perfil paquete estructural pavimento con tratamiento superficial. (Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Cataluña).

Consiste en extender una capa, estabilizada con un ligante hidráulico, en una proporción variable (de 3 a 6%). El grueso de la capa de material granular puede variar en función de la calidad de la subrasante. El grado de compactación de la capa de material granular será de, al menos, un 98% del proctor modificado.

- **Pavimentos de adoquines o baldosas:**

Consiste en la colocación de adoquines o baldosas sobre una capa de hormigón, arena o mortero tendida sobre la subrasante. Se escogerá un tipo de adoquín o de baldosa antideslizante para obtener una adherencia adecuada con la superficie mojada. Se recomiendan exclusivamente en tramos cortos y por motivos estéticos o de integración paisajística, o en zonas en las que haga falta reducir la velocidad de las o de los ciclistas (cruce con calles o carreteras, calles de convivencia, etc.).

### 3.3.6 Drenaje

El drenaje de las vías ciclistas intentará aprovechar la topografía, de forma que se ajuste al terreno, evitando en la medida de lo posible la instalación de redes complicadas para la evacuación de las aguas de lluvia. La inclinación lateral de la vía ciclista será del 2%. En el caso de vías adyacentes a vías existentes, esta inclinación será siempre hacia estas vías, aprovechando el sistema de drenaje existente. En las figuras adjuntas se indican las pendientes transversales adecuadas para secciones en desmonte, terraplén y mixtas. Los sistemas de drenaje respetarán siempre el entorno medioambiental de la vía ciclista y se tendrán que configurar para que mantengan en todo momento el buen estado de la estructura.

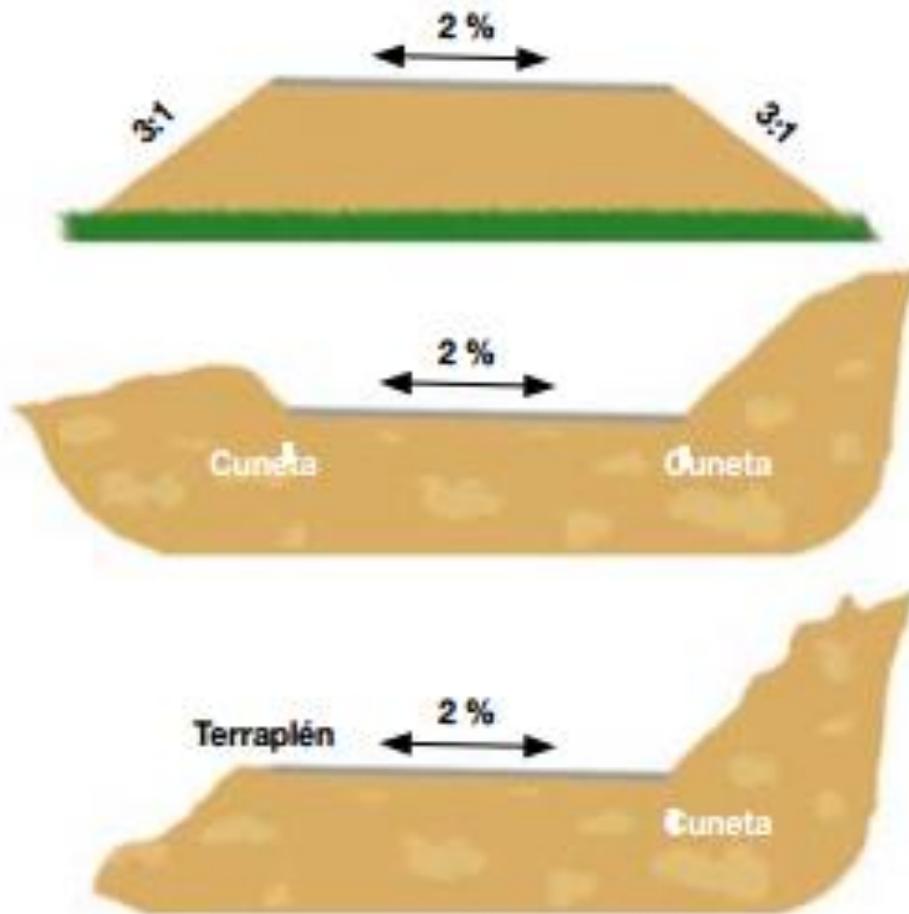


Figura N° 29: Drenaje de vías ciclistas.  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Cataluña).

### 3.3.7 Elementos de Protección

En el diseño se deberá contemplar la instalación de elementos de protección de la faja ciclista, en los casos en los cuales no sea posible incorporar área de separador, de acuerdo con el tipo de vía y la localización de la pista dentro de ésta. Estos elementos además de proporcionar protección al ciclista aportan elementos visuales que ayudan a caracterizar las ciclovías. De acuerdo con la intensidad de tránsito y la velocidad promedio, se sugiere la utilización de los siguientes elementos:

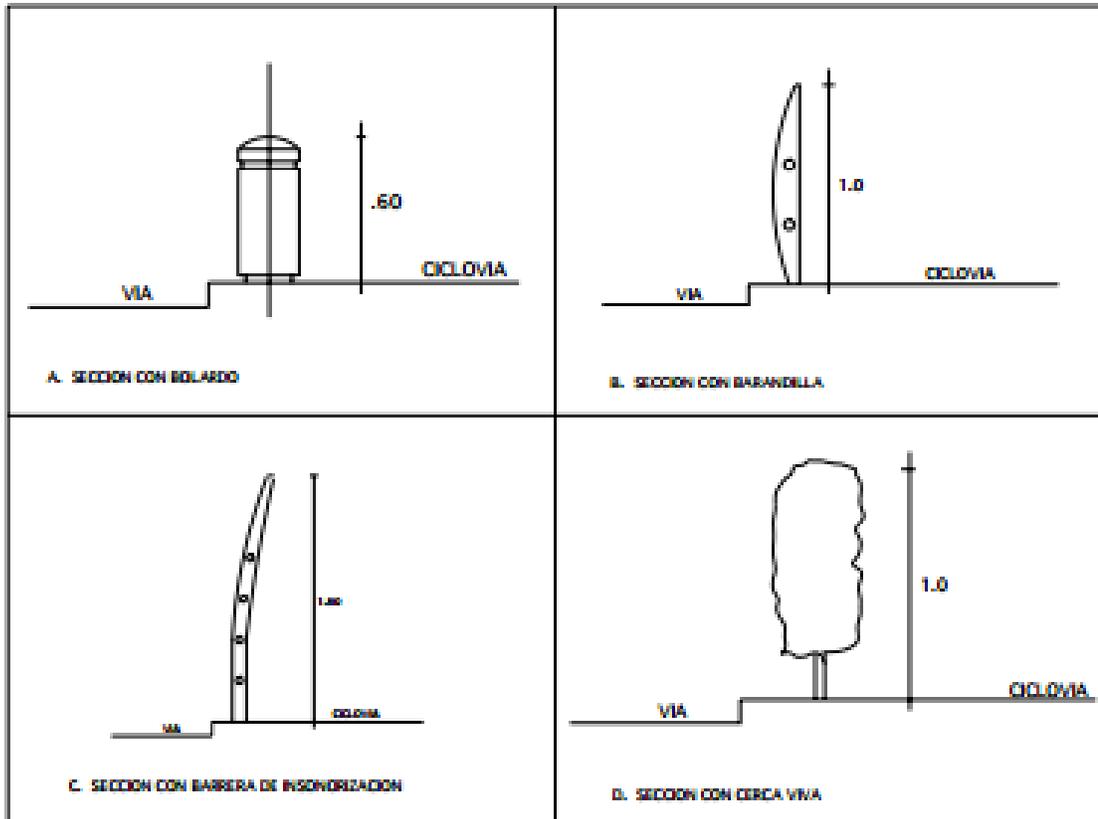


Figura N° 30: Elementos de protección.  
(Fuente: Manual de diseño de ciclorutas de Bogotá).

- A. Bolardos o delineadores: En vías de tránsito medio y velocidades medias.
- B. Barandillas metálicas: En vías con alto tránsito vehicular y / o altas velocidades.
- C. Barreras de insonorización: En vías de tránsito intenso y alta contaminación sonora.
- D. Cercas vivas: En vías de altas velocidades.

## CAPÍTULO 4: ANTECEDENTES Y DESARROLLO DE VÍAS CICLISTAS

### 4.1 ANTECEDENTES DE CICLOVÍAS Y BICISENDAS EN ARGENTINA

En los últimos años en nuestro país, el interés por la bicicleta como medio de transporte ha crecido en forma significativa. Esto se puede justificar, si se tiene en cuenta que, en décadas anteriores, a partir de los años 60, las políticas de urbanización y planificación del transporte de una ciudad priorizaban la utilización del automóvil.

El uso del automóvil, el cual implica la utilización de energías no renovables, cuando es indiscriminada, provoca congestión en el tránsito, haciéndolo muchas veces un transporte ineficiente. Allí es cuando aparecen los efectos negativos de la excesiva motorización. Genera un impacto ambiental, no sólo por la polución del aire, debido a las emisiones liberadas, sino también por la contaminación sonora, que repercute directamente sobre las personas. Otro aspecto negativo que surge es las pérdidas de tiempo que generan al usuario.

Es por esto, que las áreas urbanas más grandes de nuestro país, es decir, la ciudad de Buenos Aires, Rosario, y Córdoba, desarrollan una estrategia de planificación del transporte, en la cual se incluye la implementación de la bicicleta. Para incrementar y fomentar la utilización de la misma, se ejecuta el desarrollo de infraestructura segura y confortable como lo son las bicisendas y ciclovías y todo lo que a éstas la rodean.

#### 4.1.2 Caso Ciudad de Rosario

Rosario, es la tercera ciudad más poblada después de Buenos Aires y Córdoba, la misma cuenta con 948.312 habitantes, los cuales ocupan 178, 69 km<sup>2</sup>, es decir, que su densidad es de 5307 hab/km<sup>2</sup>.

En la ciudad de Rosario existen 120 kilómetros de ciclovías, y con futuras ampliaciones previstas para los próximos años. Además, cuenta con el programa Mi Bici Tu Bici implementado por la Municipalidad de Rosario y el Ente de la Movilidad con el objetivo de fomentar el ciclismo como medio de transporte y brinda la posibilidad de que los ciudadanos accedan al uso de un sistema automatizado de alquiler de bicicletas por medio de más de 20 estaciones ubicadas en puntos estratégicos de la red, las cuales otorgan un total de 217 bicicletas. A continuación, se muestra un mapa con las vías existentes marcadas en verde y la fotografía de una estación de bicicletas:



Cabe destacar que la ciudad de Rosario cuenta desde el año 2003, año en que se promulgan las ordenanzas, con normativas sobre ordenamiento vial para ciclistas y un plan integral de bicisendas. Esto no sucede en la ciudad de Córdoba, donde, si bien existe una red de ciclovías y bicisendas, no cuenta con normas que reglamenten su diseño.

El Plan Integral de Movilidad (PIM), que se desarrolla en la ciudad santafesina, contempla no sólo la ejecución de infraestructura para los ciclistas, sino también, la promoción del transporte público masivo de pasajeros y el ordenamiento y control del transporte privado.

#### 4.1.3 Caso Ciudad de Córdoba

La ciudad de Córdoba Capital se cuenta con 1.329.604 habitantes que se encuentran a lo largo de una superficie de 576 km<sup>2</sup>. Su densidad poblacional es de 2308,3 hab/km<sup>2</sup>.

A partir del año 1983 en la ciudad de Córdoba se comenzaron a construir ciclovías; durante la década del 90 se intensificó con la construcción de muchos tramos en diversos lugares de la ciudad, aprovechando canteros centrales, costados de canales, vías férreas o simplemente amplias veredas, sin intención de lograr una red interconectada. Inicialmente la información disponible hablaba de una extensión de vías ciclistas cercana a los 110 km construidas con anterioridad al año 2000 a la cual se le suman cerca de 2,5 km de bicisendas que vinculan el área central con polos de atracción de viajes, ciudad universitaria y terminal de ómnibus, las cuales fueron inaugurados a comienzos del año 2013.

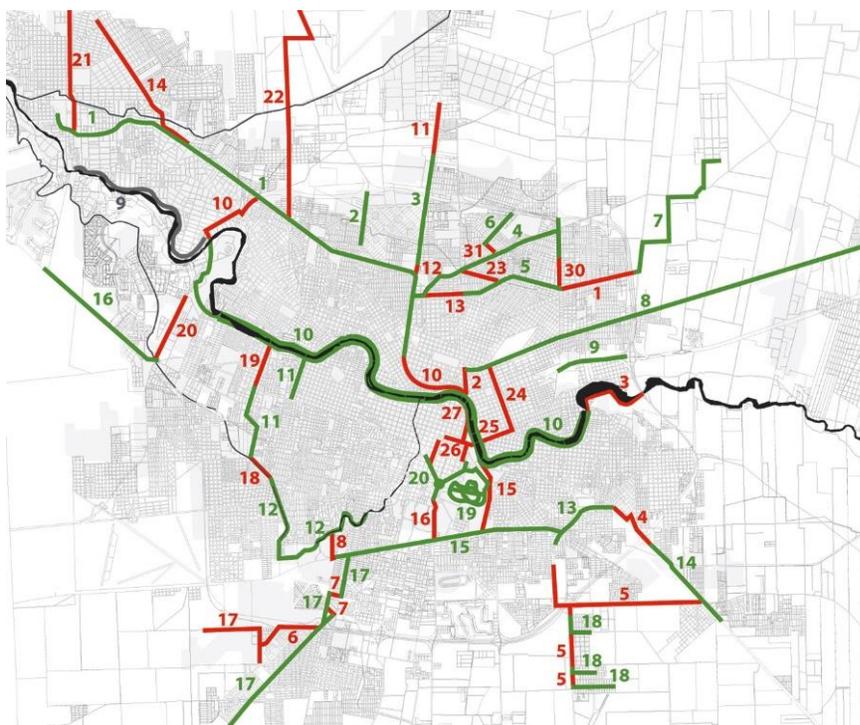


Figura N° 33: Bicisendas y ciclovías en Córdoba.  
(Fuente: Ciclovías en la ciudad de Córdoba).

## CAPÍTULO 5: PROYECTO CICLOVIA Y BICISENDA

### 5.1 UBICACIÓN Y ASPECTOS GENERALES

El proyecto se desarrollará en la ciudad de Alta Gracia, Provincia de Córdoba. La ciudad se encuentra ubicada a 36 km al sudoeste de Córdoba Capital y cuenta con unos 50.000 habitantes. Cabe mencionar que se trata de un conocido centro turístico debido a su patrimonio arquitectónico.



Figura N° 34: Ubicación de la Ciudad de Alta Gracia  
(Fuente: Google Earth).

La ciudad cuenta con gran cantidad de arroyos, entre los cuales se destaca el Arroyo Chicamtoltina por su paisaje natural y cercanía con el centro de la ciudad. El proyecto contempla la re-funcionalización y el recupero de las márgenes de este arroyo, a través del diseño de una ciclovía que abarcara una longitud de 910 metros, entre los tramos correspondientes al Puente El Cañito y el Puente El Ancla.

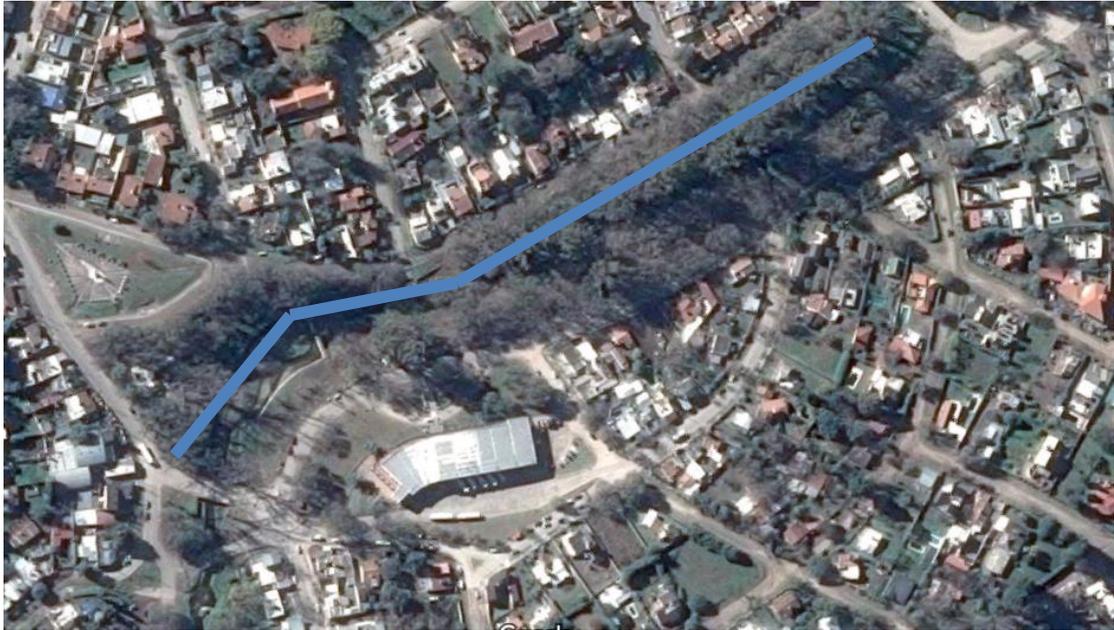


Figura N° 35: Arroyo Chicamtoltina.  
(Fuente: Google Earth).

Junto con el diseño de la ciclovía y con el objetivo de lograr un espacio recreacional para uso público, se diseñaron y computaron equipamientos como asadores, mesas, equipos deportivos, bancos de Hormigón Armado y bebederos. Además, el proyecto contempla la creación de dársenas de estacionamiento y la remodelación de las paradas de colectivos.

## 5.2 DETERMINACIÓN DE LA TRAZA DE LA CICLOVIA

A la hora de encomendarnos este proyecto se encontraba realizada una traza tentativa de la red, la cual buscaba aprovechar los espacios verdes y el paisaje otorgado por el Arroyo Chicamtoltina (se puede observar en el plano N°1 del anexo N° 2).

Algunas de las principales desventajas que observamos en este trazado eran la no consideración de la línea de ribera del Arroyo, de los anchos disponibles para la ciclovía y además se consideraba originalmente, cruzar el Arroyo por medio de una pasarela de ancho insuficiente.

Luego de varias observaciones en campo, propusimos un rediseño de la traza de la ciclovía, la cual quedo representada por siete tramos (se puede observar en los planos del 2 al 8 del anexo N° 2).

Los tres puntos más conflictivos por resolver en el trazado eran:

- La incorporación de una pasarela en el tramo N° 4 (Plano N°5 del Anexo N° 2), debido al cruce con el Arroyo Santa Cruz, ya que esta descarga en el Arroyo Chicamtoltina. Como primer avance, se propuso que en este tramo la ciclovia se transforme en biciesenda para evitar el costo que significa la construcción de una pasarela. Esto no era posible debido al ancho insuficiente del puente Juan Domingo Perón y que además se tenía previsto una futura ampliación del mismo.



Arroyo Santa Cruz

Puente Juan Domingo Perón

Figura N° 36: Intersección Puente Juan Domingo Perón y Arroyo Santa Cruz.  
(Fuente: Google Earth).

- La intersección en el tramo N° 5 (Plano N°6 del Anexo N° 2), con el puente Armenia. Se propuso que en este tramo la ciclovia se transforme en biciesenda en una distancia alejada lo suficiente del puente, para permitir que los usuarios sean visibles al tránsito que viene por el mismo. Cabe mencionar que la visibilidad era un gran condicionante ya que este sector cuenta con gran cantidad de árboles que dificultan la misma.



Arroyo Chicamtoltina

Puente Armenia

Figura N° 37: Intersección Puente Armenia y Arroyo Chicamtoltina.  
(Fuente: Google Earth).



Figura N° 38: Tramo biciesenda.  
(Fuente: Google Earth).

- La realización de un terraplén en el tramo N° 6 (Plano N°7 del Anexo N° 2), debido a la topografía del lugar y a la necesidad de transformar la ciclovía en bicisenda, por lo expresado anteriormente. Para poder computar la cantidad de material necesario para el terraplén, utilizamos en campo el nivel y mira ya que no contábamos con las curvas de nivel del lugar. Se tuvo en cuenta no superar la pendiente máxima admisible para una ciclovía (del 3 al 5%).



Figura N° 39: Tramo de terraplén.  
(Fuente: Google Earth).

### 5.3 PERFILES CICLOVÍAS Y BICISENDAS

En Argentina, no existe ninguna normativa vigente en cuanto al diseño de bicisendas, por lo cual se ejecutó este proyecto teniendo en cuenta lineamientos obtenidos de manuales de diseño de infraestructura ciclistas y de ejemplos aplicados tanto en ciudades de América Latina, como en ciudades de nuestro país.

La traza proyectada está dividida en distintos tramos evitando que la misma pase por las zonas de llanuras inundables, resguardando la seguridad del ciclista.

La elección del tipo de perfil depende del espacio requerido por la bicisenda o ciclovía, es decir dependiendo si ésta es de sentido único o doble, demanda más o menos ancho, por lo que muchas veces limita la elección de elegir entre una ciclovía, si existe un ancho suficiente de vereda para cuidar la seguridad del peatón, o de una bicisenda, teniendo en cuenta el perfil de la calle, y si el espacio necesario de la vía ciclista no entorpece el tránsito vehicular haciendo peligrosa la circulación de las personas en bicicleta.

Por otro lado, se puede decir que la adopción del tipo de perfil varía en función del carácter que se le quiere dar a la vía, refiriéndose a esto, si es recreacional, es decir una vía más lenta, o pensándola como un espacio de circulación de movilidad alternativa funcional, es decir que sea directo y más rápido.

El circuito diseñado, está compuesto por ciclo vía y bisisenda. Las ciclo vías, son los carriles separados de la calzada sobre la cual circulan los vehículos y están materializados mediante construcciones permanentes. A su vez, estos pueden ser de uso exclusivo, o compartido cuando están diseñadas para la circulación tanto de ciclistas como de peatones. Las bisisendas, por el contrario, se encuentran sobre la vereda y no tienen una separación física.

Los metros de bisisenda que abarca el proyecto son 910 m y el perfil a utilizar estará compuesto por una subrasante compactada de, una base granular de 12 cm de espesor y una carpeta asfáltica con un espesor de 5 cm (se puede observar en el plano N° 9 del Anexo N° 2). La longitud de la ciclo vía que abarca el proyecto se extiende a lo largo de 180 metros. Además, en los planos N° 10, N° 11 y N° 12 del Anexo N° 2, se pueden observar los distintos cortes transversales realizados a lo largo de la traza, con el objetivo de ubicar la posición de la ciclo vía con respecto al Arroyo.

Por otro lado, cabe mencionar que en el perfil se incorporaran en un total de 31 metros lineales, badenes de Hormigón (Plano N° 9 del Anexo N° 2), con el fin de permitir el paso del agua junto con el material de arrastre, para proteger a la estructura de la ciclo vía.

#### 5.4 SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL

El proyecto también contemplo la señalización horizontal y vertical, lo cual implica el diseño de las intersecciones. En cuanto a la demarcación horizontal, para su diseño, se siguieron ejemplos de bisisendas existentes tanto en ciudades argentinas, como en ciudades de otros países como es el caso de Bogotá y Cataluña ya que, en Córdoba, no existe alguna ordenanza que reglamente esto. La señalización ejecutada en la mayoría de los casos consiste en líneas continuas con pintura termoplástica blanca para separar a los ciclistas del tránsito vehicular o peatonal, de una imagen que indica la exclusividad de la vía ciclistas y una flecha que indica el sentido de circulación. En las intersecciones, la ciclo vía o bisisenda se continúa demarcándola con pintura termoplástica verde y se utiliza la misma señalización horizontal que tenía antes del cruce.

Con respecto a la señalización vertical se dispondrá en los ingresos a la ciclo vía un cartel que informará sobre la misma y además contará con el logo del Municipio de la ciudad. En la intersección mencionada anteriormente, en la cual la bisisenda se transforma en ciclo vía, se colocarán carteles de ceda el paso para los usuarios de la ciclo vía y la señal vial P26 para advertir a los vehículos circulantes sobre el cruce de la ciclo vía.

En el plano N° 13 del Anexo N° 2, se pueden observar las dimensiones de la señalización vertical y horizontal utilizadas.

## 5.5 DISEÑO Y UBICACIÓN DE EQUIPAMIENTOS

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de la ciclovía era aprovechar el paisaje y generar un espacio recreacional para la población. Para reforzar este objetivo, el proyecto contemplo la incorporación de asadores, bancos, cestos y equipamiento deportivo (los mismos se pueden observar en los planos N° 14, N° 15, N° 16 y N° 17 del Anexo N° 2).

Por otro lado, también se computaron y presupuestaron las iluminarias necesarias que se ubicaran a lo largo del trazado de la ciclovía. Estas luminarias estarán compuestas por farolas con TR. Las mismas cuentan con base y estructura de aluminio y tapa superior en chapa de aluminio, pintada con esmalte poliéster termoconvertible. El sistema óptico está constituido por un reflector y un difusor anti deslumbramiento (louver) de cuatro anillos, todo en chapa de hierro pintado color blanco. La cubierta de cierre es de policarbonato de alto impacto con estabilización a los rayos UV, transparente.

El grupo eléctrico está constituido por portalámparas E-40 con pistón y freno, y el alojamiento porta equipo es independiente del sistema óptico.

De fácil instalación y mantenimiento, posee cuatro tornillos radiales para fijación a columna de 60mm, el sistema de cierre es un dispositivo a rosca.

## PARTE II

---

### PAVIMENTO URBANO

## CAPÍTULO 6: MARCO TEORICO

### 6.1 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LA RED VIAL

En este apartado se realiza una clasificación funcional de la red vial de Alta Gracia. Los tipos de vías que existen dentro del Ejido Municipal son:

- Arteriales Principales:

Son vías de penetración que tienen como finalidad servir a la interconexión de las vías regionales y permitir el acceso al Área Central. Con o sin control de accesos, cruces en general a nivel, con o sin separador central, sin calles de servicio. Compuesta por la Ruta Provincial N° 5 que vincula la ciudad con Córdoba Capital y la Ruta Provincial N° C45 que vincula Alta Gracia con otras localidades de la Región Metropolitana de Córdoba.

- Arteriales Secundarias:

Las mismas son vías que cumplen funciones accesorias y/o alternativas de las Arteriales Principales. Con o sin control de accesos, cruces a nivel, con o sin separador central y sin calles de servicio.

- Colectoras:

Vías cuya función es canalizar el tránsito interno barrial desde y hacia las vías arteriales e intersectoriales. Sin control de accesos, cruces a nivel y sin separador central.

- Locales:

Se trata de vías de acceso vehicular a la vivienda y a su equipamiento inmediato. De baja velocidad y poco volumen vehicular, no cuenta con control de acceso ni separador central, siendo sus cruces a nivel.

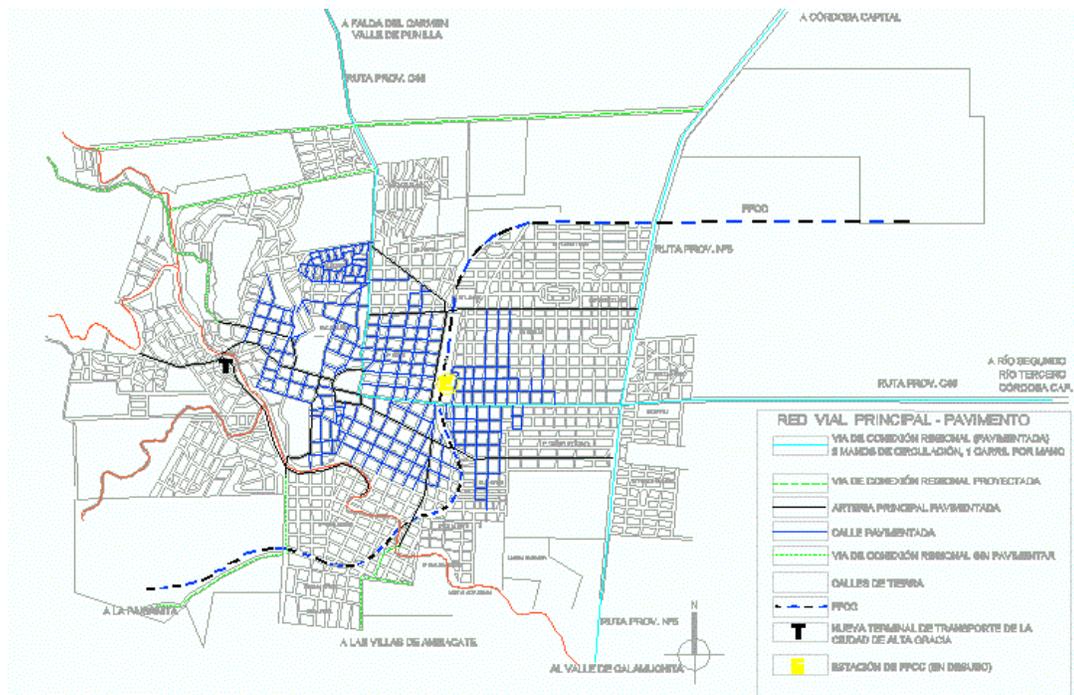


Figura N° 40: Red vial ciudad de Alta Gracia.  
(Fuente: Dirección de Obras Públicas).

## 6.2 CLASIFICACION DE LOS PAVIMENTOS

### 6.2.1 Pavimentos flexibles:

Son aquellos pavimentos cuyo ligante es el Cemento Asfáltico. Se los llama flexibles ya que permiten deformaciones diez veces mayores que los pavimentos rígidos. Se distinguen los siguientes tipos:

#### a. Pavimentos flexibles convencionales:

Son sistemas de capas sucesivas donde los materiales superiores son de mejor calidad a medida que la intensidad de los esfuerzos es mayor. Está compuesta por las siguientes capas:

- **Capa de rodamiento:** es de concreto asfáltico (mezcla de materiales granulares ligados con cemento asfáltico). Debe ser resistente para soportar la distorsión debida al tránsito y proveer una superficie de rodamiento lisa y resistente al deslizamiento. Además, debe ser impermeable para evitar la penetración de agua en las capas inferiores. Presenta respuesta viscoelástica, es decir que a cargas de baja duración se comporta de forma elástica mientras que a cargas de larga duración y con alta temperatura presenta grandes deformaciones plásticas.

- Base asfáltica: es de concreto asfáltico, pero contiene agregados de mayor tamaño y una menor cantidad de asfalto y por lo tanto no requiere tanta calidad como la capa de rodamiento. Sirve para lograr la compactación adecuada en la carpeta de rodamiento.
- Base granular y subbase granular: es una mezcla de áridos y suelo compactados. La base granular puede estar compuesta por áridos de trituración u otros áridos no tratados. La subbase suele tener un porcentaje mayor de finos e impide que los materiales de la base y subrasante se mezclen. Ambas deben drenar el agua infiltrada.
- Subrasante: es el suelo de fundación compactado a la densidad cercana a la correspondiente a la humedad óptima.
- Suelo de fundación: es el suelo natural.

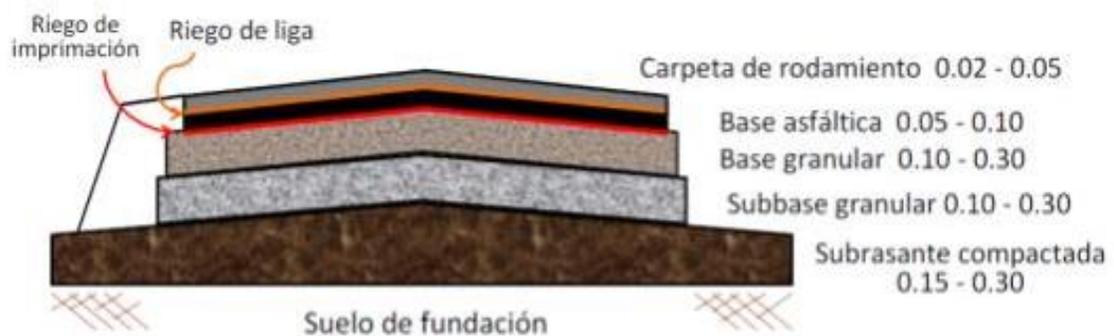


Figura N° 41: Pavimento flexible convencional.  
(Fuente: Catedra Transporte III).

#### b. De espesor completo (full depth):

Se construyen colocando capas de pavimento asfáltico directamente sobre la subrasante. Tienen un comportamiento semirrígido. Se diseñó pensando principalmente en las altas cargas de tránsito. Tiene la ventaja de que puede utilizarse un único material, lo que abarata los costos de transporte. Otras ventajas: no tienen capas granulares permeables, reducido tiempo de construcción, mantienen la uniformidad del pavimento, son menos afectados por la humedad o las heladas.

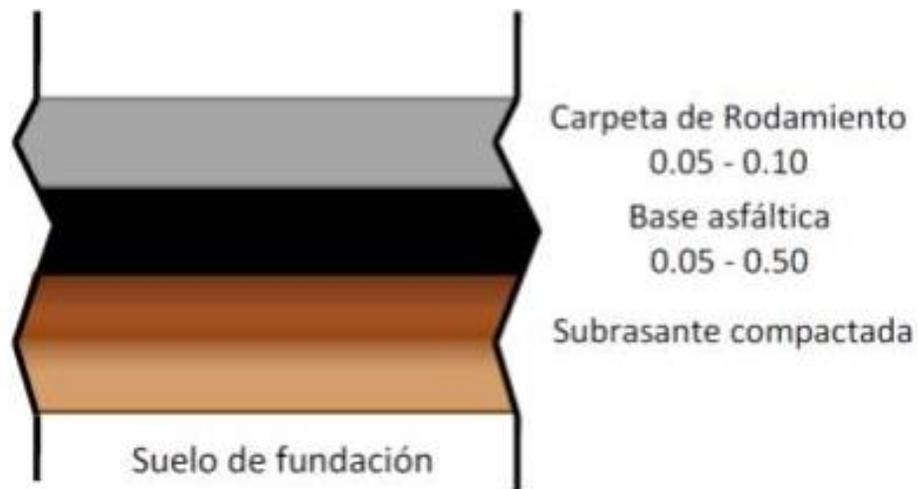


Figura N° 42: Pavimento full depth.  
(Fuente: Catedra Transporte III).

**c. Con capas granulares intermedias:**

Están formados por dos capas de cemento asfáltico. El pavimento se comporta como una viga, donde las capas asfálticas trabajan a tracción y compresión y el material granular toma el corte. Es de vital importancia garantizar el correcto drenaje de las capas granulares intermedias.

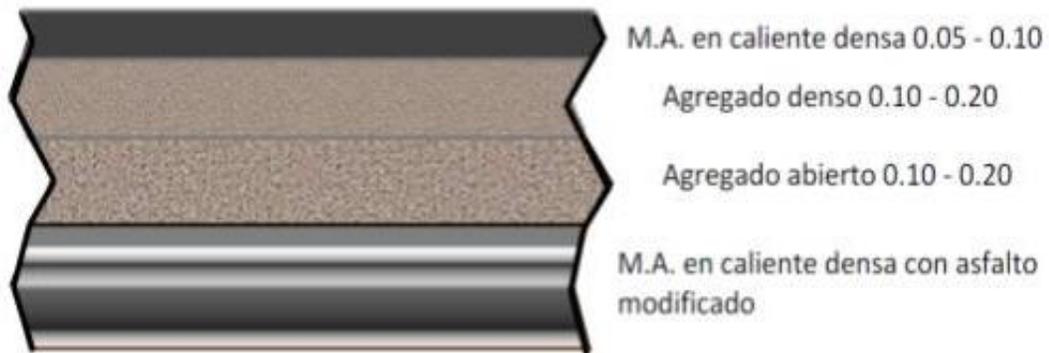


Figura N° 43: Pavimento con capas granulares intermedias.  
(Fuente: Catedra Transporte III).

### 6.2.2 Pavimentos rígidos:

Se construyen con hormigón de cemento portland y deben analizarse usando la teoría de placas (no llevan armadura estructural, solo puede ponerse una armadura ubicada en el tercio central de la losa para reducir la fisuración, pero no son losas armadas). La resistencia está dada por la resistencia del hormigón a flexo-tracción. El espesor de la losa debe ser tal que las tensiones de tracción no superen la resistencia a tracción del hormigón.

Este tipo de pavimentos se coloca directamente sobre la subrasante o sobre una posible base o subbase granular. La incorporación de la capa granular presenta como ventajas: controla el fenómeno de bombeo del suelo bajo las juntas, evita efectos dañinos del congelamiento, mejora el drenaje, controla los cambios volumétricos y sirve como mesa de construcción.

La fisuración es inevitable, lo único que podemos hacer es elegir donde se producirán las fisuras, mediante la ejecución de juntas. La profundidad de estas es de aproximadamente un tercio de la profundidad de la losa.

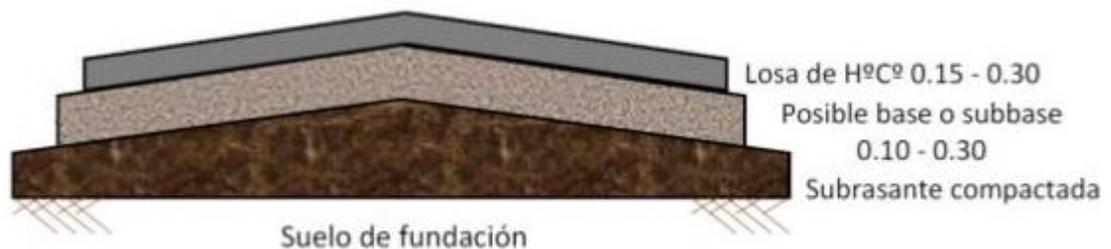


Figura N° 44: Pavimento rígido.  
(Fuente: Catedra Transporte III).

Otros pavimentos rígidos que podemos nombrar son:

#### **a. De hormigón simple con juntas:**

Las juntas transversales se practican para favorecer la formación de las fisuras por retracción por fragüe en los lugares donde se desea, de manera que la misma sea controlada. Para vincular las losas en dirección longitudinal, se colocan en coincidencia con las juntas transversales hierros pasadores, los cuales transfieren los esfuerzos de corte de una losa a la otra, pero no transfieren el esfuerzo axial.

Las juntas longitudinales se hacen para controlar las deformaciones del hormigón debido a los gradientes térmicos que produce su curvatura. En dirección transversal coincidente con la junta longitudinal, se colocan barras de unión, las cuales transmiten tanto corte como axial de manera que ambas losas trabajen en forma monolítica.

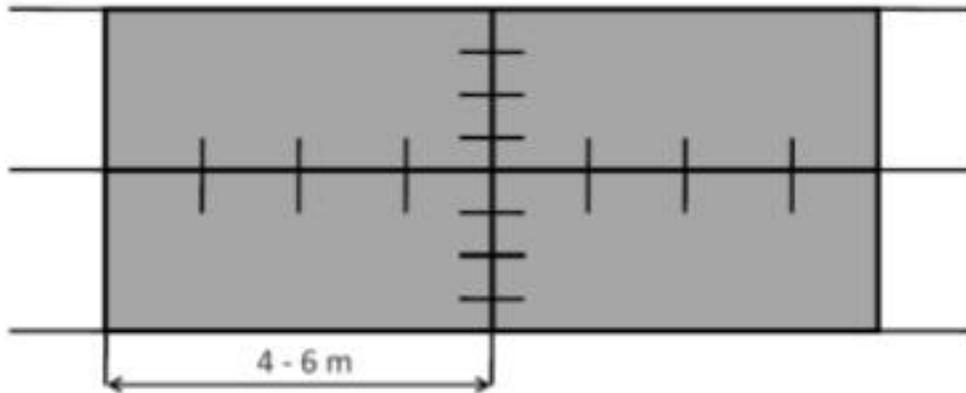


Figura N° 45: Pavimento H° simple con juntas.  
(Fuente: Catedra Transporte III).

**b. De hormigón reforzado con juntas:**

Se incorpora una armadura en el tercio central de la losa de hormigón. Esto limita la formación de fisuras, permitiendo un mayor espaciamiento entre juntas transversales.

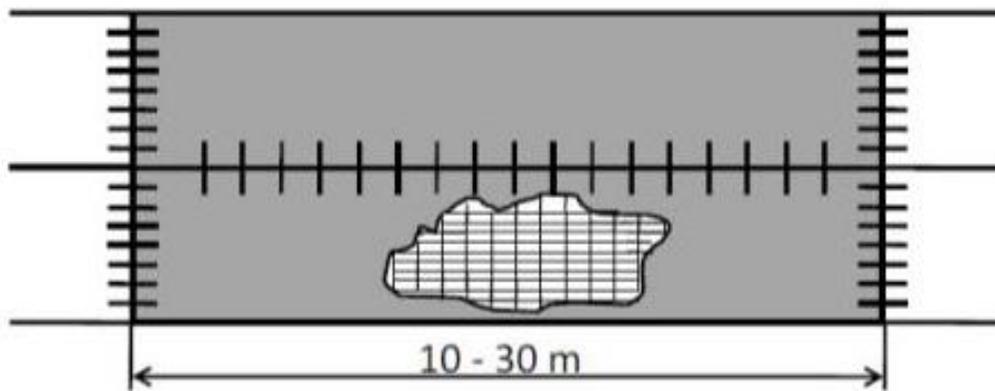


Figura N° 46: Pavimento H° reforzado con juntas.  
(Fuente: Catedra Transporte III).

**c. De hormigón reforzado continuo:**

Se aumenta el refuerzo de armadura de manera que se logra un pavimento sin juntas. Es común en este tipo de pavimentos la formación de fisuras transversales a intervalos relativamente cortos, las cuales son sostenidas por el refuerzo y no deben preocupar siempre y cuando la distribución sea uniforme.

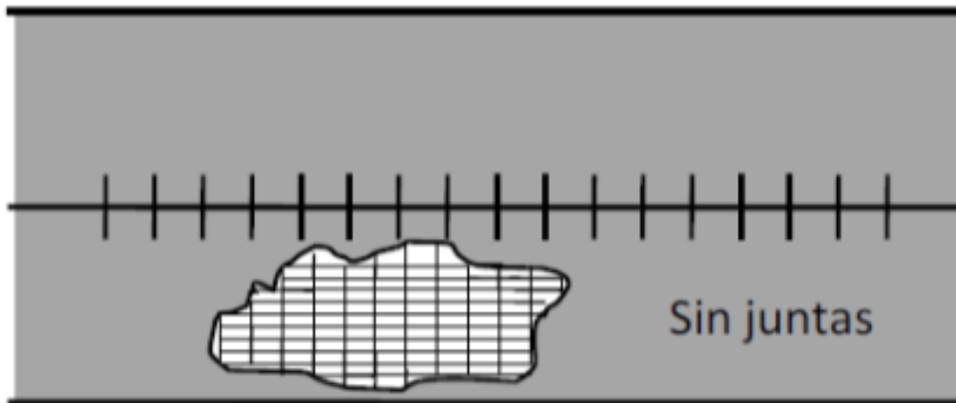


Figura N° 47: Pavimento H° reforzado continuo.  
(Fuente: Catedra Transporte III).

**d. De hormigón pretensado:**

Se aumenta la rigidez de la losa de hormigón mediante el pretensado. De esta forma se obtienen distancias entre juntas de hasta 200 metros. Son altamente costos.

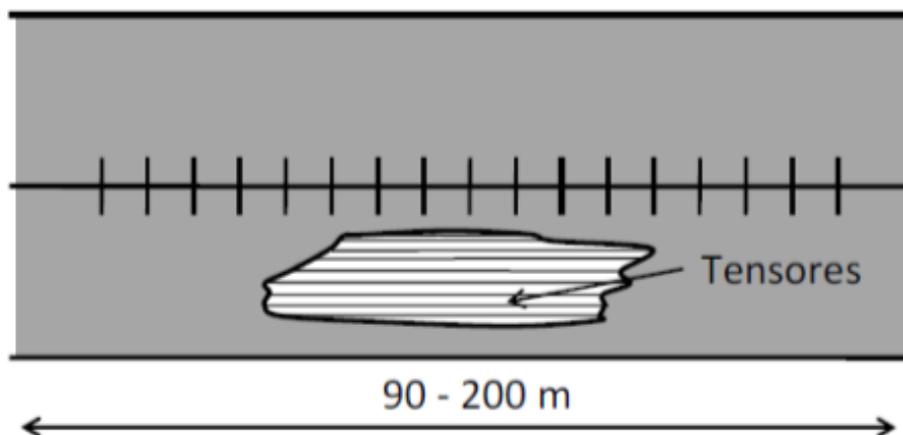


Figura N° 48: Pavimento H° pretensado.  
(Fuente: Catedra Transporte III).

### 6.2.3 Pavimentos compuestos:

Estos pavimentos se componen de una capa de concreto asfaltico sobre una losa de hormigón. El hormigón provee una base resistente y el concreto asfaltico una superficie suave y no reflectiva. Es más costoso que los anteriores.



Figura N° 49: Pavimento Compuesto.  
(Fuente: Catedra Transporte III).

## CAPITULO 7: PLAN DE PAVIMENTACION URBANA

### 7.1 UBICACIÓN

Como se mencionó anteriormente, la localidad de Alta Gracia se encuentra ubicada en la Provincia de Córdoba, a 35 km de la Capital, es un centro turístico y comercial de gran importancia con un crecimiento constante.

Además, la ciudad de Alta Gracia forma parte del Departamento de Santa María. El cual ha sufrido un importante crecimiento en los últimos años debido principalmente a su función de ciudad dormitorio, dado su ubicación cercana a la ciudad de Córdoba. Como consecuencia de ello es que la red vial está resultando insuficiente, amén de los innumerables problemas de mantenimiento, propios del incremento del tránsito.

El plan de pavimentación abarca 11 cuadras, pertenecientes al barrio Parque San Juan (plano N° 18 del Anexo N° 3) y las cuadras Ituzaingo, del barrio Don Bosco y la calle Falucho del barrio Caferatta (se observa en el plano N° 19 del Anexo N° 3).

A continuación, se pueden observar imágenes aéreas de las calles a pavimentar:



Figura N° 50: Calles a pavimentar Barrio Parque San Juan.  
(Fuente: Google Earth).



Figura N° 51: Calle Falucho.  
(Fuente: Google Earth).



Figura N° 52: Calle Ituzaingo.  
(Fuente: Google Earth).

## 7.2 TIPO DE PAVIMENTO A USAR

Para la ejecución de la obra se adoptó un pavimento del tipo flexible dada las ventajas que el mismo posee en comparación con los pavimentos rígidos. A continuación, se realiza una comparación entre los tipos de pavimentos nombrados.

<b>COMPARACIÓN FLEXIBLES VS RÍGIDOS</b>		
	<b>FLEXIBLES</b>	<b>RÍGIDOS</b>
<b>Costo de construcción</b>	<b>Menor</b>	Mayor
<b>Comodidad de circulación</b>	<b>Mayor</b>	Menor
<b>Mantenimiento en primeros años</b>	Alto	<b>Bajo</b>
<b>Ahuellamiento</b>	Se ahueca, puede producir hidropneumático.	<b>No se ahueca</b>
<b>Resistencia a los ataques químicos</b>	Baja	<b>Alta</b>
<b>Costo del bacheo</b>	<b>Bajo costo</b>	Alto costo
<b>Costo de la rehabilitación</b>	<b>Menos costosa</b>	Más costosa
<b>Adherencia</b>	Física	Química
<b>Deformación</b>	10 veces mayor que la de los rígidos	<b>10 veces menor que en los flexibles</b>
<b>Juntas</b>	No necesitan	Son fundamentales
<b>Color - Reflexión</b>	<b>Oscuro, baja reflexión</b>	Claro, alta reflexión

Tabla N° 6: Comparación entre pavimentos  
(Fuente: Catedra de Transporte III)

### 7.3 PERFIL TRANSVERSAL

Tanto para la pavimentación del barrio Parque San Juan, como para las calles Falucho e Ituzaingo, se utilizó el mismo perfil transversal. El mismo cuenta con un ancho de calzada de 8 metros, una pendiente del 2% en calzada y del 5% en cuneta.

A la hora de realizar el proyecto de pavimentación, ya se encontraba ejecutado el cordón cuneta. En la siguiente figura se observa un detalle del perfil transversal:

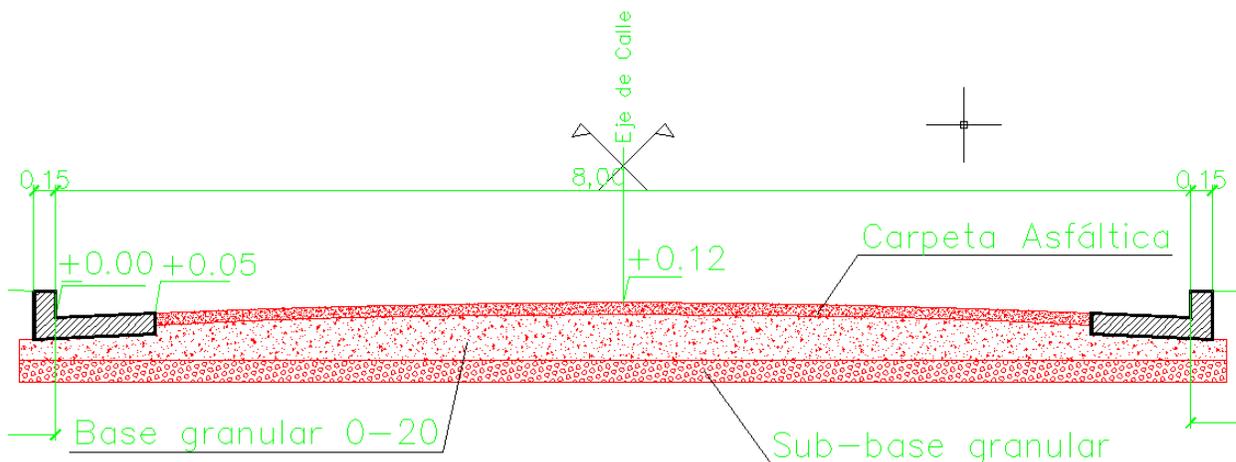


Figura N° 53: Detalle Perfil Transversal.  
(Fuente: Departamento de Obras Públicas).

### 7.4 PAQUETE ESTRUCTURAL

#### 7.4.1 Dimensiones

El paquete estructural que se seleccionó desde el Departamento de Obras Públicas posee un espesor total de 32cm. El mismo estaba compuesto por una carpeta asfáltica de 5 cm, una base granular de 12 cm y una sub-base granular de 15cm.

Desde mi punto de vista, lo que llamaron sub-base granular, en realidad se comportaba como una subrasante ya que estaba formada por una capa compactada de suelo del lugar y que además no se consideraba tanto en los planos como en los pliegos, la existencia de una subrasante.

En la siguiente figura se observa el paquete estructural adoptado junto con sus espesores:

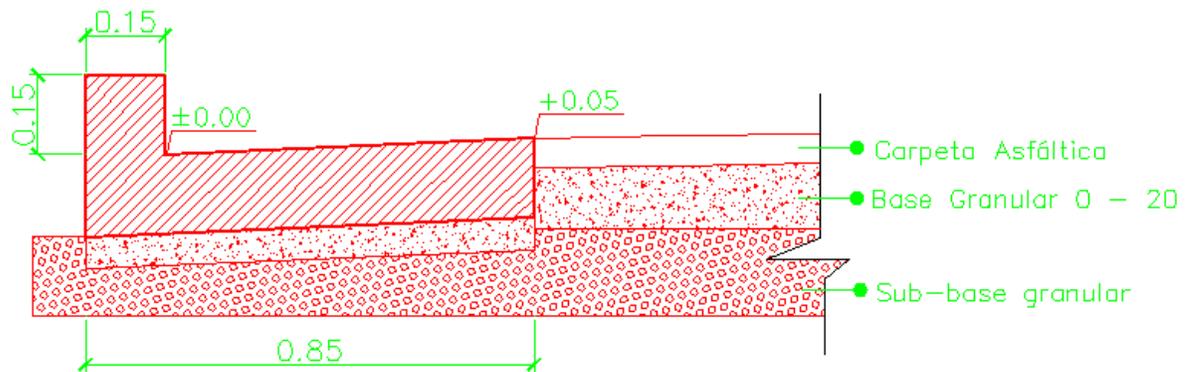


Figura N° 54: Paquete estructural del pavimento.  
(Fuente: Departamento de Obras Públicas).

#### 7.4.2 Características de los materiales

Las características de los materiales de cada capa según pliego de especificaciones técnicas son:

- I. **Sub-base granular:** construida con el suelo del lugar y 15 cm de espesor.
- II. **Base granular:** las características solicitantes son:

- Piedra triturada (6 – 25 mm):

Se deberán hacer los ensayos de desgaste Los Ángeles (IRAM 1532), de lajosidad (VN-E-38-86), de durabilidad (IRAM 1525), de cubicidad (VN-E-16-67 ó IRAM 1681). Además de los ensayos VN-E-67-75 y VN-E-66-82.

- Material Granular:

El material - arena silíceica natural - deberá ser de granos duros y sin sustancias perjudiciales.

- Limite Líquido: No mayor de 25
- Índice Plástico: Entre 2 y 6
- Compactación (Densidad de Obra):

Se exigirá en la obra que la densidad no sea inferior a la máxima del Ensayo Proctor VN-E-5-93 – Método V (Diámetro del molde: 152,4 mm; Peso del pisón: 4,5 kg; Altura de caída: 45,7 cm; Número de Capas: 5; Número de golpes por capa: 56).

- El control de la densidad de obra se efectuará mediante el Método de la Arena correspondiente a la Norma VN-E-8-66
- Valor soporte:

Será mayor a 80% (Ensayo VN-E 6-84 – Método Dinámico Simplificado N° 1) alcanzado con una densidad igual o menor al 97% de la densidad máxima ensayo Proctor antes especificado.

### III. **Carpeta asfáltica:** deberá estar compuesta por:

- Piedra Triturada (6-19 mm):

Para toda provisión de piedra, el Contratista deberá presentar el Protocolo de Cantera, con lo que se hará responsable, conjuntamente con la Cantera, de la calidad del material provisto. Dicho protocolo deberá contener los ensayos de Desgaste Los Ángeles (IRAM 1532), de lajosidad (VN-E-38-86), de Durabilidad (IRAM 1525), de cubicidad (VN-E-16-67 o IRAM 1681) además de los ensayos VN-E-67-75 y VN-E-66-82. La frecuencia de ejecución de los mismos será cada 1.000 toneladas o cuando haya un cambio de frente de explotación.

El material deberá cumplir las siguientes exigencias:

- Deberá provenir de la trituración de rocas sanas y limpias.
- Deberá presentar un desgaste (ensayo Los Ángeles, IRAM 1532) menor de 30 % y que será efectuada sobre pastón seco, a la salida del horno de secado.
- Una cubicidad superior a 0,5 (VN-E -16-67 e IRAM 1681).
- Ser de granulometría tal que junto con los demás componentes inertes haga cumplir el entorno granulométrico de la capa.
- La Inspección podrá solicitar determinaciones de Absorción, Durabilidad (IRAM N° 1525), cubicidad y lajosidad de cada partida para verificar la calidad de la piedra triturada.

- Arena de Trituración 0-6 mm:

El material deberá cumplir con las siguientes exigencias:

- Provenirá de la trituración de rocas sanas, con desgaste menor a 30 % (IRAM 1532).
- Ser de una granulometría tal que junto con los otros componentes inertes de la mezcla haga cumplir el entorno granulométrico establecido para la capa.

- La plasticidad de la fracción pasante tamiz 200 y por vía húmeda no debe superar el 10 % y la fracción pasante tamiz 40 no debe superar el 4 %.
- Arena Silícea:

La arena silícea a proveer deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Sales Totales: menor a 1,5 %
- Sulfatos Solubles: menor a 0,5 % (Referidos al contenido de la mezcla en el pasante tamiz N° 200).
- Granulometría: Deberá ser tal que compuesta con los demás elementos inertes de la mezcla haga cumplir el entorno granulométrico especificado para la capa.
- Debe ser de granos duros y sin sustancias perjudiciales.

- Cemento Asfáltico:

- Será del tipo 50-60 de penetración, será homogéneo, libre de agua y no formará espuma al ser calentado a 170° C y cumplirá con las Normas IRAM 6604 (Tipo III) y con una Viscosidad a 60° C mínima de 800 y máxima de 1600 según norma IRAM 6836/37.

- Valores Marshall

Los límites que se dan a continuación y que serán de cumplimiento para la mezcla asfáltica están referidos al Ensayo Marshall Norma de Ensayo V.N.E-9-86 - 75 golpes.

Estabilidad mínima: ..... 800 Kg.

Fluencia: ..... entre 2 y 4,5 mm.

Vacíos totales: ..... entre 3 y 5 %

Relación betún-vacíos: ..... entre 70 y 85 %

Relación Estabilidad/Fluencia: ..... entre 2100 a 4.000 kg/cm.

Estabilidad Residual: ..... mayor o igual que 75 %.

## 7.5 METODO DE DISEÑO

En un proceso de diseño lo que se realiza habitualmente es calcular la carga de tránsito que deberá soportar la estructura durante su vida útil y con esta carga diseñar un paquete estructural que la soporte. Desde el Departamento de Obras Públicas no se siguió este procedimiento, sino que se optó por el paquete de la Fig. 53, siendo esta decisión justificada por la experiencia del uso de este paquete en otras obras en las cuales cumplió con los requisitos.

En este capítulo se verificará si el paquete estructural propuesto resistirá las cargas de tránsito al que estará expuesto, tomando una vida útil de 15 años y una tasa de crecimiento anual de tránsito del 3%. El método que se usará para la verificación es el AASHTO 93, el cual usa la siguiente fórmula empírica:

$$\log w_{18} = Z_R \times S_D + 9.36 \times \log(SN+1) - 0.2 + \frac{\log\left(\frac{\Delta Psi}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log M_R - 8.07 \quad (1)$$

Donde:

$W_{18}$  = es el N° de repeticiones equivalentes a una carga de 18.000 lb (18 kips).

$Z_R$  = Coeficiente de confiabilidad.

$S_D$  = Desvío estándar.

$SN$  = Número estructural.

$\Delta Psi$  = Caída de serviciabilidad.

$M_R$  = Módulo resiliente

### 7.5.1 Determinación de $Z_R$ Y $S_D$

Para determinar el valor de  $Z_R$ , la desviación estándar normal, se tiene en cuenta el nivel de confiabilidad obtenido a partir de la categoría de la ruta. En este caso, se tiene locales en zona urbana, tomando una confiabilidad del 80 % (ver Tabla 7). Es decir, hay una probabilidad del 80% de que la estructura no falle en la vida útil para la cual estará diseñada. Con este valor, entrando a la tabla de distribución normal, hallamos  $Z_R = -0,844$  (ver Tabla 8). El valor de  $S_D$ , el desvío estándar es de 0.44 para pavimentos flexibles (ver Tabla 9).

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona urbana	Zona rural
Rutas interestatales y autopistas	85-99,9	80-99,9
Arterias principales	80-99	75-99
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Tabla N° 7: Valores recomendados de Confiabilidad.  
(Fuente: Catedra de Transporte III).

Confiabilidad	$Z_R$
99	-2.327
95	-1.645
90	-1.282
85	-1.037
80	-0.841

Tabla N° 8: Valores de ZR  
(Fuente: Catedra de Transporte III).

Condición de diseño	Desvío standard
Variación en la predicción del comportamineto del pavimento sin errores en el tránsito	0,34 (pav. rígidos)
	0,44 (pav. flexibles)
Variación en la predicción del comportamineto del pavimento con errores en el tránsito	0,39 (pav. rígidos)
	0,49 (pav. flexibles)

Tabla N° 9: Valores de Desvío Estándar  $S_o$ .  
(Fuente: Catedra de Transporte III).

### 7.5.2 Caída de Serviciabilidad

El valor de caída de serviciabilidad se determina a través del índice de servicio, el cual varía entre 0 (carretera imposible) y 5 (carretera perfecta). La serviciabilidad depende del confort que los usuarios sienten cuando circulan por un determinado camino.

Según la AASTHO, el índice de serviciabilidad inicial es de 4,2 para pavimentos flexibles. El índice más bajo que puede tolerarse antes que sea necesario un refuerzo o una rehabilitación va de 2,5 a 3. Adopto un valor de 2,5.

Por lo tanto, resulta:

$$\Delta\text{Psi} = P_o - P_t = 4,2 - 2,5 = 1,7$$

### 7.5.3 Modulo Resiliente Mr

El valor del módulo resiliente efectivo, para la caracterización de los materiales de la subrasante, se obtiene de multiplicar el CBR por un factor 1500 para obtener el valor en psi.

Esta relación se plantea dado que el módulo resiliente es muy difícil de medir en el campo. Como no se otorgó información sobre la subrasante y dado que lo especificado como subbase granular tendrá un comportamiento como subrasante, utilizare en el cálculo, lo especificado para esta subbase. Además, tampoco se especifica el CBR requerido para esta capa, por lo que, adoptare un CBR de 10 %

Por lo que se tiene:

$$M_r (\text{lb/pulg}^2 = \text{psi}) = 1500 * \text{CBR} = 1500 * 10 = 15000 \text{ psi.}$$

### 7.5.4 Número Estructural

El SN es un número abstracto, que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido, para una combinación dada de soporte del suelo (MR), del tránsito total (W18), de la serviciabilidad terminal, y de las condiciones ambientales.

Podemos expresar el SN con la siguiente fórmula.

$$\text{SN} = a_1 x D_1 + a_2 x D_2 x m_2 \quad (2)$$

Donde:

$a_i$  = coeficiente estructural de capa  $i$ , el cual depende de la característica del material con que ella se construye.

$D_i$  = espesor de la capa  $i$  en pulgadas.

$m_i$  = coeficiente de drenaje de la capa  $i$ .

Dado que para esta verificación se parte de un paquete estructural conocido, se puede calcular el SN con la fórmula (2), de la siguiente manera:

Datos:

- $D_1$  = 5cm (carpeta asfáltica).
- $D_2$  = 12cm (base granular).

Los valores de  $a_i$  se obtienen en función de las características de los materiales, en capas asfálticas a partir del módulo de elasticidad de la mezcla o con el valor de Estabilidad Marshall; y en granulares puede usarse el valor de CBR.

Como no se informó el valor del módulo de elasticidad de la mezcla, pero del pliego de especificaciones técnicas, obtenemos que se requiere un mínimo de estabilidad de 800 kg (1764 lb). Ingresando con este valor en el siguiente gráfico, saco el valor de  $a_1$ :

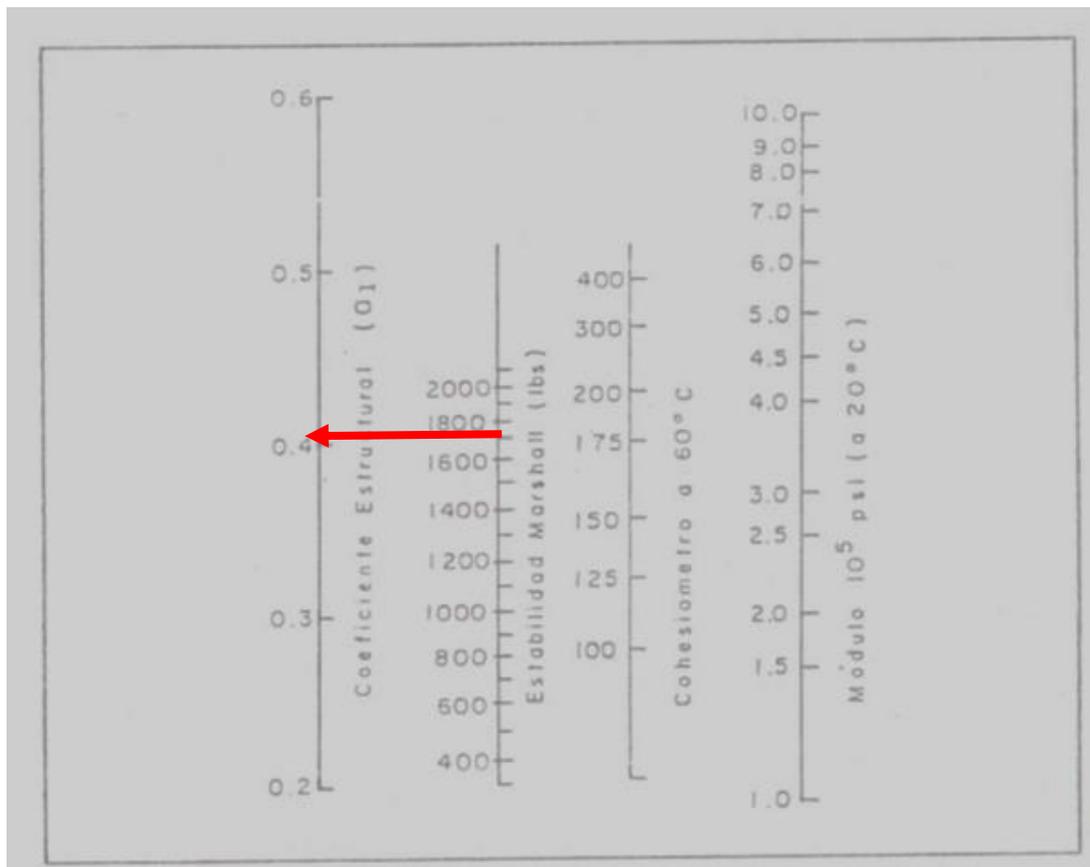


Figura N° 55: Valores del coeficiente  $a_1$ .  
(Fuente: Catedra de Transporte III).

→ Resulta  $a_1 = 0.41$  (1/in)

Para obtener  $a_2$ , ingreso en el siguiente gráfico con un valor de CBR de 80 % requerido para la base granular según pliego:

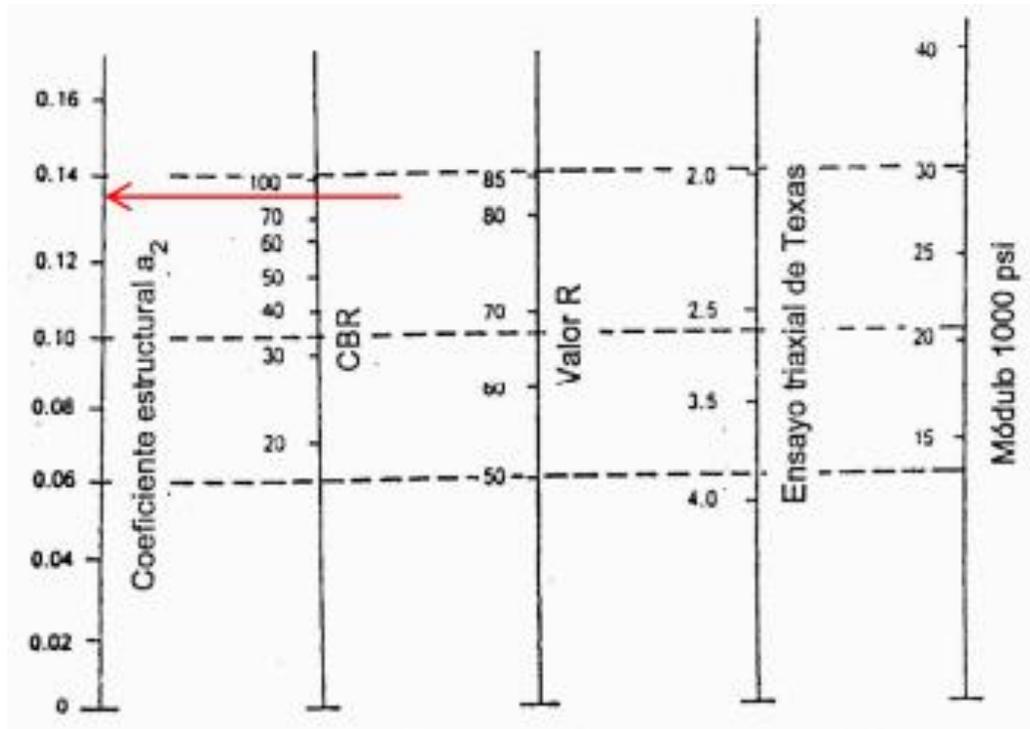


Figura N° 56: Valores del coeficiente  $a_2$ .  
(Fuente: Catedra de Transporte III).

→ Resulta  $a_2 = 0.135$  (1/in)

Los coeficientes de drenaje mi están dados por la calidad del drenaje y por el tiempo que el pavimento estará expuesto a condiciones de humedad próximas a la saturación. Teniendo en cuenta que el agua se remueve en siete días, y que en la zona llueve en promedio 50 días al año (13,7%), se tiene:

Calidad de drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy pobre	El agua no drena	mucho más de 10 horas

Tabla N° 10: Calidad del drenaje.  
(Fuente: Catedra de Transporte III).

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad que el pavimento próximos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Tabla N° 11: Coeficiente de drenaje m.  
(Fuente: Catedra de Transporte III).

→ Se adopta un valor de  $m_i = 1.00$

Habiendo determinado los valores de  $D_i$ ,  $a_i$ , y  $m_i$ , se está en condiciones de calcular SN:

$$SN = 0,41x (5/2,54) + 0,135x1,00x (12/2,54) = 1.44$$

El factor 2,54 es para transformar los espesores de centímetros a pulgadas.

### 7.5.5 Cálculo de W18

Teniendo el valor del número estructural se puede determinar el valor de repeticiones equivalentes a una carga de 18 Kips (W18).

Para este caso se utilizará el siguiente nomograma que representa la fórmula empírica que nos da el método AASHTO 93. Se ingresa desde la izquierda del nomograma con el valor de confiabilidad (80%) y del desvío estándar (0.44), desde la parte inferior de la derecha con el SN (1.44), el  $\Delta\Psi$  (1.7) y el Módulo resiliente de la sub-rasante (15000 psi).

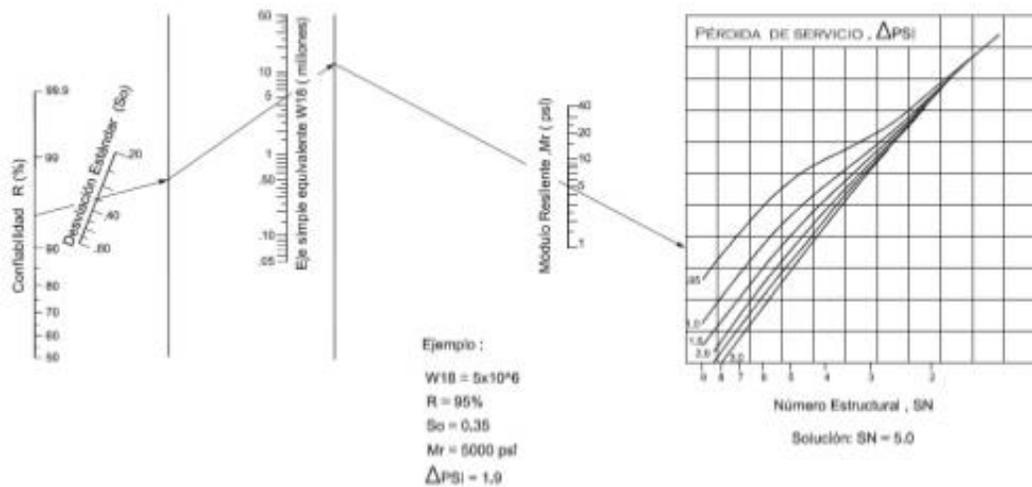


Figura N° 57: Carta de diseño para Pavimentos Flexibles.  
(Fuente: Catedra de Transporte III).

→ Se obtiene un valor de:  $W18 = 700.000$

En todo proceso de diseño de este tipo solo se tiene en cuenta el tránsito pesado, ya que el liviano (automóviles) produce una carga irrelevante sobre la estructura. Desde el Municipio no se realizó un censo volumétrico de tránsito el cual hubiera sido útil para conocer el TMDA en la zona de proyecto.

Por lo tanto, para esta verificación se hará un supuesto en la cantidad de tránsito, en base de que el proyecto se ubica en una zona barrial (barrio Parque San Juan), por lo cual el tránsito pesado es mínimo (reduciéndose al camión recolector de basura y a los colectivos que transitan la zona).

Sabiendo que el camión recolector pasa una vez por día y sumándole una frecuencia de treinta pasadas por día del ómnibus (correspondiente a la línea número cinco del corredor número cinco de la ciudad), se asumirá un tránsito diario de 31 camiones.

Por simplicidad se adoptará como vehículo tipo un camión sin acoplado con un eje simple de 6 tn y un eje tándem de 18 tn (cargas máximas permitidas para estos tipos de ejes).

A continuación, se transformará las repeticiones de los ejes del vehículo tipo a repeticiones de ejes equivalentes, para ello se usará la fórmula (3).

$$w_{18} = (\sum N_i \times \eta_i) \times 365 \times \left[ \sum \left( 1 + \frac{b}{100} \right)^i \right] = \quad (3)$$

Donde:

$N_i$ = número de repeticiones diarias por carril de un eje tipo  $i$ .

$\eta_i$ = factor de equivalencia de carga.

$b$ =tasa de crecimiento anual de tránsito.

Como se dijo anteriormente, se tomará 15 años de vida útil con una tasa de 3% anual de crecimiento de tránsito. Se calcula el factor de crecimiento:

Año (i)	$(1+b/100)^i$
1	1,03
2	1,06
3	1,09
4	1,13
5	1,16
6	1,19
7	1,23
8	1,27
9	1,30
10	1,34
11	1,38
12	1,43
13	1,47
14	1,51
15	1,56
Total	19,16

Tabla 12: Calculo del factor de crecimiento.  
(Fuente: Elaboración Propia).

Si se tiene  $X$  número de repeticiones de un eje simple de 6 tn, lo que se logra con el factor  $\eta$  es transformar esas  $X$  repeticiones en un determinado número de repeticiones de un eje equivalente que producirán el mismo daño que las  $X$  repeticiones del eje simple de 6 tn.

Para este método, los factores de equivalencia de carga ( $\eta_i$ ) se obtiene de tabla en función del tipo de eje, la carga del mismo, el SN y el índice de serviciabilidad terminal.

Carga /eje (kips)	SN					
	1	2	3	4	5	6
2	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004
4	.003	.004	.004	.003	.002	.002
6	.011	.017	.017	.013	.010	.009
8	.032	.047	.051	.041	.034	.031
10	.078	.102	.118	.102	.088	.080
12	.168	.198	.229	.213	.189	.176
14	.328	.358	.399	.388	.360	.342
16	.591	.613	.646	.645	.623	.606
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.57	1.49	1.47	1.51	1.55
22	2.48	2.38	2.17	2.09	2.18	2.30
24	3.69	3.49	3.09	2.89	3.03	3.27
26	5.33	4.99	4.31	3.91	4.09	4.48
28	7.49	6.98	5.90	5.21	5.39	5.98
30	10.3	9.5	7.9	6.8	7.0	7.8
32	13.9	12.8	10.5	8.8	8.9	10.0
34	18.4	16.9	13.7	11.3	11.2	12.5
36	24.0	22.0	17.7	14.4	13.9	15.5
38	30.9	28.3	22.6	18.1	17.2	19.0
40	39.3	35.9	28.5	22.5	21.1	23.0
42	49.3	45.0	35.6	27.8	25.6	27.7
44	61.3	55.9	44.0	34.0	31.0	33.1
46	75.5	68.8	54.0	41.4	37.2	39.3
48	92.2	83.9	65.7	50.1	44.5	46.5
50	112.	102.	79.	60.	53.	55.

Tabla 13: Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples,  $p_t = 2.5$ . (Fuente: Catedra de Transporte III).

Carga p/eje (kips)	SN					
	1	2	3	4	5	6
2	.0001	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000
4	.0005	.0005	.0004	.0003	.0003	.0002
6	.002	.002	.002	.001	.001	.001
8	.004	.006	.005	.004	.003	.003
10	.008	.013	.011	.009	.007	.006
12	.015	.024	.023	.018	.014	.013
14	.026	.041	.042	.033	.027	.024
16	.044	.065	.070	.057	.047	.043
18	.070	.097	.109	.092	.077	.070
20	.107	.141	.162	.141	.121	.110
22	.160	.198	.229	.207	.180	.166
24	.231	.273	.315	.292	.260	.242
26	.327	.370	.420	.401	.364	.342
28	.451	.493	.548	.534	.495	.470
30	.611	.648	.703	.695	.658	.633
32	.813	.843	.889	.887	.857	.834
34	1.06	1.08	1.11	1.11	1.09	1.08
36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	1.75	1.73	1.69	1.68	1.70	1.73
40	2.21	2.16	2.06	2.03	2.08	2.14
42	2.76	2.67	2.49	2.43	2.51	2.61
44	3.41	3.27	2.99	2.88	3.00	3.16
46	4.18	3.98	3.58	3.40	3.55	3.79
48	5.08	4.80	4.25	3.98	4.17	4.49
50	6.12	5.76	5.03	4.64	4.86	5.28

Tabla 14: Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes tándem,  $p_t = 2.5$ . (Fuente: Catedra de Transporte III).

Por lo tanto, para un eje simple de 6 tn (13.23 Kips) resulta  $\eta_1 = 0,34$  y para un eje tándem de 18 tn (39.60 Kips), se obtiene un  $\eta_2 = 2,18$

Dado que el vehículo tipo tiene igual de cantidad de ejes simples que ejes tándem (uno de cada uno) esto da una cantidad de:

- Número de repeticiones diarias de ejes simples  $N_1 = 31$
- Número de repeticiones diarias de ejes tándem  $N_2 = 31$

Reemplazando en la fórmula (3):

$$W18 = (N_1 \times \eta_1 + N_2 \times \eta_2) \times 365 \times [\sum (1 + b/100)^n]$$

$$W18 = 31 \times (0.34 + 2.18) \times 365 \times 19.16 = 546324$$

El número de repeticiones diarias de eje equivalente que tendrá durante la vida útil el paquete estructural es menor a las repeticiones que el mismo es capaz de soportar ( $700.000 > 546.324$ ) por lo tanto el paquete estructural adoptado verifica.

## 7.6 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

### 7.6.1 Desmonte

Este ítem comprende la remoción del suelo existente, necesario para llegar aproximadamente a la cota de subrasante.

El equipo utilizado para realizar esta operación es la cargadora frontal, fundamentalmente cuando la profundidad de excavación es considerable (mayor a 30 cm). La cantidad de camiones a utilizar para el transporte debe ser acorde al rendimiento del equipo y a la distancia al acopio. En algunos casos, en que la profundidad es reducida (inferior a 30cm), puede resultar conveniente el uso de una motoniveladora. Se procede de la misma manera que en el caso anterior. La desventaja de esta metodología radica en el hecho de que luego deben emplearse otros equipos para retirar el material acordonado en el centro de la calzada. Por otro lado, si el volumen de tierra a remover es muy grande, puede ocurrir que el trabajo se vea imposibilitado debido a la falta de espacio para almacenar el material dentro de la calle a medida que se realiza la tarea.

En la obra realizada se utilizó en una primera instancia motoniveladora y luego la cargadora frontal. El material así removido se depositaba en camiones que lo transportaban hasta ser descargado en la zona de acopio, la cual era un depósito al aire libre en una propiedad del municipio de la ciudad.



Figura N° 58: Desmote con motoniveladora y cargadora frontal.  
(Fuente: Elaboración Propia).

Una vez efectuado el destape, se debe perfilar la calle con el uso de motoniveladora, para emparejar la superficie y dar un galibo aproximado. Posteriormente, debe realizarse una aproximación para alcanzar un nivel ubicado entre 3 cm y 4 cm por encima de la cota final de subrasante. Esto permitirá realizar la compactación del suelo, a partir de la cual el nivel experimentará un descenso de entre 2 cm y 3 cm.

#### 7.6.2 Preparación de la Subrasante

Como se mencionó anteriormente, tanto en los planos como en los pliegos no se hace referencia a una subrasante. Se menciona una subbase granular de 15 cm de espesor, la cual no se ejecutó en obra. El procedimiento que realizaron una vez llegada a la cota inferior de la base granular, consistía en regar por medio de camiones cisterna y compactar a esa cota. La compactación de esta etapa se realizó con rodillo liso vibratorio, debido a que se trata de materiales granulares.



Figura N° 59: Humectación de la superficie.  
(Fuente: Elaboración Propia).



Figura N° 60: Compactador de rodillo liso vibratorio.  
(Fuente: Elaboración Propia).

### 7.6.3 Base Granular

Esta capa de 15 cm de espesor está formada por material 0-20. El extendido del material se realizó con motoniveladora. Si no se prevee bien la cantidad de suelo necesario y la separación de los montículos, habrá más suelo del necesario y la motoniveladora lo arrojará al costado.



Figura N° 61: Descarga del material 0-20.  
(Fuente: Elaboración Propia).



Figura N° 62: Extendido con motoniveladora.  
(Fuente: Elaboración Propia).

Luego de completar el extendido del material se realizó la humectación del material con camión cisterna, para su posterior compactación. Teniendo en cuenta que se trata de un suelo friccional, resulta favorable utilizar un método por vibración. Un procedimiento de este tipo genera una sucesión de impactos sobre la superficie del terreno, induciendo trenes de ondas que se propagan hacia abajo produciendo en las partículas movimientos oscilatorios, eliminando la fricción interna entre las mismas y ocasionando así un reacomodamiento de la estructura interna del material, incrementando su densidad.

Para la compactación se utilizó rodillos vibratorios lisos. Este rodillo deberá progresar en forma gradual desde los bordes hacia el centro de la calzada, en sentido paralelo al eje de la vía y continuará de este modo hasta que toda la superficie haya recibido este tratamiento. Cualquier irregularidad o depresión que surja durante la compactación, deberá corregirse aflojando el material en esos lugares, agregando o quitando material hasta que la superficie resulte lisa y uniforme.



Figura N° 63: Humectación del material.  
(Fuente: Elaboración Propia).



Figura N° 64: Compactación de la subbase granular.  
(Fuente: Elaboración Propia).

#### 7.6.4 Riego de Imprimación

El riego de imprimación es la aplicación de una emulsión asfáltica de curado medio en función de la textura de la superficie a imprimir. Este riego cubre la base granular con la finalidad de dar adherencia entre el material granular de la misma y la capa asfáltica superior.

Entre los factores que afectan una aplicación uniforme del riego, se tienen:

- Temperatura de Aspersión del Asfalto.

Los distribuidores de Asfalto tienen tanques protegidos, para mantener la temperatura del material y están equipados con calentadores para logra la temperatura de aplicación adecuada.

- Presión del Líquido a lo largo de la Barra de Aspersión.

Para mantener la presión continúa y constante en toda la longitud de la barra de aspersión se usan bombas de descarga con potencia independiente.

- Angulo de Aspersión.

El ángulo de aspersión de los agujeros debe establecerse adecuadamente, generalmente entre 15° y 30° desde el eje horizontal de la Barra de Aspersión, de modo que los flujos individuales no interfieran entre sí o Se mezclen.

- Velocidad del Camión Imprimador.

El vehículo debe estar provisto de un velocímetro visible al conductor, para asegurar la velocidad constante, y necesaria que permita la aplicación uniforme del lígate. Existe una relación entre la tasa de aplicación y La Velocidad del Camión Imprimador.

- Altura de Aspersión de los Agujeros.

La altura de los agujeros sobre la superficie determina el ancho de un flujo individual. Para asegurar el adecuado traslape de cada salida, la altura del agujero debe fijarse y mantenerse durante toda la operación

Antes de aplicar el riego de imprimación se deberá remover todo el material suelto, barriendo la superficie obligatoriamente con una escoba mecánica (con cerdas apropiadas a los tipos de superficie a barrer), solo se podrá usar escobillones a mano en secciones limitadas o de difícil acceso comprobado. Se hará un riego ligero de agua a las zonas demasiado secas, sobre la superficie limpia antes de aplicar el material asfáltico. Se procederá con el riego de imprimación cuando la base comience a presentar la apariencia de estar seca.

En el caso de la presente obra, no se realizó el barrido de la superficie y si se consideró comenzar la imprimación cuando la base comenzaba a tener una apariencia seca. En la siguiente imagen se observa el equipo utilizado.



Figura N° 65: Riego de imprimación.  
(Fuente: Elaboración Propia).

### 7.6.5 Carpeta Asfáltica

La fabricación de la mezcla asfáltica en caliente es un proceso industrial, realizado en plantas productoras de mezcla asfáltica. Estas, son un conjunto de equipos mecánicos y electrónicos, en donde los agregados son combinados, calentados, secados y mezclados con cemento asfáltico para producir una mezcla asfáltica.

La planta de elaboración de la mezcla puede ser continua, de mezcla en el tambor o discontinua y debe disponer de los dispositivos adecuados para calentar y dosificar los agregados y el cemento asfáltico caliente. Las operaciones principales de una planta de mezcla asfáltica son: secado, cribado, proporcionado y mezclado.

Para el transporte generalmente se emplean camiones del tipo volqueta, los cuales efectúan el vaciado por el extremo posterior de la caja al ser levantada. La superficie interna de la caja debe impregnarse con un producto que impida la adhesión de la mezcla, pero que no altere sus propiedades, durante el transporte.

La mezcla se debe proteger con una lona, la cual debe estar bien asegurada para evitar que el aire frío se cuele hacia la carga. Una vez que llega a la obra, el ingeniero residente debe encargarse de verificar la temperatura de llegada en la volqueta. Cuando se va a comenzar el proceso de colocación, se retira la lona y se deposita la mezcla en la tolva de la terminadora de mezcla asfáltica.



Figura N° 66: Camión tipo volqueta.  
(Fuente: Elaboración Propia).

Una vez que el camión llega a la obra, para entregar la mezcla asfáltica a la terminadora, debe retroceder derecho contra la misma y detenerse antes de que sus ruedas hagan contacto con los rodillos frontales de la terminadora. Los camiones no deben tocar la terminadora. La caja del camión se debe elevar lentamente, para evitar la segregación de la mezcla.



Figura N° 67: Entrega de la mezcla a la terminadora.  
(Fuente: Elaboración Propia).

La mezcla se extiende con esta terminadora. Estas son máquinas autopropulsadas, diseñadas para colocarla con la sección transversal proyectada sobre la superficie, en un ancho y un espesor determinados, y para proporcionarle una compactación inicial. Sobre la superficie por pavimentar se debe colocar una guía longitudinal que sirva de referencia al operador de la máquina, para conservar el alineamiento. En el caso de la presente obra se utilizaba como guía al cordón cuneta, el cual ya se encontraba realizado con anterioridad.

Algunas de las recomendaciones prácticas para la extensión de la mezcla son:

- No se debe comenzar a extender sin estar la plancha a más de 100 °C, de lo contrario la mezcla se prende y hay que sacar la terminadora, limpiarla y volverla a colocar.
- De ser posible, realizar las juntas en caliente.
- Los desplazamientos de la terminadora deben ser suaves y continuos.
- La velocidad de la terminadora debe ser la más lenta posible, para que no pare entre camión y camión, ya que las paradas dan lugar a irregularidades en el perfil longitudinal.
- Los camiones no deben tocar la terminadora, porque puede bajarla en su parte de adelante y levantarle la cola, dejando una marca permanente en el pavimento.

En la siguiente imagen se muestra la terminadora usada en la obra, junto con los trabajadores que, por medio de pala y escobillón, colocaban mezcla asfáltica en los lugares que ellos consideraban visualmente que habían quedado desparejos.



Figura N° 68: Extensión de la mezcla asfáltica.  
(Fuente: Elaboración Propia).

La compactación es la etapa final de las operaciones de pavimentación con mezclas asfálticas en caliente. En esta etapa se desarrolla la resistencia total de la mezcla y se establecen la lisura y la textura de la carpeta.

Al compactar la mezcla, esta adquiere estabilidad, cohesión e impermeabilidad, que se traduce en capas de rodadura resistente, durable y lisa. Adicionalmente, la compactación cierra los espacios a través de los cuales el aire y el agua pueden penetrar y causar un envejecimiento rápido y/o desprendimiento.

La compactación de la mezcla asfáltica se realiza en tres etapas:

- Compactación inicial:

Es la primera pasada del compactador sobre la carpeta recién colocada. Se usan compactadores vibratorios o estáticos. Esta actividad se debe hacer sobre toda la carpeta.

- Compactación intermedia:

Para obtener la densidad requerida antes del enfriamiento de la mezcla. Con esta compactación se logran la densidad y la impermeabilidad requeridas

- Compactación final:

Para eliminar marcas sobre la superficie y alcanzar la suavidad final. Generalmente se usan los compactadores neumáticos. Se hace mientras la mezcla este todavía lo suficientemente caliente para permitir la eliminación de cualquier marca de la compactación.

Algunas recomendaciones prácticas para la etapa de compactación son:

- Se debe hacer con trayectorias rectas. La velocidad del compactador debe ser aproximadamente entre 4 a 5 km/hs.
- Llantas metálicas, mantenerlas húmedas constantemente.
- En las juntas longitudinales, se debe cortar el borde de la mezcla extendida, eliminando la parte que no ha sido compactada.
- Para espesores grandes debe compactarse con presiones bajas en los neumáticos, del orden de 3 a 4 kg/cm<sup>2</sup> aumentando paulatinamente hasta llegar a los 8 a 9 kg/cm<sup>2</sup>.

En la obra, se utilizaron dos equipos. Primero pasaba un rodillo compactador vibratorio de doble tambor, el cual cuenta con un sistema mediante el cual se inyecta un líquido (agua jabonosa) para evitar que la mezcla asfáltica se pegue al tambor. Luego un compactador de rodillos neumáticos, estos deben trabajar en caliente ya que, si esta frio, el neumático levanta la mezcla asfáltica.



Figura N° 69: Rodillo compactador vibratorio de doble tambor.  
(Fuente: Elaboración Propia).



Figura N° 70: Compactador de rodillos neumáticos.  
(Fuente: Elaboración Propia)

### 7.6.6 Control de Calidad

La calidad del pavimento terminado depende en gran medida del éxito obtenido en el proceso de compactación. Se usan tres criterios para aprobar o reprobar una carpeta terminada. Estos son: textura superficial, tolerancia de la superficie y densidad.

- Textura superficial:

Los defectos que aparezcan durante la compactación y que no puedan ser corregidos con pasadas adicionales, se deben reemplazar con mezcla caliente fresca antes de que la temperatura de la carpeta que este alrededor baje hasta un punto que no sea trabajable.

- Tolerancia de la superficie:

Las variaciones en la lisura de la carpeta no deberán exceder 6 mm bajo una regla de 3 m colocada perpendicularmente a la línea central y 3 mm cuando esta sea colocada paralelamente a la línea central.

- Densidad:

Se deben hacer pruebas de densidad para determinar la efectividad de la compactación. La densidad debe ser mínimo del 98% de la densidad media obtenida en laboratorio, que es la densidad de referencia.

De lo expresado anteriormente solo se verifico el primer criterio, dado que en un sector era notoria la diferencia de nivel de la carpeta asfáltica. Pero como un punto negativo cabe mencionar que esta corrección se hizo en un tramo que ya se encontraba frio, realizado el día anterior. A continuación, se muestra el sector en cuestión:



Figura N° 71: Defecto en tramo.  
(Fuente: Elaboración Propia)

## CAPITULO 8: CONCLUSIONES

### 8.1 CONCLUSIONES DEL PROYECTO CICLOVIA Y BICISENDA

A lo largo de la primera parte del presente informe se desarrolló el proyecto de diseño de una ciclovia y bicisenda en el margen del Arroyo Chicamtoltina de la ciudad de Alta Gracia.

Una de las principales metas del trabajo fue estudiar el desarrollo de la movilidad alternativa, no solo desde un punto de vista funcional, sino también como aprovechamiento recreacional y paisajístico. Esto se logró, estudiando cómo se desarrollaban situaciones similares en distintos países y en otras ciudades de nuestro país.

Al principio del proyecto se contaba con un diseño de la traza el cual consideramos que no era funcional debido a que no tomaba en cuenta las distancias mínimas necesarias para una buena circulación, así como tampoco consideraba las posibles crecidas del Arroyo. Considero que esto se logró solucionar con el nuevo diseño propuesto.

Otra de las metas a lograr era crear un espacio recreacional que la población pudiera utilizar para distintas actividades, aprovechando el paisaje del medio natural. Esto se logró con la incorporación de equipamientos y luminarias, los cuales ya se encontraban diseñados.

En cuanto al paquete estructural, considero que no se tomaron las precauciones necesarias, debido a que se pidió adoptar el que se encontraba diseñado anteriormente pero el mismo no contaba con justificaciones ni cálculos de porque se lo había adoptado. Así como tampoco se realizaron estudios de suelo en ninguno de los tramos.

Como opinión considero que la tarea no acaba con el solo hecho de la ejecución del proyecto, dado que será necesario un mantenimiento y vigilancia del correcto uso de los equipamientos. Además, será necesario realizar fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo, ya que se le está brindando al usuario la infraestructura necesaria para hacerlo, pero esto debe ser acompañado por acciones directas vinculadas a la promoción del uso de la bicicleta.

## 8.2 CONCLUSIONES DEL PROYECTO PAVIMENTO URBANO

A lo largo de la segunda parte del presente informe se desarrolló la metodología constructiva empleada en la pavimentación de calles de la ciudad de Alta Gracia.

Desde mi punto de vista, esta tarea no se llevó a cabo de la mejor forma tanto en el diseño del pavimento, como en su ejecución. En lo que se refiere al diseño del mismo, esta etapa no se realizó y solo se justificó los espesores adoptados en el paquete estructural, por la experiencia del buen comportamiento que han tenido perfiles similares en otros caminos. Pero no todos los caminos tendrán la misma demanda de tránsito ni los mismos comportamientos del tipo de suelo. Si bien en el informe, utilizando la metodología de la AASHTO y con los supuestos adoptados, se demostró que los espesores adoptados verificaban, usar los mismos en zonas de mayor tránsito podría producir la falla del pavimento antes de lo previsto y usarlos en zonas de mucho menor tránsito estaría implicando una pérdida económica.

Sería interesante contar con censos volumétricos de tránsito de las principales calles de la localidad, esto hubiera sido de gran utilidad para no hacer supuestos tan gruesos a la hora de la verificación del paquete estructural.

Como se mencionó en el informe, los planos no mencionan una subrasante y tampoco lo hacen los pliegos. Además, lo especificado en los planos como subbase granular no se ejecutó en obra.

Por último, considero que, si bien la obra se realizó dentro de los plazos preestablecidos, no estoy de acuerdo en la metodología empleada para lograrlo, dado que no se realizaron prácticamente controles sobre la misma. En ningún momento se realizó algún ensayo para comprobar si los parámetros se encontraban dentro de los valores necesarios. Haber realizado un control de compactación por ejemplo con el método de cono de arena, para establecer si el grado de compactación logrado cumplía las condiciones previstas, no hubiera demorado mucho tiempo y se hubiera contado con una información muy importante.

Cabe mencionar que en el informe no hace mención a la cantidad de viajes de material utilizado, tanto para la base granular, como el usado para la carpeta asfáltica, ni tampoco la cantidad de pasadas de la cisterna de riego para alcanzar la humedad necesaria, debido a que en obra se realizó un registro y control de los mismos.

### 8.3 CONCLUSIONES SOBRE LA REALIZACION DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

La asignatura Práctica Supervisada constituye una oportunidad fundamental para la adquisición de experiencia profesional, pudiendo proporcionar al estudiante una salida laboral accesible, como en este caso.

Al finalizar con las horas necesarias para cumplir con la Práctica Supervisada, y con la finalización del presente trabajo, se puede decir, que los objetivos planteados al principio de este informe se cumplieron.

Durante la realización de las horas, se pudieron aplicar y profundizar los conceptos adquiridos durante el cursado de la carrera de Ingeniería Civil, utilizándolos en un proyecto real. Si bien el diseño de ciclovías y bicisendas no se ve durante el cursado de la carrera, se aplican los mismos criterios que se habían dado como herramientas en la materia de Transporte II y Transporte III.

Participando de este proyecto, pude afianzar los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera, los cuales permiten obtener soluciones más eficientes.

También pude reafirmar, que es vital la comunicación y el buen uso del lenguaje técnico para poder intercambiar ideas con otros profesionales que pueden aportar tanto o más que uno en la elaboración de un proyecto. La interacción con otras personas dedicadas a distintas áreas permite afianzar conceptos ya aprendidos, incorporar nuevos, y también desenvolverse socialmente en un entorno nuevo para el estudiante.

## CAPITULO 9: BIOGRAFIA

- Departamento de Política territorial y obras públicas; Manual para el diseño de vías ciclistas de Cataluña; Cataluña, España; 2008.
- AASHTO (2012) Guide for the Development of Bicycle Facilities. Fourth Edition, Washington D.C., United States.
- Santiago M. B. Tazzioli, Liliana M. Zeoli; Ciclovías en la ciudad de Rosario; Rosario, Argentina; 2012.
- Ley N° 24.449.
- Ley Nacional N° 25.965.
- Gabriel Michel Estrada, Olga L. Sarmiento, Thomas Schmid; Manual para implementar y promocionar la ciclovía recreativa. Bogotá, Colombia.; 2009.
- Alcaldía Mayor de Santa Fé de Bogotá, Instituto de desarrollo urbano; Plan maestro de ciclorutas. Bogotá, Colombia.
- Recomendaciones de señalización para vías ciclistas; 2010
- Gobierno de la ciudad de Buenos Aires, Secretaría de Infraestructura y Planeamiento; Red de carriles y equipamiento para bicicletas; 2009.
- Dirección Nacional de Vialidad;
- Farré, M. (2015) Proyecto de Corredor Ciclista Inter-Universitario, Córdoba, Argentina.
- AASHTO (1993). AASHTO Guide for Design of Pavement Structures
- Procesos Constructivos Pavimento Flexible, Imprimación – Carpeta Asfáltica, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

## **CAPITULO 10: ANEXOS**

En el presente capítulo, se presentan los planos anexos, los cuales son mencionados con anterioridad a lo largo del Informe técnico.

## 10.1 ANEXO N°1: DISPOSICIONES LEGALES CÓRDOBA

### ANEXO N°1: DISPOSICIONES LEGALES CÓRDOBA

Con respecto a las normas que reglamentan el diseño, materialización y señalización de las bicisendas y ciclovías, se puede decir que a nivel municipio no existen tales ordenanzas. Lo que se cita a continuación es una breve recopilación de la Ley Nacional N°25965, la cual es una modificación de la Ley Nacional de Tránsito y Seguridad (Ley N° 24449)

#### **Ley Nacional N° 25965**

Sancionada: noviembre 17 de 2004

Promulgada de Hecho: diciembre 20 de 2004

El Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina reunidos en Congreso, etc. sancionan con fuerza de Ley:

**ARTICULO 1°** — Incorpórase como inciso 11 bis) del artículo 5° Definiciones de la Ley N° 24.449 el siguiente:

11 bis) Ciclovías: Carriles diferenciados para el desplazamiento de bicicletas o vehículo similar no motorizado, físicamente separados de los otros carriles de circulación, mediante construcciones permanentes.

**ARTICULO 2°** — Incorpórase como inciso f) del artículo 9° Educación Vial de la Ley N° 24.449 el siguiente:

f) Las autoridades de tránsito deberán realizar periódicamente amplias campañas informando sobre las reglas de circulación en la vía pública, y los derechos y las obligaciones de los conductores de rodados de todo tipo y de los peatones.

**ARTICULO 3°** — Incorpórase como artículo 21 bis Estructura Vial Complementaria de la Ley N° 24.449 el siguiente:

Artículo 21 bis: Estructura Vial Complementaria. En el estudio previo a la construcción de ciclovías en las obras viales existentes o a construirse, deberá analizarse la demanda del tránsito en la zona de influencia, a fin de determinar la necesidad, razonabilidad de su ejecución, la capacidad y la densidad de la vía.

**ARTICULO 4°** — Incorpórase como artículo 46 bis) Ciclovías de la Ley N° 24.449 el siguiente texto:

Artículo 46 bis: Ciclovías. Las autoridades competentes promoverán la planificación y construcción de una red de ciclovías o sendas especiales para la circulación de bicicletas y similares cuyos conductores estarán obligados a utilizarlas

**ARTICULO 5°** — Sustitúyese el apartado 3 del inciso b) del artículo 49

Estacionamiento, de la Ley N° 24.449 por el siguiente:

3. Sobre la senda para peatones o bicicletas, aceras, rieles, sobre la calzada, y en los diez metros anteriores y posteriores a la parada del transporte de pasajeros. Biblioteca ACU Web - Legislación Ley Nacional N° 25965

Tampoco se admite la detención voluntaria. No obstante, se puede autorizar, señal mediante, a estacionar en la parte externa de la vereda cuando su ancho sea mayor a 2,00 metros y la intensidad de tráfico peatonal así lo permita

**ARTICULO 6°** — Agréguese al artículo 49 como inciso d) el siguiente:

d) La autoridad de tránsito en sus disposiciones de ordenamiento urbano deberá incluir normas que tornen obligatoria la delimitación de espacios para el estacionamiento o guarda de bicicletas y similares en todos los establecimientos con gran concurrencia de público. Igualmente se deberán tomar las previsiones antes indicadas en los garajes, parques y playas destinados al estacionamiento de vehículos automotores.

**ARTICULO 7°** — Incorpórase el artículo 40 bis) Requisitos para circular con bicicletas a la Ley N° 24.449.

Artículo 40 bis) Requisitos para circular con bicicletas. Para poder circular con bicicleta es indispensable que el vehículo tenga:

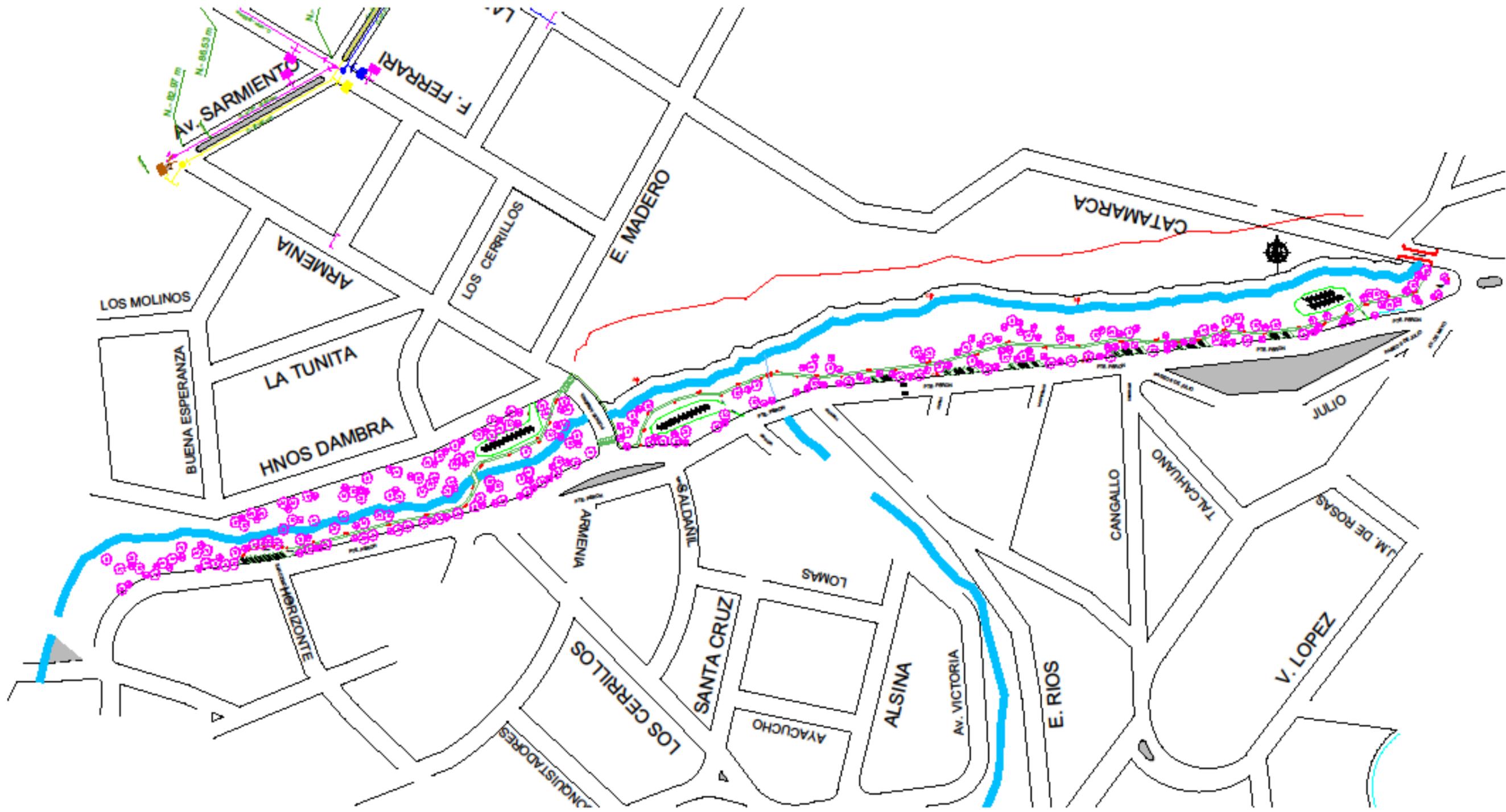
- a) Un sistema de rodamiento, dirección y freno permanente y eficaz
- b) Espejos retrovisores en ambos lados;
- c) Timbre, bocina o similar.
- d) Que el conductor lleve puesto un casco protector, no use ropa suelta, y que ésta sea preferentemente de colores claros, y utilice calzado que se afirme con seguridad a los pedales.
- e) Que el conductor sea su único ocupante con la excepción del transporte de una carga, o de un niño, ubicados en un portaequipaje o asiento especial cuyos pesos no pongan en riesgo la maniobrabilidad y estabilidad del vehículo.
- f) Guardabarros sobre ambas ruedas.
- g) Luces y señalización reflectiva.

**ARTICULO 8°** — Invítase a los gobiernos provinciales y al de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, a adherir a la presente ley.

**ARTICULO 9°** — Comuníquese al Poder Ejecutivo nacional.

## 10.2 ANEXO N°2: PLANOS PROYECTO CICLOVÍA Y BICISENDA

**10.3 ANEXO N°3: PLANOS PAVIMENTO URBANO**



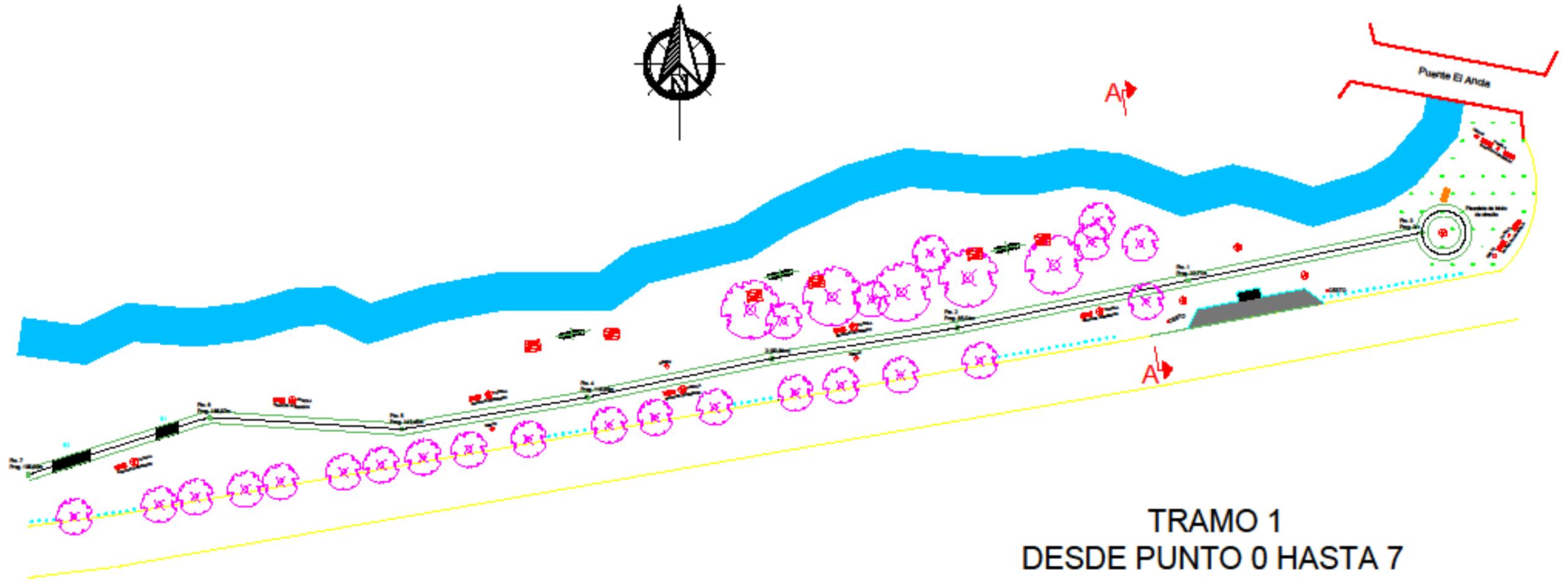
**MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA**  
**SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA**

OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA

Planimetria - Primer propuesta

Escala 1:3000

Arq. Marcos A. Moreira - Director de Obras Públicas



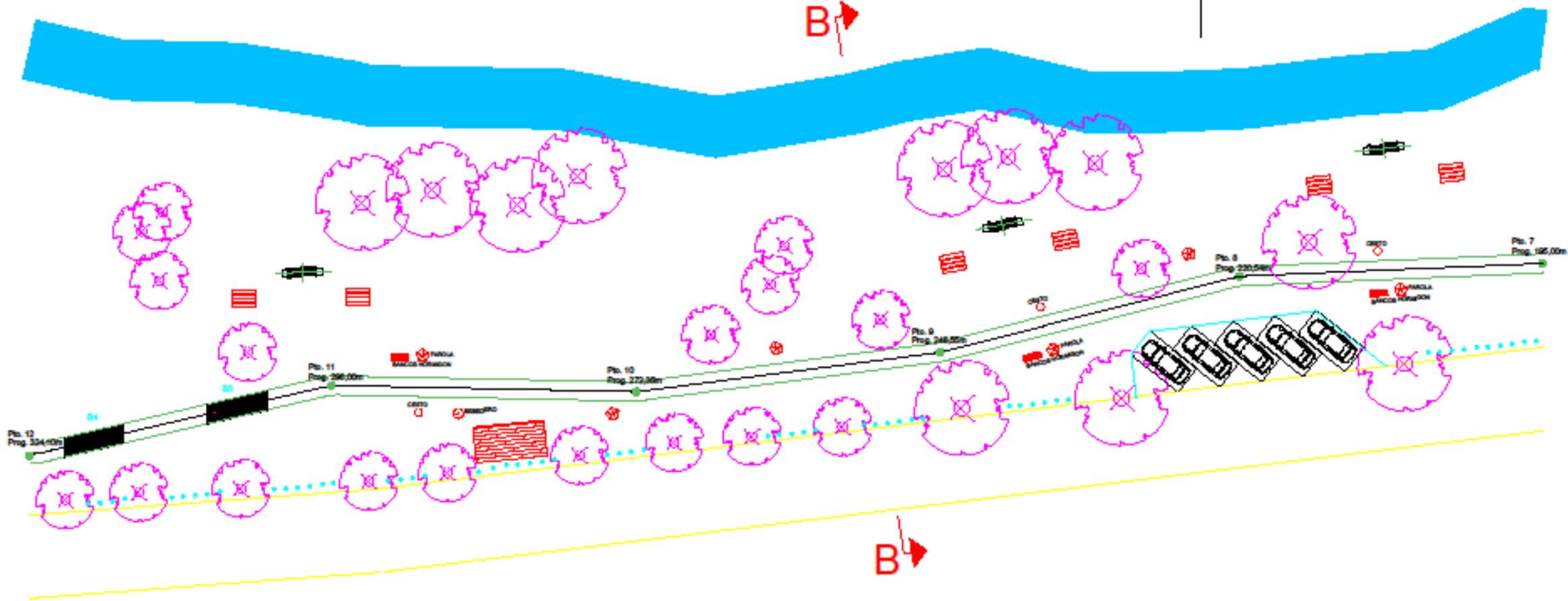
**TRAMO 1  
DESDE PUNTO 0 HASTA 7**

**Referencias:**

- |  |  |  |                               |
|--|--|--|-------------------------------|
|  | Arroyos  |  | Pasarela s/ arroyo Santa Cruz |
|  | Eje ciclovía   |  | Modulo de estacionamiento     |
|  | Puntos ciclovía  |  | Baden de Hº (e = 0,15 m)      |
|  | Cordón articulado  |  | Pavimento Articulado          |
|  | Línea Cordón Vereda  |  | Parquización                  |
|  | Árboles existentes en costanera                            |  | Cartelería (0,60m x 0,40m)    |
|  | Módulo asador doble: 12                                    |  | Deportivos                    |
|  | Poste de Eucalipto impregnado (h = 60cm; separacion 1,00m) |  |                               |
|  | Bancos HºAº (0,50m x 1,50m)                                |  |                               |
|  | Cesto de residuos  |  |                               |
|  | Farolas tipo colonial                                      |  |                               |
|  | Mesas de Hº Aº   |  |                               |

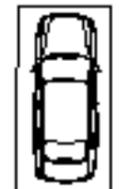
**NOTA:**  
 - Todas las medidas se verificarán en obra por el oferente.  
 - Dimensiones expresadas en metros.  
 - Hormigón: H-13

<b>MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA</b>	
<b>SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA</b>	
OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA	
Tramo N° 1	Escala: 1:600
Arq. Marcos A. Moreira - Director de Obras Públicas	



**TRAMO 2  
DESDE PUNTO 7 HASTA 12**

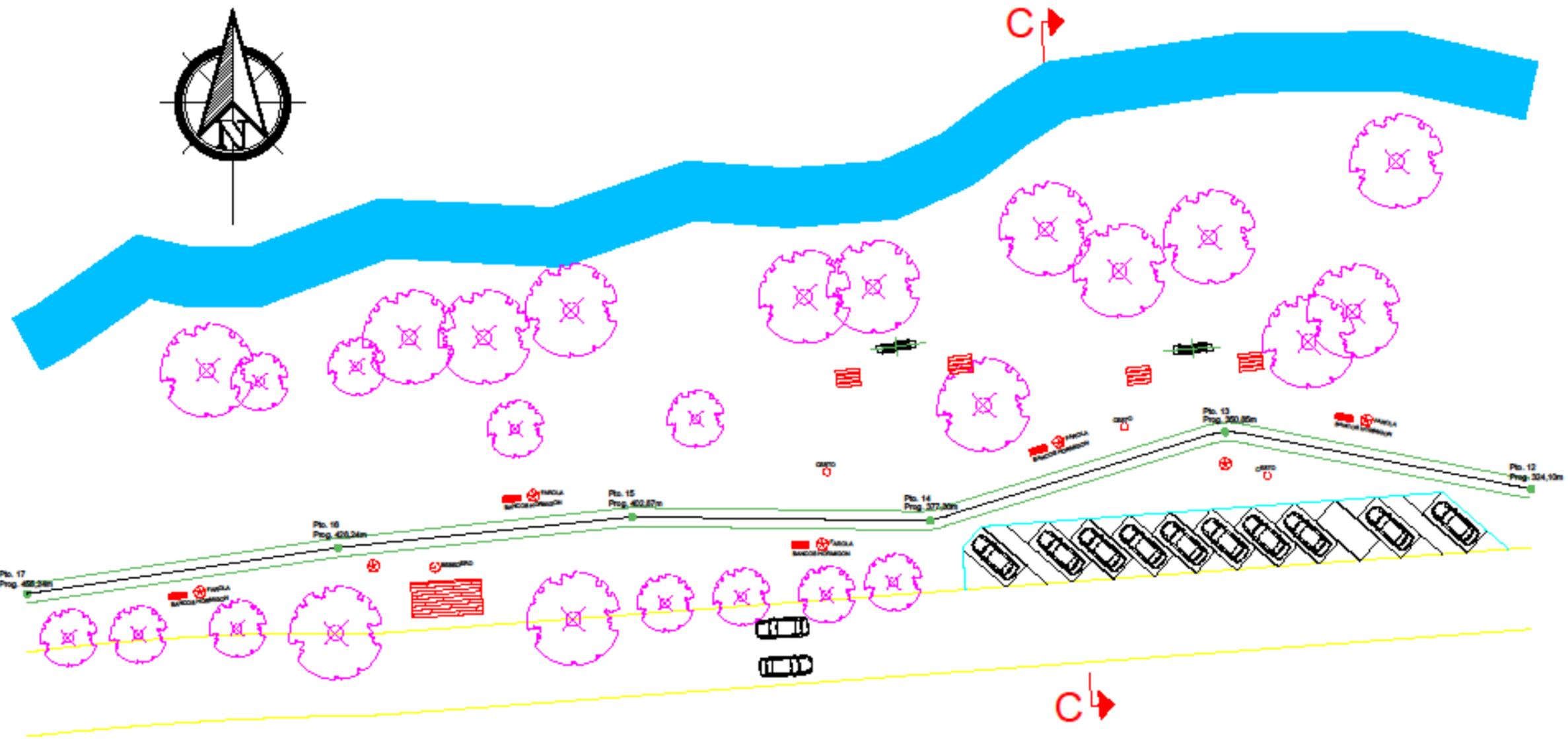
**Referencias:**

-  Arroyos
-  Eje ciclovia
-  Puntos ciclovia
-  Cordón articulado
-  Línea Cordón Vereda
-  Árboles existentes en costanera
-  Módulo asador doble: 12
-  Poste de Eucalipto impregnado (h = 60cm; separacion 1,00m)
-  Bancos H<sup>PA</sup> (0,50m x 1,50m)
-  Cesto de residuos
-  Farolas tipo colonial
-  Mesas de H<sup>PA</sup>
-  Módulo de estacionamiento
-  Baden de H<sup>PA</sup> (e = 0,15 m)
-  Pavimento Articulado
-  Parquización
-  Cartelería (0,60m x 0,40m)
-  Deportivos

**NOTA:**

- Todas las medidas se verificarán en obra por el oferente.
- Dimensiones expresadas en metros.
- Hormigón: H-13

<b>MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA</b>	
<b>SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA</b>	
OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA	
Tramo N° 2	Escala: 1:400
Arq. Marcos A. Moreira - Director de Obras Públicas	



**TRAMO 3  
DESDE PUNTO 12 HASTA 17**

**Referencias:**

- |  |         |  |              |  |                 |  |                   |  |                     |  |                                 |  |                         |  |  |  |                             |  |                   |  |                       |  |                |  |                           |  |                          |  |                      |  |              |  |                            |  |            |
|--|---------|--|--------------|--|-----------------|--|-------------------|--|---------------------|--|---------------------------------|--|-------------------------|--|--|--|-----------------------------|--|-------------------|--|-----------------------|--|----------------|--|---------------------------|--|--------------------------|--|----------------------|--|--------------|--|----------------------------|--|------------|
|  | Arroyos |  | Eje ciclovía |  | Puntos ciclovía |  | Cordón articulado |  | Línea Cordón Vereda |  | Árboles existentes en costanera |  | Módulo asador doble: 12 |  | Poste de Eucalipto impregnado (h = 60cm; separacion 1,00m) |  | Bancos HPA° (0,50m x 1,50m) |  | Cesto de residuos |  | Farolas tipo colonial |  | Mesas de H° A° |  | Módulo de estacionamiento |  | Baden de H° (e = 0,15 m) |  | Pavimento Articulado |  | Parquización |  | Cartelería (0,60m x 0,40m) |  | Deportivos |
|--|---------|--|--------------|--|-----------------|--|-------------------|--|---------------------|--|---------------------------------|--|-------------------------|--|--|--|-----------------------------|--|-------------------|--|-----------------------|--|----------------|--|---------------------------|--|--------------------------|--|----------------------|--|--------------|--|----------------------------|--|------------|

**NOTA:**

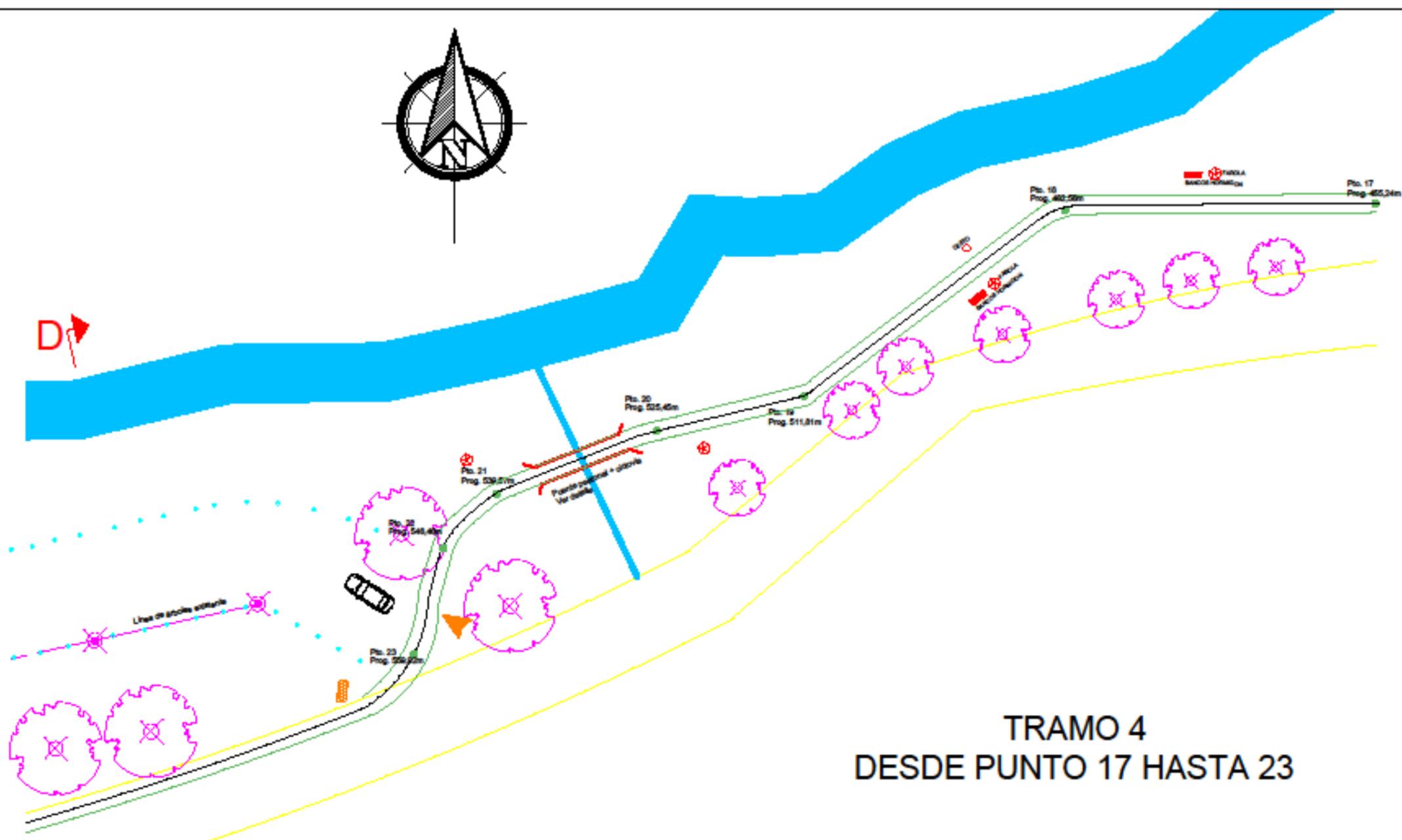
- Todas las medidas se verificarán en obra por el oferente.
- Dimensiones expresadas en metros.
- Hormigón: H-13

**MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA  
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA**

OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA

Tramo N° 3

Escala: 1:400



**TRAMO 4  
DESDE PUNTO 17 HASTA 23**

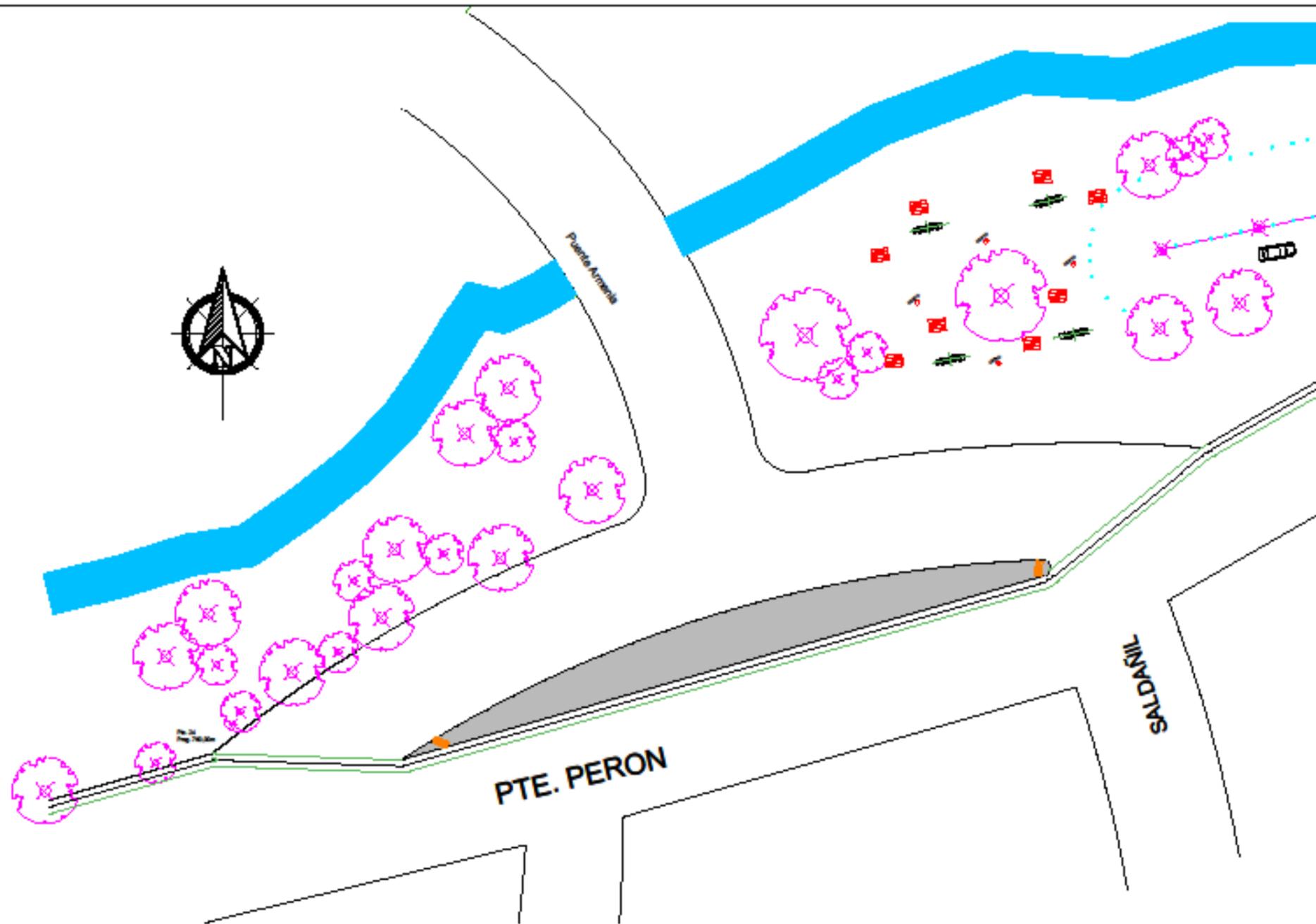
**Referencias:**

- |  |  |  |                                      |
|--|--|--|--------------------------------------|
|  | Arroyos  |  | Pasarela s/ arroyo Santa Cruz        |
|  | Eje ciclovía   |  | Modulo de estacionamiento            |
|  | Puntos ciclovía  |  | Baden de H <sup>o</sup> (e = 0,15 m) |
|  | Cordón articulado  |  | Pavimento Articulado                 |
|  | Línea Cordón Vereda  |  | Parquización                         |
|  | Árboles existentes en costanera                            |  | Cartelería (0,60m x 0,40m)           |
|  | Módulo asador doble: 12                                    |  | Deportivos                           |
|  | Poste de Eucalipto impregnado (h = 60cm; separacion 1,00m) |  |                                      |
|  | Bancos H <sup>o</sup> A <sup>o</sup> (0,50m x 1,50m)       |  |                                      |
|  | Cesto de residuos  |  |                                      |
|  | Farolas tipo colonial                                      |  |                                      |
|  | Mesas de H <sup>o</sup> A <sup>o</sup>                     |  |                                      |

**NOTA:**

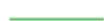
- Todas las medidas se verificarán en obra por el oferente.
- Dimensiones expresadas en metros.
- Hormigón: H-13

<b>MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA</b>	
<b>SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA</b>	
OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA	
Tramo N° 4	Escala: 1:400
Arq. Marcos A. Moreira - Director de Obras Públicas	



**TRAMO 5  
DESDE PUNTO 23 HASTA 24**

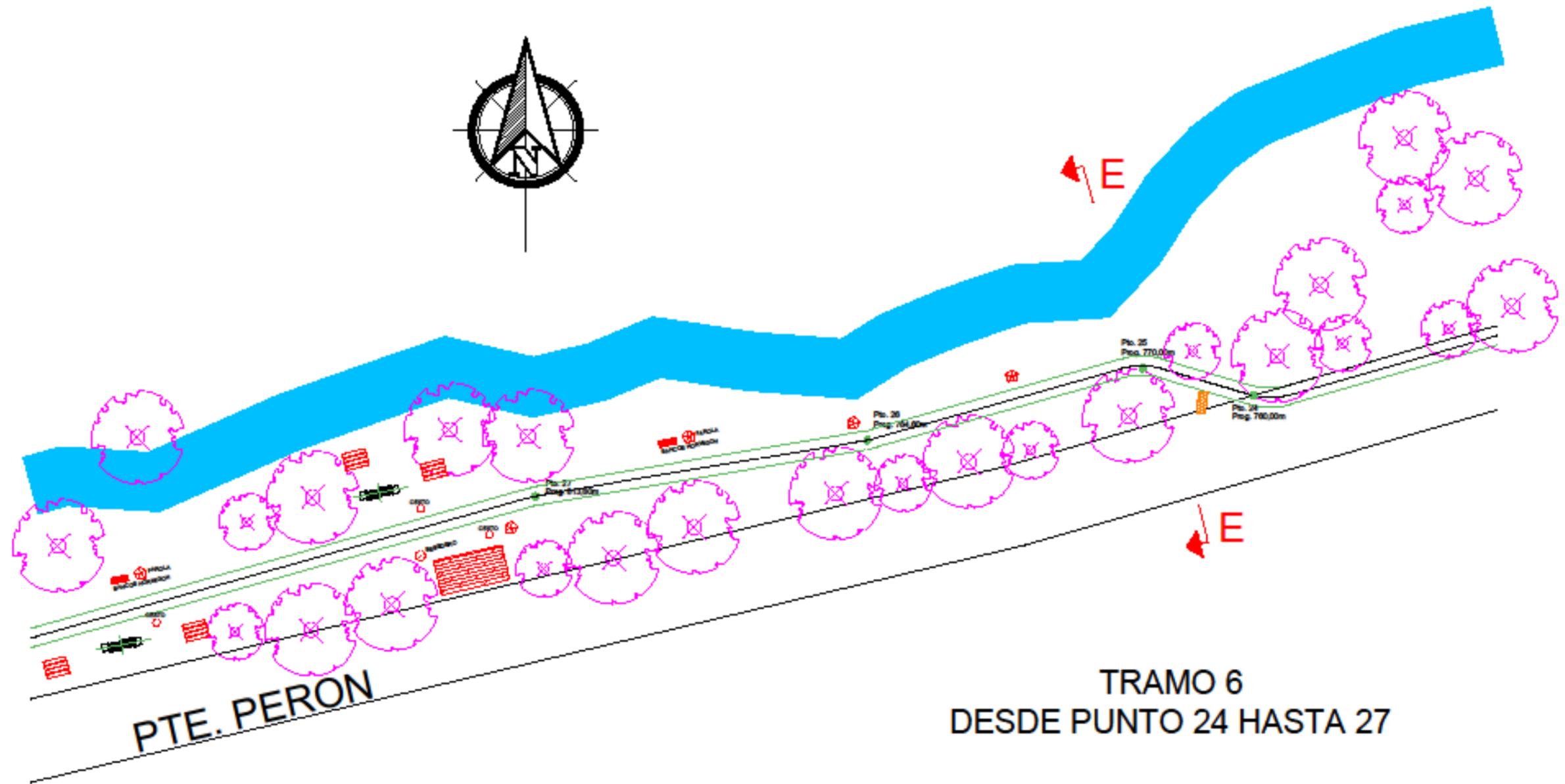
**Referencias:**

-  Arroyos
-  Eje ciclovía
-  Puntos ciclovía
-  Cordón articulado
-  Línea Cordón Vereda
-  Árboles existentes en costanera
-  Módulo asador doble: 12
-  Poste de Eculaipto impregnado (h = 60cm; separacion 1,00m)
-  Bancos HºAº (0,50m x 1,50m)
-  Cesto de residuos
-  Farolas tipo colonial
-  Mesas de Hº Aº

**NOTA:**

- Todas las medidas se verificarán en obra por el oferente.
- Dimensiones expresadas en metros.
- Hormigón: H-13

<b>MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA</b>	
<b>SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA</b>	
OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA	
Tramo Nº 5	Escala: 1:600
Arq. Marcos A. Moreira - Director de Obras Públicas	



PTE. PERON

TRAMO 6  
DESDE PUNTO 24 HASTA 27

### Referencias:

- |   |   |   |                            |
|---|---|---|----------------------------|
|  | Arroyos   |  | Cartelería (0,60m x 0,40m) |
|  | Eje ciclovía  |  | Deportivos                 |
|  | Puntos ciclovía   |   |                            |
|  | Cordón articulado   |   |                            |
|  | Línea Cordón Vereda   |   |                            |
|  | Árboles existentes en costanera                               |   |                            |
|  | Módulo asador doble: 12                                       |   |                            |
|  | Poste de Eucalipto impregnado<br>(h = 60cm; separacion 1,00m) |   |                            |
|  | Bancos H <sup>PA</sup> (0,50m x 1,50m)                        |   |                            |
|  | Cesto de residuos   |   |                            |
|  | Farolas tipo colonial   |   |                            |
|  | Mesas de H <sup>P</sup> A <sup>o</sup>                        |   |                            |

### NOTA:

- Todas las medidas se verificarán en obra por el oferente.
- Dimensiones expresadas en metros.
- Hormigón: H-13

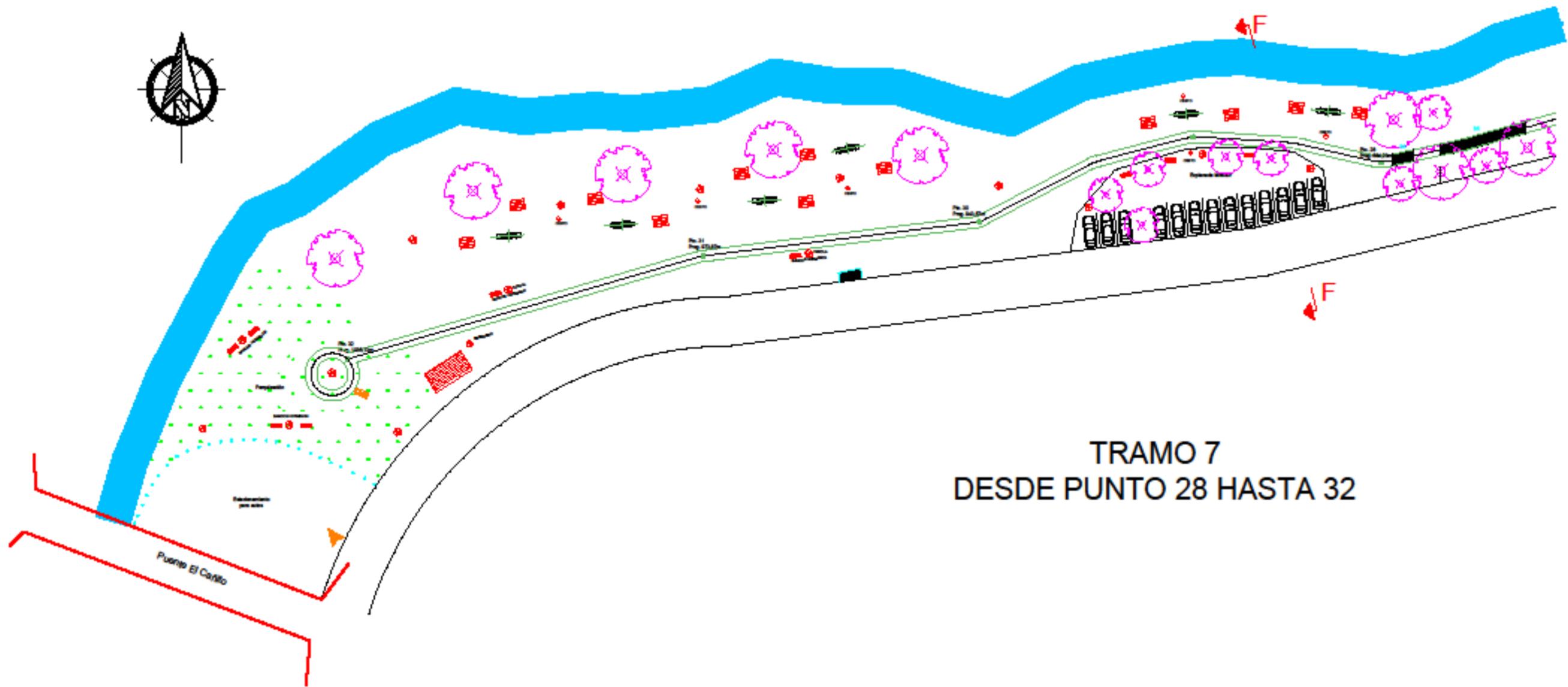
MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA  
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA

Tramo N° 6

Escala: 1:400

Arq. Marcos A. Moreira - Director de Obras Públicas



**TRAMO 7  
DESDE PUNTO 28 HASTA 32**

**Referencias:**

-  Arroyos
-  Eje ciclovía
-  Puntos ciclovía
-  Cordón articulado
-  Línea Cordón Vereda
-  Árboles existentes en costanera
-  Módulo asador doble: 12
-  Poste de Eucalipto impregnado (h = 60cm; separacion 1,00m)
-  Bancos HºAº (0,50m x 1,50m)
-  Cesto de residuos
-  Farolas tipo colonial
-  Mesas de Hº Aº

-  Pasarela s/ arroyo Santa Cruz
-  Módulo de estacionamiento
-  Baden de Hº (e = 0,15 m)
-  Pavimento Articulado
-  Parquización
-  Cartelería (0,60m x 0,40m)
-  Deportivos

**NOTA:**

- Todas las medidas se verificarán en obra por el oferente.
- Dimensiones expresadas en metros.
- Hormigón: H-13

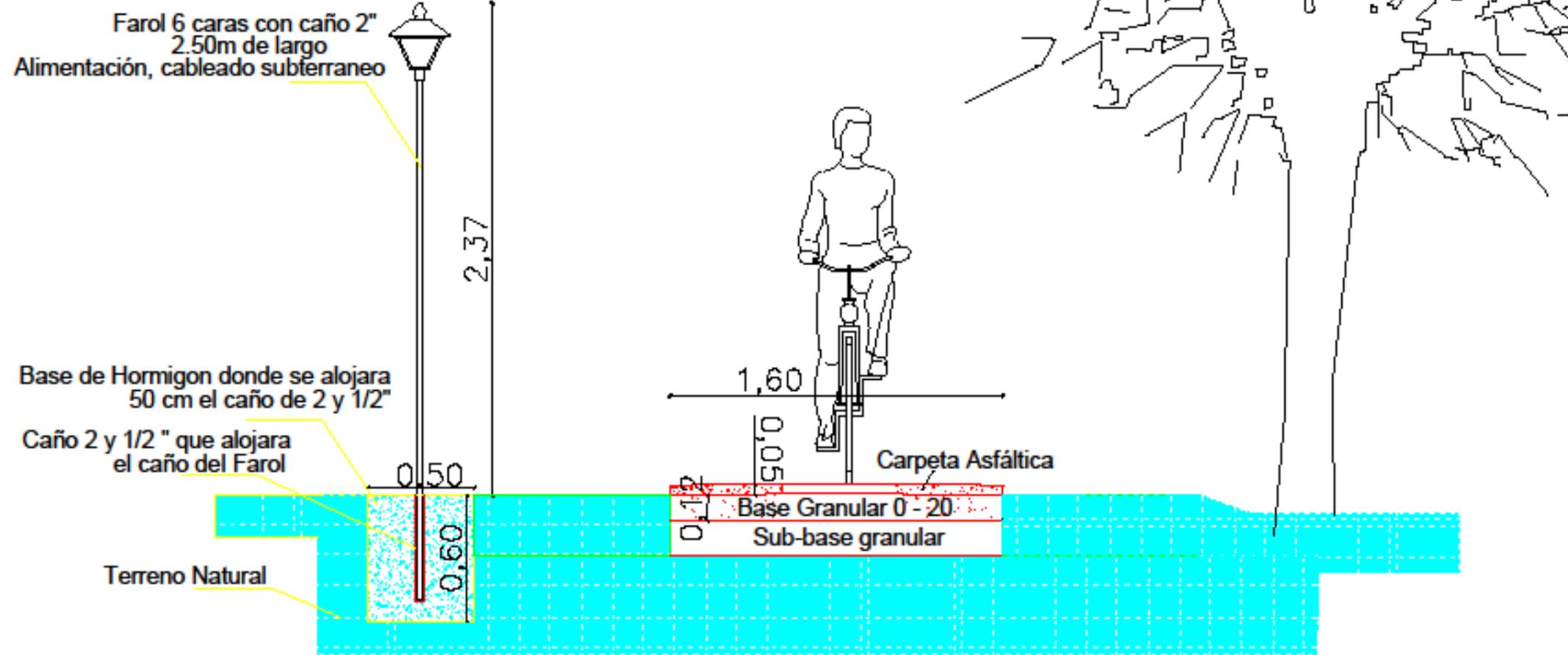
**MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA  
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA**

OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA

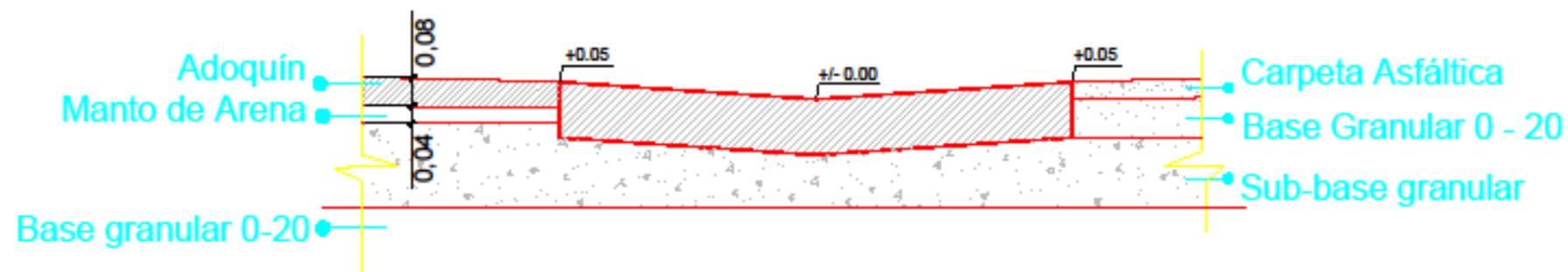
Tramo N° 7

Escala: 1:600

### DETALLE CICLOVÍA - Esc. 1:25



### DETALLE BADÉN DE HORMIGÓN - Esc. 1:20



**NOTA:**

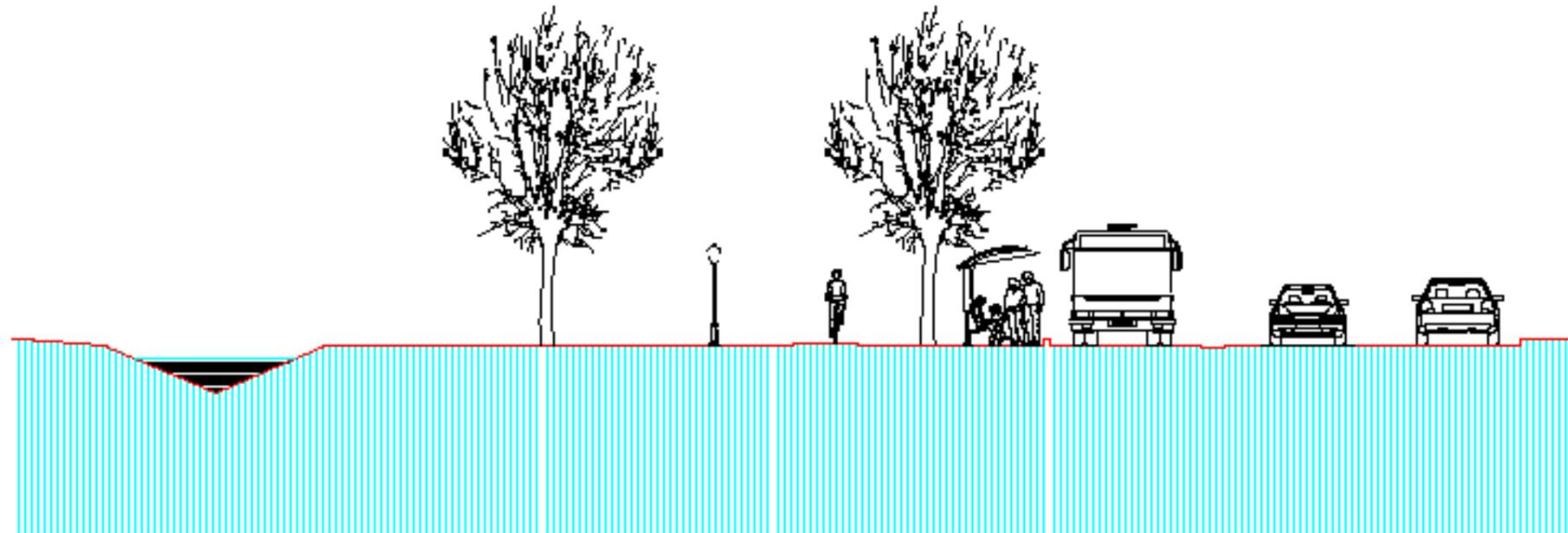
- Todas las medidas se verificarán en obra por el oferente.
- Dimensiones expresadas en metros.
- Hormigón: H-13

**MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA**  
**SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA**

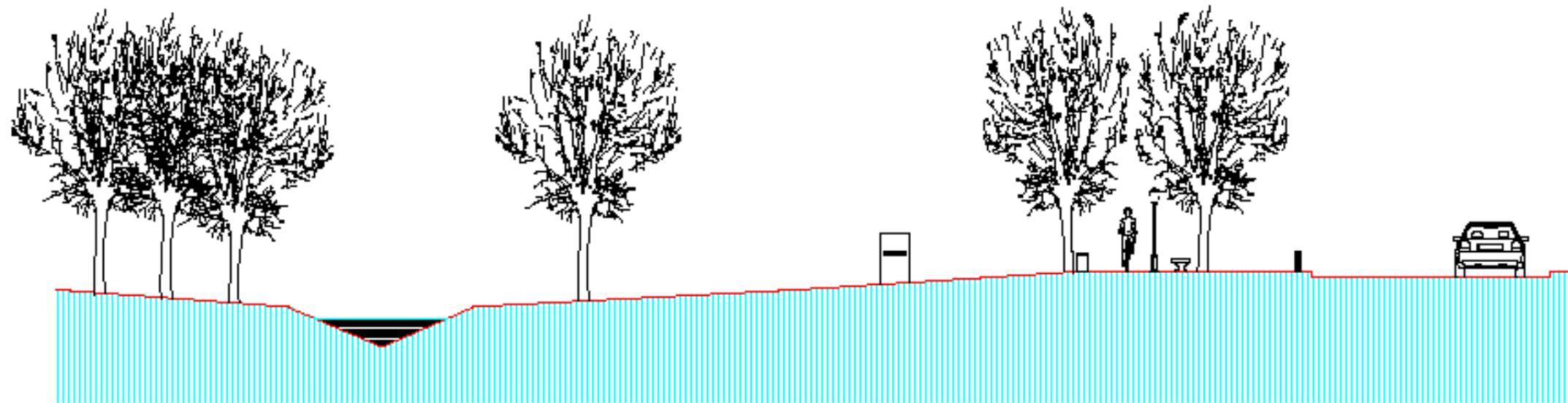
OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA

Detalles

S/ escala



Corte A-A Sector Garita de Colectivo



Corte B-B Sector Tipo

**Referencias:**

-  Módulo asador doble
-  Cesto de residuos
-  Farolas tipo colonial
-  Bancos HºAº (0,50m x 1,50m)
-  Poste de Eculaipto impregnado (h = 60cm; separacion 1,00m)

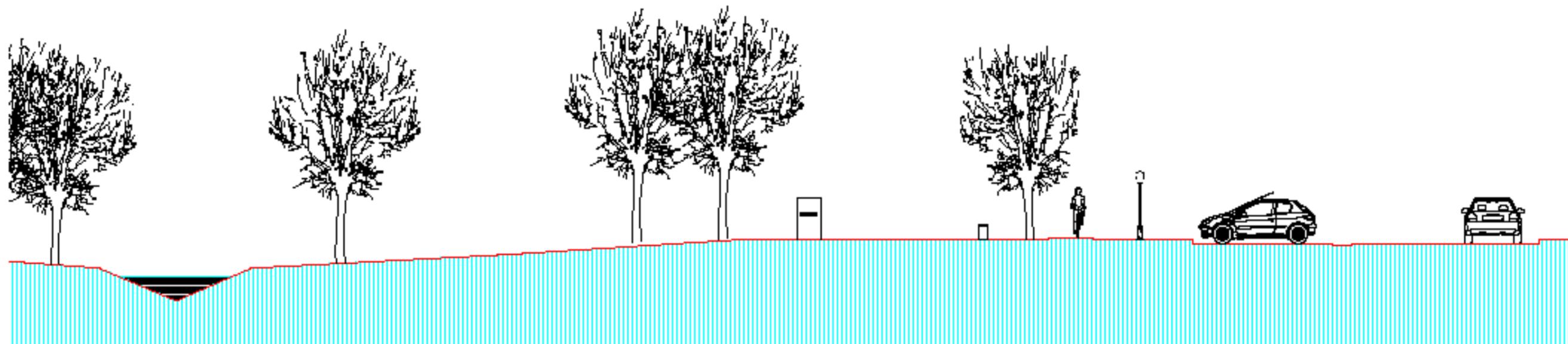
**MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA**  
**SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA**

OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA

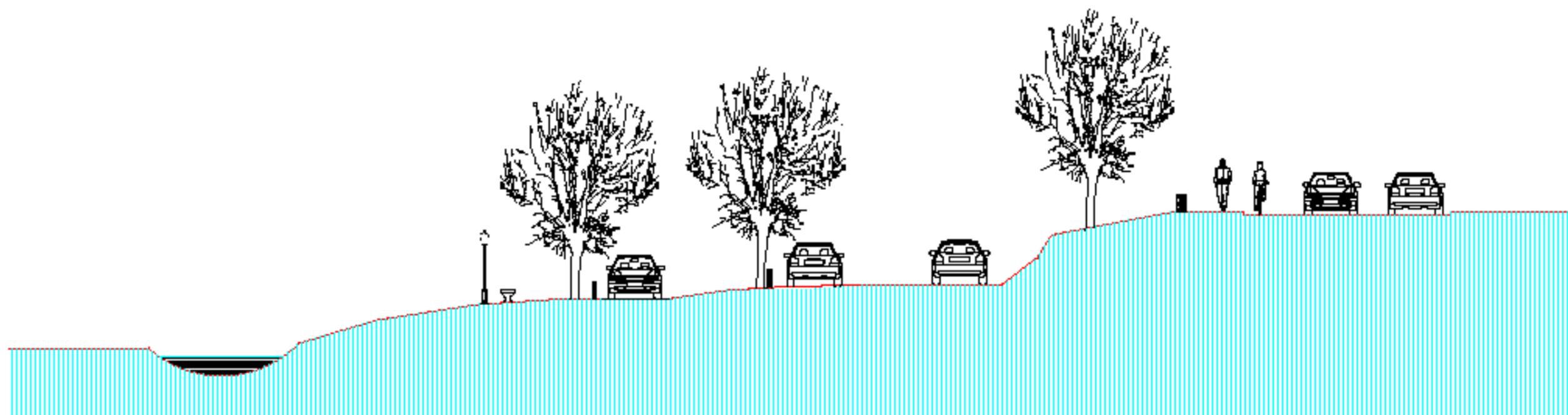
Cortes AA y BB

Escala: 1:150

Arq. Marcos A. Moreira - Director de Obras Públicas



Corte C-C Sector Dársenas



Corte D-D Sector Estacionamiento

**Referencias:**

- ☐ Módulo asador doble
- ☐ Cesto de residuos
- ↑ Farolas tipo colonial
- ☒ Bancos HºAº (0,50m x 1,50m)
- █ Poste de Eculaipto impregnado (h = 60cm; separacion 1,00m)
- █ Pirca de Piedra Existente (h = 0,40m)

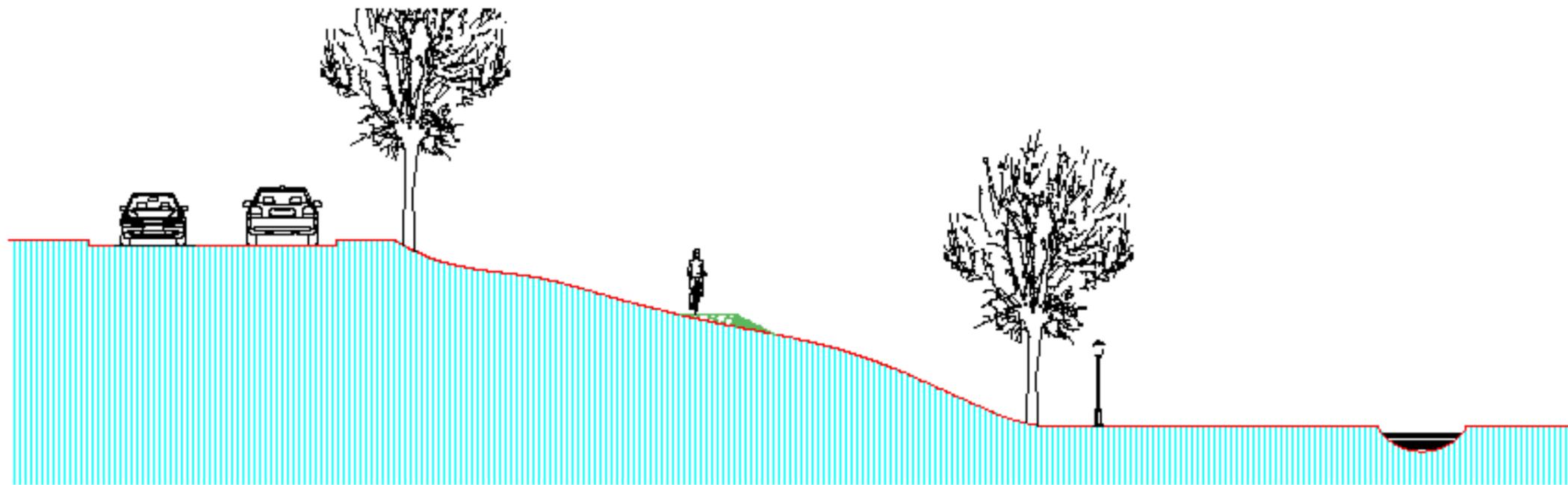
**MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA**  
**SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA**

OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA

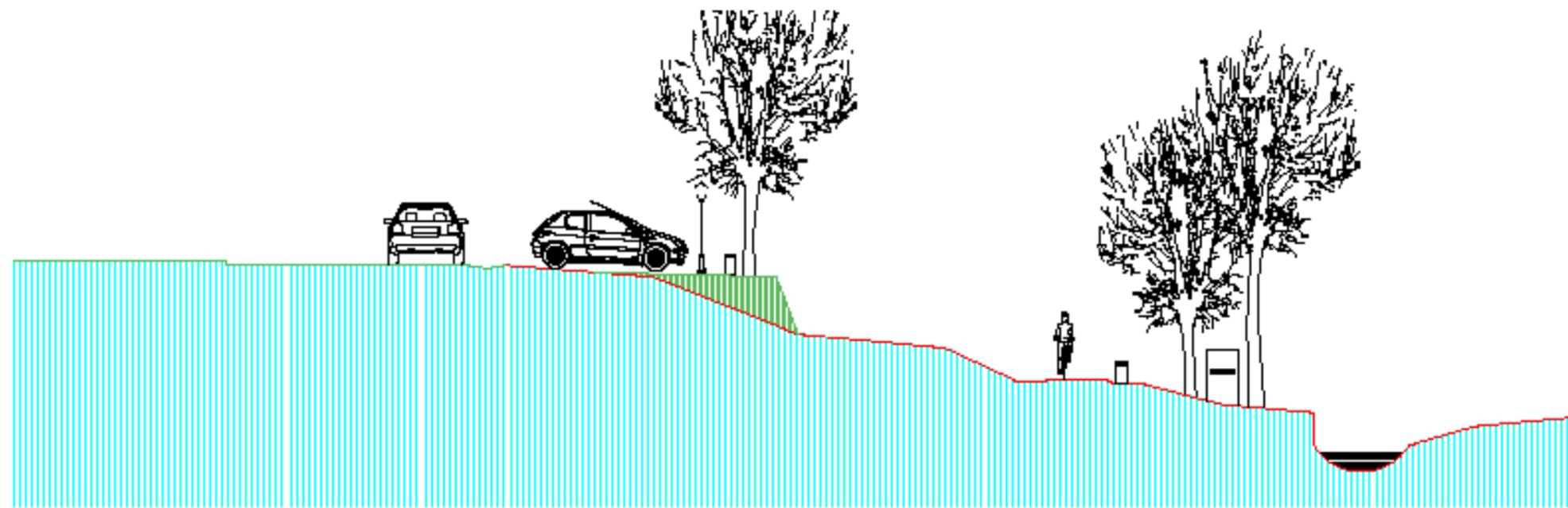
Cortes CC y DD

Escala: 1:150

Arq. Marcos A. Moreira - Director de Obras Públicas



Corte E-E Sector de Gavión



Corte F-F Sector Mirador

### Referencias:

- ▣ Módulo asador doble
- ▣ Cesto de residuos
- ⌈ Farolas tipo colonial
- ▣ Bancos HºAº (0,50m x 1,50m)
- ▣ Poste de Eculaipto impregnado  
(h = 60cm; separacion 1,00m)
- ▣ Pirca de Piedra Existente (h = 0,40m)

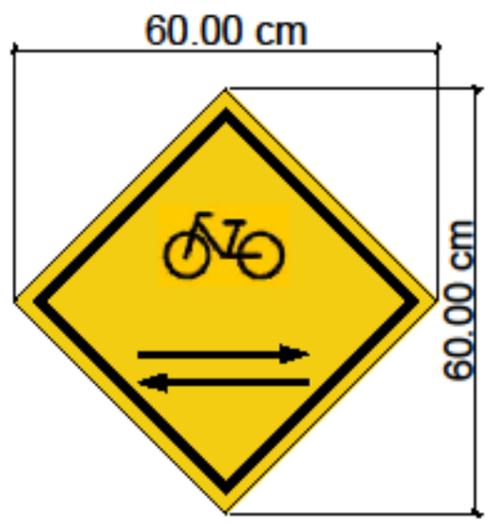
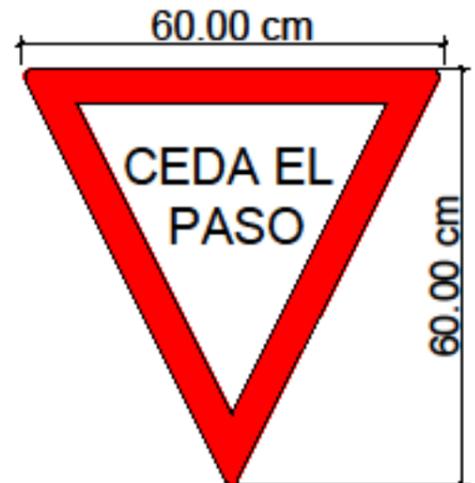
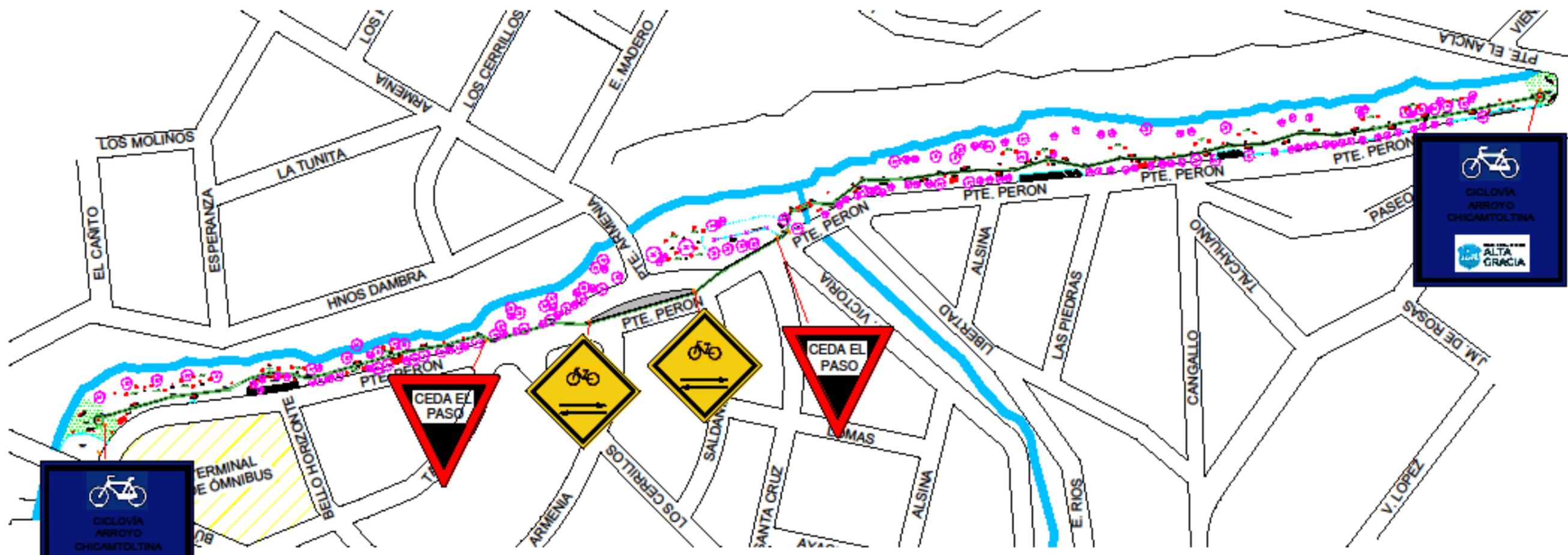
## MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA

Cortes EE y FF

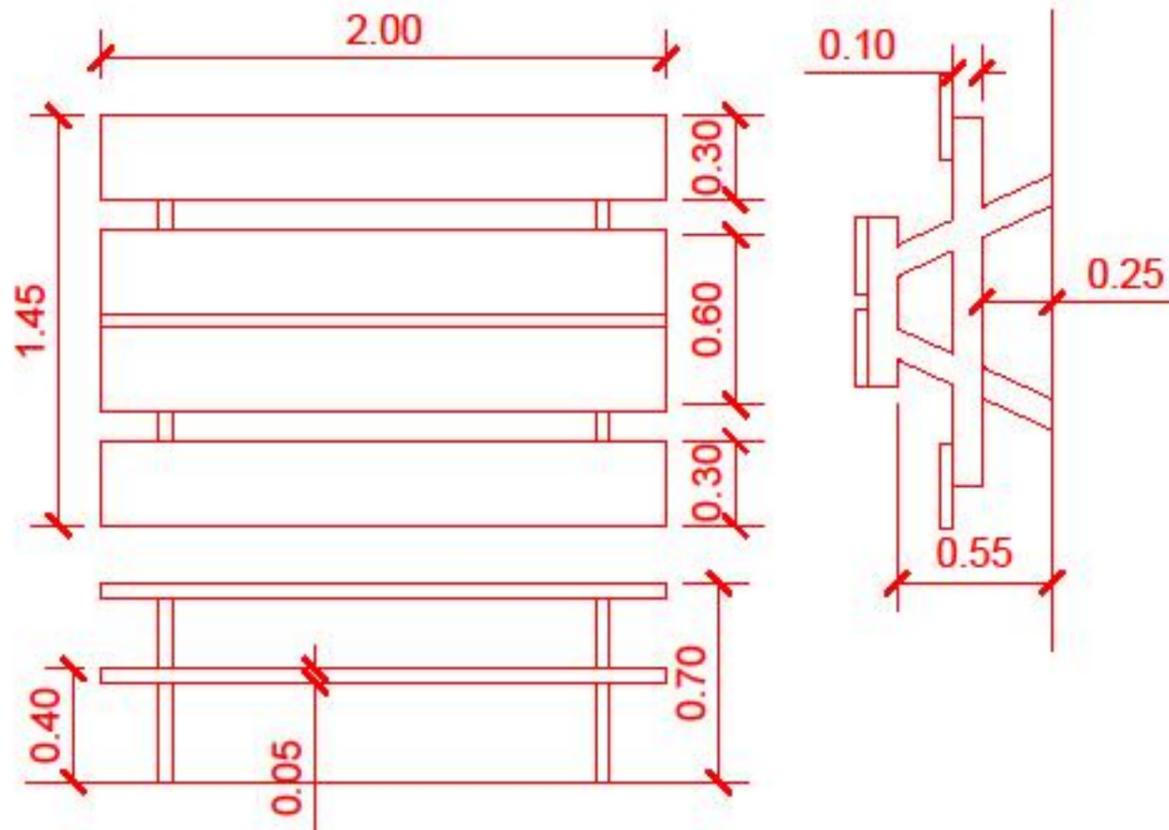
Escala: 1:150

Arq. Marcos A. Moreira - Director de Obras Públicas



<b>MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA</b>	
<b>SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA</b>	
OBRA: PROYECTO CICLOVIA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA	
Cartelería	Escala 1:3000
Arq. Marcos A. Moreira - Director de Obras Públicas	

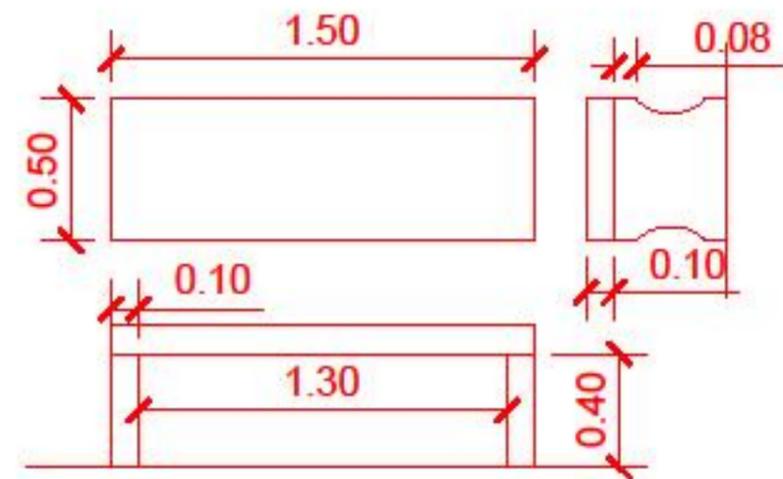
### MESAS PARA ASADORES - ESC 1:25



### EQUIPAMIENTO DEPORTIVO - ESC 1:50



### BANCOS DE Hº - ESC 1:25



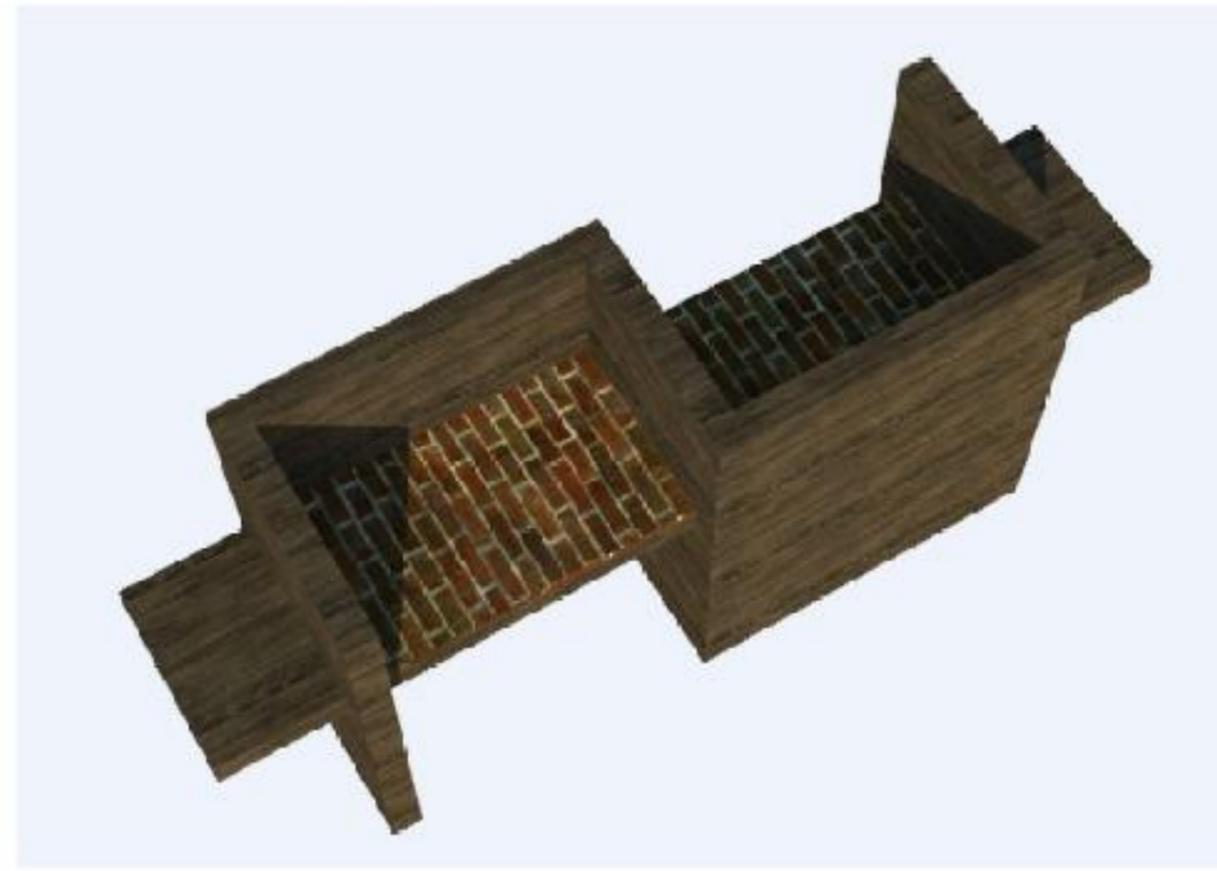
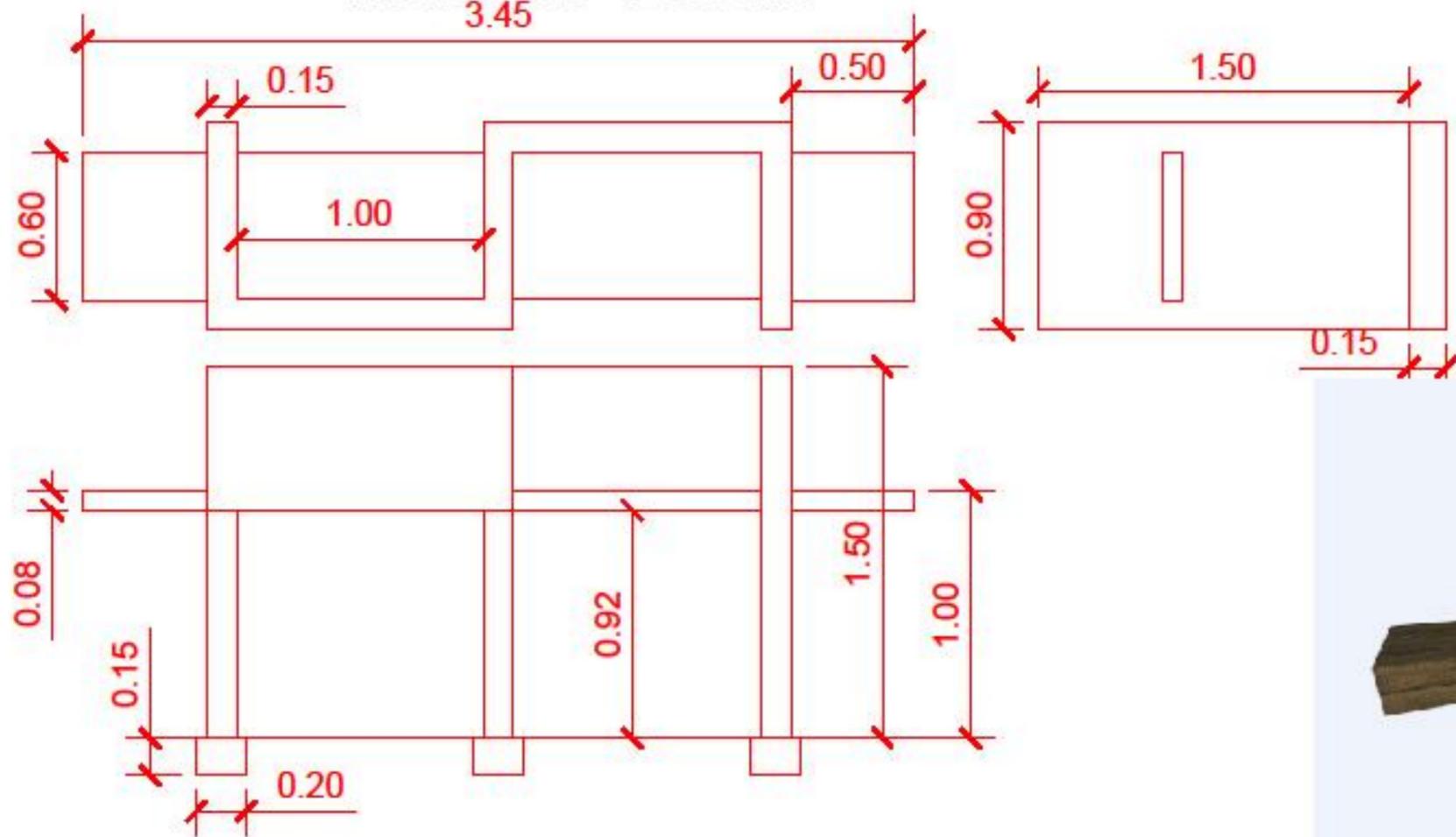
**MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA**  
**SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA**

OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA

Detalles de Equipamientos

S/ escala

# ASADORES - ESC 1:25



<b>MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA</b>	
<b>SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA</b>	
OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA	
Detalles de Equipamientos	SI/ escala
Arq. Marcos A. Moreira - Director de Obras Públicas	

# FAROLA CON TR

## DESCRIPCIÓN:

Farola ornamental simétricas para iluminación de parques, plazas o sectores de tránsito peatonal. Base y estructura de aluminio y tapa superior en chapa de aluminio, pintada con esmalte poliéster termoconvertible.

El sistema óptico está constituido por un reflector y un difusor antideslumbramiento (louver) de cuatro anillos, todo en chapa de hierro pintado color blanco. La cubierta de cierre es de policarbonato de alto impacto con estabilización a los rayos UV, transparente.

El grupo eléctrico está constituido por portalamparas E-40 con pistón y freno, y el alojamiento portaequipo es independiente del sistema óptico.

De fácil instalación y mantenimiento, posee cuatro tornillos radiales para fijación a columna de 60mm, el sistema de cierre es un dispositivo a rosca.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Diámetro: 600mm

Alto: 630mm

Potencias admitidas: 100, 150 y 250w

Tipos de lámparas: mercurio, sodio de alta presión, fluorescentes compactas, halogenuros metálicos y led.

Acoples a columnas: 60mm

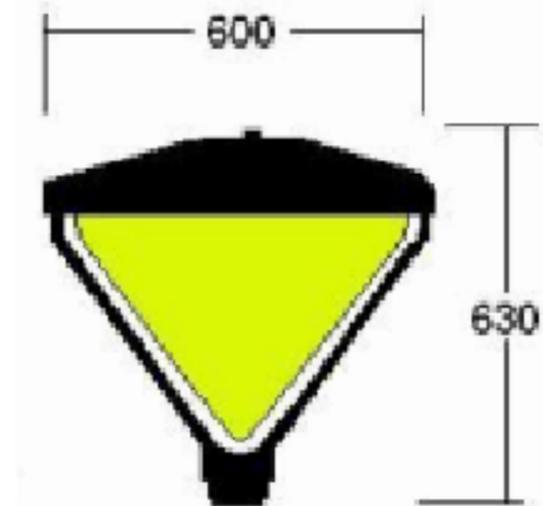
Anclaje: cuatro tornillos radiales con tuerca de fijación.

## COMPOSICIÓN:

Conjunto compuesto por: Columna metálica recta, construida con caños de acero con costura, SAE 1010/1020, nuevos sin uso, en un solo tramo (mono tubular), de 3,00 m de altura libre, (3,40 m de altura total), con acometida subterránea, con caja de conexión, con tablero de pertinax  $e = 6$  mm, con bornera tetrapolar KELAND y un fusible tabaquera KELAND, completo. con tuerca de puesta a tierra, pintada, formación:

$\phi$  90 mm      L = 3,20 m      e = 3,65 mm

con boquilla de  $\phi$  60 mm, L = 0,20 m, e = 3,20 mm, con conjunto de puesta a tierra: Jabalina de 1,50 m de longitud, con Toma cable, Terminal banderita y Cable de cobre de 10 mm, de 0,20 m de longitud y Farola mod. CON-TR, con louver, con tulipa de policarbonato, con equipo auxiliar (Balasto abierto e Ignitor derivación, ambos marca ITALAVIA y Capacitor marca WEG de 10 mF) y con lámpara marca PHILIPS, de 70 W a vapor de sodio de alta presión, completa, armada y conectada, lista para funcionar.



MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA  
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA

Equipamientos

Escala gráfica

# CESTO DE RESIDUOS "DEL ESTE" CON METAL DESPLEGADO (Ce22)

## ATRIBUTOS:

- Doble soporte
- Fijo o rebatible
- Visibilidad del nivel de llenado
- Placas para instalación de logotipos
- Orificios inferiores para la decantación de fluidos
- Alta resistencia en exteriores
- Anti vandalismo
- Diseño moderno y elegante
- Colores y combinaciones a elección

## CAPACIDAD:

Volumen: 64,9 L  
Ancho: 480mm  
Alto: 600mm  
Profundidad: 205mm

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Ancho: 250mm  
Alto: balde 600mm, pie 1200mm  
Profundidad: 600mm

## INSTALACIÓN:

Fijación sobre superficie (con bulones de fijación) o bajo superficie (con base de cemento soterrada).

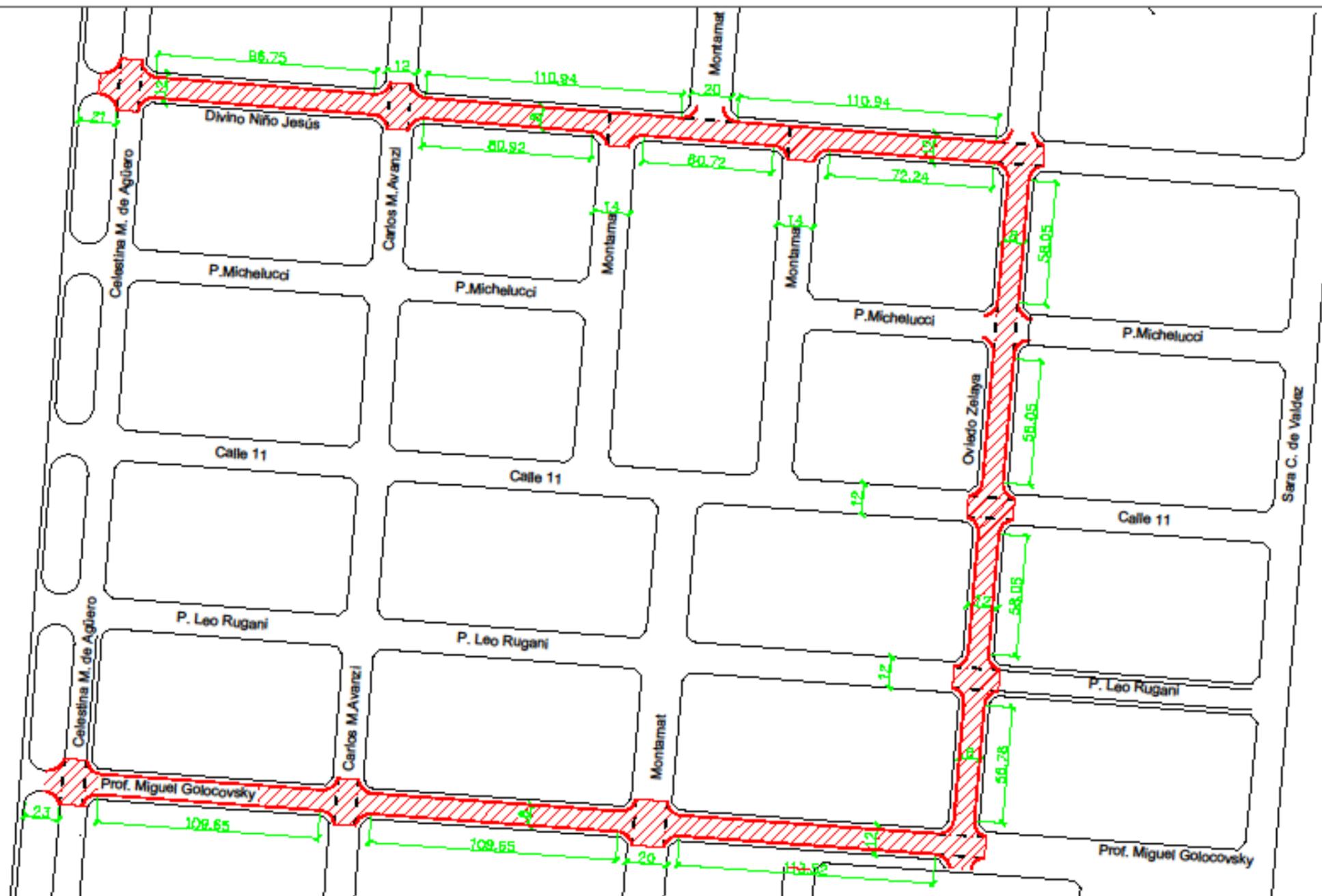


MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA  
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

OBRA: PROYECTO CICLOVÍA EN LA COSTANERA DE ARROYO CHICAMTOLTINA

Equipamientos

Escala gráfica



## Bº PARQUE SAN JUAN

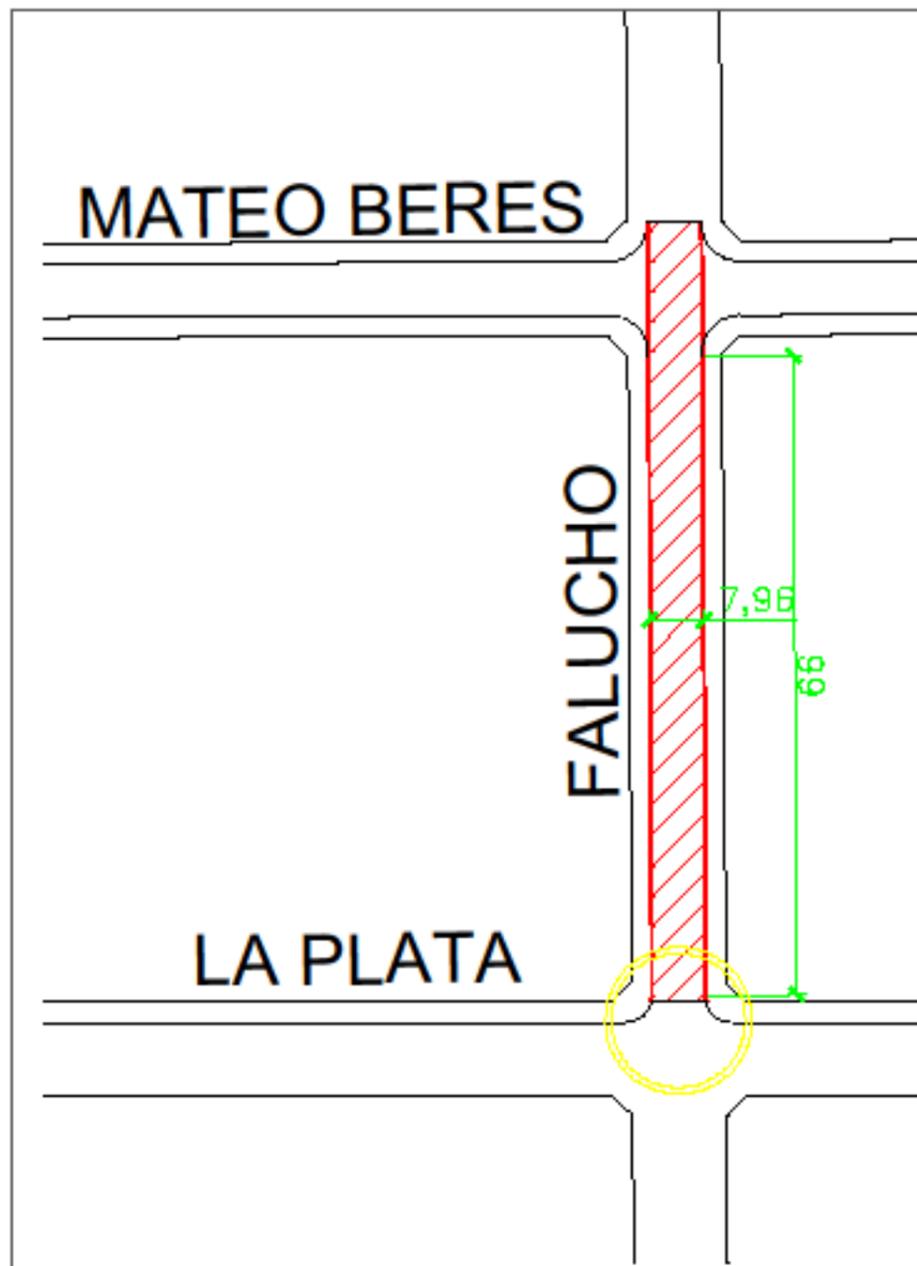
Nota Aclaratoria: las medidas deberán ser verificadas por el Oferente.

Referencias:

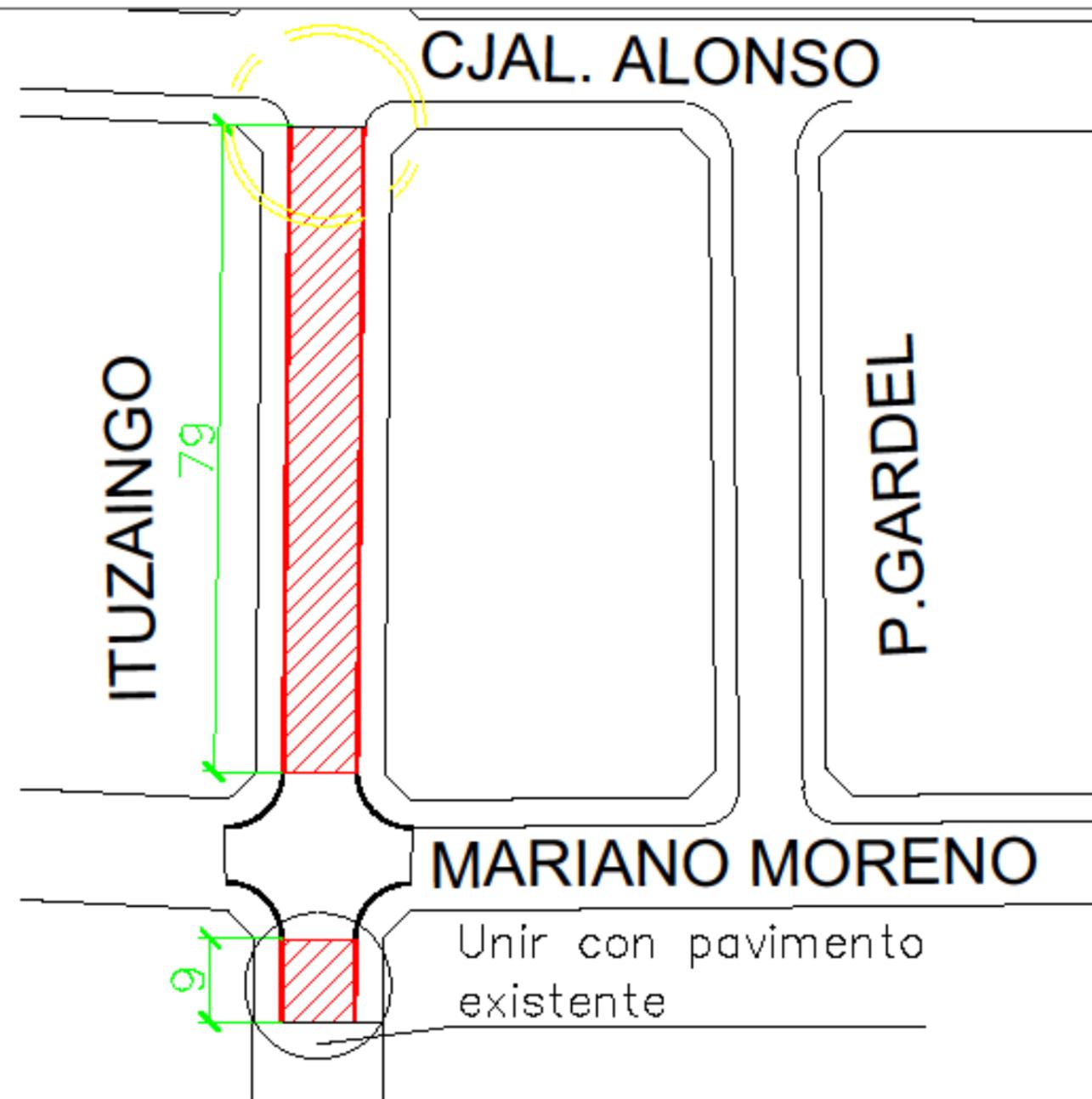
-  Cordón Cuneta de H°
-  Badenes de H°
-  Borde de Pavimento existente
-  Empalmar con pavimento existente y de ser necesario se deberá corregir el mismo.

MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA	
PLAN DE PAVIMENTACIÓN URBANA	
Obra: Carpeta Asfáltica en Sectores Varios de la Ciudad de Alta Gracia	
Plano General	S/Escala

Ing. Héctor Juan Bupo Secretario de Infraestructura



## B° CAFERATTA



## B° DON BOSCO

Nota Aclaratoria: las medidas deberán ser verificadas por el Oferente.

Referencias:

-  Cordón Cuneta de H°
-  Badenes de H°
-  Borde de Pavimento existente
-  Empalmar con pavimento existente y de ser necesario se deberá corregir el mismo.

MUNICIPALIDAD DE ALTA GRACIA	
PLAN DE PAVIMENTACIÓN URBANA	
Obra: Carpeta Asfáltica en Sectores Varios de la Ciudad de Alta Gracia	
Plano General	S/Escala