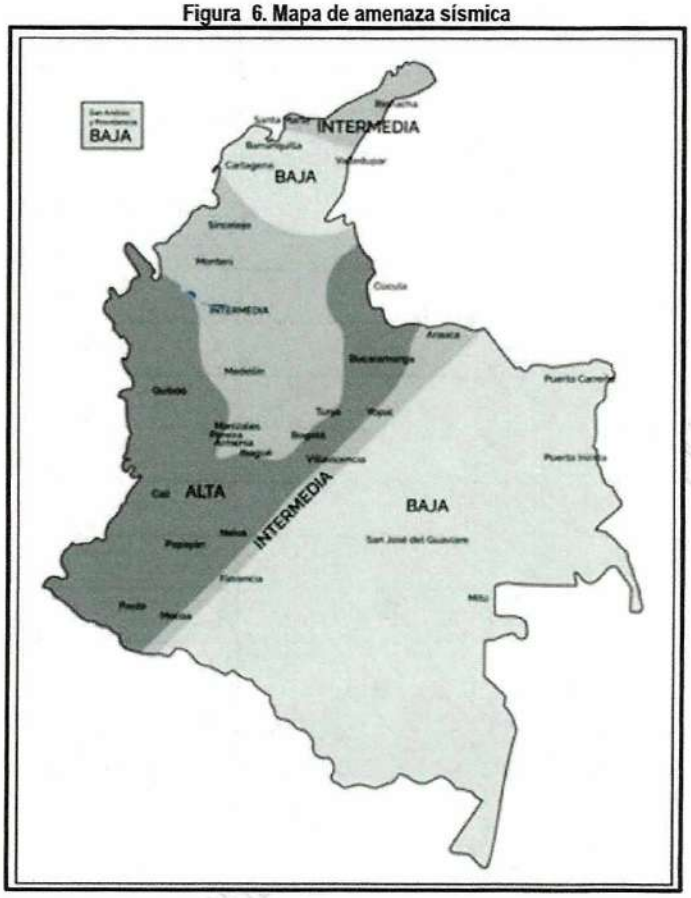
CONTINUACIÓN ESTUDIOS GEOTECNICOS

Figura 6. Mapa de amenaza sísmica



Fuente: (Guzmán Garzón)

De acuerdo con lo descrito en la NSR10, el sitio en donde se realizará el proyecto (Municipio de Montería) se encuentra ubicado en una zona de amenaza intermedia.

Tabla 2. Parámetros sísmicos según NSR10

Zona de Amenaza Sísmica	A_a Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva	A_v Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva	A_e Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para diseño de seguridad limitada	A_d Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de diseño
Intermedia	0,10	0,15	0,06	0,04

Fuente: (NSR, 2010)

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

3 Marco de referencia

3.1 Condiciones geotécnicas especiales

3.1.1 Expansividad

El término expansividad puede definirse como la capacidad de un suelo de experimentar cambios volumétricos o de generar presión (si el suelo está confinado) al modificarse las condiciones de humedad. Existen varios criterios para evaluar la expansividad de una manera indirecta a través de la determinación del límite líquido, límite de contracción e índice de plasticidad. A continuación, se muestra en las tablas 6, 7 y 8 los criterios expuestos por la NSR-10 en el capítulo H.9.1.3, también se muestra los criterios de Chen (1987) y Djedid et al (2001) publicado por Rondon y Reyes (2022) y finalmente el criterio de INVIAS (2013a)

Tabla 3. Criterios para evaluar la expansividad según NSR10

Potencial de expansión	Expansión en consolidómetro [%]	Límite líquido LL [%]	Límite de contracción LC, [%]	Índice de plasticidad IP, [%]
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32
Alto	20 - 30	50 - 63	6 – 12	23 – 45
Medio	10 - 20	39 - 50	8 – 18	12 – 34
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20

Fuente: (NSR, 2010)

Tabla 4.Potencial de expansión de un suelo en función de IP, LC y LL

Potencial de expansión	IP [%]	LC [%]	LL [%]
Alto	> 25	7 - 12	50 - 70
Moderado	15 – 25	10 - 15	35 - 50
Bajo	< 18	> 15	20 - 35

Fuente: tomado de Chen (1987) y Djedid et al (2001)

Tabla 5.Potencial de expansión en función del IP y LL

Potencial de expansión	LL [%]	IP [%]
Alto	> 60	> 35
Moderado	50 – 60	25 – 35
Bajo	< 50	< 25

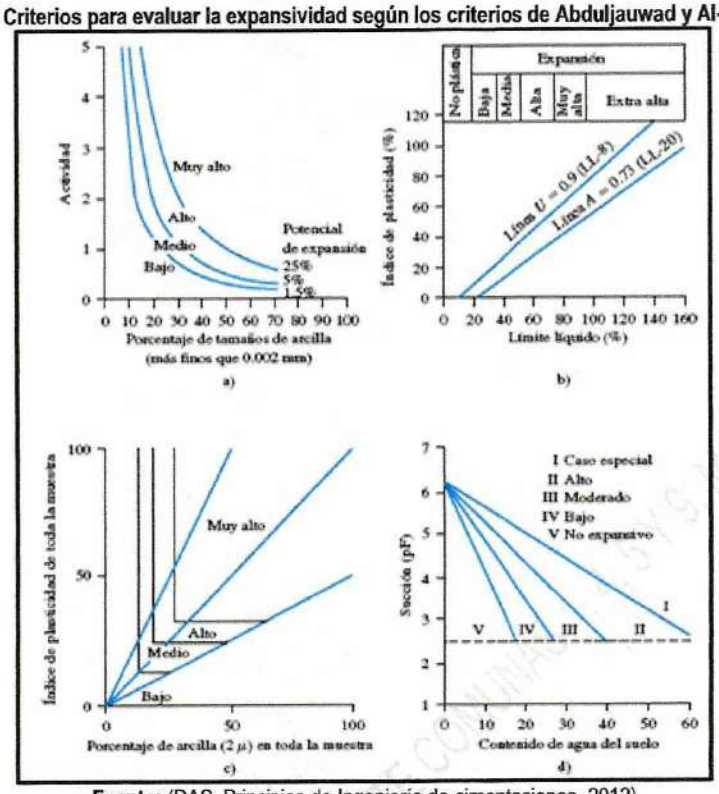
Fuente: INVIAS (2013a) e INV. E-132

Otra forma de realizar la evaluación de la susceptibilidad a la expansión de materiales de grano fino es a través de los resultados de los límites de Atterberg y la ubicación de estos en la carta de plasticidad y siguiendo los criterios de Abduljauwad y Al-Sulaimani.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 7. Criterios para evaluar la expansividad según los criterios de Abduljauwad y Al-Sulaimani



Fuente: (DAS, Principios de Ingeniería de cimentaciones, 2012)

La predicción del potencial y presión de expansión es muy importante en el diseño de cimientos en suelos expansivos. Komornik y David (Komornik, 1969) realizaron pruebas de presión de expansión en muestras de suelo inalteradas y con base en análisis estadísticos de regresión desarrollaron la siguiente expresión:

$$LogP_{ex} = -2.132 + 0.021LL + 6.65 \times 10^{-4}\gamma_d - 0.027W_n \quad (1)$$

Donde:

P_{ex}: presión de expansión, [kgf / cm^2]

LL: límite líquido. [%]

γ_d: peso unitario seco, [kgf / m^3]

W_n: contenido de humedad, [%]

3.1.1.1 Técnicas de mejoramiento de suelos expansivos

3.1.1.1.1 Sustitución

Consiste en el remplazo o retiro de suelo expansivo por material granular que no presente cambios volumétricos por la fluctuación de humedad, este procedimiento es viable para áreas que representan

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

un volumen de remplazo pequeño. Las ventajas que presenta esta técnica se relacionan a continuación:

- La capa de remplazo (material granular) funciona como frontera contra la ascensión capilar del suelo.
- El costo de sustituir o reemplazar el suelo expansivo es menor que el desarrollo de una estabilización química (cal o cemento)
- El material de aporte o sustituto (material granular) compacto presenta mayor capacidad de soportar cargas.

Cuando se implemente esta técnica, se deberá describir el tipo de material sustituto, área y profundidad hasta la cual se deba realizar el reemplazo.

3.1.1.1.2 Estabilización química

Esta técnica consiste en la adición de agentes estabilizadores como la cal o el cemento, los cuales reaccionan en presencia de agua, generando una reorientación de las cargas eléctricas lo cual, se expresa como una modificación del material produciendo una disminución del índice de plasticidad e índice de contracción. La adición de cal o cemento es porcentual con base al peso seco del suelo a estabilizar. La principal desventaja de esta técnica es la logística de equipos para garantizar un proceso de mezcla intima entre el suelo y el agente estabilizador.

3.1.1.1.3 Compactación

Esta técnica busca el mejoramiento de la resistencia a partir de la reducción de vacíos en la masa de suelo a través de medios mecánicos. Esta técnica presenta diferencia significativa en los métodos según el tipo de suelo. Para suelos de características granulares se recomienda la vibración (rodillos lisos), mientras que para suelos cohesivos se recomienda la compresión (pata de cabra).

3.1.1.1.4 Humedecimiento o Presaturación

Consiste en desarrollar un proceso de hidratación con el objeto de inducir la expansión y luego mantener constante el contenido de agua o la humedad y de esta manera generar cambios volumétricos tolerables que no representen daño a las estructuras.

La mayor desventaja de este método de mejoramiento está asociado a las bajas permeabilidades de los suelos de grano fino (arcillas y limos), lo cual, genera un alto costo debido al tiempo que se requiera para generar un aumento del grado de saturación del suelo

3.1.2 Suelos colapsables

Determinados tipos de suelos pueden sufrir una disminución de volumen a la que se asocia un asentamiento sin necesidad de que les sea aplicada ninguna carga vertical, lo cual, es debido al proceso de una saturación sobrevenida.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

- Composición mineralógica con presencia de elementos solubles en agua: el acceso de agua a la estructura del material supondrá un proceso de disolución de parte de la estructura, colapsando el resto para reordenarse hasta alcanzar un grado de empaquetado conforme al estado de tensiones en que se encuentre el terreno.
- Textura granular con una estructura soportada por la matriz, en la cual los elementos de la fracción gruesa se encuentran separados y unidos entre ellos por elementos de granulometría fina (partículas de limos o arcillas) que pueden verse alterados por la saturación del material.
- Falta de compacidad de determinados suelos, de granulometría muy fina y baja plasticidad (limos): algunas formaciones de limos sedimentados en régimen eólico y bajo clima árido pueden sufrir un proceso de colapso si su humedad supera un determinado límite, por encima del cual las tensiones capilares (que juegan un papel esencial en el mantenimiento de la estructura) se desequilibran.
- Fenómenos asociados a procesos de pérdidas de la granulometría más fina (limo, arcilla) por erosión interna o por lavado inducido por un gradiente hidráulico sobrevenido (por bombeo de un pozo, por ejemplo.)

La estimación de la condición de colapso en una masa de suelo se da cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido. La NSR-10 en el titulo H, permite el uso de las siguientes expresiones para evaluar el potencial de colapso en una masa de suelo.

El suelo es estable cuando:

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrit}} > 1 \qquad (2)$$

El suelo es colapsable cuando:

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrit}} \leq 1 \qquad (3)$$

Donde:

$$\gamma_{dcrit} = \frac{\gamma_w}{\left(\frac{1}{G_s}\right) + LL} \qquad (4)$$

γ_w : peso unitario del agua, [kN / m^3]

G_s: gravedad específica, [adimensional]. Los valores de gravedad específica se pueden obtener a partir de las siguientes consideraciones:

Tabla 6. Valores de gravedad específica para diferentes tipos de suelo

Tipo de suelo	G_s
Arena de cuarzo	2.64-2.66
Limo	2.67-2.73
Arcilla	2.70-2.90

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Yeso	2.60-2.75
Loes	2.65-2.73
Turbo	1.30-1.90

Fuente: (DAS, Principios de Ingeniería de cimentaciones, 2012)

LL: límite líquido, [%]

γ_d: es el peso unitario seco, [kN / m^3]. Se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_t}{(1+\omega)} \quad (5)$$

3.2 Capacidad de carga relativa de soporte

El ensayo de CBR por sus siglas en ingles [California Bearing Ratio], el cual, fue desarrollo por Stanton y Porte en 1929, se fundamenta en la comparación de los esfuerzos desarrollados sobre una muestra de suelo a unas penetraciones o profundidades específicas, con respecto a los esfuerzos desarrollados a las mismas profundidades en una muestra patrón o modelo.

En el caso de muestras inalteradas de suelo de subrasante, el esfuerzo se desarrolla a través de un pistón o vástago de 19.40 cm^2 [3 in^2] de área. La velocidad de aplicación de carga es del orden de 1.27mm/min. Así mismo, se realiza las anotaciones de la carga necesaria para desarrollar penetraciones de 2.50 mm [0.10 in].

El valor de CBR se expresa a través de la relación porcentual entre el esfuerzo para alcanzar 2.50 mm [0.10 in] y 5.00 mm [0.20 in] de penetración en la muestra de suelo y el esfuerzo experimentado en la muestra patrón o modelo a las penetraciones de 2.50 mm [0.10 in] y 5.00 mm [0.20 in]. A continuación, se muestra en la tabla 5, los esfuerzos desarrollados en la muestra patrón o modelo a diferentes penetraciones en el sistema internacional e inglés.

Tabla 7. Esfuerzos desarrollados en la muestra patrón a diferentes penetraciones en el sistema internacional e inglés

Penetración		Esfuerzo	
[mm]	[in]	[MPa]	[psi]
2.50	0.10	6.90	1000
5.00	0.20	10.30	1500
7.50	0.30	13.00	1900
10.00	0.40	15.80	2300
12.50	0.50	17.90	2600

$$CBR_{2.50[0.10]} = \frac{\sigma Suelo_{2.50[0.10]}}{6.90MPa\ [1000psi]} \quad (6)$$

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE CONVIAL SAS - CONSORCIO MONTERÍA 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

$$CBR_{5.00[0.20]} = \frac{\sigma Suelo_{5.00[0.20]}}{10.30MPa\ [1500psi]} \quad (7)$$

Generalmente el valor de CBR en cada muestra inalterada ensayada corresponde al obtenido a una penetración de 2.50 mm [0.10 in]. Este ensayo debe realizarse en estado de humedad natural [humedad en la que se extrajo la muestra] y para una humedad de saturación, la cual se cree que se alcanza después de cuatro días de inmersión en agua, lo descrito anteriormente intenta simular la condición más crítica. En el periodo de inmersión en agua de las muestras inalteradas para CBR se puede obtener información de la expansión que puede experimentar el suelo de subrasante.

Con base a los valores de CBR se puede categorizar los suelos de subrasante según el desempeño mecánico. A continuación, en la tabla 7 se muestra la categorización:

Tabla 8. Clasificación de los suelos en función del CBR

CBR [%]	Clasificación general	Usos
0 - 3	Muy pobre	Subrasante
3 - 7	Pobre a regular	Subrasante
7 - 20	Regular	Afirmados y subbase
20 - 50	Bueno	Subbase y base
> 50	Excelente	Base

Fuente: Rondón y Reyes (2022)

3.3 Análisis estadístico

Para la selección del valor de CBR de diseño se adopta el criterio de sección homogénea de diseño, la cual, permite realizar diseños por tramos de características similares en términos de tránsito y condiciones hidráulicas e hidrológicas. Lo anterior se obtiene a través de diferentes métodos estadísticos tales como el uso de percentiles, promedio aritmético entre otros.

Para la selección del percentil de diseño se hace necesario determinar el número de eje equivalente de 8.2 toneladas que circularan en el carril de diseño en el periodo de diseño. A continuación, se muestra en la tabla 9 la correspondencia entre la variable tránsito y el percentil de diseño para determinar el CBR de la subrasante de la sección homogénea de diseño.

Tabla 9. Percentil para determinar CBR en función de la variable transito

Número de ejes de 8.2 toneladas [N]	Percentil de diseño [%]
$< 10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$> 10^6$	87.5

Fuente: (Rondón Quintana & Reyes Lizcano, 2022)

La otra forma es realizar un promedio aritmético a través de los valores de CBR obtenido en las muestras inalteradas de la potencial subrasante del tramo vial.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

4 Metodología

Con el objeto de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados, el presente informe se fraccionó en tres etapas, las cuales se describen a continuación:

4.1 Trabajo de campo

Para la correcta caracterización de los tramos viales donde se proyecta la construcción de pavimento rígido en concreto hidráulico, se proponen las siguientes actividades metodológicas en campo:

- Ubicación de las exploraciones
- Construcción de perfil estratigráfico en campo
- Registro de presencia de nivel freático
- Registro fotográfico de las actividades de campo
- Observaciones puntuales del sitio

4.2 Ensayos de laboratorio

En esta etapa se busca determinar las propiedades físicas y mecánicas de los tipos de suelos encontrados en los apiques, para lo cual, se estima el desarrollo de los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis Granulométrico (I.N.V.E 213- 13)
- Humedad Natural (I.N.V.E 122- 13)
- Límites de Atterberg (I.N.V.E 125- 13, I.N.V.E 126- 13)
- Peso Específico (I.N.V.E 152- 13)
- Capacidad Relativa de Soporte CBR inalterado (I.N.V.E – 148 -13)
- Expansión axial en muestra de CBR inalterado (I.N.V.E – 148 -13)
- Relación de soporte del suelo en el laboratorio (I.N.V.E – 148 – 13)

4.3 Análisis de ingeniería

En esta etapa se realiza una evaluación, teniendo en cuenta las condiciones geomecánicas de los estratos encontrados durante la exploración, lo cual, soportado a través de los diferentes ensayos de laboratorio, tiene como propósito de suministrar las recomendaciones que han de sugerirse en el diseño y construcción de la estructura proyectada. Lo anterior se puede alcanzar mediante las siguientes actividades metodológicas:

- Construcción del perfil estratigráfico de cada una de las exploraciones realizadas
- Construcción del modelo geotécnico.
- Evaluación de riesgo geotécnico por condiciones especiales (expansión y colapsabilidad)
- Valores de parámetros geomecánicos seleccionados.
- Recomendaciones geotécnicas y constructivas.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5 Resultados

5.1 Exploración del subsuelo

Se realizaron treinta y tres (33) apiques en los tramos viales donde se proyecta la construcción de pavimento rígido en concreto hidráulico en barrios de las comunas 1, 4, 5 y 9, en el municipio de Montería. A las muestras extraídas fueron realizados diferentes ensayos de laboratorio. Estas perforaciones se realizaron con herramientas manuales.

5.1.1 Profundidad y ubicación de exploraciones

Con base en la información suministrada por el solicitante se desarrollaron 33 apiques distribuidos en los tramos viales propuestos. En la tabla 10 se relacionan las profundidades exploradas y las coordenadas que permiten la ubicación de los apiques en los barrios Holanda y República de Panamá.

Tabla 10. Profundidad explorada y coordenadas de las exploraciones, Barrio Buenavista

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
Holanda y República de Panamá	APIQUE 105	1.50	8°45'21.78"N	75°53'49.78"O
	APIQUE 106	1.50	8°45'16.03"N	75°53'49.90"O
	APIQUE 107	1.50	8°45'9.00"N	75°53'55.31"O
	APIQUE 108	1.50	8°45'3.93"N	75°53'50.17"O

Figura 8. Ubicación de apiques en los barrios Holanda y Republica de Panamá



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

En la tabla 11 se relacionan las coordenadas y profundidades de los apiques realizados en los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme.

Tabla 11. Ubicación de apiques en los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme	APIQUE 109	1.50	8°45'0.76"N	75°53'1.64"O
	APIQUE 110	1.50	8°44'53.36"N	75°53'0.61"O
	APIQUE 111	1.50	8°44'51.36"N	75°53'8.76"O
	APIQUE 112	1.50	8°44'50.25"N	75°53'10.93"O
	APIQUE 113	1.50	8°44'41.90"N	75°53'16.39"O

Figura 9. Ubicación de apiques en los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

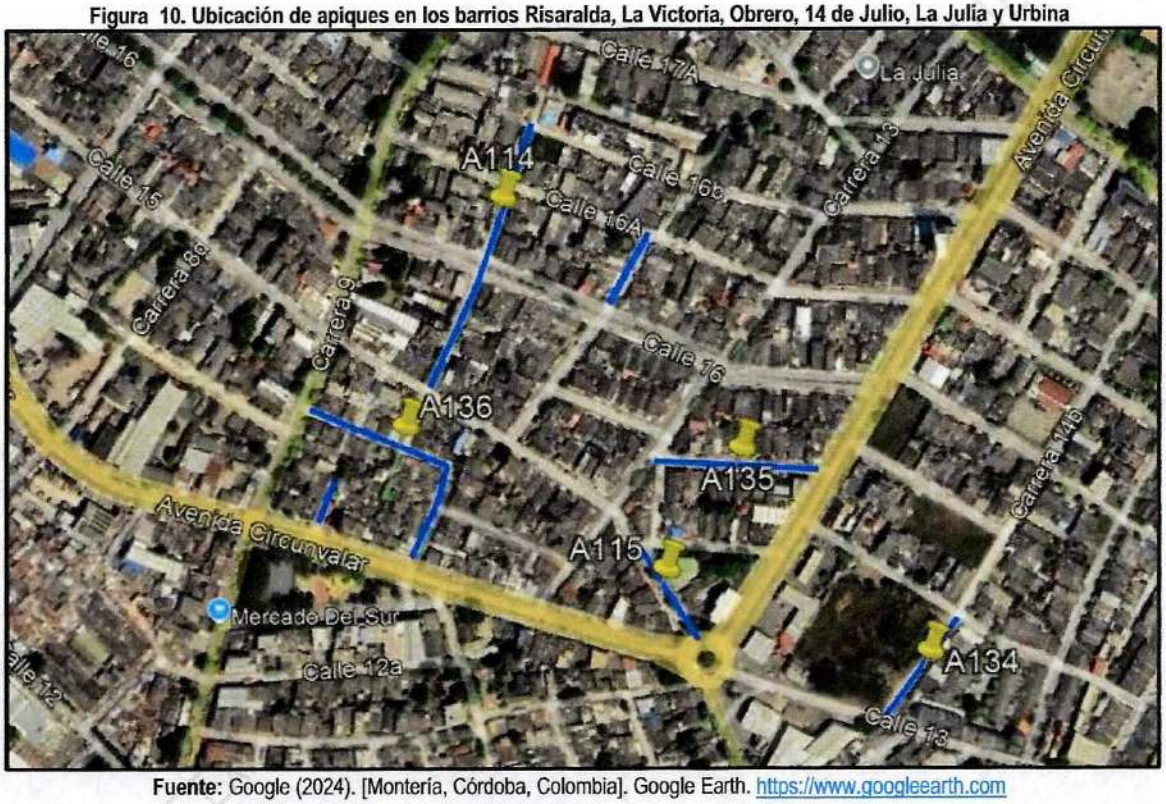
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

En la tabla 12 se relacionan las coordenadas y profundidades de los apiques realizados en los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina.

Tabla 12. Ubicación de apiques en los barrios Santander y Pastrana Borrero

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia, Urbina	APIQUE 114	1.50	8°44'43.18"N	75°53'7.45"O
	APIQUE 136	1.50	8°44'37.91"N	75°53'9.68"O
	APIQUE 115	1.50	8°44'34.67"N	75°53'3.59"O
	APIQUE 135	1.50	8°44'37.45"N	75°53'1.86"O
	APIQUE 135	1.50	8°44'32.81"N	75°52'57.50"O

Figura 10. Ubicación de apiques en los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

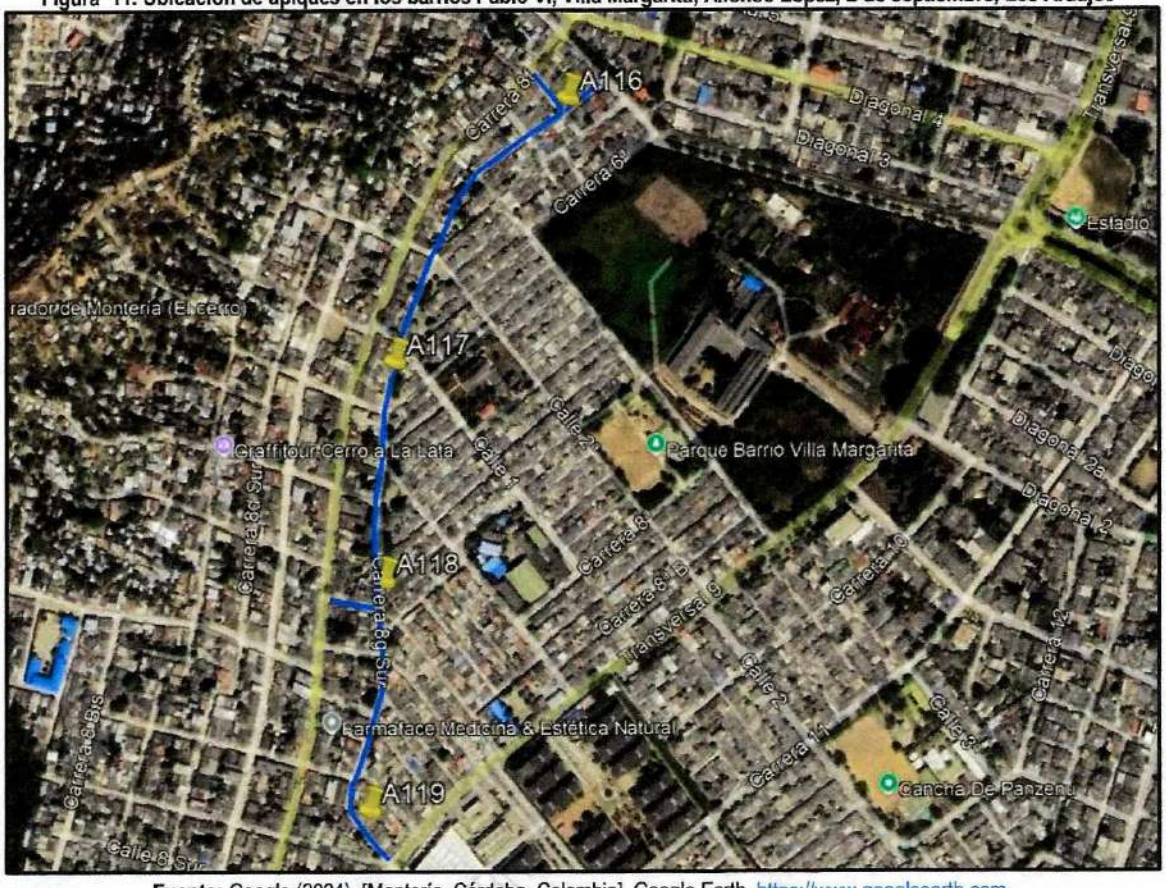
En la tabla 13 se relacionan las coordenadas y profundidades de los apiques realizados en los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre y Los Araujos.

Tabla 13. Ubicación de apiques en el barrio La Granja

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos	APIQUE 116	1.50	8°43'59.34"N	75°53'33.05"O
	APIQUE 117	1.50	8°43'50.44"N	75°53'35.87"O
	APIQUE 118	1.50	8°43'44.14"N	75°53'34.37"O
	APIQUE 119	1.50	8°43'37.53"N	75°53'32.88"O

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 11. Ubicación de apiques en los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de septiembre, Los Araujos



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

En la tabla 14 se relacionan las coordenadas y profundidades de los apiques realizados en el barrio Villa Melissa.

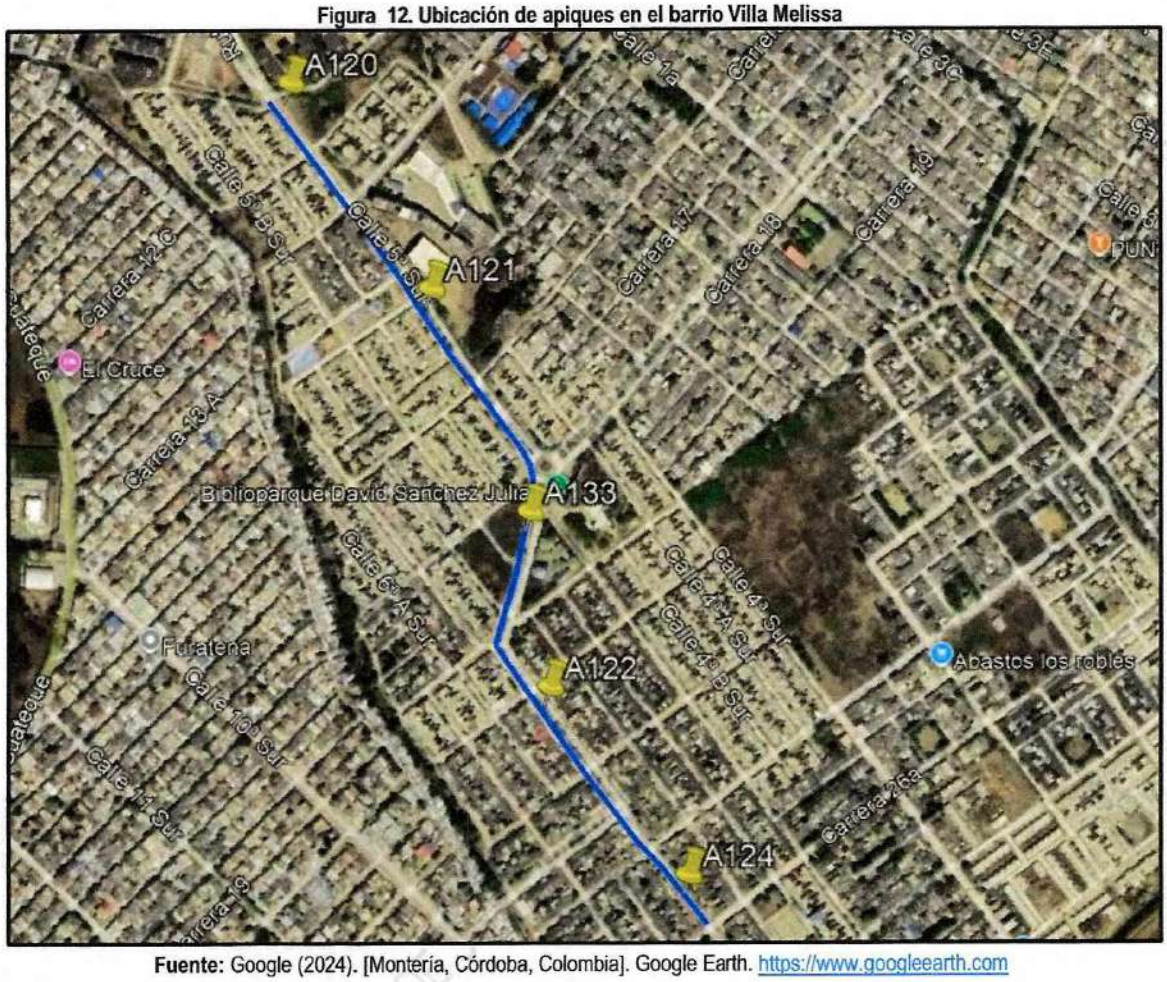
Tabla 14. Ubicación de apiques en el barrio Villa Melissa

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
Villa Melissa	APIQUE 120	1.50	8°43'30.29"N	75°53'20.54"O
	APIQUE 121	1.50	8°43'25.30"N	75°53'14.45"O
	APIQUE 133	1.50	8°43'19.39"N	75°53'9.45"O
	APIQUE 122	1.50	8°43'14.30"N	75°53'7.31"O
	APIQUE 124	1.50	8°43'9.75"N	75°53'1.41"O

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogota - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 12. Ubicación de apiques en el barrio Villa Melissa



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

En la tabla 15 se relacionan las coordenadas y profundidades de los apiques realizados en el barrio Mocarí.

Tabla 15. Ubicación de apiques en el barrio Mocarí

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
Mocarí	APIQUE 143	1.50	8°48'3.05"N	75°51'4.60"O
	APIQUE 144	1.50	8°48'2.18"N	75°51'11.05"O
	APIQUE 145	1.50	8°48'5.11"N	75°51'18.68"O
	APIQUE 146	1.50	8°48'0.63"N	75°51'12.81"O
	APIQUE 147	1.50	8°48'3.75"N	75°51'18.95"O
	APIQUE 148	1.50	8°48'5.01"N	75°51'26.34"O

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 13. Ubicación de apiques en el barrio Mocarí



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

En la tabla 16 se relacionan las coordenadas y profundidades de los apiques realizados en el barrio INEM.

Tabla 16. Ubicación de apiques en el barrio INEM

Barrios	*No. Apique*	*Profundidad Explorada (m)*	*Coordenadas*	
INEM	APIQUE 149	1.50	8°47'42.05"N	75°51'42.69"O
	APIQUE 150	1.50	8°47'38.27"N	75°51'35.58"O
	APIQUE 151	1.50	8°47'34.93"N	75°51'27.86"O
	APIQUE 152	1.50	8°47'31.91"N	75°51'20.82"O

Figura 14. Ubicación de apiques en el barrio INEM



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

5.1.2 Registro fotográfico de actividades en campo

A continuación, se muestra a través del registro fotográfico la evidencia del desarrollo de los apiques,

Figura 15. Registro fotográfico de las exploraciones





Barrios Holanda y Panamá





Barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogota - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com



Barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme





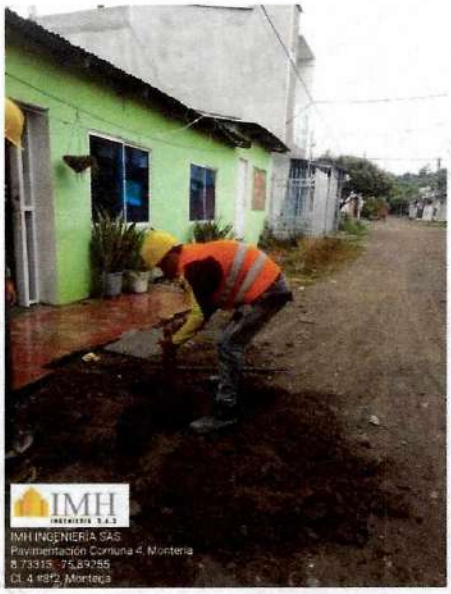
Barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 De Julio, La Julia Y Urbina.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com



Barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 De Julio, La Julia Y Urbina.





Barrios Pablo Vi, Villa Margarita, Alfonso López, 2 De Septiembre, Los Araujos

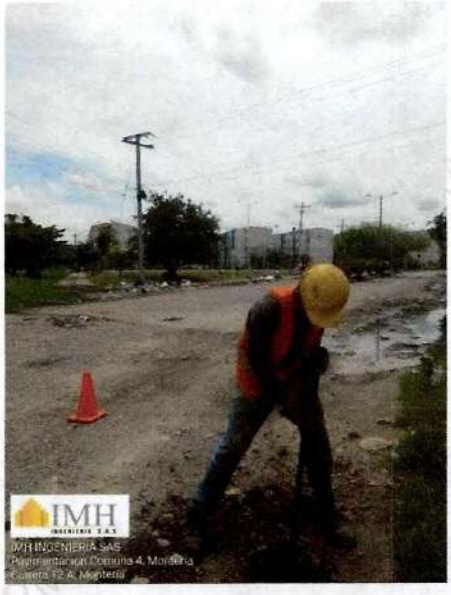
Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com





Barrios Pablo Vi, Villa Margarita, Alfonso López, 2 De Septiembre, Los Araujos





Barrio Villa Melissa

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com





Barrio Mocarí





Barrio INEM

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.2 Caracterización geotécnica de los tramos viales

5.2.1 Comuna 1, Barrios Holanda y Panamá

5.2.1.1 Perfiles estratigráficos (barrios Holanda y Panamá)

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cuatro perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido

APIQUE No 105

Tabla 17. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 105

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	
31/07/2024	105	CLL 19A - CRA 9 OESTE	0.00-0.13		ARENA LIMOSA COLOR GRIS			53,6	38,6	21,2	15,1	0	0	NP	0	A-1-b	SM						
			0.13-0.46		ARENA LIMOSA COLOR ROJIZO			87,6	79,5	54,2	40,2	0	0	NP	1	A-4	SM						
B\ PANAMÁ			0.46-0.83		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS CON VETAS ROJIZAS	24,01	43,20	100	100	98,9	85,3	34	27	7	10	A-4	ML	86,5	107,2	123,8	12,7	4,9	0,06
			0.83-1.30		ARENA LIMOSA - PRESENCIA DE RESIDUOS URBANOS			54	43,1	22,9	19,2	37	29	8	0	A-2-4	SM						

APIQUE No 106

Tabla 18. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 106

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	
31/07/2024	106	CRA 7AW ENTRE CLL18-CLL20	0.00-0.56		GRAVA LIMOSA COLOR CAFÉ - PRESENCIA DE RESIDUOS URBANOS Y			29,9	21,9	16,4	12,2	0	0	NP	0	A-1-a	GM						
			0.56-0.90		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN	19,48	26,64	100	99,8	97,7	90,5	32	23	9	11	A-4	CL	90,3	107,9	114,4	8,4	3,3	0,02
B\ PANAMÁ			0.90-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO			100	100	100	92,7	41	30	11	-43	A-7-5	ML						

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 107

Tabla 19. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 107

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
31/07/2024 B\ HOLANDA	107	CRA 7W - CLL 16A	0.00-0.40		GRAVA BIEN GRADADA COLOR MARRÓN - PRESENCIA DE RESIDUOS URBANOS Y ESCOMBRO			29,7	22,2	13,0	1,8	0	0	NP	0	A-1-a	GW						
			0.40-0.80		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS	15,26	25,28	100	99,1	97,9	88,4	31	20	11	11	A-4	CL	102,2	117,8	128,1	12,7	10,7	0,08
			0.80-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN CON VETAS GRISES			100	99,7	99,2	92,5	33	22	11	12	A-7-5	ML						

APIQUE No 108

Tabla 20. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 108

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
31/07/2024 B\ HOLANDA	108	CLL 16 A - CRA 3W	0.00-0.20		GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA COLOR MARRÓS OSCURO - - PRESENCIA DE			31,6	25,0	14,0	5,1	0	0	NP	0	A-1-a	GP-GM						
			0.20-0.50		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN OSCURO - PRESENCIA DE			100	100	95,5	67,7	30	20	10	7	A-4	CL						
			0.50-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS CON VETAS ROJIZAS	14,40	27,14	100	100	95	73	33	24	9	8	A-4	ML	103,3	118,1	131,3	10,7	5,8	0,06

5.2.1.2 Nivel freático (barrios Holanda y Panamá)

No se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias hasta la profundidad alcanzada.

Tabla 21. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Holanda y Panamá

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 105	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 106	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 107	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

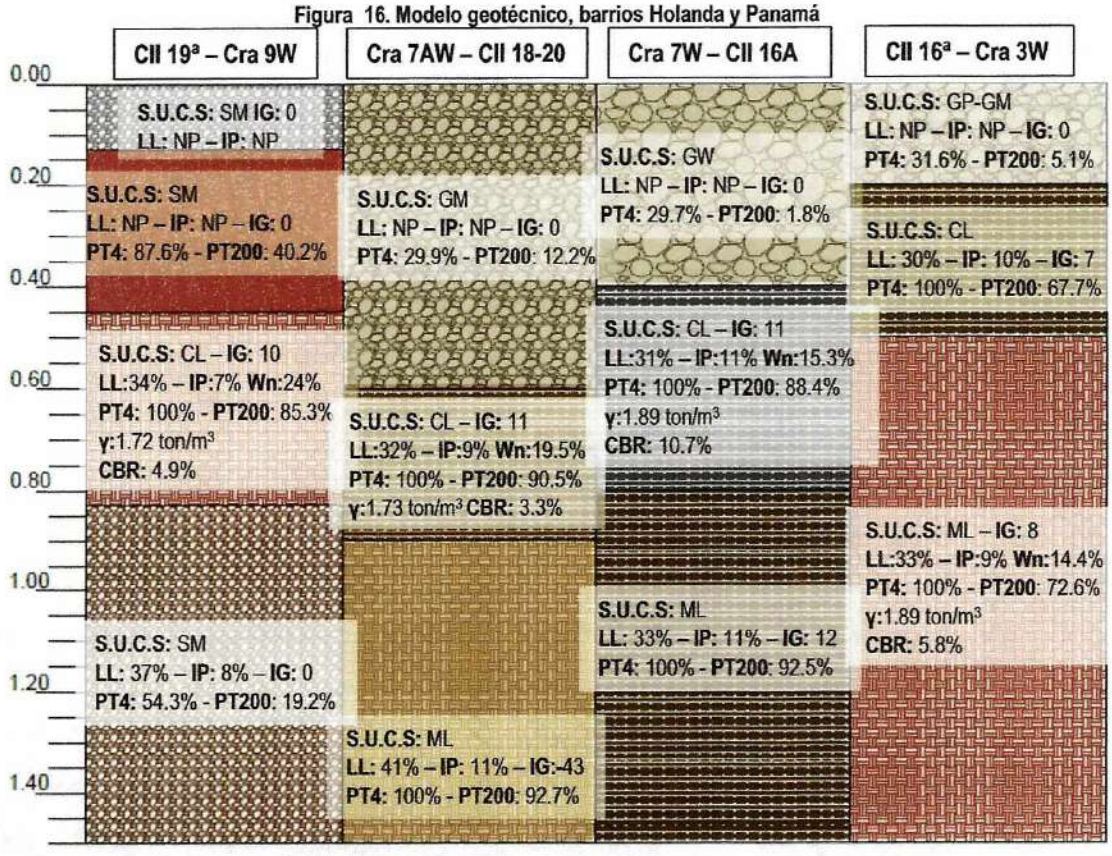
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE 108	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

5.2.1.3 Modelo geotécnico (barrios Holanda y República de Panamá)

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio.

Figura 16. Modelo geotécnico, barrios Holanda y Panamá



No se evidenció nivel freático

5.2.1.4 Descripción de la subrasante (barrios Holanda y Panamá)

En la calle 19ª con carrera 9W, sitio donde se realizó el apique 105, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.13 m, color gris, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, seguido por material granular tipo arena color rojizo, con espesor de 0.30 m, el cual no presentó plasticidad y clasificó como SM, posteriormente, se encontró material de grano fino tipo limo color gris con vetas rojizas, con índice de plasticidad de 7% y límite líquido de 34%, con un espesor de 0.47 m; finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material granular tipo arena color café oscuro, con índice de plasticidad de 8% y límite líquido de 37%, el cual clasificó según el S.U.C.S como SM.

En la carrera 7AW entre calles 18-20, sitio donde se realizó el apique 106, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.56 m, color café con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GM, luego,

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogota - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

hasta 0.90 m se encontró material de grano fino tipo arcilla color marrón, índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 32%, el cual clasificó según el S.U.C.S como CL, posteriormente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo limo color café claro, con índice de plasticidad de 11% y límite líquido de 41%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue ML.

En la carrera 7W con calle 16a, sitio donde se realizó el apique 107, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.40 m, color marrón con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GW, luego, hasta 0.80 m se encontró material de grano fino tipo arcilla color gris, con índice de plasticidad de 11% y límite líquido de 31%, el cual clasificó según el S.U.C.S como CL, posteriormente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo arcilla color marrón con vetas grises, con índice de plasticidad de 11% y límite líquido de 33%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue CL.

En la calle 16ª con carrera 3W, sitio donde se realizó el apique 108, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.20 m, color marrón con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GP-GM, luego, hasta 0.50 m se encontró material de grano fino tipo arcilla color marrón, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 30%, el cual clasificó según el S.U.C.S como CL, finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo limo color gris con vetas rojizas, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 33%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue ML.

5.2.1.5 Expansividad (barrios Holanda y Panamá)

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 22. Evaluación de expansividad para los barrios Holanda y Panamá

	Apique 105	Apique 106	Apique 107	Apique 108
Límite líquido [%]	34.00	32.00	31.00	33.00
Índice de plasticidad [%]	7.00	9.00	11.00	9.00
Potencial de expansión	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Expansión libre [%]	0.06	0.02	0.08	0.06

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.

Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en cada apique, los cuales se muestran a continuación,

Tabla 23. Valores de presión de expansión para los barrios Holanda y Panamá

	Apique 105	Apique 106	Apique 107	Apique 108
Límite líquido [%]	34.00	32.00	31.00	33.00
Humedad natural [%]	24.01	19.48	15.26	14.40
Densidad seca [t/m³]	1.39	1.45	1.64	1.65
Presión de expansión [kN/m²]	6.089	6.687	8.964	9.116

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Espesor de relleno [m]	0.326	0.358	0.479	0.487

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 6.089 – 9.116 kN/m², se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con espesores de 0.35 m y 0.50 m en los barrios Holanda y Panamá, respectivamente, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

5.2.1.6 Suelos colapsables (barrios Holanda y Panamá)

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en los tramos intervenidos en el barrio Holanda.

Tabla 24. Revisión de suelos colapsables (barrios Holanda y Panamá)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
105	16,85	24,01	13,59	2,70	34,00	13,81	Colapsable
106	16,97	19,48	14,20	2,80	32,00	14,49	Colapsable
107	18,53	15,26	16,07	2,80	31,00	14,70	Estable
108	18,57	14,40	16,23	2,70	33,00	14,01	Estable

5.2.1.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Holanda y Panamá)

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión,

Tabla 25. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Holanda y Panamá)

APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft³)			CBR (%)	
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
A105	CBR 105	24.01	43.20	86.5	107.2	123.8	12.7	4.9
A106	CBR 106	19.48	26.64	90.3	107.9	114.4	8.4	3.3
A107	CBR 107	15.26	25.28	102.2	117.8	128.1	12.7	10.7
A108	CBR 108	14.40	27.14	103.3	118.1	131.3	10.7	5.8

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, en los tramos correspondientes al barrio Holanda, como CBR de diseño se seleccionó el valor promedio en la condición sumergida, el cual fue de 4.1%. Por su parte, para el barrio Panamá el valor seleccionado fue 8%.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.2.2 Comuna 5, Barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

5.2.2.1 Perfiles estratigráficos (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cinco perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido.

APIQUE No 109

Tabla 26. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 109

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
2/08/2024	109	CRA 9A - CLL 23-24	0.00-0.50		ARENA LIMOSA COLOR MARRÓN - RELLENO			83,4	74,8	43,6	30,8	0	0	NP	0	A-2-4	SM						
B\ CHUCHURUBÍ			0.50-0.68		ARENA LIMOSA COLOR GRIS			88,8	81,1	52,8	38,2	0	0	NP	1	A-4	SM						
			0.68-1.30		LIMO DE ALTA PLASTICIDAD COLO MARRÓN	24,56	31,12	100	99,2	95,1	91,9	53	36	17	-5	A-7-5	MH	95,3	118,7	124,9	4,0	2,7	0,02

NAF: 1.20 m

APIQUE No 110

Tabla 27. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 110

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
2/08/2024	110	CRA 10 - CLL 22C	0.00-0.36		GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS - MAT. RELLENO +			49,9	38,6	18,7	11,9	0	0	NP	0	A-1-a	GP-GM						
B\ CHAMBACÚ			0.36-0.70		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN CON VETAS ROJIZAS	18,63	20,83	99,4	95,7	90,0	81,7	37	28	9	9	A-4	ML	104,9	124,4	126,7	15,1	4,4	0,06
			0.70-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ			100	99,7	98,8	95,3	35	20	15	15	A-6	CL						

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

CONVIAL | IAS ACCREDITED STAREGISTER | MJS | Ingeniería Vial

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA
NIT 901847594-7

APIQUE No 111

Tabla 28. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 111

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	
2/08/2024	111	CLL 18 - CRA 88-9	0.00-0.45		ARENA LIMOSA POBREMENTE GRADADA COLOR GRIS Y MARRÓN - PRESENCIA DE			76,7	64,1	23,0	10,6	0	0	NP	0	A-1-b	SP-SM						
B\ BALBOA			0.45-0.65		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN			94,8	90,1	70,5	55,0	38	20	18	7	A-4	CL						
			0.65-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS	20,58	26,32	97,3	92,1	77,9	62,1	39	29	10	5	A-4	ML	94,5	114,0	119,4	4,9	3,6	0,04

APIQUE No 112

Tabla 29. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 112

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	
2/08/2024	112	CLL 17A - CRA 88-9	0.00-0.20		ARENA LIMOSA BIEN GRADADA COLOR GRIS - PRESENCIA DE RESIDUOS			67,1	54,2	25,4	8,7	0	0	NP	0	A-1-b	SW-SM						
			0.20-0.50		ARENA LIMOSA COLOR MARRÓN - PRESENCIA DE SOBRETAMAÑOS			54,1	46,6	22,2	15,5	0	0	NP	0	A-1-b	SM						
B\ BALBOA			0.50-0.90		GRAVA LIMOSA COLOR MARRÓN CLARO - RELLENO + ESCOMBRO			28,8	22,8	15,6	12,5	0	0	NP	0	A-1-a	GM						
			0.90-1.30		LIMO DE ALTA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN CON VETAS ROJAS	20,05	27,65	100	100	99,9	98,7	54	38	16	-3	A-7-5	MH	98,4	118,2	125,7	12,9	4,0	0,04

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 113

Tabla 30. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 113

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
2/08/2024	113	CRA 8C - CLL 14-15	0.00-0.60		GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA COLOR HABANO - PRESENCIA DE			27,4	21,5	13,1	9,5	0	0	NP	0	A-1-a	GP-GM						
B\ LACHARME			0.60-0.90		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR ROJIZO CON VETAS GRISES - PRESENCIA DE			100	98,9	96,7	93,9	30	21	9	12	A-4	CL						
			0.90-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN CON VETAS GRISES	29,73	43,53	100	97,9	94,7	81,5	32	22	10	9	A-4	CL	85,2	110,5	122,3	11,6	5,8	0,08

5.2.2.2 Nivel freático (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

Se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias a las siguientes profundidades,

Tabla 31. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 109	1.20 m	1.16 m
APIQUE 110	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 111	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 112	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 113	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

5.2.2.3 Modelo geotécnico (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio (ver figura 17).

5.2.2.4 Descripción de la subrasante (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

En la carrera 9ª entre calles 23-24, sitio donde se realizó el apique 109, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.50 m, color marrón, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, seguido por material granular tipo arena color gris, con espesor de 0.18 m, el cual no presentó plasticidad y clasificó como SM, finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo limo color marrón, con índice de plasticidad de 17% y límite líquido de 53%, el cual clasificó según el S.U.C.S como MH.

En la carrera 10 con calle 22c, sitio donde se realizó el apique 110, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.36 m, color gris con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GP-GM, luego, hasta 0.70 m

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogota - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

se encontró material de grano fino tipo limo color marrón con vetas rojizas, índice de plasticidad de 18% y límite líquido de 38%, el cual clasificó según el S.U.C.S como CL, posteriormente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo limo color gris, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 39%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue ML.

En la calle 18 con carrera 8b-9, sitio donde se realizó el apique 111, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.45 m, color gris y marrón con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SP-SM, luego, hasta 0.65 m se encontró material de grano fino tipo arcilla color marrón, con índice de plasticidad de 18% y límite líquido de 38%, el cual clasificó según el S.U.C.S como CL, posteriormente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo limo color gris, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 39%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue ML.

En la calle 17ª entre carreras 8b-9, sitio donde se realizó el apique 112, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.20 m, color gris con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SW-SM, seguido por material granular tipo arena color marrón con sobre tamaños, con un espesor de 0.30 m, el cual no presentó plasticidad y clasificó como SM, posteriormente, con un espesor de 0.40 m, se encontró material granular tipo grava color marrón claro, con presencia de escombros, el cual no presentó plasticidad y clasificó como GM, finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino color marrón con vetas grises, que según el S.U.C.S clasificó como MH, con índice de plasticidad de 16% y límite líquido de 54%

En la carrera 8c entre calles 14-15, sitio donde se realizó el apique 113, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.60 m, color habano con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GP-GM, luego, hasta 0.90 m se encontró material granular tipo arcilla color rojizo con vetas grises, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 30%, el cual clasificó según el S.U.C.S como CL, finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo arcilla color marrón con vetas grises, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 32%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue CL.

5.2.2.5 Expansividad (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 32. Evaluación de expansividad para los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

	Apique 109	Apique 110	Apique 111	Apique 112	Apique 113
Límite líquido [%]	53.00	37.00	39.00	54.00	32.00
Índice de plasticidad [%]	17.00	9.00	10.00	16.00	10.00
Potencial de expansión	Alto	Bajo	Bajo	Alto	Bajo
Expansión libre [%]	0.02	0.06	0.04	0.04	0.08

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material de los apiques 109 y 112 presentan una posibilidad de expansión alta, por su parte, los apiques 110, 111 y 113 presentan expansión baja.

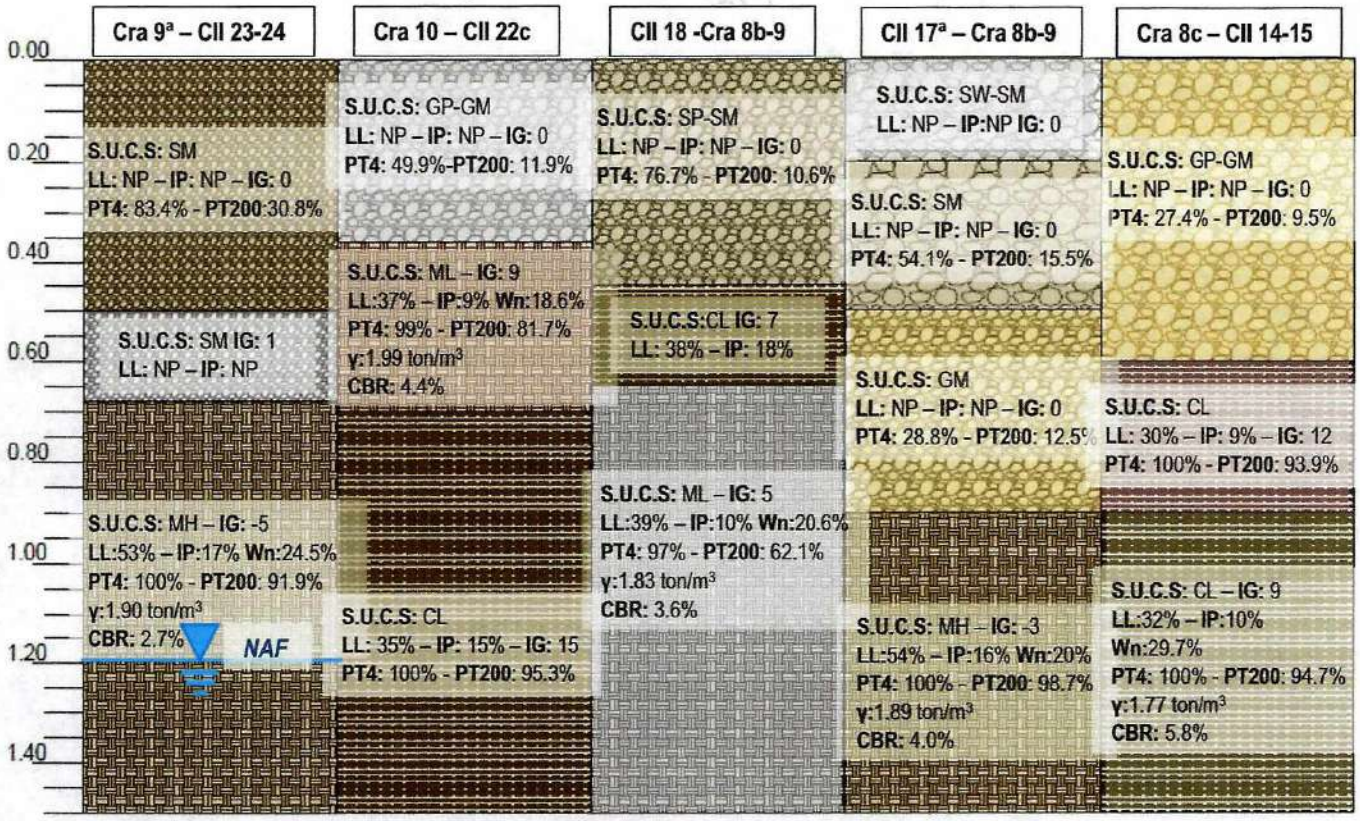
Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en cada apique, los cuales se muestran a continuación,

Tabla 33. Valores de presión de expansión para los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

	Apique 109	Apique 110	Apique 111	Apique 112	Apique 113
Límite líquido [%]	53.00	37.00	39.00	54.00	32.00
Humedad natural [%]	24.56	18.63	20.58	20.05	29.73
Densidad seca [t/m³]	1.53	1.68	1.51	1.58	1.37
Presión de expansión [kN/m²]	7.611	9.538	7.350	8.244	5.878
Espesor de relleno [m]	0.407	0.510	0.393	0.441	0.314

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 5.878 – 9.538 kN/m2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.40 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

Figura 17. Modelo geotécnico, barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme



Se evidenció nivel freático en el apique 109 a 1.20 m de profundidad

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogota - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.2.2.6 Suelos colapsables (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en la carrera 8c entre calles 14-15.

Tabla 34. Revisión de suelos colapsables (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
109	18,66	24,56	14,98	2,70	53,00	10,90	Estable
110	19,56	18,63	16,49	2,70	37,00	13,25	Estable
111	17,92	20,58	14,86	2,70	39,00	12,90	Estable
112	18,58	20,05	15,48	2,70	54,00	10,78	Estable
113	17,38	29,73	13,39	2,80	32,00	14,49	Colapsable

5.2.2.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión,

Tabla 35. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme)

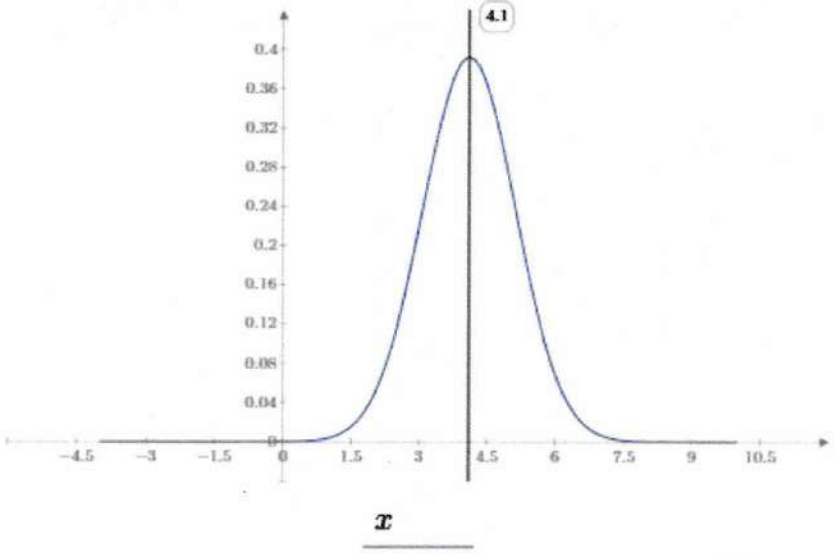
APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft³)			CBR (%)	
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
A109	CBR 109	24.56	31.12	95.3	118.7	124.9	4.0	2.7
A110	CBR 110	18.63	20.83	104.9	124.4	126.7	15.1	4.4
A111	CBR 111	20.58	26.32	94.5	114.0	119.4	4.9	3.6
A112	CBR 112	20.05	27.65	98.4	118.2	125.7	12.9	4.0
A113	CBR 113	29.73	43.53	85.2	110.5	122.3	11.6	5.8

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 4.1%. A continuación, se muestra la gráfica de distribución normal para los valores de CBR sumergido.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 18. Distribución normal para valores de CBR de diseño para los barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme



5.2.3 Comuna 5, Barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina

5.2.3.1 Perfiles estratigráficos (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cinco perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido,

APIQUE No 114

Tabla 36. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 114

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]			C.B.R.				
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
2/08/2024	114	CRA 11 - CLL16-CLL16A	0.00-0.42		GRAVA LIMOSA BIEN GRADADA COLOR GRIS - PRESENCIA DE RESIDUOS			42,4	24,7	13,8	5,2	0	0	NP	0	A-1-a	GW-GM								
			0.42-0.64		ARENA ARCILLOSA COLOR GRIS CON VETAS MARRÓN			84,3	75,1	63,9	49,7	28	19	9	3	A-4	SC								
B\ LA VICTORIA			0.64-1.10		ARENA LIMOSA COLOR GRIS - ESCOMBROS		9,97	84,3	54,7	43,1	26,9	37	28	9	0	A-2-4	SM				125,8			20%	
			1.10-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS OSCURO			99,9	99,3	98,1	91,3	41	32	9	-42	A-5	ML								

NAF: 1.22 m

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 136

Tabla 37. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 136

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
14/08/2024 B\ RISARALDA	136	CLL 14 ENTRE CRA9-CRA12	0.00-0.80		ARENA LIMOSA COLOR GRIS			54,5	47,9	35,0	30,4	0	0	NP	0	A-2-4	SM								
			0.80-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS OSCURO	14,77	20,40	87,3	73,9	62,5	59,5	38	29	9	5	A-4	ML	99,6	114,3	119,9		9,3	5,3		0,10

NAF: 1.25 m

APIQUE No 135

Tabla 38. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 135

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
14/08/2024 B\ 14 DE JULIO	135	CLL 15A ENTRE CRA13-CRA14	0.00-0.70		ARENA LIMOSA COLOR MARRÓN			62,1	47,5	34,6	28,5	0	0	NP	0	A-2-4	SM								
			0.70-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CON VETAS GRISES	15,74	22,20	100	98,5	95,7	90,0	34	22	12	12	A-4	CL	97,6	113,0	119,3		10,7	4,9		0,12

APIQUE No 115

Tabla 39. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 115

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
2/08/2024 B\ RISARALDA	115	CLL 15 ENTRE AV. CRNVLR - CLL15	0.00-0.80		ARENA LIMOSA COLOR GRIS - PRESENCIA DE RESIDUOS URBANOS		10,46	56,3	41,6	28,6	17,6	0	0	NP	0	A-1-b	SM				134,7			30%	
			0.80-0.97		ARENA ARCILLOSA COLOR MARRÓN Y GRIS			66,6	54,3	49,3	45,0	25	16	9	2	A-4	SC								
			0.97-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS OSCURO			95,9	92,3	87,9	69,3	27	17	10	7	A-4	CL								

NAF: 1.10 m

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 134

Tabla 40. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 134

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
14/08/2024	134	CRA 14B ENTRE CLL 13-CLL15A	0.00-0.50		ARENA LIMOSA COLOR MARRÓN CLARO			65,6	57,0	47,6	37,3	0	0	NP	0	A-4	SM								
B\ URBINA			0.50-0.80		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CON VETAS GRISES	13,53	17,66	100	100	96,9	88,9	35	22	13	12	A-6	CL	101,3	115,0	119,2		10,7	5,8		0,08
			0.80-1.30		LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS			100	96,5	88,3	83,7	26	20	6	10	A-4	ML-CL								

5.2.3.2 Nivel freático (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

Se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias a las siguientes profundidades.

Tabla 41. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 114	1.22 m	1.18 m
APIQUE 136	1.25 m	1.24 m
APIQUE 135	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 115	1.10 m	1.08 m
APIQUE 134	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

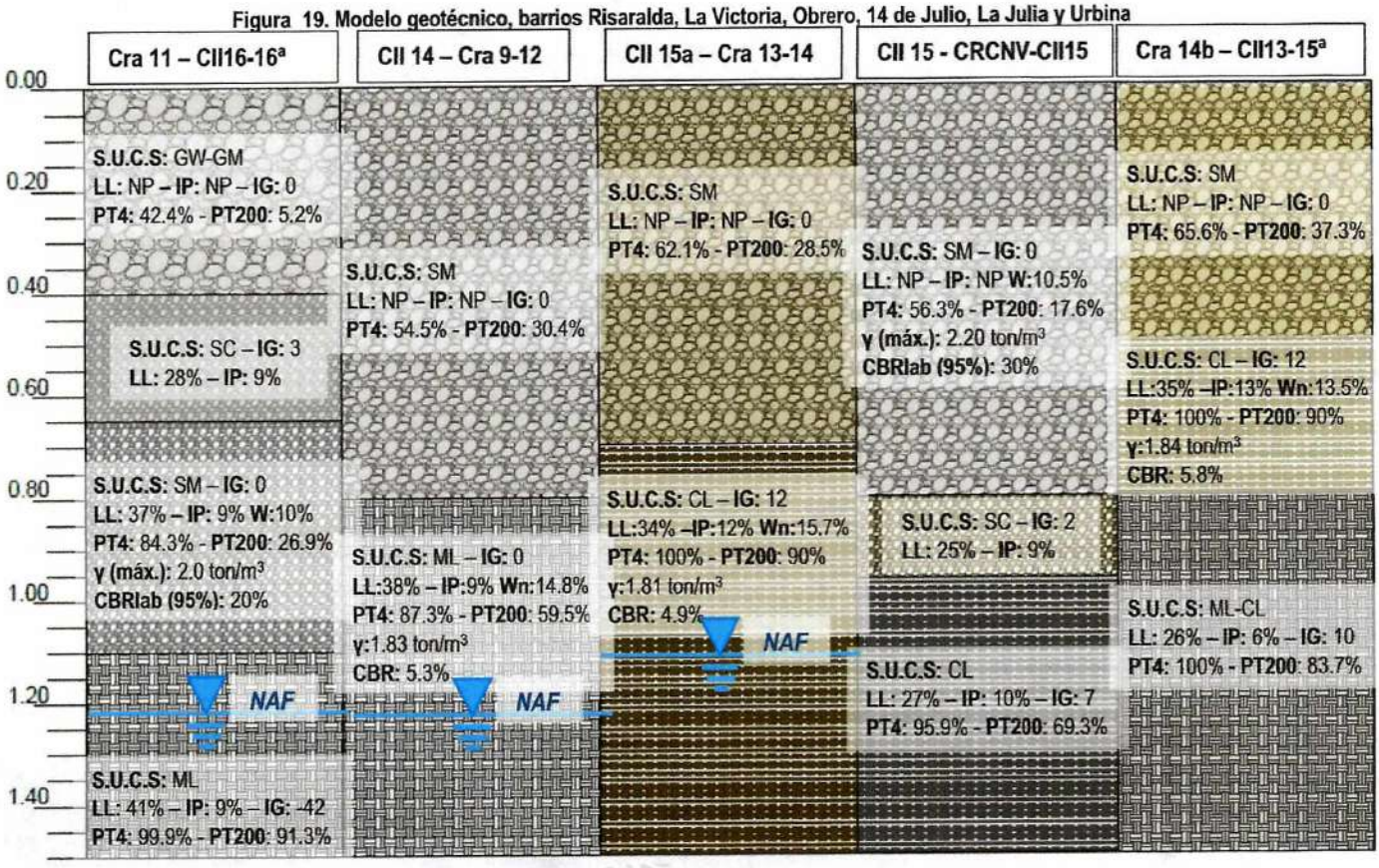
5.2.3.3 Modelo geotécnico (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio. (ver figura 19)

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 19. Modelo geotécnico, barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina



Se evidenció nivel freático

5.2.3.4 Descripción de la subrasante (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

En la carrera 11 entre calles 16-16a, sitio donde se realizó el apique 114, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.42 m, color gris con presencia de residuos urbanos, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GW-GM, posteriormente, hasta 0.64 m de profundidad se encontró material granular tipo arena color gris con vetas marrón, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 28%, seguido por material granular tipo arena color gris, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 37%, finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo limo como gris oscuro con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 41%.

En la calle 14 entre carreras 9 – 12, sitio donde se realizó el apique 136, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.80 m, color gris, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, hasta la profundidad explorada se encontró material fino tipo limo color gris oscuro, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 38%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue ML.

En la calle 15ª entre carreras 13 – 14, sitio donde se realizó el apique 135, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.70 m, color marrón, el cual, según el sistema

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, hasta la profundidad explorada se encontró material fino tipo arcilla color café con vetas grises, con índice de plasticidad de 12% y límite líquido de 34%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue CL.

En la calle 15 entre avenida circunvalar con calle 15, sitio donde se realizó el apique 115, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.80 m, color gris, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, seguido por material granular tipo arena hasta 0.97 m, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 25%, finalmente hasta la profundidad explorada se encontró material fino tipo arcilla color gris oscuro, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 27%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue CL.

En la carrera 14b entre calle 13 – 15ª, sitio donde se realizó el apique 134, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor de 0.50 m, color marrón claro, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, seguido por material fino tipo arcilla hasta 0.80 m, con índice de plasticidad de 13% y límite líquido de 35%, finalmente hasta la profundidad explorada se encontró material fino tipo limo-arcilla color gris, con índice de plasticidad de 6% y límite líquido de 26%, cuya clasificación según el S.U.C.S fue ML-CL

5.2.3.5 Expansividad (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 42. Evaluación de expansividad para los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina

	Apique 114	Apique 136	Apique 135	Apique 115	Apique 134
Límite líquido [%]	37.00	38.00	34.00	25.00	35.00
Índice de plasticidad [%]	9.00	9.00	12.00	9.00	13.00
Potencial de expansión	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Expansión libre [%]	-	0.10	0.12	-	0.08

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.

Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en los apiques 136, 135 y 134, como se muestra a continuación,

Tabla 43. Valores de presión de expansión para los barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina

	Apique 136	Apique 135	Apique 134
Límite líquido [%]	38.00	34.00	35.00
Humedad natural [%]	14.77	15.74	13.53
Densidad seca [t/m³]	1.60	1.56	1.62
Presión de expansión [kN/m²]	8.46	7.94	8.72
Espesor de relleno [m]	0.45	0.43	0.47

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 7.94 – 8.46 kN/m², se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.45 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

5.2.3.6 Suelos colapsables (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que no hay presencia de suelos colapsables.

Tabla 44. Revisión de suelos colapsables (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
136	17,97	14,77	15,66	2,80	38,00	13,31	Estable
135	17,77	15,74	15,35	2,70	34,00	13,81	Estable
134	18,08	13,53	15,92	2,75	35,00	13,75	Estable

5.2.3.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina)

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión, así mismo los valores de CBR compactado en laboratorio con material de relleno del sitio para un porcentaje del 95%.

Tabla 45. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Santander y Pastrana Borrero)

APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft³)				CBR (%)		
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)
A114	CBR 114	-	9.97	-	-	-	125.8	-	-	20.00
A136	CBR 136	14.77	20.40	99.6	114.3	119.9	-	9.3	5.3	-
A135	CBR 135	15.74	22.20	97.6	113.0	119.3	-	10.7	4.9	-
A115	CBR 115	-	10.46	-	-	-	134.7	-	-	30.00
A134	CBR 134	13.53	17.66	101.3	115.0	119.2	-	10.7	5.8	-

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, se escogió como CBR de diseño el valor promedio en condición sumergida, 5.3%. En las zonas donde se encontró relleno en material granular hasta más de 0.70 m de profundidad, es decir en la carrera 11 entre calles 16 – 16ª y la calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15, si una vez realizados los cortes indicados en el diseño geométrico de la vía, se estima que acorde al perfil estratigráfico, el espesor del relleno existente es mínimo 0.20 m, se recomienda que sea utilizado como mejoramiento en la estructura de pavimento, puesto que al realizar el CBR de laboratorio del mismo se obtuvieron valores entre 20% - 30% para un porcentaje de compactación del 95%.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.2.4 Comuna 4, Barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de septiembre, Los Araújos

5.2.4.1 Perfiles estratigráficos (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cuatro perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido

APIQUE No 116

Tabla 46. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 116

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	116	CRA 8g - CLL 4	0.00-0.50		ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ - PRESENCIA DE RESIDUOS Y ESCOMBROS			67,5	54,4	33,9	25,6	0	0	NP	0	A-2-4	SM						
B\ PABLO VI			0.50-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO CON VETAS GRISES Y BOLIZAS	16,55	21,32	100	95,2	92,3	81,3	33	24	9	9	A-4	ML	87,7	102,3	106,5	13,3	8,0	0,04

APIQUE No 117

Tabla 47. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 117

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	117	CRA 8g - CLL 1	0.00-0.70		GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA CAFÉ - MAT. RELLENO + ESCOMBROS			40,2	28,7	10,7	7,0	0	0	NP	0	A-1-a	GP-GM						
B\ ALFONSO LÓPEZ - VILLA MARGARITA			0.70-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR GRIS	18,22	28,96	99	97	92,4	79,5	36	26	10	9	A-4	ML	93,5	110,5	120,6	12,7	7,6	0,06

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 118

Tabla 48. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 118

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	
9/08/2024	118	CRA 8g - CLL 3a SUR	0.00-0.60		GRAVA LIMOSA BIEN GRADADA CAFÉ - RELLENO + ESCOMBROS			42,4	22,1	15,7	6,1	0	0	NP	0	A-1-a	GW-GM						
B\ 2 DE SEPTIEMBRE			0.60-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO	15,48	22,19	90	78,9	70,5	63,1	29	18	11	6	A-4	CL	90,0	103,9	109,9	11,3	8,0	0,06

APIQUE No 119

Tabla 49. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 119

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	
9/08/2024	119	CRA 8g - CRA 9	0.00-0.35		GRAVA BIEN GRADADA COLOR ROJIZO			28,6	22,9	4,3	0,0	0	0	NP	0	A-1-a	GW						
B\ LOS ARAUJOS			0.35-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ			100	99,3	96,1	85,2	34	22	12	11	A-6	CL						

5.2.4.2 *Nivel freático (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)*

No se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias hasta la profundidad alcanzada.

Tabla 50. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos

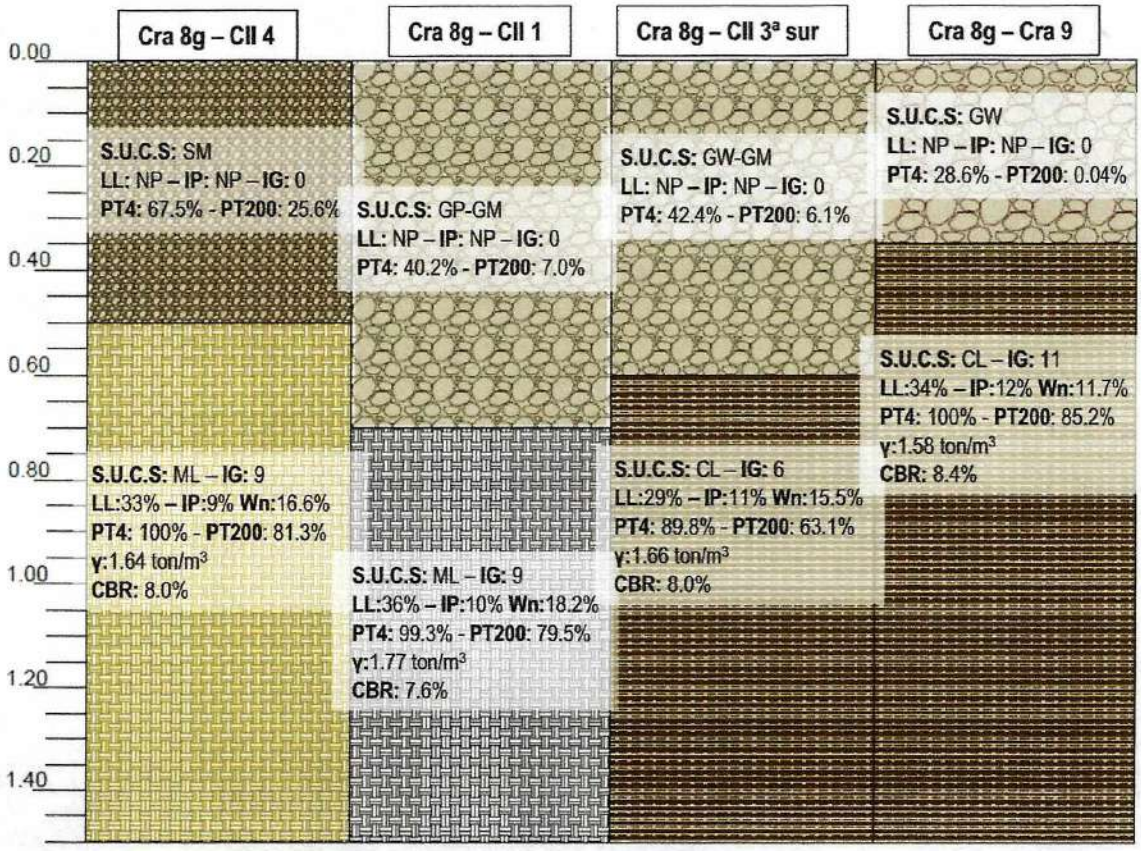
PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 116	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 117	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 118	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 119	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5.2.4.3 Modelo geotécnico (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio.

Figura 20. Modelo geotécnico, barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos



No se evidenció nivel freático

5.2.4.4 Descripción de la subrasante (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

En la carrera 8g con calle 4, sitio donde se realizó el apique 116, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo arena color café de 0.50 m de espesor con presencia de residuos urbanos y escombros, el cual no presentó plasticidad y clasificó según el S.U.C.S como SM, seguidamente, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo limo color café con vetas grises y rojizas, que según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como ML, con índice de plasticidad de 9% y límite líquido de 33%.

En la carrera 8g con calle 11, sitio donde se realizó el apique 117, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo grava color café de 0.70 m de espesor con presencia de escombros, el cual no presentó plasticidad y clasificó según el S.U.C.S como GP-GM, seguidamente, hasta la profundidad

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

explorada se encontró material de grano fino tipo limo color gris, que según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como ML, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 36%.

En la carrera 8g con calle 3ª sur, sitio donde se realizó el apique 118, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo grava color café de 0.60 m de espesor con presencia de escombros, el cual no presentó plasticidad y clasificó según el S.U.C.S como GW-GM, seguidamente, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo arcilla color café claro, que según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como CL, con índice de plasticidad de 11% y límite líquido de 29%.

En la carrera 8g con transversal 9, sitio donde se realizó el apique 119, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo grava color rojizo de 0.35 m de espesor, el cual no presentó plasticidad y clasificó según el S.U.C.S como GW, seguidamente, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo arcilla color café, que según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como CL, con índice de plasticidad de 12% y límite líquido de 34%.

5.2.4.5 *Expansividad (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)*

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 51. Evaluación de expansividad para los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos

	Apique 116	Apique 117	Apique 118	Apique 119
Límite líquido [%]	33.00	36.00	29.00	34.00
Índice de plasticidad [%]	9.00	10.00	11.00	12.00
Potencial de expansión	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Expansión libre [%]	0.04	0.06	0.06	0.04

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.

Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en cada apique, los cuales se muestran a continuación,

Tabla 52. Valores de presión de expansión para los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos

	Apique 116	Apique 117	Apique 118	Apique 119
Límite líquido [%]	33.00	36.00	29.00	34.00
Humedad natural [%]	16.55	18.22	15.48	11.66
Densidad seca [t/m³]	1.41	1.50	1.44	1.42
Presión de expansión [kN/m²]	6.304	7.239	6.592	6.424
Espesor de relleno [m]	0.337	0.387	0.353	0.344

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 6.304 – 7.239 kN/m², se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.35 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

5.2.4.6 Suelos colapsables (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables.

Tabla 53. Revisión de suelos colapsables (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
116	16,08	16,55	13,80	2,70	33,00	14,01	Colapsable
117	17,38	18,22	14,70	2,70	36,00	13,43	Estable
118	16,33	15,48	14,14	2,80	29,00	15,16	Colapsable
119	15,51	11,66	13,89	2,80	34,00	14,07	Colapsable

5.2.4.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos))

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión,

Tabla 54. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos)

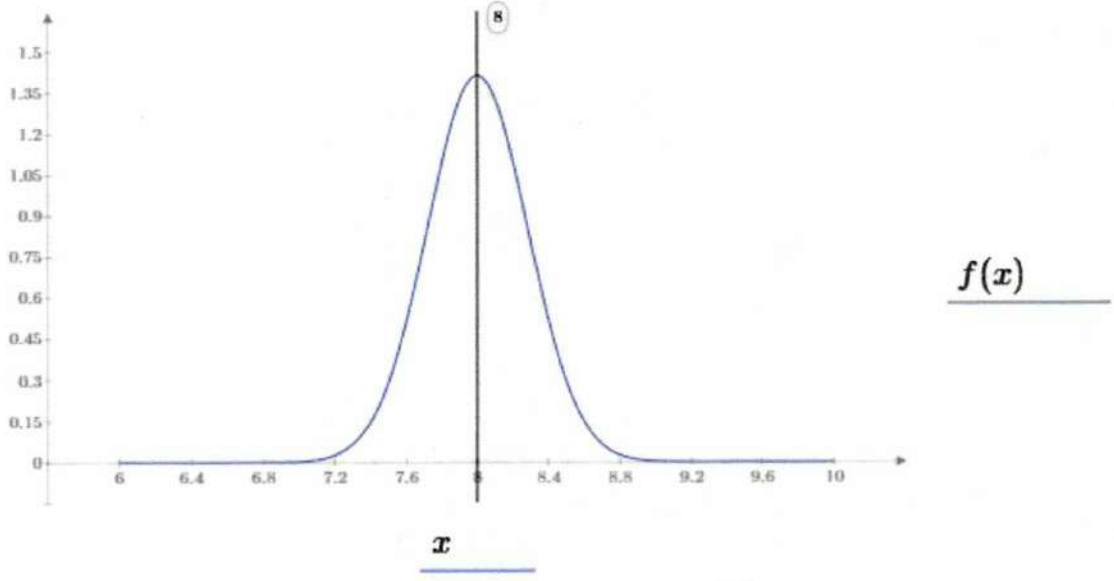
APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft³)			CBR (%)	
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
A116	CBR 116	16.55	21.32	87.7	102.3	106.5	13.3	8.0
A117	CBR 117	18.22	28.96	93.5	110.5	120.6	12.7	7.6
A118	CBR 118	15.48	22.19	90.0	103.9	109.9	11.3	8.0
A119	CBR 119	11.66	30.98	83.3	98.6	115.7	15.3	8.4

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 8.0%. A continuación, se muestra la gráfica de distribución normal para los valores de CBR sumergido,

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 21. Distribución normal para valores de CBR de diseño para los barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de Septiembre, Los Araujos



5.2.5 Comuna 4, Barrios Villa Melissa y Los Robles

5.2.5.1 Perfiles estratigráficos (barrios Villa Melissa y Los Robles)

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cinco perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido.

APIQUE No 120

Tabla 55. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 120

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	120	DOBLE CALZADA - CRA12a	0.00-0.90		ARENA BIEN GRADADA COLOR CAFÉ + ESCOMBROS		6,94	51,6	35,8	12,6	3,9	0	0	NP	0	A-1-a	SW				128,9			25%	
B\ VILLA MELISSA			0.90-1.20		ARENA ARCILLOSA BIEN GRADADA COLOR CAFÉ OSCURO			65,8	49,9	22,9	8,2	30	19	11	0	A-2-6	SW-SC								

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 121

Tabla 56. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 121

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	121	DOBLE CALZADA - CRA 14-14a	0.00-0.50		GRAVA LIMOSA CAFÉ CLARO + ESCOMBROS			33,8	28,9	24,1	17,4	0	0	NP	0	A-1-b	GM								
B\ VILLA MELISSA			0.50-1.00		ARENA LIMOSA COLOR NEGRO		7,90	54,7	43,5	33,5	28,8	0	0	NP	0	A-2-4	SM				129,4			24%	

APIQUE No 133

Tabla 57. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 133

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
14/08/2024	133	DOBLE CALZADA - CRA 18-CLL5a sur	0.00-0.70		GRAVA LIMOSA BIEN GRADADA - PRESENCIA DE RESIDUOS URBANOS			44,0	26,2	10,1	5,6	0	0	NP	0	A-1-a	GW-GM								
B\ VILLA MELISSA			0.70-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ	18,54	27,16	97,7	94,3	86,4	69,3	36	24	12	8	A-2-4	CL	85,8	101,8	109,2		9,3	7,3		0,10

APIQUE No 122

Tabla 58. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 122

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	122	DOBLE CALZADA - CRA 23	0.00-0.70		GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA - PRESENCIA DE ESCOMBROS			18,6	13,1	9,3	6,8	0	0	NP	0	A-1-a	GP-GM								
B\ VILLA MELISSA			0.70-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ PSCURO	21,23	29,44	99,2	97,9	94,8	85,9	39	29	10	10	A-4	ML	85,8	104,0	111,0		9,8	7,6		0,10

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 124

Tabla 59. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 124

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROF. [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
9/08/2024	124	DOBLE CALZADA - CRA 25B-26a	0.00-0.50		ARENA LIMOSA COLOR MARRÓN CLARO			74,6	64,4	27,4	12,1	0	0	NP	0	A-1-b	SM								
B\ LOS ROBLES			0.50-0.70		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO			100	98,5	96,2	89,0	38	26	12	12	A-6	ML								
			0.70-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO CON VETAS GRISES	22,39	31,92	100	100	85,8	82,2	42	24	18	-29	A-7-6	CL	83,4	102,1	110,1		10,7	6,7		0,14

5.2.5.2 *Nivel freático (barrios Villa Melissa y Los Robles)*

No se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias hasta la profundidad alcanzada.

Tabla 60. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrios Villa Melissa y Los Robles

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 120	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 121	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 133	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 122	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 124	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

5.2.5.3 *Modelo geotécnico (barrios Villa Melissa y Los Robles)*

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio. (ver figura 22).

5.2.5.4 *Descripción de la subrasante (barrios Villa Melissa y Los Robles)*

En la doble calzada del barrio Villa Melissa con carrera 12ª, sitio donde se realizó el apique 120, se evidenció capa de rodadura en material granular color café con presencia de escombros de 0.90 m de espesor, el cual no presentó plasticidad y según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SW, posteriormente, hasta la profundidad explorada se encontró material granular tipo arena color café oscuro, que no presentó plasticidad y según el S.U.C.S clasificó como SW-SC.

En la doble calzada del barrio Villa Melissa con carrera 14 – 14ª, sitio donde se realizó el apique 121, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo grava color café claro con presencia de escombros de 0.50 m de espesor, el cual no presentó plasticidad y según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GM, posteriormente, hasta la profundidad explorada se

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

encontró material granular tipo arena color negro, que no presentó plasticidad y según el S.U.C.S clasificó como SM.

En la doble calzada del barrio Villa Melissa con carrera 18 – Cll 5ª sur, sitio donde se realizó el apique 133, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo grava color café, con presencia de residuos urbanos, de 0.70 m de espesor, el cual no presentó plasticidad y según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GW-GM, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo arcilla color café, con índice de plasticidad de 12% y límite líquido de 36%, que clasificó según el S.U.C.S como CL.

En la doble calzada del barrio Villa Melissa con carrera 23, sitio donde se realizó el apique 122, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo grava color café, con presencia de escombros, de 0.70 m de espesor, el cual no presentó plasticidad y según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como GP-GM, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo limo color café oscuro, con índice de plasticidad de 10% y límite líquido de 39%, que clasificó según el S.U.C.S como ML.

En la doble calzada del barrio Villa Melissa entre carrera 25B – 26ª, sitio donde se realizó el apique 124, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo arena, color marrón claro, hasta 0.50 m de profundidad, el cual no presentó plasticidad y clasificó según el S.U.C.S como SM, seguido por material cohesivo tipo limo color café oscuro, con índice de plasticidad de 12% y límite líquido de 38%, cuya clasificación fue ML, finalmente, hasta la profundidad explorada se encontró material cohesivo tipo arcilla color café claro con vetas grises, con índice de plasticidad de 18% y límite líquido de 42%, que clasificó según el S.U.C.S como CL.

5.2.5.5 Expansividad (barrios Villa Melissa y Los Robles)

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 61. Evaluación de expansividad para los barrios Villa Melissa y Los Robles

	Apique 120	Apique 121	Apique 133	Apique 122	Apique 124
Límite líquido [%]	NL	NL	36.00	39.00	38.00
Índice de plasticidad [%]	NP	NP	12.00	10.00	12.00
Potencial de expansión	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Expansión libre [%]	-	-	0.10	0.10	0.14

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.

Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en cada apique, los cuales se muestran a continuación,

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

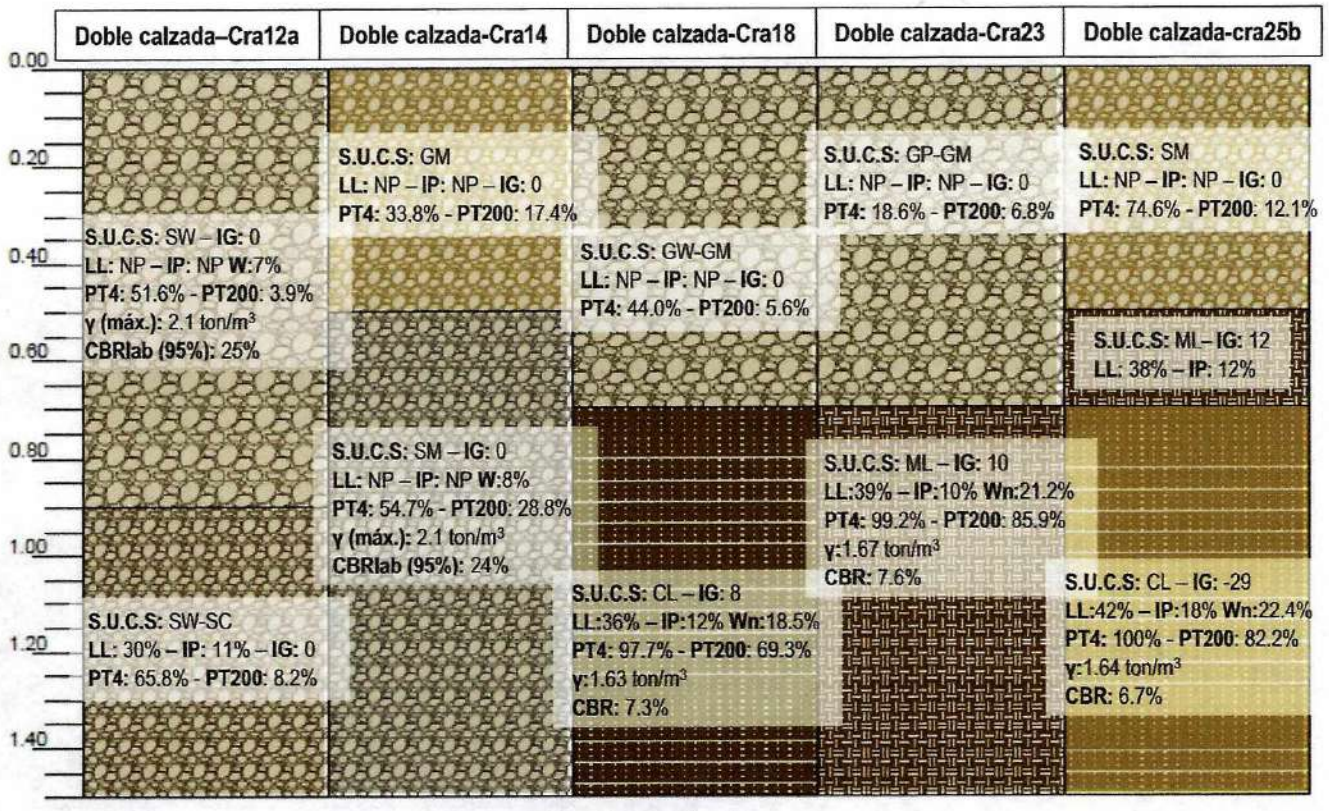
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 62. Valores de presión de expansión para el barrio Villa Melissa y Los Robles

	Apique 120	Apique 121	Apique 133	Apique 122	Apique 124
Límite líquido [%]	NL	NL	36.00	39.00	38.00
Humedad natural [%]	-	-	18.54	21.23	22.39
Densidad seca [t/m³]	-	-	1.38	1.37	1.34
Presión de expansión [kN/m²]	-	-	6.022	5.930	5.657
Espesor de relleno [m]	-	-	0.322	0.317	0.302

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 5.657 – 6.022 kN/m², se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor mínimo de 0.35 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

Figura 22. Modelo geotécnico, barrio Villa Melissa y Los Robles



No se evidenció nivel freático

5.2.5.6 Suelos colapsables (barrios Villa Melissa y Los Robles)

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en la doble calzada del barrio Villa Melissa con carrera 18.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 63. Revisión de suelos colapsables (barrios Villa Melissa y Los Robles)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
133	16,00	18,54	13,50	2,80	36,00	13,68	Colapsable
122	16,35	21,23	13,48	2,70	39,00	12,90	Estable
124	16,05	22,39	13,12	2,70	38,00	13,07	Estable

5.2.5.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrios Villa Melissa y Los Robles)

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión, así mismo los valores de CBR compactado en laboratorio con material de relleno del sitio para un porcentaje del 95%.

Tabla 64. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios Villa Melissa y Los Robles)

APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft³)				CBR (%)		
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)
A120	CBR 120	-	6.94	-	-	-	128.9	-	-	25%
A121	CBR 121	-	7.90	-	-	-	129.4	-	-	24%
A133	CBR 133	18.54	27.16	85.8	101.8	109.2	-	9.3	7.3	-
A122	CBR 122	21.23	29.44	85.8	104.0	111.0	-	9.8	7.6	-
A124	CBR 124	22.39	31.92	83.4	102.1	110.1	-	10.7	6.7	-

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 7.0%. En las zonas donde se encontró relleno en material granular hasta más de 0.70 m de profundidad, es decir en la doble calzada del barrio Villa Melissa entre carreras 12ª – 14ª, si una vez realizados los cortes indicados en el diseño geométrico de la vía, se estima que acorde al perfil estratigráfico, el espesor del relleno existente es mínimo 0.20 m, se recomienda que sea utilizado como mejoramiento en la estructura de pavimento, puesto que al realizar el CBR de laboratorio del mismo se obtuvieron valores entre 24% - 25% para un porcentaje de compactación del 95%.

5.2.6 Comuna 9, Barrio Mocarí

5.2.6.1 Perfiles estratigráficos (barrios Mocarí)

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron seis perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido,

APIQUE No 143

Tabla 65. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 143

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	143	CLL 95 - ENTRE CRA 5D VÍA CRT-MTR	0.00-0.30		ARENA LIMOSA COLOR HÁBANO CLARO			51	40	26	19	0	0	NP	0	A-1-b	SM								
B\MOCARÍ			0.30-1.10		GRAVA LIMOSA COLOR CAFÉ OSCURO		8.16	29	25	18	13	0	0	NP	0	A-1-a	GM				126.3			20%	

APIQUE No 144

Tabla 66. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 144

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	144	CLL 95 - CRA 5AB	0.00-0.50		ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ			77.6	69.3	54.5	48.8	0	0	NP	3	A-4	SM								
B\MOCARÍ			0.50-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO	17.14	23.66	100	99.2	97.4	89.3	34	24	10	11	A-4	ML	101.7	119.2	125.8		17.3	10.7		0.06

APIQUE No 145

Tabla 67. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 145

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	145	CLL 95 - CRA 4B	0.00-0.20		ARENA LIMOSA COLOR HÁBANO CLARO			58.5	40.3	22.1	15.4	0	0	NP	0	A-1-b	SM								
			0.20-0.50		ARENA LIMOSA COLOR NEGRO			81.3	70.6	51.0	44.6	0	0	NP	2	A-4	SM								
B\MOCARÍ			0.50-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO	17.71	25.27	100	99.8	99.1	94.9	33	25	8	12	A-4	ML	91.7	108.0	114.9		12.4	8.0		0.04

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

APIQUE No 146

Tabla 68. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 146

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASH TO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	146	CLL 94 - CRA 5	0.00-0.45		ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ			54.4	40.7	21.8	15.1	0	0	NP	0	A-1-b	SM								
B\MOCARÍ			0.45-1.30		LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO	20.08	29.26	100	100	99.2	90.9	28	22	6	11	A-4	ML-CL	80.1	96.2	103.6		8.0	4.9		0.10

APIQUE No 147

Tabla 69. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 147

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASH TO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	147	CLL 94 - CRA 4	0.00-0.30		ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ OSCURO			67.3	55.0	30.2	20.9	0	0	NP	0	A-1-b	SM								
			0.30-0.60		GRAVA LIMOSA COLOR ROJIZO			34.8	28.5	17.1	12.0	0	0	NP	0	A-1-a	GM								
B\MOCARÍ			0.60-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO	15.75	22.03	97.2	95.4	93.2	83.3	28	20	8	10	A-4	CL	103.4	119.7	126.2		23.6	12.9		0.06

APIQUE No 148

Tabla 70. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 148

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO [lb/ft³]				C.B.R.			
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASH TO	S.U. C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	148	CLL 94 - CRA 2A	0.00-0.65		ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CLARO			56.4	44.6	22.3	15.9	0	0	NP	0	A-1-b	SM								
B\MOCARÍ			0.65-1.30		LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ CLARO	21.42	28.69	96.7	93.9	83.6	72.7	26	19	7	8	A-4	ML-CL	97.6	118.5	125.6		12.9	9.3		0.08

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

5.2.6.2 *Nivel freático (barrio Mocarí)*

No se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones hasta la profundidad explorada.

Tabla 71. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrio Mocarí

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 143	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 144	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 145	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 146	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 147	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 148	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

5.2.6.3 *Modelo geotécnico (barrio Mocarí)*

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio. (ver figura 23)

5.2.6.4 *Descripción de la subrasante (barrio Mocarí)*

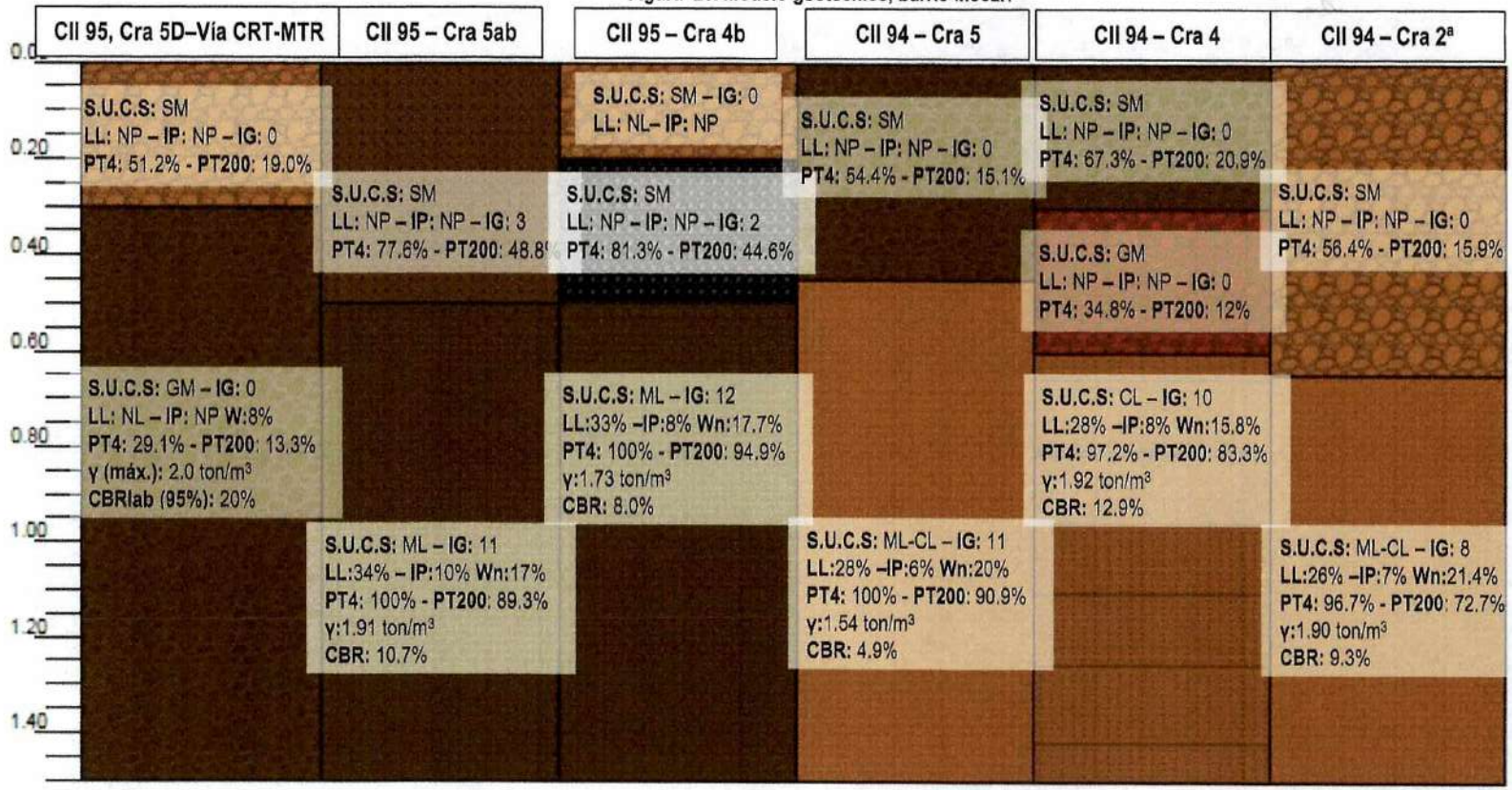
En la calle 95 entre carrera 4 y la vía Montería - Cereté, sitio donde se realizaron los apiques 143, 144 y 145, se evidenció capa de rodadura en material granular con un espesor entre 0.30 – 0.50 m, color café, habano claro y negro, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, posteriormente, en el apique 143 hasta 1.10 m de profundidad se encontró material granular tipo grava color café oscuro, el cual no presentó plasticidad y clasificó como GM. Por otra parte, en los apiques 144 y 145, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo limo, con índice de plasticidad entre 8% - 10% y límite líquido entre 33% - 34%, el cual clasificó como ML y ML-CL.

En la calle 94 entre la calle 93 y la carrera 2a, sitio donde se realizaron los apiques 146, 147 y 148, se evidenció capa de rodadura en material granular tipo arena con un espesor entre 0.30 – 0.65 m, color café, el cual, según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificó como SM, posteriormente, en los apiques 146 y 148, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo limo arcilloso, color café claro, con índice de plasticidad entre 6%-7% y límite líquido entre 26%-28%, cuya clasificación fue ML-CL. En el apique 148, entre 0.30 m – 0.60 m, se encontró material granular tipo grava, color rojizo, el cual no presentó plasticidad y clasificó como GM, seguido hasta la profundidad explorada por material de grano fino tipo arcilla, con índice de plasticidad de 8% y límite líquido de 28%, el cual clasificó CL

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T: +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E: gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 23. Modelo geotécnico, barrio Mocarí



No se evidenció nivel freático

INFORME DE EXPLO

5.2.6.5 *Expansividad (barrio Mocarí)*

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 72. Evaluación de expansividad para el barrio Mocari

	Apique 143	Apique 144	Apique 145	Apique 146	Apique 147	Apique 148
Límite líquido [%]	NP	34.00	33.00	28.00	28.00	26.00
Índice de plasticidad [%]	NP	10.00	8.00	6.00	8.00	7.00
Potencial de expansión	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Expansión libre [%]	-	0.06	0.04	0.10	0.06	0.08

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja. Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en los apiques, como se muestra a continuación,

Tabla 73. Valores de presión de expansión para el barrio Mocarí

	Apique 143	Apique 144	Apique 145	Apique 146	Apique 147	Apique 148
Límite líquido [%]	NP	34.00	33.00	28.00	28.00	26.00
Humedad natural [%]	-	17.14	17.71	20.08	15.75	21.42
Densidad seca [t/m³]	-	1.63	1.47	1.28	1.66	1.56
Presión de expansión [kN/m²]	-	8.83	6.91	5.14	9.28	7.88
Espesor de relleno [m]	-	0.47	0.37	0.28	0.49	0.42

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 5.14 – 9.28 kN/m², se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.45 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

5.2.6.6 *Suelos colapsables (barrio Mocarí)*

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en la calle 94 con carrera 5.

Tabla 74. Revisión de suelos colapsables (barrio Mocarí)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
144	18,74	17,14	16,00	2,70	34,00	13,81	Estable
145	16,97	17,71	14,42	2,70	33,00	14,01	Estable
146	15,12	20,08	12,59	2,75	28,00	15,24	Colapsable
147	18,82	15,75	16,26	2,80	28,00	15,40	Estable
148	18,63	21,42	15,34	2,75	54,00	10,86	Estable

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE - MONTERÍA 2024

5.2.6.7 *Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrio Mocarí)*

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión, así mismo los valores de CBR compactado en laboratorio con material de relleno del sitio para un porcentaje del 95%.

Tabla 75. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrio Mocarí)

APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft³)				CBR (%)		
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	DENSIDAD SECA MÁXIMA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	LABORATORIO (95%)
A143	CBR 143	-	8.16	-	-	-	126.3	-	-	20.00
A144	CBR 144	17.14	23.66	101.7	119.2	125.8	-	17.3	10.7	-
A145	CBR 145	17.71	25.27	91.7	108.0	114.9	-	12.4	8.0	-
A146	CBR 146	20.08	29.26	80.1	96.2	103.6	-	8.0	4.9	-
A147	CBR 147	15.75	22.03	103.4	119.7	126.2	-	23.6	12.9	-
A148	CBR 148	21.42	28.69	97.6	118.5	125.6	-	12.9	9.3	-

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, se escogió como CBR de diseño el valor promedio en condición sumergida, 9.3%. En la zonas donde se encontró relleno en material granular hasta más de 0.70 m de profundidad, es decir en la calle 95 entre carrera 5d y la vía Cereté - Montería, si una vez realizados los cortes indicados en el diseño geométrico de la vía, se estima que acorde al perfil estratigráfico, el espesor del relleno remanente es mínimo 0.20 m, se recomienda que sea utilizado como mejoramiento en la estructura de pavimento, puesto que al realizar el CBR de laboratorio del mismo se obtuvo un valor de 20% para un porcentaje de compactación del 95%.

5.2.7 Comuna 9, barrio INEM

5.2.7.1 *Perfiles estratigráficos (barrio INEM)*

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron cuatro perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio. A continuación, se relacionan los parámetros encontrados en cada sector intervenido.

APIQUE No 149

Tabla 76. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 149

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	
1/10/2024	149	CLL 1 - CRA 2A	0.00-0.65		ARENA LIMOSA COLOR MARRÓN - RELLENO			65,5	52,9	32,3	26,1	0	0	NP	0	A-2-4	SM						
B\ INEM			0.65-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO	14,36	24,76	100	95,0	75,9	66,6	34	21	13	8	A-6	CL	86,7	99,1	108,2	12,9	8,9	0,06

APIQUE No 150

Tabla 77. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 150

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	
1/10/2024	150	CLL 1 - K0+300	0.00-0.55		GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA COLOR CAFÉ			18,1	13,4	9,5	7,3	0	0	NP	0	A-1-a	GP-GM						
B\ INEM			0.55-1.30		ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO	21,40	33,45	100	98,5	92,3	88,1	40	19	21	17	A-6	CL	108,3	131,4	144,5	15,6	11,1	0,10

APIQUE No 151

Tabla 78. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 151

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	
1/10/2024	151	CLL 1 - K0+550	0.00-0.55		ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ			62,2	50,0	36,9	27,5	0	0	NP	0	A-2-4	SM						
B\ INEM			0.55-1.30		LIMO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ OSCURO	16,75	24,28	91,0	88,6	80,3	75,4	35	25	10	8	A-6	ML	111,2	129,8	138,2	15,1	11,6	0,06

APIQUE No 152

Tabla 79. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el apique No 152

FECHA Y UBICACIÓN	APIQUE No.	ABSCISA [km]	PROFUNDIDAD [m]	CONVENCIONES	MATERIAL	HUMEDAD NATURAL [%]	HUMEDAD DESPUÉS DE LA PENETRACIÓN [%]	GRADACIÓN % PASA				LÍMITES			CLASIFICACIÓN			PESO UNITARIO			C.B.R.		
								4	10	40	200	LL	LP	IP	IG	AASHTO	S.U.C.S	SECO	HUMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	EXPANSIÓN UNIDIMENSIONAL
1/10/2024	152	CLL 1 - K0+800	0.00-0.40		GRAVA LIMOSA COLOR NEGRO			37,3	27,2	18,0	15,7	0	0	NP	0	A-1-b	GM						
B\ INEM			0.40-1.30		LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD COLOR CAFÉ	22,63	31,12	100	100	100	89,0	27	20	7	11	A-4	ML-CL	89,2	109,4	117,0	12,9	10,7	0,10

5.2.7.2 Nivel freático (barrio INEM)

No se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias hasta la profundidad alcanzada.

Tabla 80. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final, barrio INEM

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL	FINAL
APIQUE 149	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 150	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 151	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
APIQUE 152	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

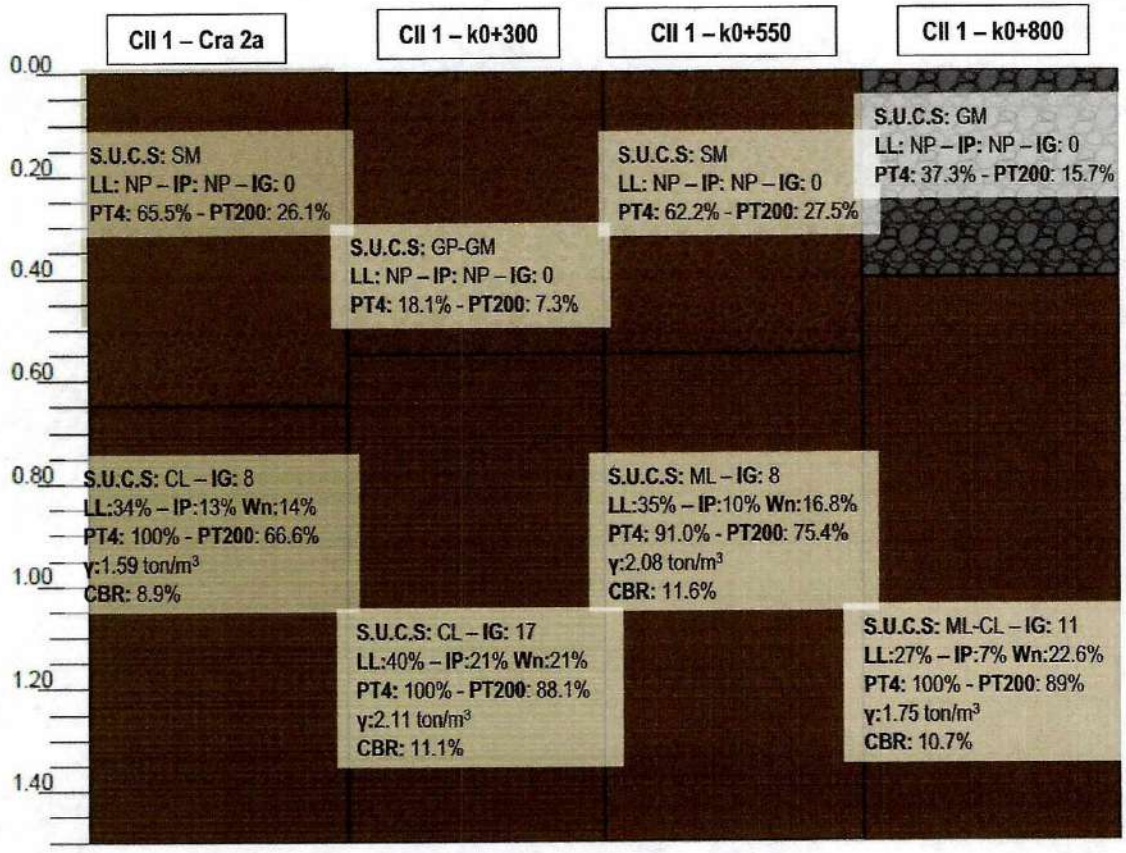
5.2.7.3 Modelo geotécnico (barrio INEM)

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte de la zona de estudio. (ver figura 24).

5.2.7.4 Descripción de la subrasante (barrio INEM)

En la calle 1 entre carrera 2 y la vía Cereté - Montería, sitio donde se realizaron los apiques 149, 150, 151 y 152, se evidenció capa de rodadura en material granular color marrón y negro, con un espesor variable entre 0.40 m – 0.65 m, el cual no presentó plasticidad y clasificó según el S.U.C.S como SM, GP-GM y GM, seguidamente, hasta la profundidad explorada se encontró material de grano fino tipo arcilla, limo y limos arcillosos color café, que según el sistema unificado de clasificación de suelos se identificaron como CL, ML y ML-CL, con índice de plasticidad entre 7% - 21% y límite líquido entre 27% - 40%.

Figura 24. Modelo geotécnico, barrio INEM



No se evidenció nivel freático

5.2.7.5 Expansividad (barrio INEM)

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.2.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 81. Evaluación de expansividad para el barrio INEM

	Apique 149	Apique 150	Apique 151	Apique 152
Límite líquido [%]	34.00	40.00	35.00	27.00
Índice de plasticidad [%]	13.00	21.00	10.00	7.00
Potencial de expansión	Bajo	Medio-Bajo	Bajo	Bajo
Expansión libre [%]	0.06	0.10	0.06	0.10

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión media - baja.

Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión para condiciones críticas en cada apique, los cuales se muestran a continuación,

Tabla 82. Valores de presión de expansión para el barrio INEM

	Apique 149	Apique 150	Apique 151	Apique 152
Límite líquido [%]	34.00	40.00	35.00	27.00
Humedad natural [%]	14.36	21.40	16.75	22.63
Densidad seca [t/m³]	1.39	1.73	1.78	1.43
Presión de expansión [kN/m²]	6.125	10.294	11.119	6.457
Espesor de relleno [m]	0.328	0.550	0.595	0.345

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 6.457 – 11.119 kN/m², se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.50 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

5.2.7.6 Suelos colapsables (barrio INEM)

Se realizó la revisión para los suelos encontrados en los apiques, con los cuales se pudo establecer que no hay presencia de suelos colapsables.

Tabla 83. Revisión de suelos colapsables (barrio INEM)

No. APIQUE	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
149	15,59	14,36	13,63	2,70	53,00	10,90	Estable
150	20,66	21,40	17,02	2,70	40,00	12,73	Estable
15	20,41	16,75	17,48	2,70	39,00	12,90	Estable
152	17,21	22,63	14,03	2,70	54,00	10,78	Estable

5.2.7.7 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte (barrio INEM)

En la siguiente tabla se muestran los resultados del valor de CBR natural sin sumergir y luego de 4 días de inmersión,

Tabla 84. Capacidad relativa de soporte de diseño – Muestras de CBR (barrios INEM)

APIQUE	MUESTRA	HUMEDAD (%)		PESO UNITARIO (lb/ft³)			CBR (%)	
N° APIQUE	N° CBR	NATURAL	SUMERGIDA	SECO	HÚMEDO	SATURADO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
A149	CBR 149	14.36	24.76	86.7	99.1	108.2	12.9	8.9
A150	CBR 150	21.40	33.45	108.3	131.4	144.5	15.6	11.1

A151	CBR 151	16.75	24.28	111.2	129.8	138.2	15.1	11.6
A152	CBR 152	22.63	31.12	89.2	109.4	117.0	12.9	10.7

Así, teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 10.44%.

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9 MONTERÍA 2024

6 Conclusiones

En los siguientes numerales se encuentran las conclusiones para cada zona de estudio.

6.1 Barrios Holanda y Panamá

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 17 – 19 del numeral 5.2.1.1, de igual forma se muestra en la figura 16 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.1.4.
- No se evidenció nivel freático en los apiques realizados.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.
- Al obtener valores de presión de expansión entre 6.089 – 9.116 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con espesores de 0.35 m y 0.50 m en los barrios Holanda y Panamá, respectivamente, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en los tramos intervenidos en el barrio Holanda.
- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, en los tramos correspondientes al barrio Holanda, como CBR de diseño se seleccionó el valor promedio en la condición sumergida, el cual fue de 4.1%. Por su parte, para el barrio Panamá el valor seleccionado fue 8%.

6.2 Barrios Chuchurubí, Chambacú, Balboa y Lacharme

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 26 – 30 del numeral 5.2.2.1, de igual forma se muestra en la figura 17 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.2.4.
- Se evidenció nivel freático en el apique 109, ubicado en el barrio Chuchurubí a 1.20 m de profundidad.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material de los apiques 109 y 112 presentan una posibilidad de expansión alta, por su parte, los apiques 110, 111 y 113 presentan expansión baja.
- Al obtener valores de presión de expansión 5.878 – 9.538 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.40 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Para los suelos encontrados en los apiques, se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en la carrera 8c entre calles 14-15.

INFORME DE CARACTERIZACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1 Y 2 MONTERÍA

- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 4.1%. (ver figura 18).

6.3 Barrios Risaralda, La Victoria, Obrero, 14 de Julio, La Julia y Urbina

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 36 – 40 del numeral 5.2.3.1, de igual forma se muestra en la figura 17 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.3.4.
- Se evidenció nivel freático a 1.22 m, 1.25 m y 1.10 m en los apiques 114, 136 y 115 respectivamente.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.
- Al obtener valores de presión entre 7.94 – 8.46 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.45 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Para los suelos encontrados en los apiques se pudo establecer que no hay presencia de suelos colapsables.
- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, se escogió como CBR de diseño el valor promedio en condición sumergida, 5.3%. En las zonas donde se encontró relleno en material granular hasta más de 0.70 m de profundidad, es decir en la carrera 11 entre calles 16 – 16ª y la calle 15 entre avenida circunvalar y calle 15, si una vez realizados los cortes indicados en el diseño geométrico de la vía, se estima que acorde al perfil estratigráfico, el espesor del relleno remanente es mínimo 0.20 m, se recomienda que sea utilizado como mejoramiento en la estructura de pavimento, puesto que al realizar el CBR de laboratorio del mismo se obtuvieron valores entre 20% - 30% para un porcentaje de compactación del 95%.

6.4 Barrios Pablo VI, Villa Margarita, Alfonso López, 2 de septiembre, Los Araújos

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 46 – 49 del numeral 5.2.4.1, de igual forma se muestra en la figura 20 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.4.4.
- No se evidenció nivel freático en los apiques realizados.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.
- Al obtener valores de presión de expansión entre 6.304 – 7.289 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.35 m, con el fin de contrarrestar

los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

- Para los suelos encontrados en los apiques se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en los apiques 116, 118 y 119.
- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 8.0%. (ver figura 21).

6.5 Barrios Villa Melissa y Los Robles

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 55 – 59 del numeral 5.2.5.1, de igual forma se muestra en la figura 22 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.5.4.
- No se evidenció nivel freático en los apiques realizados.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.
- Al obtener valores de presión de expansión entre 5.657 – 6.022 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor mínimo de 0.35 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Para los suelos encontrados en los apiques se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en la doble calzada del barrio Villa Melissa con carrera 18.
- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 7.0%. En las zonas donde se encontró relleno en material granular hasta más de 0.70 m de profundidad, es decir en la doble calzada del barrio Villa Melissa entre carreras 12ª – 14ª, si una vez realizados los cortes indicados en el diseño geométrico de la vía, se estima que acorde al perfil estratigráfico, el espesor del relleno remanente es mínimo 0.20 m, se recomienda que sea utilizado como mejoramiento en la estructura de pavimento, puesto que al realizar el CBR de laboratorio del mismo se obtuvieron valores entre 24% - 25% para un porcentaje de compactación del 95%.

6.6 Barrio Mocarí

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 65 – 70 del numeral 5.2.6.1, de igual forma se muestra en la figura 23 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.6.4.
- No se evidenció nivel freático en los apiques realizados.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja.

- Al obtener valores de presión de expansión entre 55.14 – 9.28 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.45 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Para los suelos encontrados en los apiques se pudo establecer que hay presencia de suelos colapsables en la calle 94 con carrera 5.
- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, se escogió como CBR de diseño el valor promedio en condición sumergida, 9.3%. En la zonas donde se encontró relleno en material granular hasta más de 0.70 m de profundidad, es decir en la calle 95 entre carrera 5d y la vía Cereté - Montería, si una vez realizados los cortes indicados en el diseño geométrico de la vía, se estima que acorde al perfil estratigráfico, el espesor del relleno remanente es mínimo 0.20 m, se recomienda que sea utilizado como mejoramiento en la estructura de pavimento, puesto que al realizar el CBR de laboratorio del mismo se obtuvo un valor de 20% para un porcentaje de compactación del 95%.

6.7 Barrio INEM

- Las características principales encontradas en los apiques realizados se encuentran en las tablas 76 – 79 del numeral 5.2.7.1, de igual forma se muestra en la figura 24 el modelo geotécnico de la zona, seguido por la descripción de la subrasante en el numeral 5.2.7.4.
- No se evidenció nivel freático en los apiques realizados.
- El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión media - baja.
- Al obtener valores de presión de expansión entre 6.457 – 11.119 kN/m^2, se recomienda realizar un mejoramiento en material granular con un espesor de 0.50 m, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Para los suelos encontrados en los apiques se pudo establecer que no hay presencia de suelos colapsables.
- Teniendo en cuenta los resultados de las evaluaciones a la subrasante, estadísticamente, para un nivel de confianza del 90% como valor de CBR de diseño se seleccionó el valor medio, el cual fue de 10.44%.

7 Recomendaciones

7.1 Geotécnicas y constructivas

Debido a los valores obtenidos en la evaluación de la capacidad relativa de soporte en condiciones de inmersión, las características granulométricas y expansivas encontradas, se recomienda realizar un mejoramiento de la subrasante, el cual consiste en escarificar el material existente, luego adicionar material granular de afirmado, compactar y nivelar hasta conformar una capa con los espesores descritos para cada zona, este material debe estar encapsulado en geotextil NT 2500 o similar, la anterior descripción se debe realizar a través de un proceso de compactación, en el cual se debe alcanzar por lo menos el 95% de la densidad seca máxima alcanzada en el ensayo de compactación modificado realizado en el laboratorio.

El material del mejoramiento debe tener un valor de CBR mínimo de 15% y además debe cumplir con las especificaciones descritas en el artículo INV 300 -22 y INV 311 – 22 de la norma INVIAS.

El mejoramiento propuesto en material de afirmado se deberá realizar siempre que la estructura nueva quede en contacto con el suelo en estado natural encontrado durante la exploración.

Si durante el proceso de excavación o corte se evidencia suelos saturados altamente deformables, se recomienda realizar un reemplazo con el objeto de mitigar deformaciones en el suelo natural de soporte, el cual, consiste en la colocación de piedra gruesa (rajón) de mejoramiento en un espesor no inferior a 0,500m (500mm).

El proceso de reemplazo consiste en la colocación y posterior apisonamiento de piedra rajón, esto se debe realizar hasta que se evidencie un soporte firme y que no presente deformaciones excesivas. Seguidamente realizar un sello en la parte superior de la capa de piedra rajón, el cual consiste en colocar una capa en material granular con un espesor de 0,10m (100mm), lo cual busca cerrar los intersticios presentes entre las partículas de piedra rajón.

Una vez finalizado el proceso de sello, se recomienda el paso de una volqueta sencilla cargada, con La finalidad de verificar la ausencia de las altas deformaciones observadas inicialmente.
Si esta verificación es satisfactoria, se continuará con la construcción la estructura de pavimento según los diseños especificados.

8 Limitaciones del estudio geotécnico

Las recomendaciones realizadas en el presente informe se basan en las condiciones de campo observadas, los resultados de laboratorio y el análisis de ingeniería anteriormente descrito. Si durante la construcción del proyecto llegaran a presentarse condiciones diferentes a las enunciadas y asumidas como típicas, o surgiese cualquier dificultad imprevista, esta situación deberá ser informada oportunamente a fin de realizar los ajustes y evaluaciones pertinentes.



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
Ingeniero Civil
Especialista En Geotecnia
Magíster En Ingeniería

INFORME DE EXPLORACIÓN DE SUBRASANTE COMUNAS 1, 4, 5 Y 9 MONTERÍA 2024

Bibliografía

Bray, Jonathan D & Sancio, Rodolfo B. (September de 2006). Assessment of the Liquefaction Susceptibility of Fine-Grained Soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 1165-1177.

BUDHU, M. (2010). *SOIL MECHANICS AND FOUNDATIONS.* John Wiley & Sons, Inc.

CORONADO, C., VILLAFAÑE, R., & RIOS, L. (s.f.). *Resistencia de los Suelos a la licuación.* . Colombia.

Covo, A. I. (2003). *Introducción a la mecánica de suelos.* Cartagena.

DAS, B. M. (2012). *Principios de Ingeniería de cimentaciones.* México: International Thomson.

DAS, B. M. (2012). *Principios de Ingeniería de cimentaciones.* México: International Thomson.

ECOPETROL. (2002). *Interpretación de Radar Sinú- San Jacinto.*

Geokinetics International Inc. (2009). *INTERPRETACIÓN PROGRAMA SÍSMICO 2D SINÚ SAN JACINTO SUR 2008.*

Gómez, J., & Montes, N. (2020). Mapa Geológico de Colombia en Relieve 2020. Escala 1:1000000. Bogotá, Colombia.

Gonzalez, Alvaro J. (1999). ESTIMATIVOS DE PARAMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL SPT. *X JORNADAS GEOTECNICAS DE LA INGENIERIA COLOMBIANA - SCI -SCG -*, 1-12.

Gregory, G. H., & Cross, S. A. (2007). Correlation of CBR with shear strength parameters. *International Conference on Low-Volume Roads.* Austin, Texas.

Guzmán Garzón, C. (s.f.). Inventan aislador sísmico. *Revista Universidad EAFIT edición 170.*

Hernández Avila, R. (2011). *Cimientos de Concreto Reforzado.* Sincelejo.

Komornik, A. D. (1969). Prediction of swelling pressure of clays., (págs. 209-225).

NSR. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.* Bogotá D.C.

Rondón Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2022). *Pavimentos, Materilaes, Construcción y Diseño.* Bogotá: ECOE Ediciones.

Vera Centeno, J. (2019). *Correlación Empírica Entre La Velocidad De La Onda De Corte Y La Resistencia A La Penetración Estándar En Suelos De La Ciudad De Puebla.* Puebla: Benemétria Universida Autónoma De Pueble.

Woo, M. (2017). Por qué las placas tectónicas y sus movimientos son indispensables para la vida. *BBC Earth.*

CONSORCIO MTR

DISEÑO GEOMETRICO DE VIA

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA
NIT 901847594-7

VOLUMEN VII. INFORME DE DISEÑO GEOMETRICO PARA EL PROYECTO "PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN BARRIOS DE LAS COMUNAS 1, 2, 3 Y 4 EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA" GRUPO 13

VERSIÓN 0
DICIEMBRE 2024
BOGOTÁ D.C.

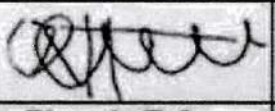
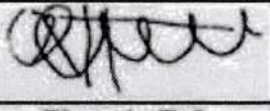
Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

CONTROL DE VERSIONES

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN	FOLIOS
Versión 1	Noviembre - 2024	Versión Inicial	35

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA		
Elaboró	**Revisó**	**Aprobó**
		
Ing. Ricardo Tafur Sánchez	Ing. Ricardo Tafur Sánchez	Ing. Manuel José Meza Soto
Especialista	Especialista	Director

SUPERVISION / INTERVENTORÍA
Revisó
Ing. Ingrid Sofía Morales Ávila
Alcaldía de Montería Gerente de Proyectos

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1 INTRODUCCION 6
2 GENERALIDADES DEL PROYECTO 7
3 OBJETIVOS Y ALCANCES 10
3.1 OBJETIVO 10
3.2 ALCANCES 10
4 METODOLOGÍA DE DISEÑO 11
4.1 CRITERIOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO 11
4.1.1 Planta 11
4.1.2 Perfil 11
4.1.3 Sección Transversal 12
5 PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL 13
5.1 VELOCIDAD DE DISEÑO 13
5.2 ANCHO DE CALZADA 13
5.3 ANCHO DE BERMAS 14
5.4 BOMBEO 15
5.5 SECCIÓN TRANSVERSAL 15
5.6 RADIO DE CURVATURA MÍNIMO (RCMÍN) 22
5.7 PERALTES 23
5.8 LONGITUD DE TRANSICIÓN DEL PERALTE 24
5.9 PERALTE MÁXIMO 25
5.10 PENDIENTE LONGITUDINAL 25
5.10.1 Pendiente Mínima 25
5.10.2 Pendiente Máxima 26
5.11 CURVA VERTICAL CONVEXA 26
5.11.1 Longitud Mínima Según el Criterio de Seguridad 26

5.11.2 Longitud Mínima Según el Criterio de Operación 27
5.11.3 Longitud Máxima Según el Criterio de Drenaje 28
5.12 CURVA VERTICAL CÓNCAVA 29
5.12.1 Longitud Mínima Según el Criterio de Seguridad 29
5.12.2 Longitud Mínima Según el Criterio de Operación 29
5.12.3 Longitud Máxima Según el Criterio de Drenaje 29
5.13 VEHÍCULO DE DISEÑO 30
5.14 RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO 31
6 NORMAS TÉCNICAS APLICADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO 32
7 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS PREVISIBLES 33
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 34

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Tramos viales para diseñar 7
Tabla 2 Velocidad de Diseño del Tramo Homogéneo 13
Tabla 3 Ancho de Calzada (metros) 14
Tabla 4 Ancho de Bermas 15
Tabla 5 Radios Mínimos para peralte máximo de 8% 23
Tabla 6 Radios Mínimos para peralte máximo de 6% 23
Tabla 7 Valores Máximos y Mínimos de la Pendiente Longitudinal para Rampas de Peraltes 25
Tabla 8 Pendiente Máxima en Función de la Velocidad Especifica 26
Tabla 9 Valores de Kmín para el Control de la Distancia de Visibilidad de Parada 29
Tabla 10 Parámetros de Diseño Geométrico 31

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Localización del sector....8
Figura 2. Sección transversal típica....21
Figura 3. Esquema general de diagrama de transición de peraltes 23
Figura 4. Clasificación de vehículos....29

1 INTRODUCCION

En este documento se presenta el Informe de trazado y diseño geométrico para el Grupo 13.

Este informe presenta la localización del proyecto, Actividades de diseño, Características geométricas, Determinación de parámetros de diseño, Parámetros de diseño, Criterios de diseño geométrico y finalmente un capítulo de Diseño geométrico.

2 GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto en consideración se localiza en la zona urbana del Municipio de Montería en las comunas 1, 2, 3 y 4 en el Departamento de Córdoba. A partir de la condición actual de la vía, así como lo dispuesto en el VOLUMEN 1 – ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO, se realizó el diseño geométrico de la vía, con una velocidad del tramo homogéneo de 20 km/h.

El diseño estará orientado al mejoramiento de la geometría actual, con el fin de cumplir con la mayoría de los criterios establecidos en el Manual de Diseño de Carreteras (Invias – 2008), optimizando el mismo con el fin de generar la menor afectación a los predios adyacentes.

A continuación, se presentan las vías objeto del estudio correspondientes al Grupo 13 y una imagen del sector en la Figura 1:

Tabla 1. Tramos viales para diseñar

CONSECUTIVO	No. EJE	ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD (m)	BARRIO	DIRECCION
PROYECTO N°13					
1	1	11.00	107.49	MI RANCHITO	CALLE 10 ENTRE LAS CRAS 15W Y 17W
2	2	6.00	123.33	EL NISPERO	CRA 13W ENTRE LAS CALLES 14 Y 15
3	3	5.00	132.29		CRA 15W ENTRE LAS CALLES 14A Y 15
4	4	7.00	231.56	CAMPO ALEGRE	CALLE 31B ENTRE LAS CRAS 3W Y 4W
5	5 A	6.00	303.49	EL TAMBO Y EL ROSARIO	CRAS 7W Y 8W ENTRE LAS CALLES 36 Y 39
6	5 B	6.00	305.59		
7	6	7.00	139.87	LA GRANJA	DIAGONAL 25 ENTRE TRANSVERSALES 4 Y 5
8	8	7.00	53.54		TRANSVERSAL 4 ENTRE DIAGONAL 24 Y 25

9	9	6.50	110.76	BUENAVISTA	CALLE 11A ENTRE LAS CRAS 8F Y TRANS 9
10	10	4.50	172.01	MOGAMBITO Y ED. LOPEZ II	CRA 25C Y CALLE 5 Y 7B
11	11	5.00	213.08		CALLE 7B ENTRE LAS CRAS 25C Y 27C
12	12	6.00	51.18		CRA 27C ENTRE LAS CALLES 6 Y 9

Figura 1. Localización del sector



Fuente: Google (2024). [Montería, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto trata de la construcción de aproximadamente 1.944 m de pavimento en concreto hidráulico, distribuidos en los tramos mostrados

anteriormente. Como característica principal se evidencia la circulación en dos sentidos, con dos carriles, con un ancho de vía especifica en cada tramo vial. La anterior descripción se realiza con base en la información suministrada por el solicitante y la visita de campo.

3 OBJETIVO Y ALCANCES

3.1 OBJETIVO

Definir del trazado de la vía teniendo en cuenta las características y condiciones que se espera tener en cuanto a capacidad y velocidades de operación.

3.2 ALCANCES

- Se adoptará la sección transversal típica de acuerdo con la normatividad vigente y a las características específicas de la infraestructura actual.
- Se definirá eje de diseño en planta y perfil (rasante), teniendo en cuenta el trazado de la vía existente.
- Se implementará el diseño geométrico a través de software especializado, elaborando los planos planta – perfil correspondientes
- Se elaborarán los planos de secciones transversales y se determinarán las cantidades de obra del proyecto.

4 METODOLOGÍA DE DISEÑO

Con base en los planos topográficos del corredor y el modelo digital de terreno configurado con la información topográfica levantada, se procedió con la ejecución del diseño planimétrico considerando las premisas del proyecto que se sintetizan en lograr el diseño con la menor afectación a los predios adyacentes y teniendo en cuenta las pendientes mínimas de drenaje, atendiendo los requerimientos técnicos mínimos que garanticen un nivel de servicio apropiado y las recomendaciones de las demás áreas técnicas del estudio.

El eje definido se procesó mediante software especializado civil3d.

Con base en el diseño planimétrico, se adelantó el diseño vertical detallado, el cálculo de cantidades de obra y la producción de planos.

El resultado del diseño geométrico del corredor estudiado se plasmó en los respectivos planos de planta y/o perfil, en escalas H=1:250 y V= 1:25, con el complemento de los detalles resultantes del diseño (Sección típica, estructura de pavimento, sectorización para tratamiento de taludes, obras de drenaje, etc.) y planos típicos requeridos. Igualmente, se presentan planos de secciones transversales en escala 1:100

4.1 CRITERIOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO

4.1.1 Planta

- Aprovechamiento al máximo de la infraestructura existente.
- Homogenización de la curvatura existente, de acuerdo con la velocidad de Diseño adoptada.
- Optimización del movimiento de tierras
- Acondicionar y mejorar las condiciones de visibilidad.

4.1.2 Perfil

- Mantener un nivel de rasante adecuado, de acuerdo con el diseño de pavimentos, y las pendientes mínimas para el drenaje.

- Homogenización de la curvatura existente, de acuerdo con la velocidad de Diseño adoptada.
- Optimización del movimiento de tierras
- Acondicionar y mejorar las condiciones de visibilidad.

4.1.3 Sección Transversal

- Mantener una sección transversal adecuada que garantice los niveles de seguridad y comodidad del usuario.
- Aprovechar al máximo la infraestructura existente
- Optimización del movimiento de tierras

5 PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL

5.1 VELOCIDAD DE DISEÑO

El proyecto corresponde con un trazado rural con pendientes longitudinales y transversales moderadas, clasificando como un terreno tipo ondulado a montañoso.

Tabla 2 Velocidad de Diseño del Tramo Homogéneo

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano							■	■	■	■
	Ondulado							■	■	■	■
	Montañoso						■	■	■	■	
	Escarpado						■	■	■		
Primaria de una calzada	Plano							■	■	■	
	Ondulado						■	■	■	■	
	Montañoso					■	■	■	■		
	Escarpado					■	■	■			
Secundaria	Plano					■	■	■			
	Ondulado				■	■	■	■			
	Montañoso			■	■	■	■				
	Escarpado			■	■	■					
Terciaria	Plano			■							
	Ondulado		■	■							
	Montañoso	■	■	■							
	Escarpado	■	■								

Fuente: MDG 2008

De acuerdo con el Instituto, para vías secundarias con este tipo de terrenos, se recomienda emplear una velocidad de diseño del tramo homogéneo entre 50 y 80 km/h, sin embargo, con la finalidad de realizar el proyecto de forma económica y viable para la comunidad, se realizó el diseño geométrico con una velocidad del tramo homogéneo de 60 km/h.

5.2 ANCHO DE CALZADA

En la Tabla 3 se indica el ancho de la calzada en función de la categoría de la carretera, del tipo de terreno y de la Velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR). En carreteras de una sola calzada el ancho mínimo de ésta debe ser de seis metros (6.0 m) con el propósito de permitir el cruce de dos vehículos de diseño que viajen en sentido contrario.

Tabla 3 Ancho de Calzada (metros)

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: MDG 2008

Según la Tabla 3, el ancho de la calzada corresponde a 6.00 m teniendo en cuenta las características de la vía en su condición actual (vía secundaria en terreno plano), sin embargo, teniendo en cuenta las características de las vías cercanas al proyecto y el POT del municipio , se adopta un ancho de calzada entre 5.00 m y 10.50 respectivamente, lo cual proporciona mayor seguridad y comodidad a los usuarios.

- Ancho de Carril Adoptado: 2.50 y 5.30 metros
- Ancho de Calzada Adoptado: 5.00 y 10.30 metros

5.3 ANCHO DE BERMAS

El ancho de las bermas depende de la categoría de la carretera, el tipo de terreno y la velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR). En la Tabla 4 se presenta el ancho que deben tener.

Tabla 4 Ancho de Bermas

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}), km/h									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas[1]	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	2.00	2.00	2.50	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	1.80	2.00	2.00	2.50	-
	Montañoso	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.00	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Montañoso	-	-	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-
Terciaria[2]	Plano	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

[1] Berma derecha/Berma izquierda
[2] Berma cuneta

Fuente: MDG 2008

De acuerdo con la Tabla 4, para las características de la vía en estudio se debe implementar una berma-cuneta con un ancho de 0.50 m, con la finalidad de mantener el corredor existente y limitar la adquisición de predios no se contempla berma

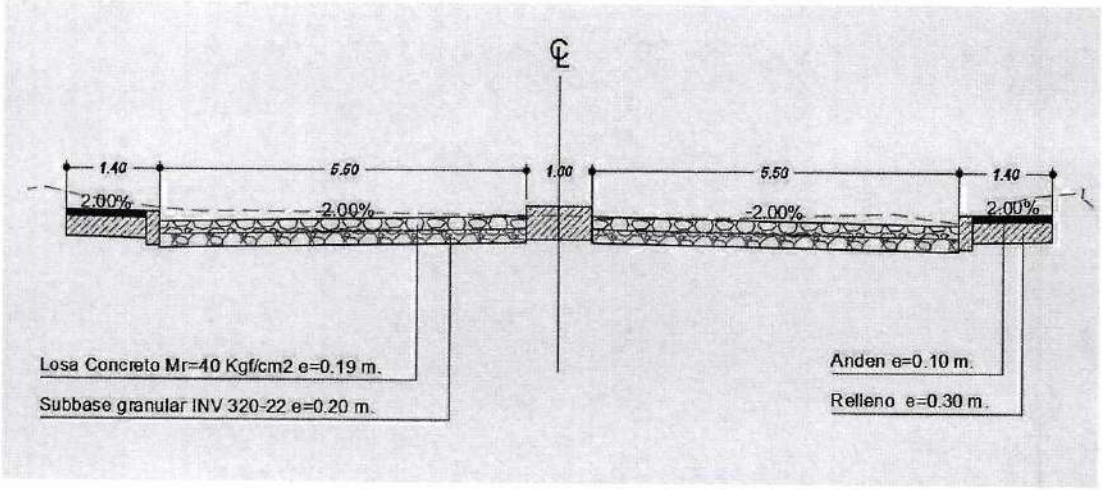
- Ancho de berma: NA metros

5.4 BOMBEO

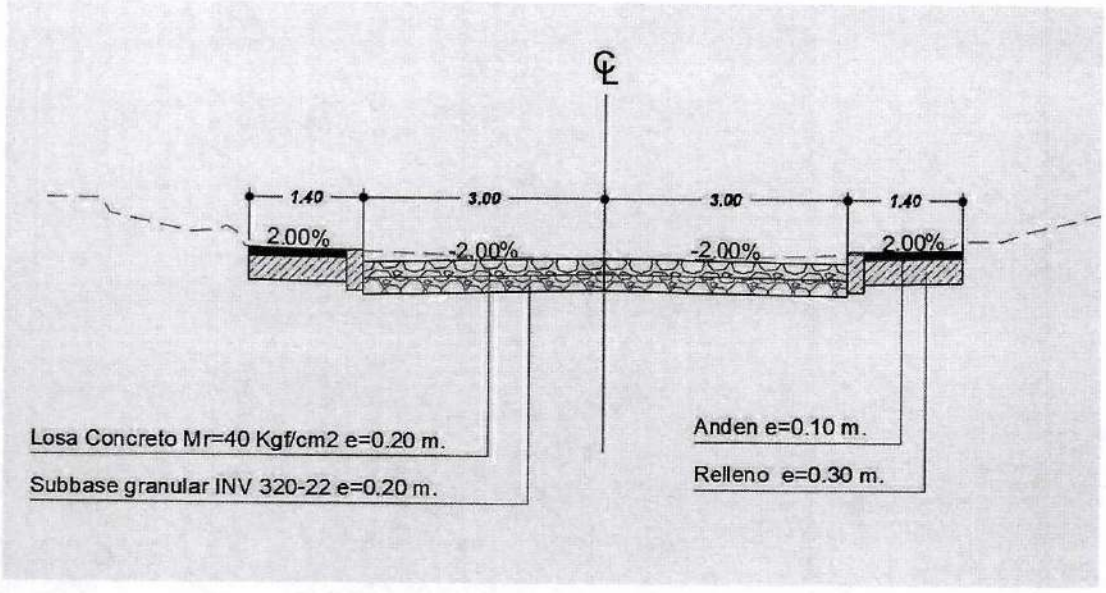
Para el presente diseño se implementó el bombeo normal del 2% del eje de vía hacia los costados de la misma, lo cual garantiza el tránsito de la escorrentía superficial hacia las obras de conducción tipo berma cuneta.

5.5 SECCIÓN TRANSVERSAL

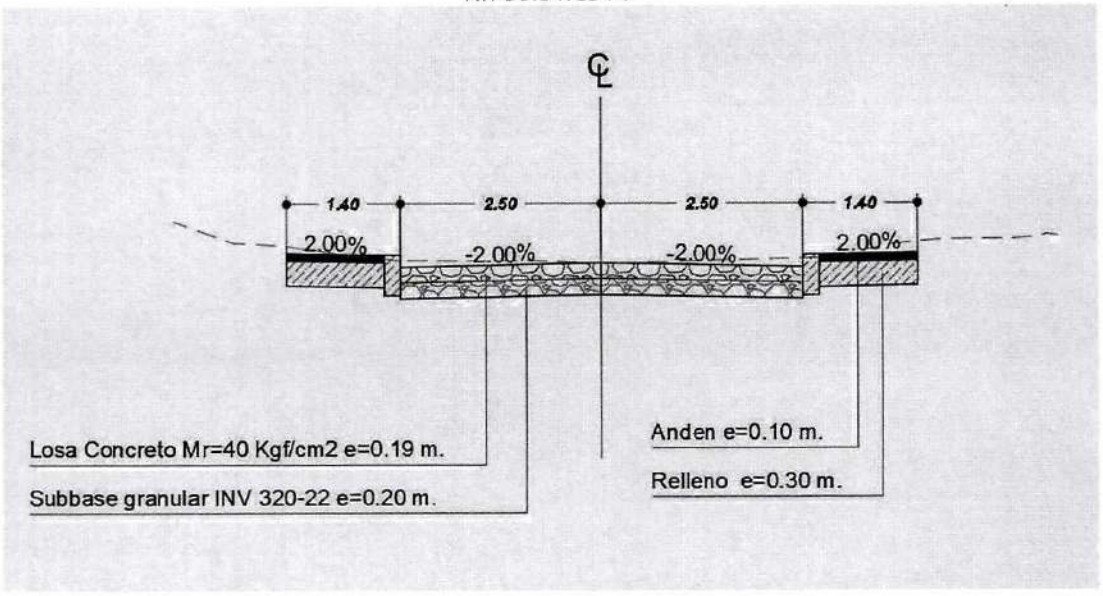
A continuación, se presentan las secciones transversales adoptadas, de acuerdo con el manual de diseño geométrico para todas las vías correspondientes al Grupo 13.



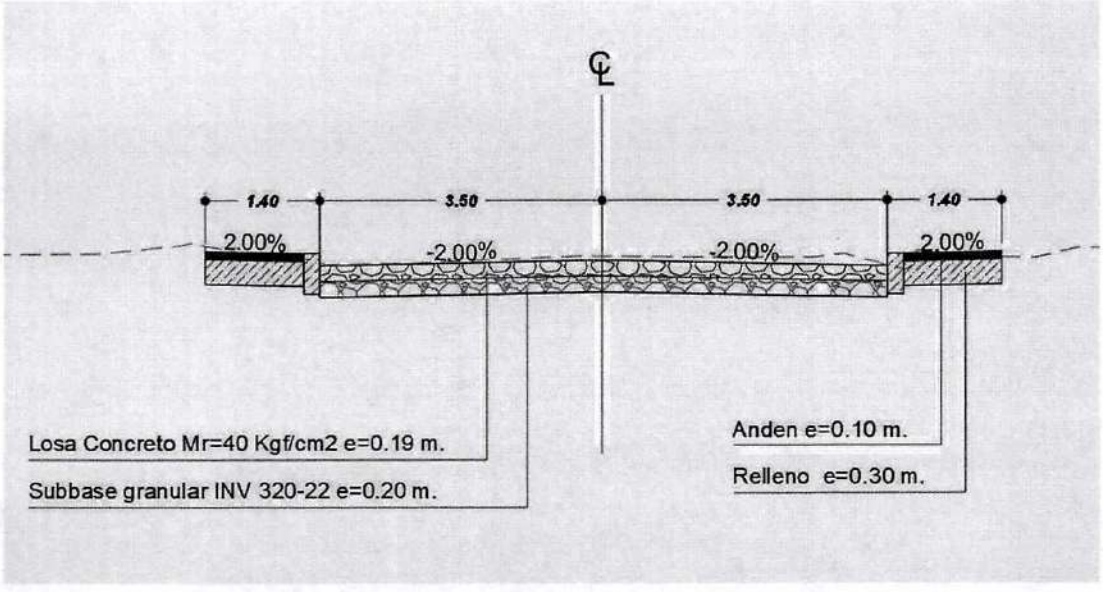
Eje 1 – Calle 10 entre las Carreras 15W y 17W



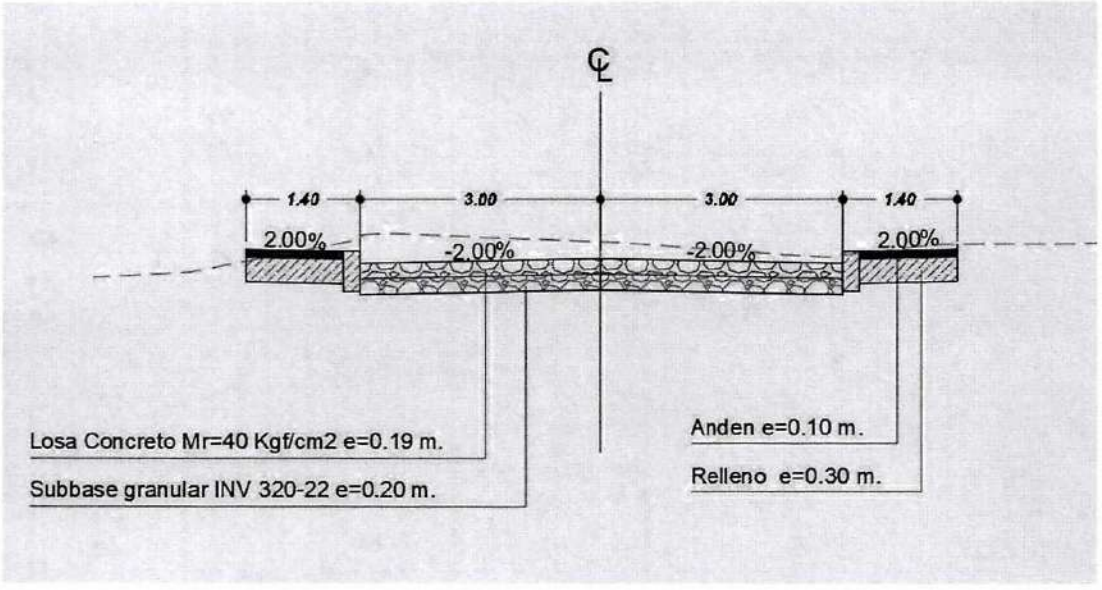
Eje 2 – Carrera 13W entre las Calles 14 y 15



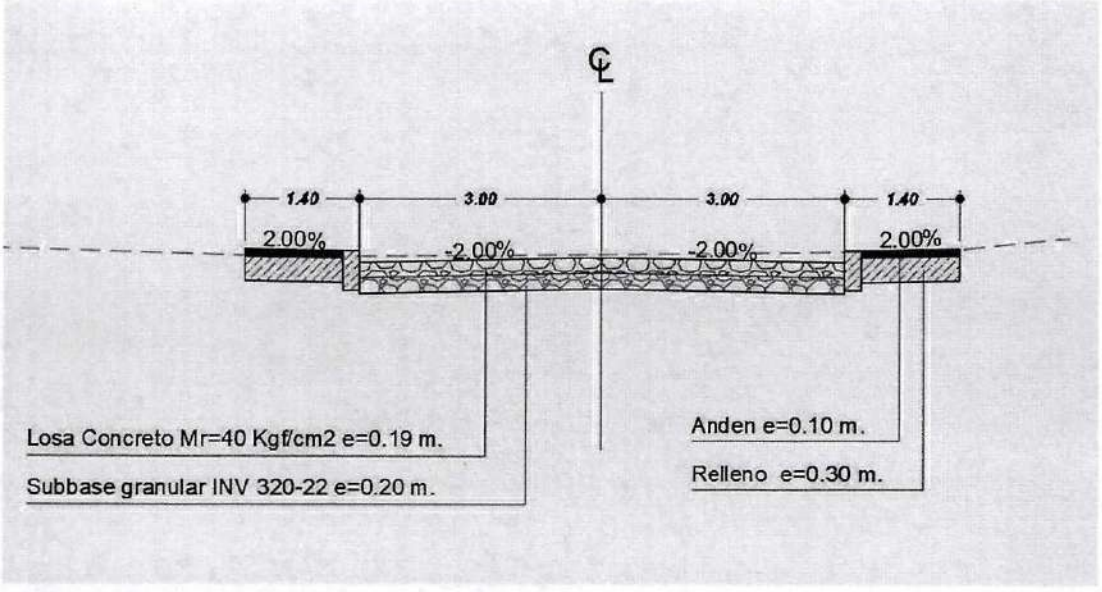
Eje 3 – Carrera 15W entre las Calles 14A y 15



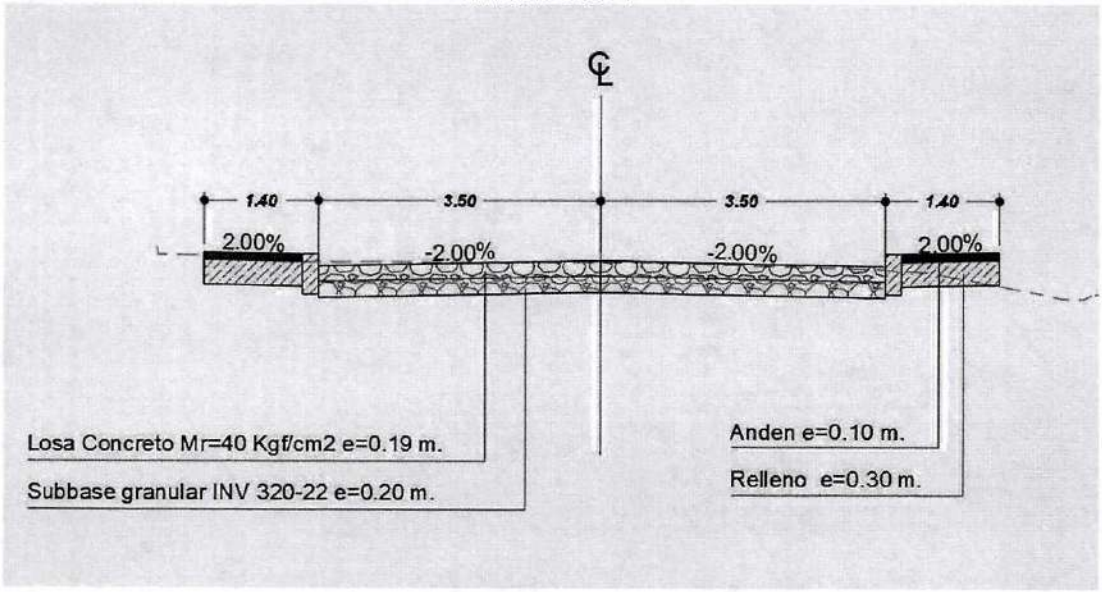
Eje 4 – Calle 31B entre las Carreras 3W y 4W



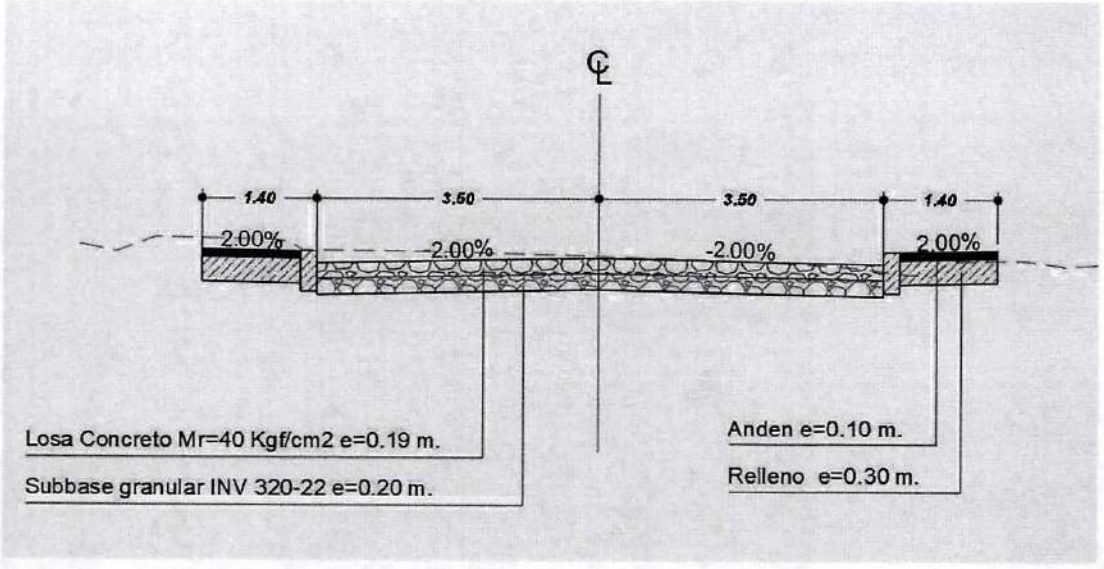
Eje 5 A– Carreras 7W y 8W entre las Calles 36 y 39



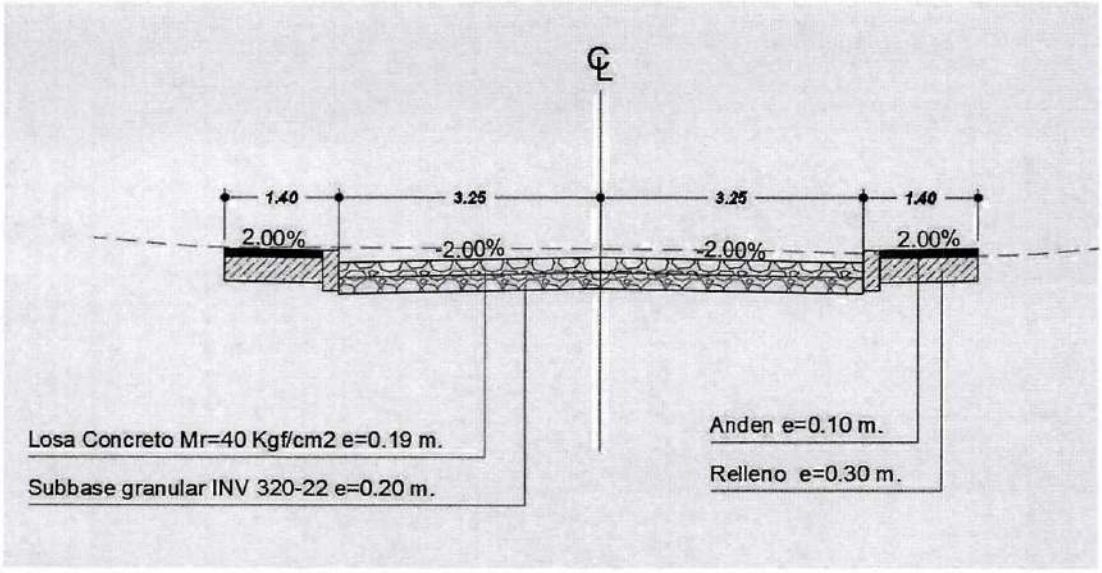
Eje 5 B – Carreras 7W y 8W entre las Calles 36 y 39



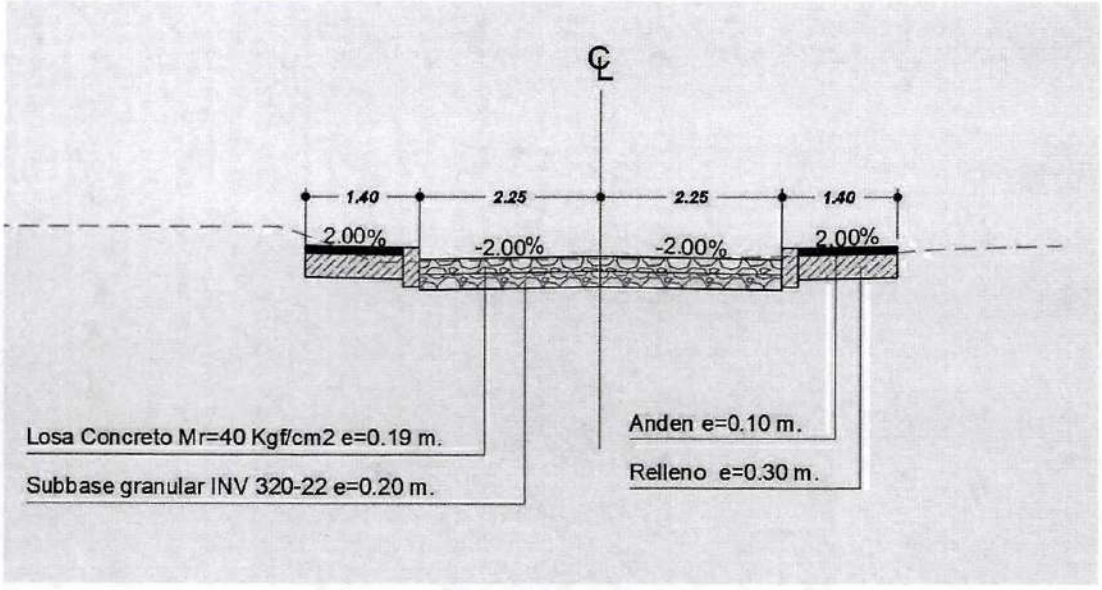
Eje 6 – Diagonal 25 entre Transversales 4 y 5



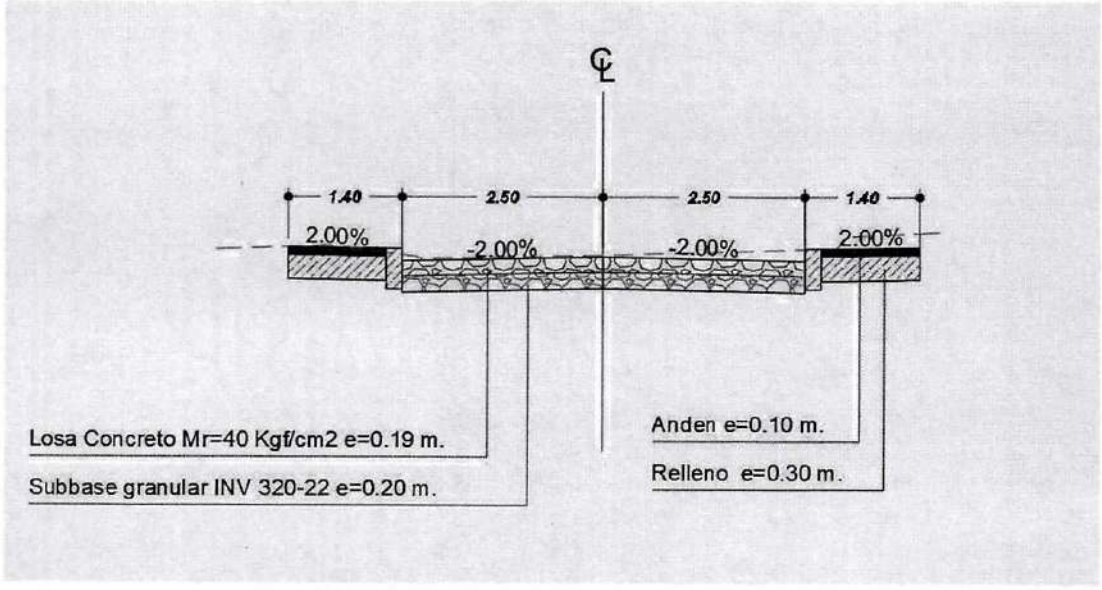
Eje 8 – Transversal 4 entre Diagonal 24 y 25



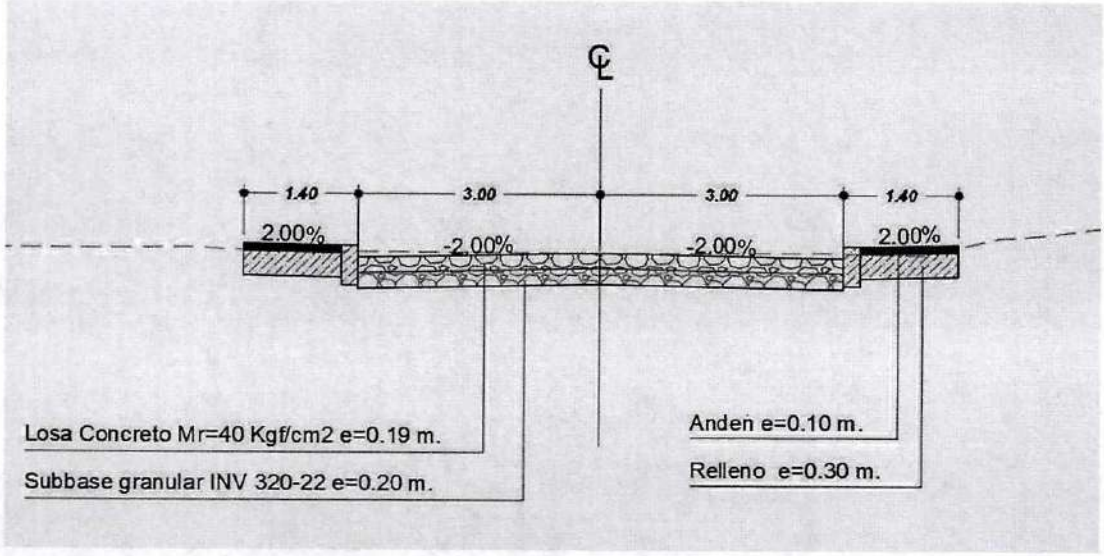
Eje 9 – Calle 11A entre las Carreras 8F y Transversal 9



Eje 10 – Carrera 25C y Calle 5 y 7B



Eje 11 – Calle 7B entre las Carreras 25C y 27C



Eje 12 – Carrera 27C entre las Calles 6 y 9

Figura 2. Sección Transversal Típica

5.6 RADIO DE CURVATURA MÍNIMO (RCMÍN)

El radio mínimo ($R_{Cmín}$) es el valor límite de curvatura para una Velocidad Específica (V_{CH}) de acuerdo con el peralte máximo ($e_{máx}$) y el coeficiente de fricción transversal máxima ($f_{Tmáx}$). El Radio mínimo de curvatura solo debe ser usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores. El radio mínimo se calcula de acuerdo al criterio de seguridad ante el deslizamiento mediante la aplicación de la ecuación de equilibrio:

$$R_{Cmín} = \frac{(V_{CH})^2}{127 * (e_{máx} + f_{Tmáx})}$$

En la Tabla 5 y Tabla 6 se indican los valores de Radio mínimo para diferentes Velocidades Específicas (V_{CH}) según el peralte máximo ($e_{máx}$) y la fricción máxima ($f_{Tmáx}$).

Tabla 5 Radios Mínimos para peralte máximo de 8%

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,20	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	667,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832

Tabla 6 Radios Mínimos para peralte máximo de 6%

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
20	6,0	0,35	0,41	7,7	15 (1)
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
60	6,0	0,17	0,23	123,2	123

(1) La adopción de este valor redondeado se sustenta básicamente en la necesidad de suministrar a los vehículos condiciones de desplazamiento cómodas, en aras de permitir giros sin requerir cambios muy fuertes en su velocidad.

5.7 PERALTES

De acuerdo con la metodología propuesta en el manual de diseño geométrico, se determinó el valor del peralte para los radios superiores al mínimo. La transición de los diagramas de peralte se realizó con base a lo descrito en la Figura 3.

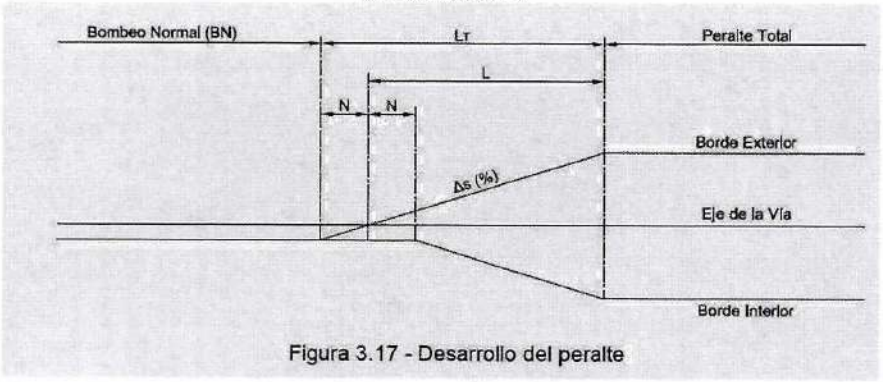


Figura 3.17 - Desarrollo del peralte

Figura 3. Esquema General de Diagrama de Transición de Peraltes
Fuente: Manual de diseño Geométrico de Vías – INVIAS – MT 2008

5.8 LONGITUD DE TRANSICIÓN DEL PERALTE

Mediante la longitud de transición se realizará el paso gradual del bombeo normal a peralte máximo, de acuerdo con lo descrito en la Figura , por lo tanto, se encuentra en función del ancho de carril, peraltes y pendiente de la rampa de peralte. Con base en lo anterior la longitud de transición se determinó mediante la siguiente expresión, recomendada igualmente en el Manual de Diseño Geométrico de INVIAS – MT, Ed. 2008:

$$L = \frac{a_c * e}{\Delta_s}$$

Donde:

L = Longitud de transición del peralte
a_c = Ancho de Carril
e = Peralte máximo
Δ_s = Pendiente de la rampa de peraltes

Tabla 7 Valores Máximos y Mínimos de la Pendiente Longitudinal para Rampas de Peraltes

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	
30	1.28	0.1 x a
40	0.96	
50	0.77	
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	

5.9 PERALTE MÁXIMO

Para vías de tipo primarias y secundarias se establece como peralte máximo ocho por ciento (8%), el cual permite no incomodar a vehículos que viajan a velocidades menores, especialmente a los vehículos con centro de gravedad muy alto y a los vehículos articulados (tracto – camión con remolque) los cuales pueden tener un potencial de volcamiento de su carga al circular por curvas con peraltes muy altos.

Para este caso, se adopta la recomendación para vías urbanas con un peralte máximo del cuatro por ciento (4%)

5.10 PENDIENTE LONGITUDINAL

5.10.1 Pendiente Mínima

La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas debe ser de cero punto cinco por ciento (0.5%) como pendiente mínima deseable y cero punto tres por ciento (0.3%) para diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la pendiente mínima deseable.

Para el presente diseño se empleó una pendiente mínima de 0.5 %, la cual garantiza el adecuado funcionamiento de las obras de conducción y descarga del agua de escorrentía superficial en la corona de la vía.

5.10.2 Pendiente Máxima

La pendiente máxima de una tangente vertical está en relación directa con la velocidad a la que circulan los vehículos, teniendo en dicha velocidad una alta incidencia el tipo de vía que se desea diseñar. Para vías Primarias las pendientes máximas se establecen considerando velocidades altas, entre sesenta y ciento treinta kilómetros por hora (60 - 130 km/h). En las vías Terciarias las pendientes máximas se ajustan a velocidades entre veinte y sesenta kilómetros por hora (20 - 60 km/h), en donde la necesidad de minimizar los movimientos de tierra y pobre superficie de rodadura son las condiciones dominantes.

Tabla 8 Pendiente Máxima en Función de la Velocidad Especifica

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5	4	4
Primaria de una calzada	-	-	-	-	8	7	6	6	5	5	5	-
Secundaria	-	-	10	9	8	7	6	6	6	-	-	-
Terciaria	14	12	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-

5.11 CURVA VERTICAL CONVEXA

5.11.1 Longitud Mínima Según el Criterio de Seguridad

De acuerdo con el criterio de seguridad, la longitud mínima se obtiene mediante la aplicación de la Distancia de Visibilidad de Parada (D_P). Se presentan dos relaciones entre la distancia de visibilidad (D_P) y la Longitud de la curva (L): Cuando $D_P < L$ y $D_P > L$. Las ecuaciones que se indican a continuación presentan la longitud de la curva para cada relación, teniendo en cuenta la altura del ojo de conductor sobre la calzada (h1), que

es igual a un metro con ocho centímetros (1.08 m), y la altura del obstáculo (h2), que es igual a sesenta centímetros (0.60 m).

Cuando DP < L:

$$L_{mín} = \frac{A * (D_P)^2}{200 * \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)^2}$$

Donde:

$L_{mín}$ = Longitud mínima de la curva, en metros.
A = Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)
D_P = Distancia de visibilidad de parada, asociada a la Velocidad Especifica de la curva vertical (V_{CV}), en metros
h_1 = Altura del ojo del conductor, en metros. $h_1 = 1.08\ m$
h_2 = Altura del obstáculo, en metros. $h_2 = 0.60\ m$

Cuando DP > L:

$$L_{mín} = 2 * D_P - \frac{200 * \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)^2}{A}$$

El control de la distancia de visibilidad de parada (D_P) también se puede hacer mediante el parámetro K, el cual es igual a la relación L/A (distancia horizontal, en metros necesaria para tener un cambio de pendiente de uno por ciento (1%) a lo largo de la curva). Lo anterior se traduce en:

$$L_{mín} = K_{mín} * A$$

5.11.2 Longitud Mínima Según el Criterio de Operación

La aplicación de este criterio evita el cambio súbito de pendiente y permite que el perfil de la vía en la curva vertical tenga una adecuada estética y

apariencia. La longitud mínima de la curva vertical para cumplir con este criterio está en función de la Velocidad Específica (VCV) y es dada por la siguiente expresión:

$$L_{mín} = 0.6 * V_{CV}$$

Donde:

$L_{mín}$ = Longitud mínima según criterio de operación, en metros.
V_{CV} = Velocidad Específica de la curva vertical, en km/h

Las longitudes de curvas que permiten una distancia de visibilidad de adelantamiento son demasiado grandes comparadas con la aplicación de los controles anteriores y se generan valores que son imprácticos e inusuales. No se recomienda proporcionar distancia de visibilidad de adelantamiento en curvas verticales convexas.

5.11.3 Longitud Máxima Según el Criterio de Drenaje

En el punto más alto de la cresta de una curva vertical convexa con pendiente S1 y S2 de diferente signo se tiene un corto tramo a nivel (pendiente = 0%), que dificulta el drenaje longitudinal, para lo cual la AASHTO – 2004 considera que un valor de A igual a cero punto seis por ciento (0.6%) en un tramo de la curva igual a treinta metros (30 m), provee el adecuado drenaje en el sector más plano de la curva.

$$K_{máx} = \frac{30}{0.6} = 50$$

Para garantizar el drenaje adecuado en la cresta de la curva vertical convexa se debe diseñar la curva con un valor de K menor o igual a cincuenta (50).

5.12 CURVA VERTICAL CÓNCAVA

5.12.1 Longitud Mínima Según el Criterio de Seguridad

En las curvas cóncavas, el análisis de visibilidad considera las restricciones que se presentan en la noche y estima la longitud del sector de carretera iluminado hacia adelante, como la distancia de visibilidad. Dicha distancia depende de la altura de las luces delanteras del vehículo (H), para la cual se asume un valor de sesenta centímetros (0.60 m) y un ángulo de divergencia del rayo de luz hacia arriba ( ) respecto al eje longitudinal del vehículo de un grado (1°).

5.12.2 Longitud Mínima Según el Criterio de Operación

Se aplica el mismo criterio de las curvas convexas y por lo tanto la longitud mínima de la curva cóncava se expresa por:

$$L_{mín} = 0.6 * V_{CV}$$

Para la distancia de visibilidad de adelantamiento, de paso o de rebase, no es indispensable su cálculo, ya que es posible ver las luces del vehículo que viene en sentido contrario.

5.12.3 Longitud Máxima Según el Criterio de Drenaje

Es necesario controlar la longitud máxima de la curva vertical cóncava para evitar el empozamiento de las aguas superficiales en la batea o punto más bajo de la curva. De acuerdo con este criterio, se debe diseñar la curva vertical cóncava con un valor de K menor o igual a cincuenta (50).

Tabla 9 Valores de Kmín para el Control de la Distancia de Visibilidad de Parada

VELOCIDAD ESPECÍFICA Vcv (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE K_{min}				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 [1]
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 [1]
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11.0	11.0	17.3	18.0	36
70	105	16.8	17.0	22.6	23.0	42
80	130	25.7	26.0	29.4	30.0	48
90	160	38.9	39.0	37.6	38.0	54
100	185	52.0	52.0	44.6	45.0	60
110	220	73.6	74.0	54.4	55.0	66
120	250	95.0	95.0	62.8	63.0	72
130	285	123.4	124.0	72.7	73.0	78

[1] La adopción de este valor tiene como finalidad garantizar unas mínimas condiciones de estética a las carreteras, y por consiguiente de comodidad para los usuarios.

5.13 VEHÍCULO DE DISEÑO

De acuerdo con las recomendaciones del numeral No. 2.2 del Manual de Diseño Geométrico, y la tabla No. 2.4, relacionadas con el vehículo de Diseño, se utilizó como vehículo de diseño el vehículo tipo 3S2, que por sus dimensiones representa el vehículo 3S2 y 3S3, para la determinación de radios de giro requerido en enlaces y sobreancho de curvas en radios reducidos.

En la Figura 4, se presenta la clasificación de vehículos de acuerdo con el número de ejes (Fuente: Ministerio del Transporte. Instituto Nacional de Vías, 2004).

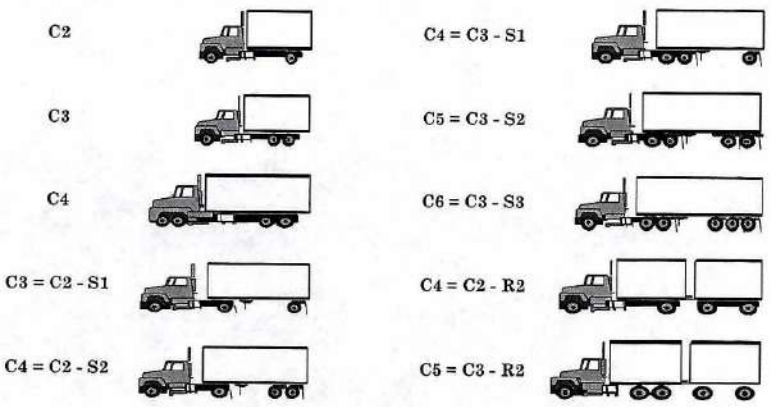


Figura 4. Clasificación de Vehículos

Fuente: Manual de diseño Geométrico de Vías – INVIAS – MT 2009

5.14 RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

Con base en las unidades topográficas identificadas, la Velocidad de Diseño, el Tránsito de Diseño y la sección transversal típica adoptados, en la Tabla 10 se presentan los parámetros de diseño geométrico, de acuerdo con el Manual de Diseño de Carreteras del Ministerio de Transporte – INVIAS, Edición 2008.

Tipo de Vía	Urbano	Numeral Manual Invias 2008
Terreno	Llano	
Velocidad de Diseño (K/h)	20.0	Tabla 2.1
Ancho de calzada (m)	6.50	Tabla 5.2
DVP - Visibilidad de parada	N.A.	Tabla 2.7
DVA - Visibilidad de Adelantamiento	N.A.	Tabla 2.9
Porcentaje de tramos de adelantamiento	N.A.	Tabla 2.10
Pendiente Max Relativa	0.96%	Tabla 3.6
Pendiente Min. Relativa	0.35%	Numeral 3.2.1
Peralte Max	4.00%	Numeral 3.1.3.2
Radio Mínimo (m)	21.0	Tabla 3.2 y 3.3
Pendiente long mínima	0.10%	Numeral 4.1.1
Pendiente long maxima	8.00%	Tabla 4.1
Longitud minima CV (m)	20.0	Tabla 4.4
K mínimo C. Vertical Convexa (m)	1.0	Tabla 4.4
K mínimo C. Vertical Concava (m)	3.0	Tabla 4.4

Tabla 10 Parámetros de Diseño Geométrico

6 NORMAS TÉCNICAS APLICADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO

Dentro de la normatividad técnica que se aplicará en los diseños geométricos definitivos de este proyecto se mencionan los siguientes:

- Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del Ministerio de Transporte - Instituto Nacional de Vías INVIAS. 2008, el cual entró en vigencia de acuerdo con la Resolución 00744 del 4 de Marzo de 2009
- A Policy on Geometric Design of Higways and Streets – AASHTO 2004.
- Ley 105 de 1193

7 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS PREVISIBLES

Teniendo en cuenta que el ancho de calzada y el trazado actual no cumplen con la especificación planteada, se generaron sitios de corte y relleno.

Por otra parte, teniendo en cuenta que el alcance del proyecto no incluye los puentes existentes, se realiza el empalme a las estructuras existentes, las cuales pueden reducir la calzada al ancho disponible en cada uno de estos.

Finalmente, las estructuras de drenaje serán revisadas y modificadas, en caso de que se requiera, por el área de hidráulica.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con base en el levantamiento topográfico, la velocidad de diseño, la sección transversal típica, los parámetros de diseño y las recomendaciones de las diferentes áreas que componen los Estudios y Diseños, se realizó el diseño geométrico, aplicando las recomendaciones de las tablas del manual de diseño de carreteras Ed. 2008, obteniendo como resultado el mostrado en los planos Planta – Perfil, adjuntos al presente documento.

- El diseño geométrico se realizó con el apoyo del software especializado Civil3D, a través de un proceso iterativo buscando la optimización del proyecto, atendiendo las recomendaciones de las diferentes áreas de los Estudios y Diseños.

- Como resultado del diseño Geométrico, se generaron los siguientes productos:

  - Planos Planta – Perfil, escala 1:250 horizontal y 1:25 vertical que incluyen la siguiente información:

    - Planta del proyecto, con el abscisado cada 5 metros y elementos de curvatura.
    - Sección Transversal Típica
    - Cuadros de Elementos de Curvatura.
    - Escala Grafica
    - Diagrama de peraltes.

  - Perfil del proyecto y diseño de rasante y diagrama de curvatura vertical.

    - Volúmenes de movimiento de tierras.
    - Cota negra y cota roja.
    - Notas generales.

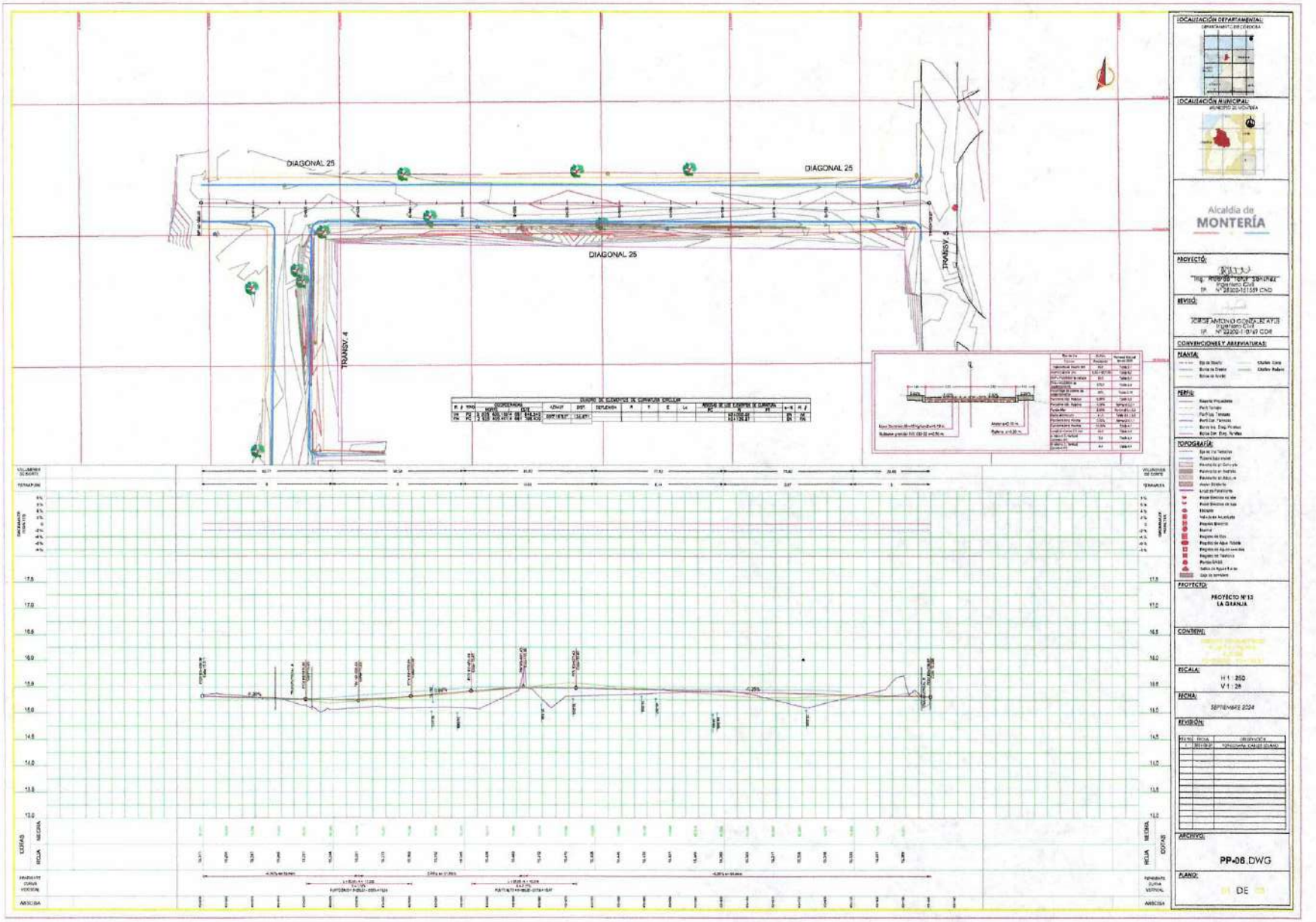
  - Secciones transversales a escala 1:100

  - Carteras de diseño:

- Cuadro de Elementos Horizontales
- Cuadro de Elementos Verticales
- Cartera de Rasante
- Cartera de Chaflanes
- Cartera de Volúmenes de Movimiento de Tierras

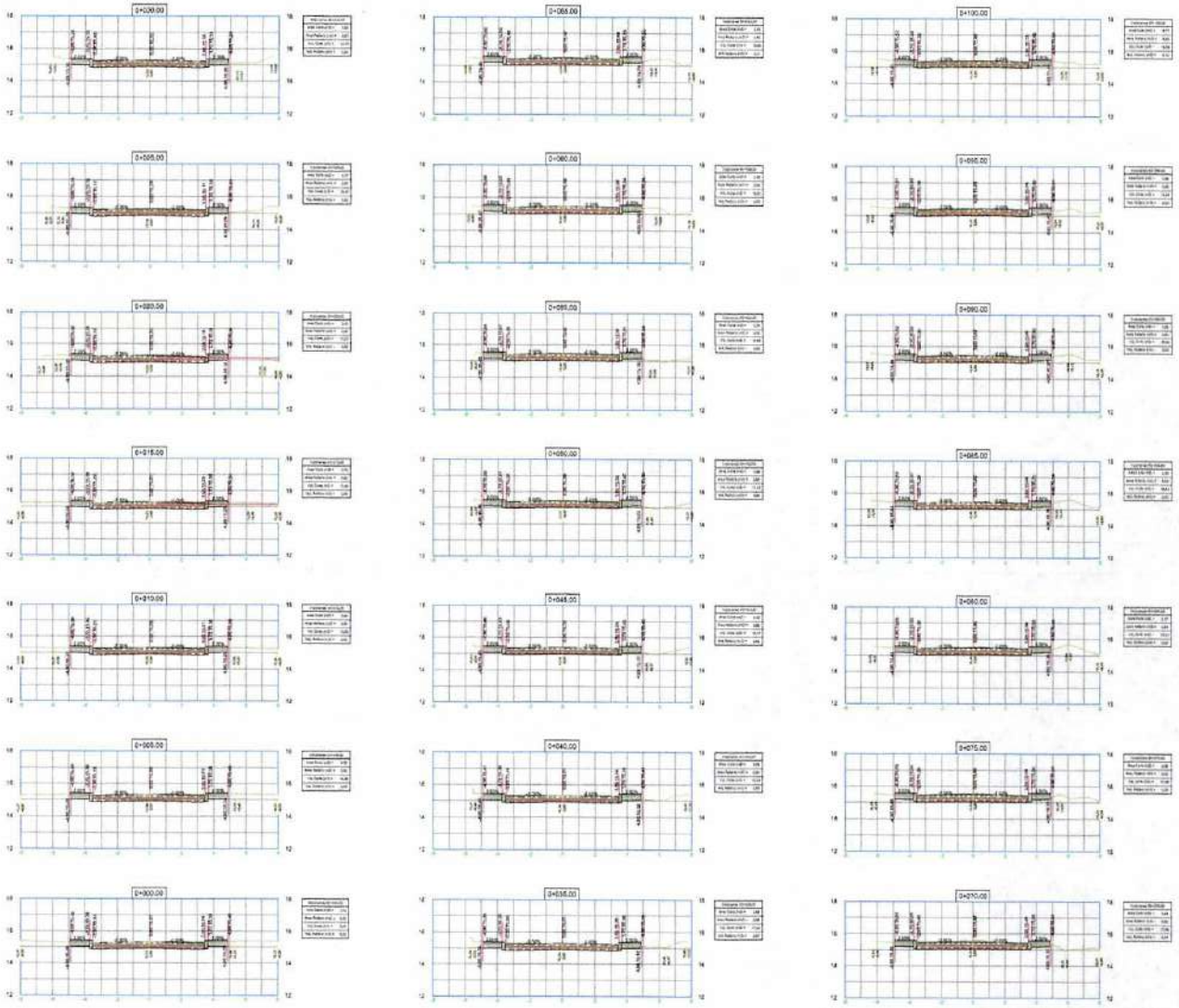
Anexo No. 1 Planos Planta Perfil

1102


DIAGONAL 25
DIAGONAL 25
DIAGONAL 25
TRANSV. 4
TRANSV. 5
CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS CIRCULAR
LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:
LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:
Alcaldía de MONTERÍA
PROYECTÓ:
REVISÓ:
CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:
PLANTA:
PERFIL:
TOPOGRAFÍA:
PROYECTO:
PROYECTO N°13
LA DIANA
CONTENIDO:
ESCALA:
H 1 : 250
V 1 : 25
FECHA:
SEPTIEMBRE 2024
REVISIÓN:
ARCHIVO:
PP-06.DWG
PLANO:
01 DE 01

Anexo No. 2 Planos Secciones Transversales

1104



LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:

LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:

Alcaldía de MONTERÍA

PROYECTÓ:

Ing. Ricardo Tono Jaramillo
Ingeniero Civil
TP. N° 23202-111569 CND

REVISÓ:

JORGE ANTONIO GONZALEZ AYUS
Ingeniero Civil
TP. N° 23202-110149 CND

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

PLANTA:

PERFIL:

TOPOGRAFÍA:

PROYECTO:

PROYECTO N°13
LA GRANJA

CONTIENE:

ESCALA:

H : 250
V : 25

FECHA:

SEPTIEMBRE 2024

REVISIÓN:

REVISIÓ	FECHA	OBSERVACIÓN
	2024-09-25	SOPORTADA CARLOS SOLANO

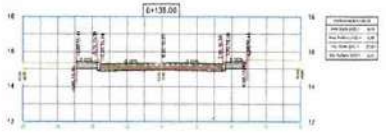
ARCHIVO:

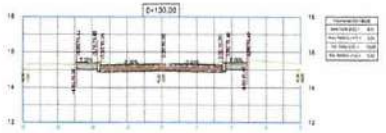
PP-06.DWG

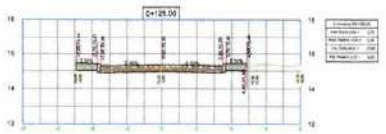
PLANO:

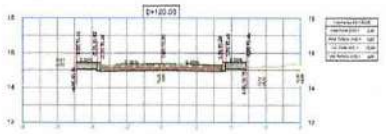
4 DE 10

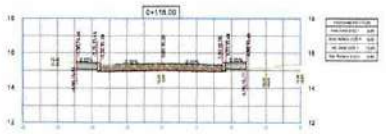
1105

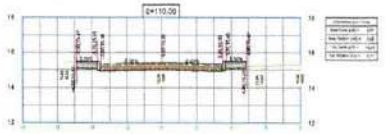
















Alcaldía de
MONTERÍA

PROYECTÓ:

"Ing. Ricardo Toro Jaramillo"
Proyectista Civil
TP. N° 23203-171589 CND

REVISÓ:

JORGE ANTONIO GONZALEZ AYUS
Proyectista Civil
TP. N° 72202-110149 COR

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

PLANTA:

PERFIL:

TOPOGRAFÍA:

PROYECTO:

PROYECTO N°13
LA GRANJA

CONTIENE:

ESCALA:

H 1 : 250
V 1 : 25

FECHA:

SEPTIEMBRE 2024

REVISIÓN:

REV N°	FECHA	DESCRIPCIÓN

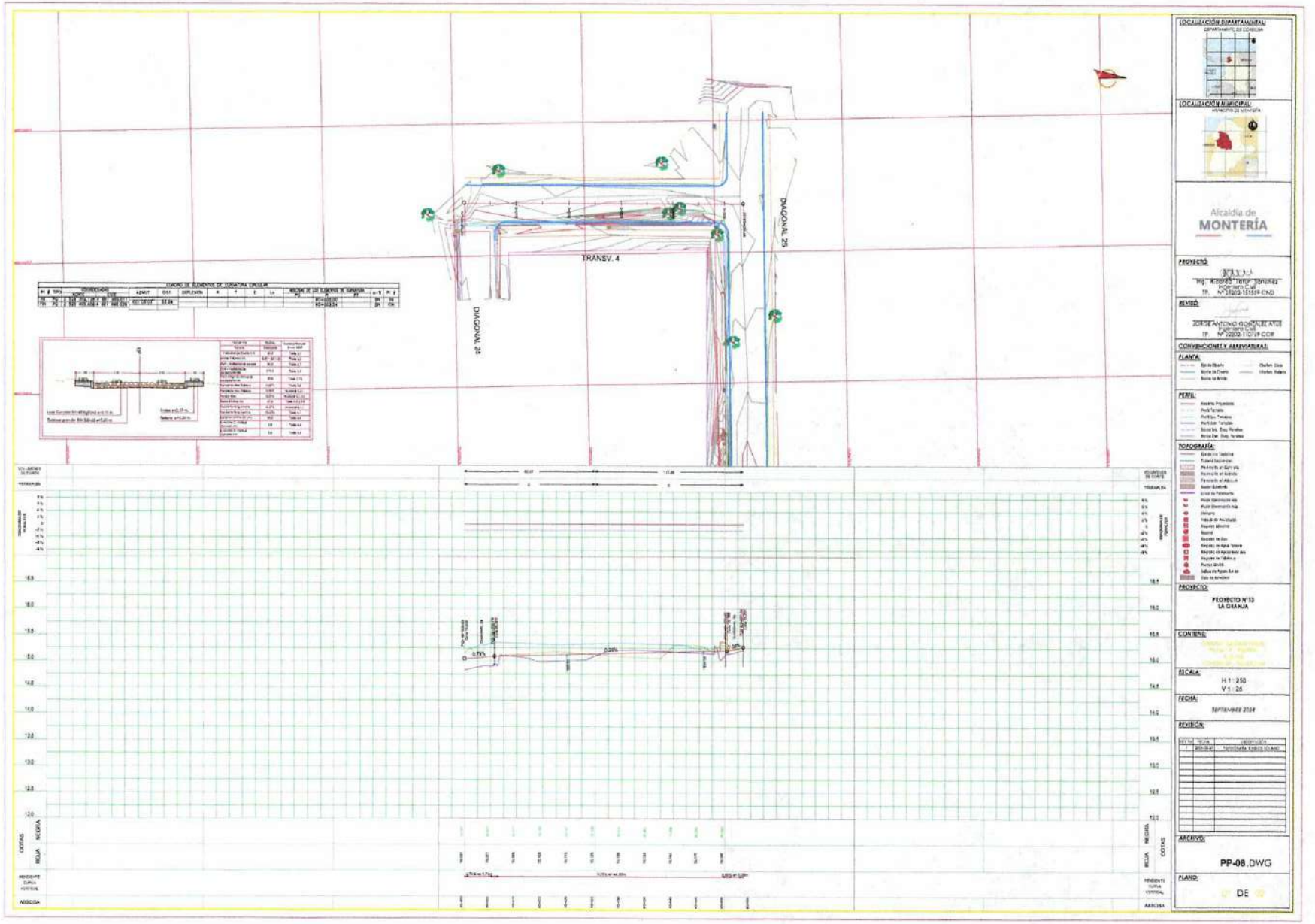
ARCHIVO:

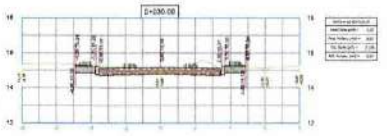
PP-06.DWG

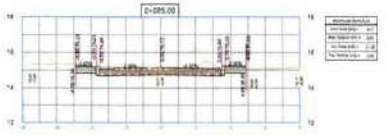
PLANO:

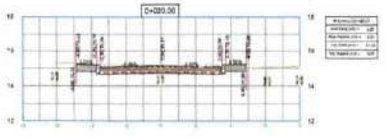
DE

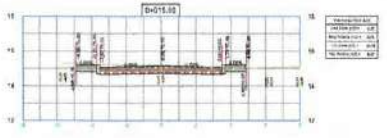
1105

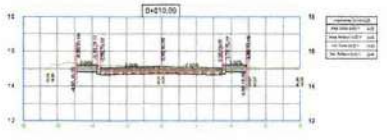

DIAGONAL 24
TRANSV. 4
DIAGONAL 25
LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:
LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:
Alcaldía de
MONTERÍA
PROYECTÓ:
REVISÓ:
JORGE ANTONIO GONZALEZ AYUB
CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:
PLANTA:
PERFIL:
TOPOGRAFÍA:
PROYECTO:
PROYECTO N°13
LA GRANJA
CONTIENE:
ESCALA:
H 1 : 250
V 1 : 25
FECHA:
SEPTIEMBRE 2024
REVISIÓN:
ARCHIVO:
PP-08.DWG
PLANO:
DE

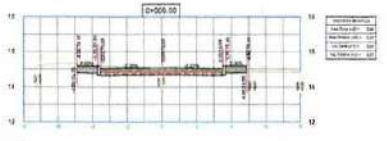


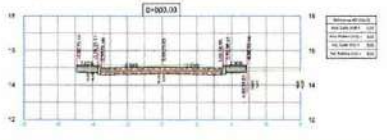


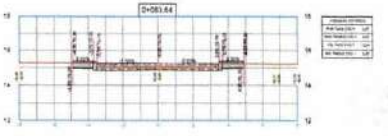


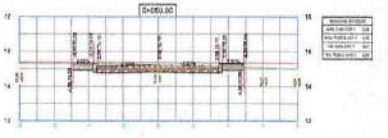


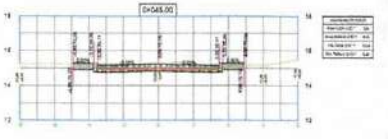


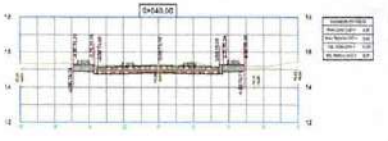


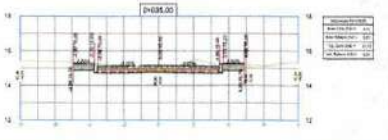












LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL



LOCALIZACIÓN MUNICIPAL



Alcaldía de
MONTERÍA

PROYECTO:

REVISÓ:

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

PLANTA:

PERFIL:

TOPOGRAFÍA:

PROYECTO:

PROYECTO N°13
LA GRANJA

CONTIENE:

ESCALA:

H 1 : 250
V 1 : 25

FECHA:

SEPTIEMBRE 2024

REVISIÓN:

ITEM	FECHA	OBSERVACIÓN
	2024-09-20	TOPOGRAFIA CAMILOS ECLAVO

ARCHIVO:

PP-08.DWG

PLANO:

DE

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA
NIT 901847594-7

VOLUMEN VII. INFORME DE DISEÑO GEOMETRICO PARA EL PROYECTO "PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN BARRIOS DE LAS COMUNAS 1, 9 Y 12 EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA" GRUPO 6

VERSIÓN 0
NOVIEMBRE 2024
BOGOTÁ D.C.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

CONTROL DE VERSIONES

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN	FOLIOS
Versión 1	Noviembre - 2024	Versión inicial	35

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA		
Elaboró	**Revisó**	**Aprobó**
Ing. Ricardo Tafur Sánchez	Ing. Ricardo Tafur Sánchez	Ing. Manuel José Meza Soto
Especialista	Especialista	Director

SUPERVISION / INTERVENTORÍA
Revisó
Ing. Ingrid Sofia Morales Avila
Alcaldía de Montería Gerente de Proyectos

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1 INTRODUCCION 6
2 GENERALIDADES DEL PROYECTO 7
3 OBJETIVOS Y ALCANCES 10
3.1 OBJETIVO 10
3.2 ALCANCES 10
4 METODOLOGÍA DE DISEÑO 10
4.1 CRITERIOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO 11
4.1.1 Planta 11
4.1.2 Perfil 11
4.1.3 Sección Transversal 12
5 PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL 13
5.1 VELOCIDAD DE DISEÑO 13
5.2 ANCHO DE CALZADA 13
5.3 ANCHO DE BERMAS 14
5.4 BOMBEO 15
5.5 SECCIÓN TRANSVERSAL 15
5.6 RADIO DE CURVATURA MÍNIMO (RCMÍN) 22
5.7 PERALTES 23
5.8 LONGITUD DE TRANSICIÓN DEL PERALTE 24
5.9 PERALTE MÁXIMO 25
5.10 PENDIENTE LONGITUDINAL 25
5.10.1 Pendiente Mínima 25
5.10.2 Pendiente Máxima 25
5.11 CURVA VERTICAL CONVEXA 26
5.11.1 Longitud Mínima Según el Criterio de Seguridad 26

5.11.2 Longitud Mínima Según el Criterio de Operación 27
5.11.3 Longitud Máxima Según el Criterio de Drenaje 28
5.12 CURVA VERTICAL CÓNCAVA 28
5.12.1 Longitud Mínima Según el Criterio de Seguridad 28
5.12.2 Longitud Mínima Según el Criterio de Operación 28
5.12.3 Longitud Máxima Según el Criterio de Drenaje 29
5.13 VEHÍCULO DE DISEÑO 29
5.14 RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO 30
6 NORMAS TÉCNICAS APLICADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO 32
7 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS PREVISIBLES 33
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 34

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Tramos viales para diseñar 7
Tabla 2 Velocidad de Diseño del Tramo Homogéneo 13
Tabla 3 Ancho de Calzada (metros) 14
Tabla 4 Ancho de Bermas 15
Tabla 5 Radios Mínimos para peralte máximo de 8% 22
Tabla 6 Radios Mínimos para peralte máximo de 6% 23
Tabla 7 Valores Máximos y Mínimos de la Pendiente Longitudinal para Rampas de Peraltes 24
Tabla 8 Pendiente Máxima en Función de la Velocidad Especifica 26
Tabla 9 Valores de Kmín para el Control de la Distancia de Visibilidad de Parada 29
Tabla 10 Parámetros de Diseño Geométrico **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del sector 8
Figura 2. Sección Transversal Típica 21
Figura 3. Esquema General de Diagrama de Transición de Peraltes 23
Figura 4. Clasificación de Vehículos 30

1 INTRODUCCION

El diseño geométrico de una vía es un proceso clave en la ingeniería de transporte que garantiza que las infraestructuras viales sean seguras, eficientes y funcionales para los usuarios. Este informe detalla el desarrollo del trazado y diseño geométrico para los segmentos viales urbanos correspondientes al grupo 6 de las comunas 1,9 y 12 en el municipio de Montería, Departamento de Córdoba, en el cual se ha seguido un enfoque integral para asegurar que la carretera cumpla con los estándares técnicos y normativos.

El objetivo del diseño geométrico es optimizar el trazado de la vía teniendo en cuenta diversos factores como la topografía del terreno, las condiciones de tráfico, las características del entorno y las necesidades de los usuarios. En este documento se presentan los principales aspectos del diseño: características geométricas, parámetros de diseño, criterios de diseño geométrico y el trazado en planta, el perfil longitudinal y las secciones transversales para cada uno de los segmentos viales en cuestión.

A través de este informe, se busca no solo explicar el proceso y las decisiones tomadas, sino también justificar las soluciones adoptadas para mejorar la funcionalidad y seguridad de la vía, minimizando a su vez los impactos ambientales y los costos del proyecto.

2 GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto en consideración se localiza en la zona urbana del Municipio de Montería en las comunas 1, 9, y 12, en el Departamento de Córdoba. A partir de la condición actual de la vía, así como lo dispuesto en el VOLUMEN 1 – ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO, se realizó el diseño geométrico de la vía, con una velocidad del tramo homogéneo de 20 km/h.

El diseño está orientado al mejoramiento de la geometría actual, optimizando el trazado de la vía para generar la menor afectación a los predios adyacentes y cumpliendo con la mayoría de los criterios establecidos en el Manual de Diseño de Carreteras (Invias – 2008).

A continuación, se presentan las vías objeto del estudio correspondientes al Grupo 6 y una imagen del sector en la Figura 1:

Tabla 1. Tramos viales para diseñar

N EJE	ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD (m)	BARRIO	DIRECCION
PROYECTO N°6				
1	5.50	658.24	CARACOLÍ Y EL NÍSPERO	CALLE 14 ENTRE LAS CRAS 3W Y 13W
2	5.00	118.95		CRA 12W ENTRE LAS CALLES 14 Y 15
3	5.00	121.18		CRA 12AW ENTRE LAS CALLES 14 Y 15
4	5.00	588.22		CALLE 14A ENTRE LAS CRAS 13W Y 20W
5	5.50	130.28		CRA 14W ENTRE LAS CALLES 14A Y 15
6	5.00	383.35	CAMILO TORRES Y 20 DE JULIO	CRA 13 ENTRE LAS CALLES 96A Y 101
7	5.00	208.93		CRA 12 ENTRE LAS CALLES 96A Y 99
8	5.00	349.62		CRA 6 ENTRE LAS CALLES 97 Y 101

9	5.00	334.36		CRA 5 ENTRE LAS CALLES 97 Y 101
10	5.00	543.81	VILLA CIELO	CARRERA 44 ENTRE LAS CALLES 53 Y 58D
11	4.50	674.96		CARRERA 45 ENTRE LAS CALLES 53 Y 58D
12	4.50	148.65		CALLE 58 ENTRE LAS CARRERAS 44 Y 45

Fuente. Esta consultoría, 2024

Figura 1. Localización del sector



Fuente: Google (2024). [Montería, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto trata de la construcción de aproximadamente 4.260 m de pavimento en concreto hidráulico, distribuidos en los tramos mostrados anteriormente. Como característica principal se evidencia la circulación en dos sentidos, con dos carriles, con un ancho de vía especifica en cada tramo vial. La anterior descripción se realiza con base en la información suministrada por el solicitante y la visita de campo.

3 OBJETIVO Y ALCANCES

3.1 OBJETIVO

Definir el trazado de la vía teniendo en cuenta las características y condiciones esperadas en cuanto a capacidad y velocidades de operación.

3.2 ALCANCES

- Adoptar la sección transversal típica de acuerdo con la normatividad vigente y a las características específicas de la infraestructura actual.
- Definir el eje de diseño en planta y perfil (rasante), teniendo en cuenta el trazado de la vía existente.
- Implementar el diseño geométrico a través de software especializado, elaborando los planos planta – perfil correspondientes
- Elaborar los planos de secciones transversales y se determinarán las cantidades de obra del proyecto.

4 METODOLOGÍA DE DISEÑO

Con base en los planos topográficos del corredor y el modelo digital de terreno configurado con la información topográfica levantada, se procedió con la ejecución del diseño planimétrico, considerando las premisas del proyecto que se sintetizan en realizar un diseño con la menor afectación a los predios adyacentes y teniendo en cuenta las pendientes mínimas de drenaje, atendiendo los requerimientos técnicos mínimos que garanticen un nivel de servicio apropiado y las recomendaciones de las demás áreas técnicas del estudio. El eje definido se procesó mediante software especializado civil3d.

De acuerdo con el diseño planimétrico, se adelantó el diseño vertical detallado, el cálculo de cantidades de obra y la producción de planos. El resultado del diseño geométrico del corredor estudiado se plasmó en los respectivos planos de planta y/o perfil, en escalas H=1:250 y V= 1:25, con el complemento de los detalles resultantes del diseño (Sección típica, estructura de pavimento, sectorización para tratamiento de taludes, obras de drenaje, etc.) y planos típicos requeridos. Igualmente, se presentan planos de secciones transversales en escala 1:100.

4.1 CRITERIOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO

4.1.1 Planta

- Aprovechamiento al máximo de la infraestructura existente.
- Homogenización de la curvatura existente, de acuerdo con la velocidad de Diseño adoptada.
- Optimización del movimiento de tierras
- Acondicionar y mejorar las condiciones de visibilidad.

4.1.2 Perfil

- Mantener un nivel de rasante adecuado, de acuerdo con el diseño de pavimentos, y las pendientes mínimas para el drenaje.
- Homogenización de la curvatura existente, de acuerdo con la velocidad de Diseño adoptada.
- Optimización del movimiento de tierras

- Acondicionar y mejorar las condiciones de visibilidad.

4.1.3 Sección Transversal

- Mantener una sección transversal adecuada que garantice los niveles de seguridad y comodidad del usuario.
- Aprovechar al máximo la infraestructura existente
- Optimización del movimiento de tierras

5 PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL

5.1 VELOCIDAD DE DISEÑO

El proyecto corresponde con un trazado urbano con pendientes longitudinales y transversales bajas, clasificando como un terreno tipo plano.

Tabla 2 Velocidad de Diseño del Tramo Homogéneo

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Primaria de una calzada	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Secundaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Terciaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										

Fuente: MDG 2008

De acuerdo con el Instituto Nacional de Vías, para vías terciarias con este tipo de terreno, se recomienda emplear una velocidad de diseño del tramo homogéneo de 40 km/h. Sin embargo, con la finalidad de efectuar un diseño geométrico que reduzca los costos del proyecto y sea viable para la comunidad, se realizó el diseño geométrico con una velocidad del tramo homogéneo de 20 km/h.

5.2 ANCHO DE CALZADA

En la Tabla 3 se indica el ancho de la calzada en función de la categoría de la carretera, del tipo de terreno y de la Velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR). En carreteras de una sola calzada el ancho mínimo de

ésta debe ser de seis metros (6.0 m) con el propósito de permitir el cruce de dos vehículos de diseño que viajen en sentido contrario.

Tabla 3 Ancho de Calzada (metros)

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: MDG 2008

Según la Tabla 3, el ancho de la calzada corresponde a 6.00 m teniendo en cuenta las características de la vía en su condición actual (vía secundaria en terreno plano), sin embargo, teniendo en cuenta las características de las vías cercanas al proyecto y el POT del municipio, se adopta un ancho de calzada entre 5.00 m y 10.50 respectivamente, lo cual proporciona mayor seguridad y comodidad a los usuarios.

- Ancho de Carril Adoptado: 2.50 y 5.30 metros
- Ancho de Calzada Adoptado: 5.00 y 10.30 metros

5.3 ANCHO DE BERMAS

El ancho de las bermas depende de la categoría de la carretera, el tipo de terreno y la velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR). En la Tabla 4 se presenta el ancho que deben tener.

Tabla 4 Ancho de Bermas

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}), km/h									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas[1]	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	2.00	2.00	2.50	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	1.80	2.00	2.00	2.50	-
	Montañoso	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.00	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Montañoso	-	-	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-
Terciaria[2]	Plano	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

[1] Berma derecha/Berma izquierda
[2] Berma cuneta

Fuente: MDG 2008

De acuerdo con la Tabla 4, para las características de la vía en estudio se debe implementar una berma-cuneta con un ancho de 0.50 m, con la finalidad de mantener el corredor existente y limitar la adquisición de predios no se contempla berma

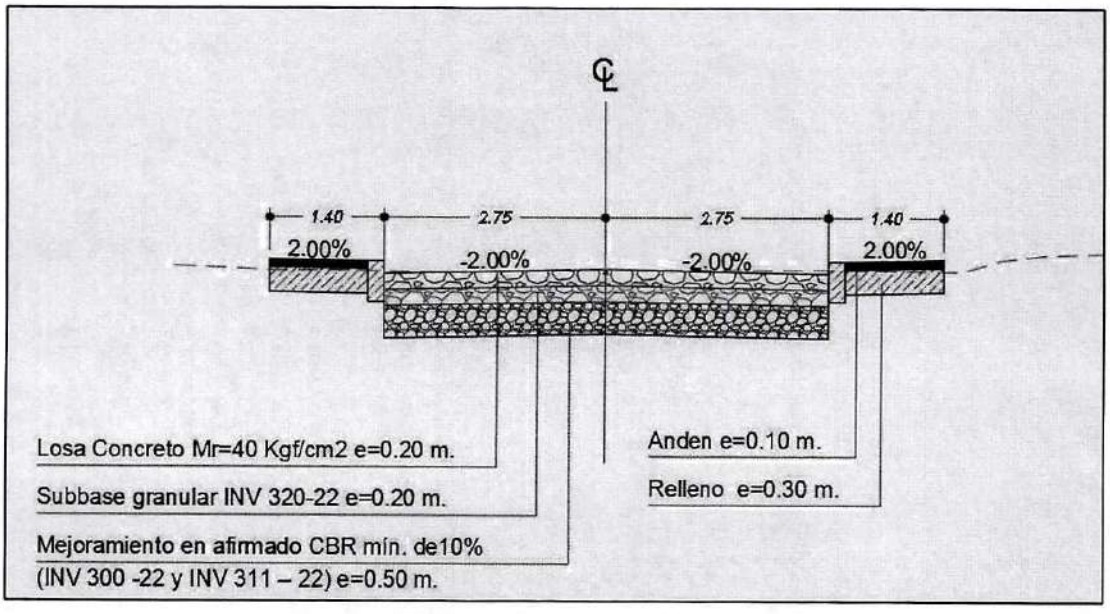
- Ancho de berma: NA metros

5.4 BOMBEO

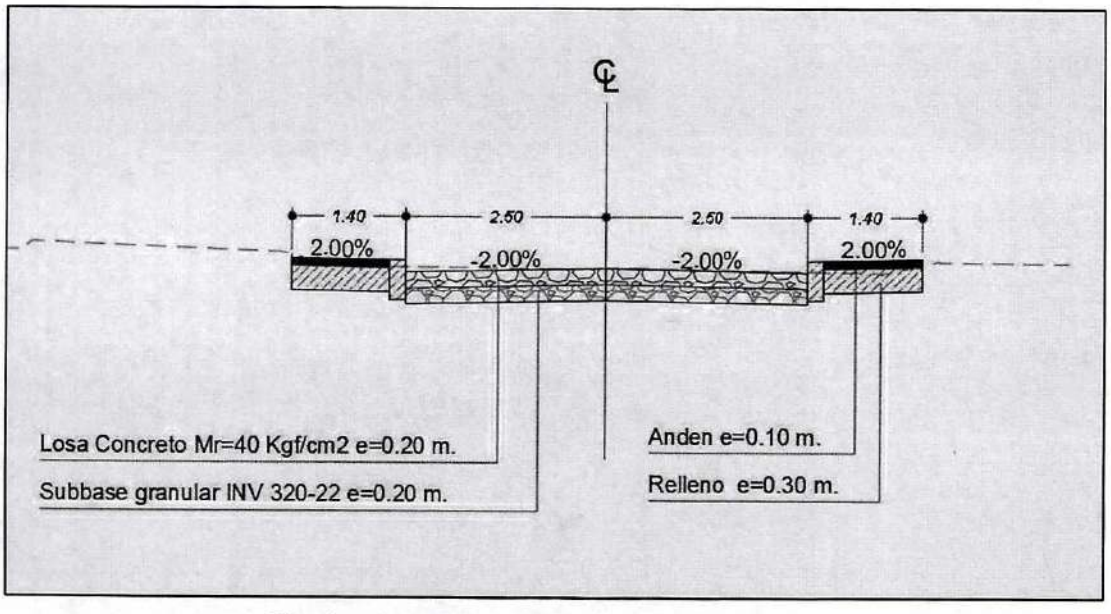
Para el presente diseño se implementó el bombeo normal del 2% del eje de vía hacia los costados de la misma, lo cual garantiza el tránsito de la escorrentía superficial hacia las obras de conducción tipo berma cuneta.

5.5 SECCIÓN TRANSVERSAL

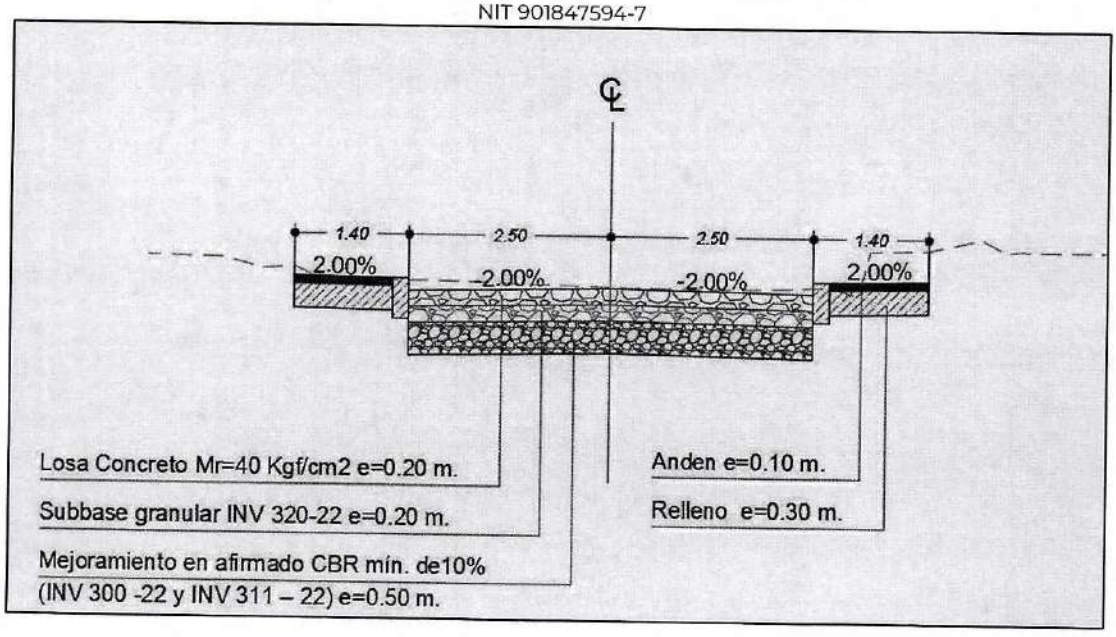
A continuación, se presentan las secciones transversales adoptadas, de acuerdo con el manual de diseño geométrico para todas las vías correspondientes al Grupo 6.



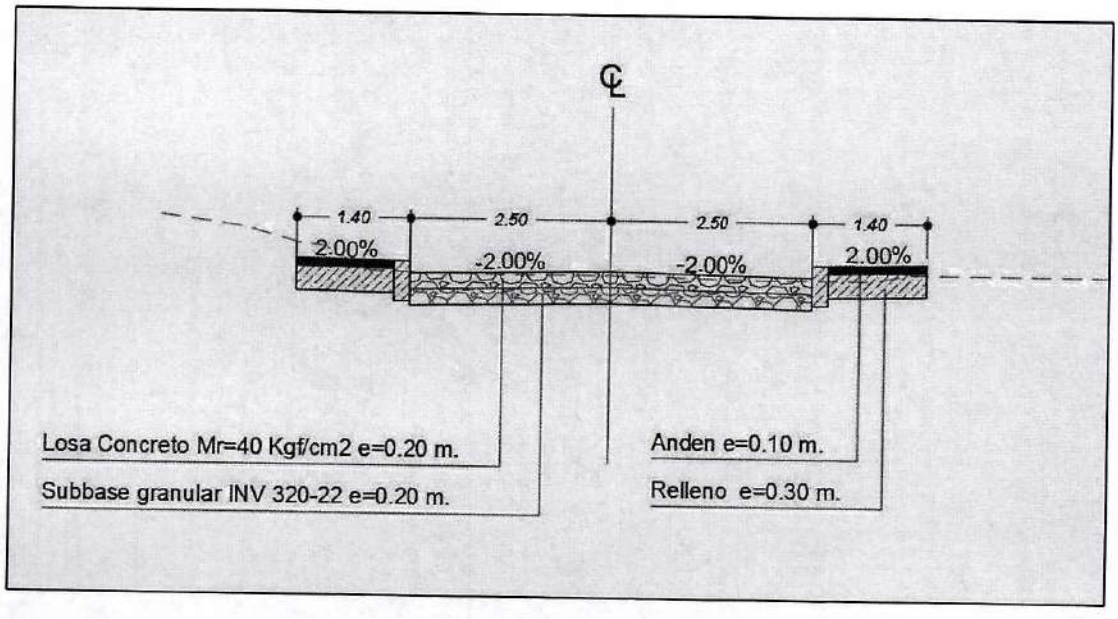
Eje 1 - Calle 14 entre las Cras. 3W y 13W



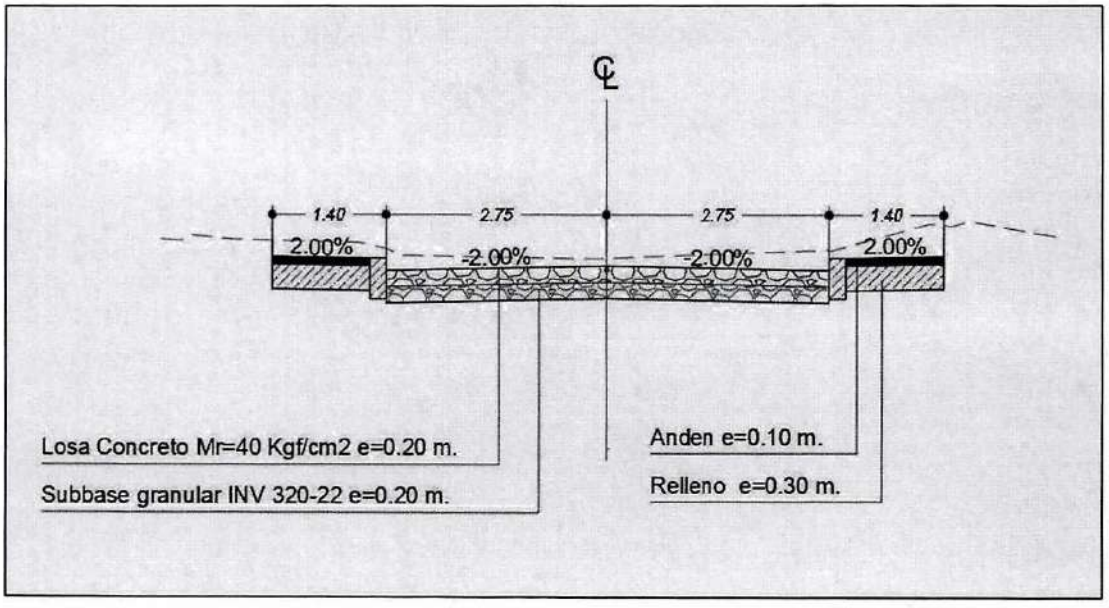
Eje 2 – Cra. 12W entre las Calles 14 y 15



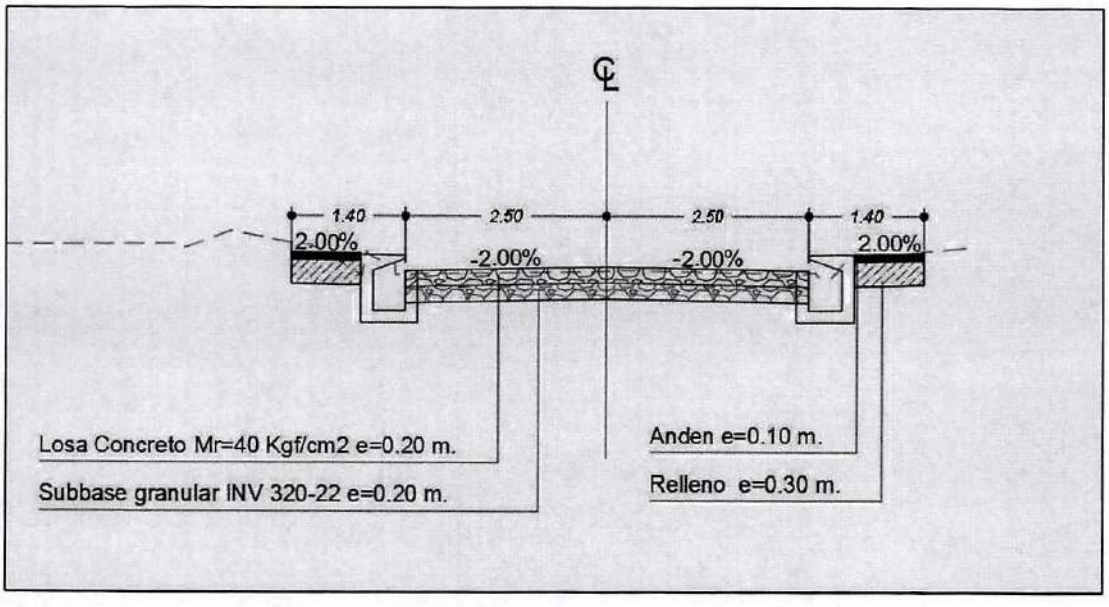
Eje 3 – Cra. 12AW entre las Calles 14 y 15



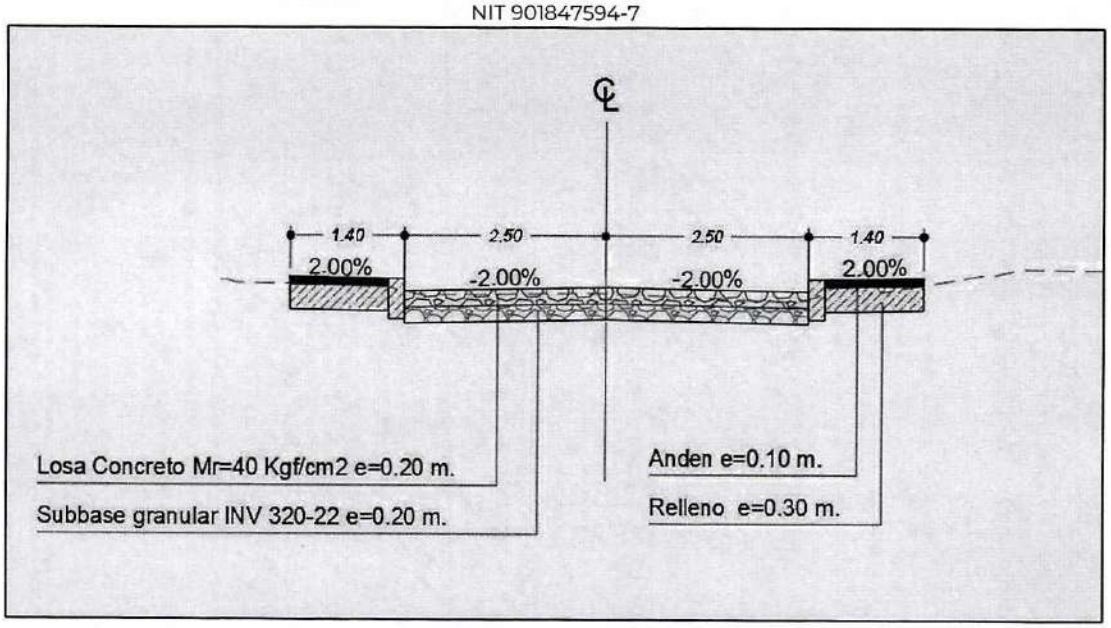
Eje 4 – Calle 14A entre las Cras. 13W y 20W



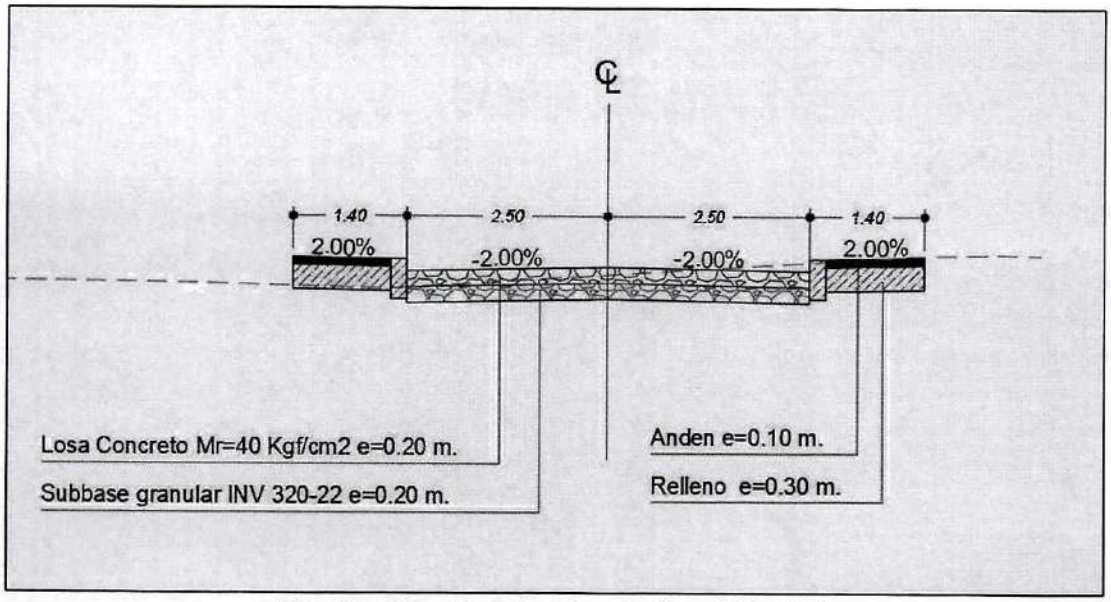
Eje 5 – Cra. 14W entre las Calles 14A y 15



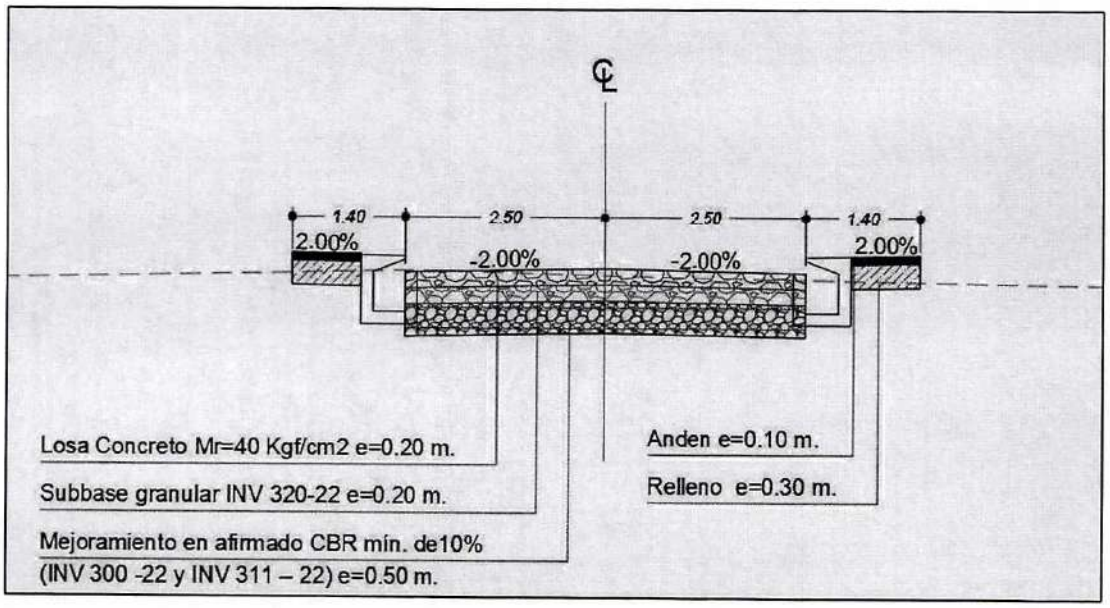
Eje 6 – Cra. 13 entre las Calles 96A y 101



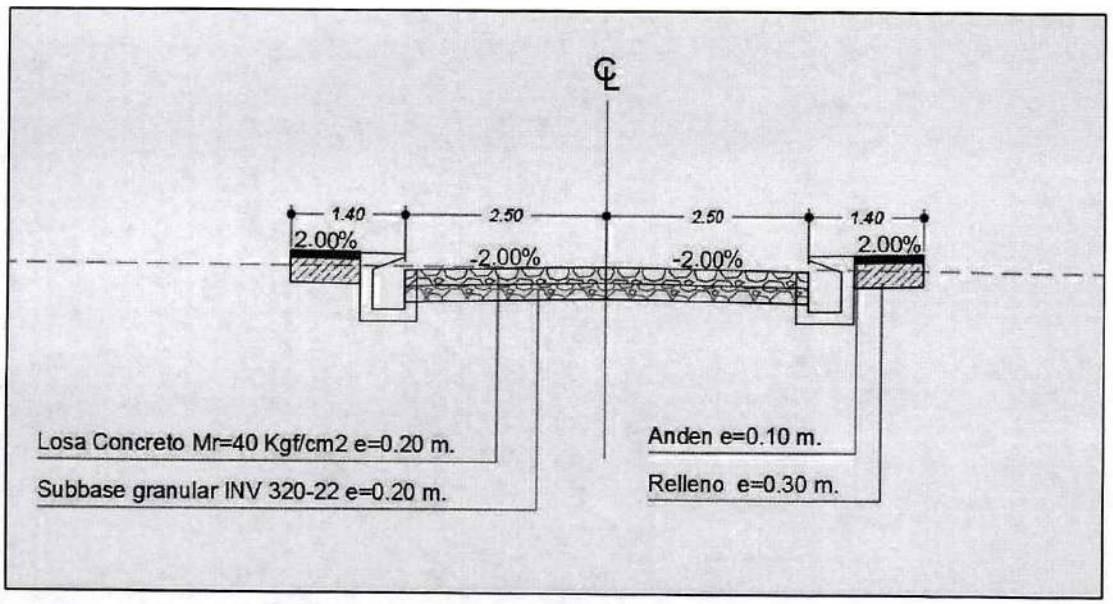
Eje 7 – Cra. 12 entre las calles 96A y 99



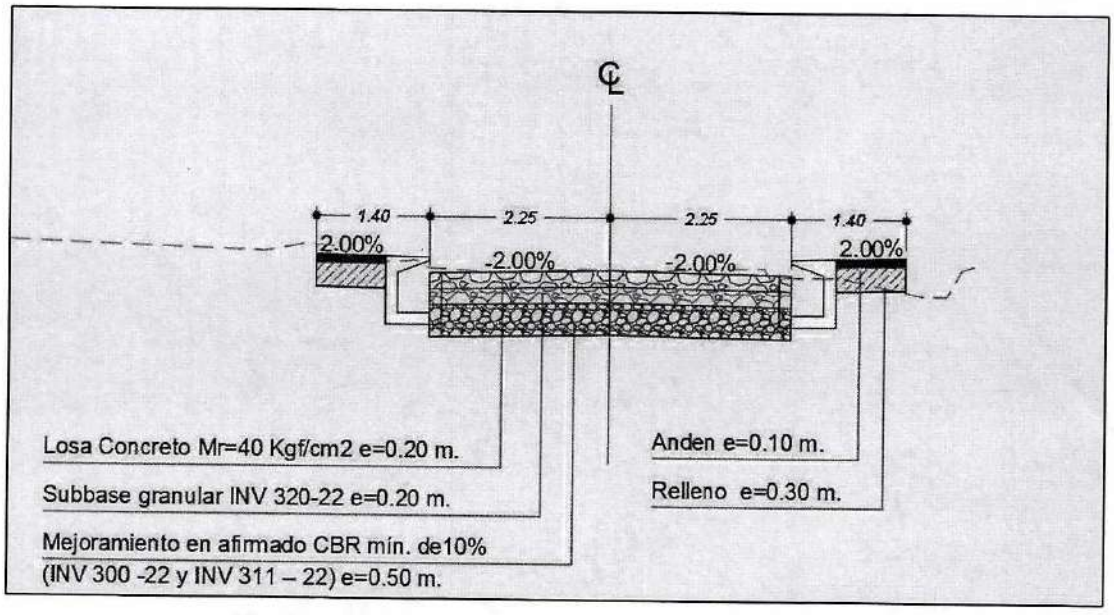
Eje 8 – Cra. 6 entre las Calles 97 y 101



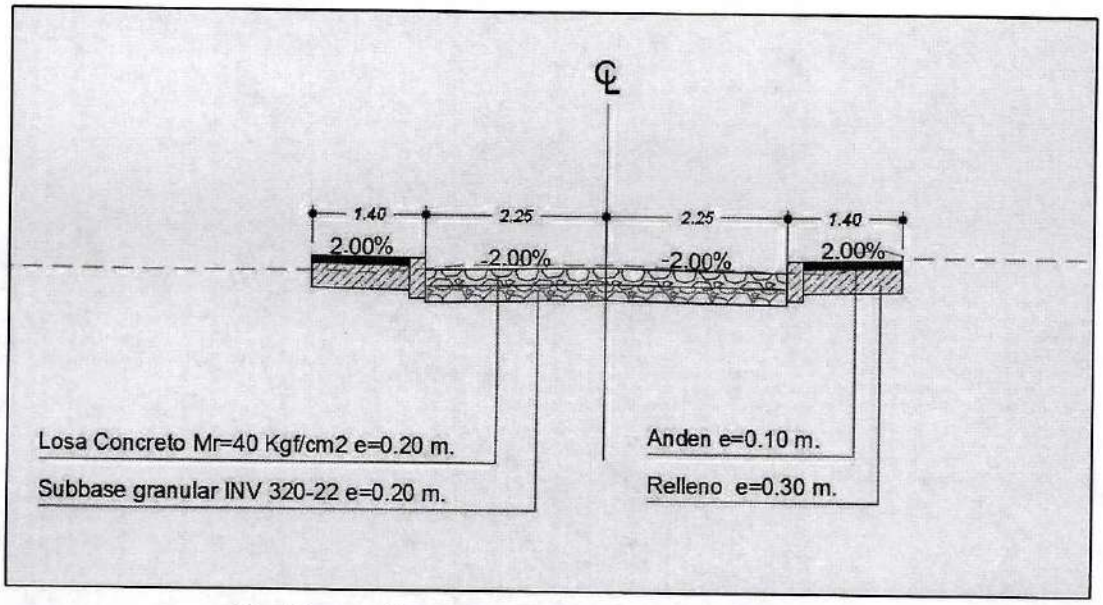
Eje 9 – Cra. 5 entre las calles 97 y 101



Eje 10 – Carrera 44 entre las Calles 53 y 58D



Eje 11 – Carrera 45 entre las Calles 53 y 58D



Eje 12 – Calle 58 entre las Carreras 44 y 45

Figura 2. Sección Transversal Típica

5.6 RADIO DE CURVATURA MÍNIMO (RCMÍN)

El radio mínimo ($R_{Cmín}$) es el valor límite de curvatura para una Velocidad Específica (V_{CH}) de acuerdo con el peralte máximo ($e_{máx}$) y el coeficiente de fricción transversal máxima ($f_{Tmáx}$). El Radio mínimo de curvatura solo debe ser usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores. El radio mínimo se calcula de acuerdo al criterio de seguridad ante el deslizamiento mediante la aplicación de la ecuación de equilibrio:

$$R_{Cmín} = \frac{(V_{CH})^2}{127 * (e_{máx} + f_{Tmáx})}$$

En la Tabla 5 y Tabla 6 se indican los valores de Radio mínimo para diferentes Velocidades Específicas (V_{CH}) según el peralte máximo ($e_{máx}$) y la fricción máxima ($f_{Tmáx}$).

Tabla 5 Radios Mínimos para peralte máximo de 8%

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,20	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	667,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832

Fuente. MDG 2008

Tabla 6 Radios Mínimos para peralte máximo de 6%

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
20	6,0	0,35	0,41	7,7	15 (1)
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
60	6,0	0,17	0,23	123,2	123

(1) La adopción de este valor redondeado se sustenta básicamente en la necesidad de suministrar a los vehículos condiciones de desplazamiento cómodas, en aras de permitir giros sin requerir cambios muy fuertes en su velocidad.

Fuente. MDG 2008

5.7 PERALTES

De acuerdo con la metodología propuesta en el manual de diseño geométrico, se determinó el valor del peralte para los radios superiores al mínimo. La transición de los diagramas de peralte se realizó con base a lo descrito en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 3.

Figura 3. Esquema General de Diagrama de Transición de Peraltes

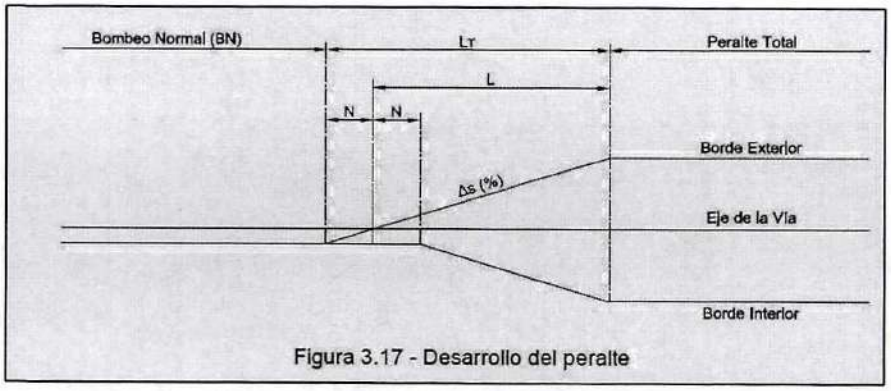


Figura 3.17 - Desarrollo del peralte

Fuente: Manual de diseño Geométrico de Vías – INVIAS – MT 2008

5.8 LONGITUD DE TRANSICIÓN DEL PERALTE

Mediante la longitud de transición se realizará el paso gradual del bombeo normal a peralte máximo, de acuerdo con lo descrito en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, por lo tanto, se encuentra en función del ancho de carril, peraltes y pendiente de la rampa de peralte. Con base en lo anterior la longitud de transición se determinó mediante la siguiente expresión, recomendada igualmente en el Manual de Diseño Geométrico de INVIAS – MT, Ed. 2008:

$$L = \frac{a_c * e}{\Delta_s}$$

Donde:

L = Longitud de transición del peralte
a_c = Ancho de Carril
e = Peralte máximo
Δ_s = Pendiente de la rampa de peraltes

Tabla 7 Valores Máximos y Mínimos de la Pendiente Longitudinal para Rampas de Peraltes

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	0.1 x a
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	

Fuente. MDG 2008

5.9 PERALTE MÁXIMO

Para vías de tipo primarias y secundarias se establece como peralte máximo ocho por ciento (8%), el cual permite no incomodar a vehículos que viajan a velocidades menores, especialmente a los vehículos con centro de gravedad muy alto y a los vehículos articulados (tracto – camión con remolque) los cuales pueden tener un potencial de volcamiento de su carga al circular por curvas con peraltes muy altos.

Para este caso, se adopta la recomendación para vías urbanas con un peralte máximo del cuatro por ciento (4%)

5.10 PENDIENTE LONGITUDINAL

5.10.1 Pendiente Mínima

La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas debe ser de cero punto cinco por ciento (0.5%) como pendiente mínima deseable y cero punto tres por ciento (0.3%) para diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la pendiente mínima deseable.

Para el presente diseño se empleó una pendiente mínima de 0.5 %, la cual garantiza el adecuado funcionamiento de las obras de conducción y descarga del agua de escorrentía superficial en la corona de la vía.

5.10.2 Pendiente Máxima

La pendiente máxima de una tangente vertical está en relación directa con la velocidad a la que circulan los vehículos, teniendo en dicha velocidad una alta incidencia el tipo de vía que se desea diseñar. Para vías Primarias las pendientes máximas se establecen considerando velocidades altas, entre sesenta y ciento treinta kilómetros por hora (60 -

130 km/h). En las vías Terciarias las pendientes máximas se ajustan a velocidades entre veinte y sesenta kilómetros por hora (20 - 60 km/h), en donde la necesidad de minimizar los movimientos de tierra y pobre superficie de rodadura son las condiciones dominantes.

Tabla 8 Pendiente Máxima en Función de la Velocidad Especifica

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5	4	4
Primaria de una calzada	-	-	-	-	8	7	6	6	5	5	5	-
Secundaria	-	-	10	9	8	7	6	6	6	-	-	-
Terciaria	14	12	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-

Fuente. MDG 2008

5.11 CURVA VERTICAL CONVEXA

5.11.1 Longitud Mínima Según el Criterio de Seguridad

De acuerdo con el criterio de seguridad, la longitud mínima se obtiene mediante la aplicación de la Distancia de Visibilidad de Parada (D_P). Se presentan dos relaciones entre la distancia de visibilidad (D_P) y la Longitud de la curva (L): Cuando $D_P < L$ y $D_P > L$. Las ecuaciones que se indican a continuación presentan la longitud de la curva para cada relación, teniendo en cuenta la altura del ojo de conductor sobre la calzada (h1), que es igual a un metro con ocho centímetros (1.08 m), y la altura del obstáculo (h2), que es igual a sesenta centímetros (0.60 m).

Cuando DP < L:

$$L_{min} = \frac{A * (D_P)^2}{200 * \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)^2}$$

Donde:

$L_{mín}$ = Longitud mínima de la curva, en metros.

A = Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)

D_P = Distancia de visibilidad de parada, asociada a la Velocidad Especifica de la curva vertical (V_{CV}), en metros

h_1 = Altura del ojo del conductor, en metros. $h_1 = 1.08\ m$

h_2 = Altura del obstáculo, en metros. $h_2 = 0.60\ m$

Cuando DP > L:

$$L_{mín} = 2 * D_P - \frac{200 * \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)^2}{A}$$

El control de la distancia de visibilidad de parada (D_P) también se puede hacer mediante el parámetro K, el cual es igual a la relación L/A (distancia horizontal, en metros necesaria para tener un cambio de pendiente de uno por ciento (1%) a lo largo de la curva). Lo anterior se traduce en:

$$L_{mín} = K_{mín} * A$$

5.11.2 Longitud Mínima Según el Criterio de Operación

La aplicación de este criterio evita el cambio súbito de pendiente y permite que el perfil de la vía en la curva vertical tenga una adecuada estética y apariencia. La longitud mínima de la curva vertical para cumplir con este criterio está en función de la Velocidad Específica (VCV) y es dada por la siguiente expresión:

$$L_{mín} = 0.6 * V_{CV}$$

Donde:

$L_{mín}$ = Longitud mínima según criterio de operación, en metros.

V_{CV} = Velocidad Específica de la curva vertical, en km/h

Las longitudes de curvas que permiten una distancia de visibilidad de adelantamiento son demasiado grandes comparadas con la aplicación de los controles anteriores y se generan valores que son imprácticos e inusuales. No se recomienda proporcionar distancia de visibilidad de adelantamiento en curvas verticales convexas.

5.11.3 Longitud Máxima Según el Criterio de Drenaje

En el punto más alto de la cresta de una curva vertical convexa con pendiente S1 y S2 de diferente signo se tiene un corto tramo a nivel (pendiente = 0%), que dificulta el drenaje longitudinal, para lo cual la AASHTO – 2004 considera que un valor de A igual a cero punto seis por ciento (0.6%) en un tramo de la curva igual a treinta metros (30 m), provee el adecuado drenaje en el sector más plano de la curva.

$$K_{máx} = \frac{30}{0.6} = 50$$

Para garantizar el drenaje adecuado en la cresta de la curva vertical convexa se debe diseñar la curva con un valor de K menor o igual a cincuenta (50).

5.12 CURVA VERTICAL CÓNCAVA

5.12.1 Longitud Mínima Según el Criterio de Seguridad

En las curvas cóncavas, el análisis de visibilidad considera las restricciones que se presentan en la noche y estima la longitud del sector de carretera iluminado hacia adelante, como la distancia de visibilidad. Dicha distancia depende de la altura de las luces delanteras del vehículo (H), para la cual se asume un valor de sesenta centímetros (0.60 m) y un ángulo de divergencia del rayo de luz hacia arriba ( ) respecto al eje longitudinal del vehículo de un grado (1°).

5.12.2 Longitud Mínima Según el Criterio de Operación

Se aplica el mismo criterio de las curvas convexas y por lo tanto la longitud mínima de la curva cóncava se expresa por:

$$L_{mín} = 0.6 * V_{CV}$$

Para la distancia de visibilidad de adelantamiento, de paso o de rebase, no es indispensable su cálculo, ya que es posible ver las luces del vehículo que viene en sentido contrario.

5.12.3 Longitud Máxima Según el Criterio de Drenaje

Es necesario controlar la longitud máxima de la curva vertical cóncava para evitar el empozamiento de las aguas superficiales en la batea o punto más bajo de la curva. De acuerdo con este criterio, se debe diseñar la curva vertical cóncava con un valor de K menor o igual a cincuenta (50).

Tabla 9 Valores de Kmín para el Control de la Distancia de Visibilidad de Parada

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CV} (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE $K_{mín}$				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 [1]
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 [1]
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11.0	11.0	17.3	18.0	36
70	105	16.8	17.0	22.6	23.0	42
80	130	25.7	26.0	29.4	30.0	48
90	160	38.9	39.0	37.6	38.0	54
100	185	52.0	52.0	44.6	45.0	60
110	220	73.6	74.0	54.4	55.0	66
120	250	95.0	95.0	62.8	63.0	72
130	285	123.4	124.0	72.7	73.0	78

[1] La adopción de este valor tiene como finalidad garantizar unas mínimas condiciones de estética a las carreteras, y por consiguiente de comodidad para los usuarios.

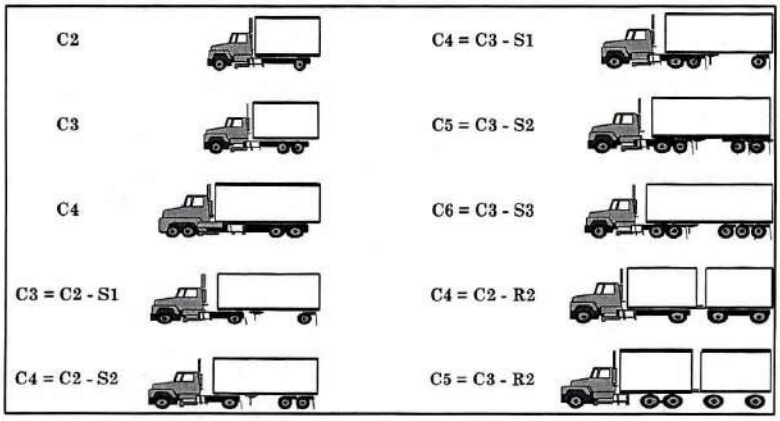
Fuente. MDG 2008

5.13 VEHÍCULO DE DISEÑO

De acuerdo con las recomendaciones del numeral No. 2.2 del Manual de Diseño Geométrico, y la tabla No. 2.4, relacionadas con el vehículo de Diseño, se utilizó como vehículo de diseño el vehículo tipo 3S2, que por sus dimensiones representa el vehículo 3S2 y 3S3, para la determinación de radios de giro requerido en enlaces y sobreancho de curvas en radios reducidos.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**4, se presenta la clasificación de vehículos de acuerdo con el número de ejes (Fuente: Ministerio del Transporte. Instituto Nacional de Vías, 2004).

Figura 4. Clasificación de Vehículos



Fuente: Manual de diseño Geométrico de Vías – INVIAS – MT 2009

5.14 RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

Con base en las unidades topográficas identificadas, la Velocidad de Diseño, el Tránsito de Diseño y la sección transversal típica adoptados, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan los parámetros de diseño geométrico, de acuerdo con el Manual de Diseño de Carreteras del Ministerio de Transporte – INVIAS, Edición 2008.

Tabla 10 Parámetros de Diseño Geométrico

Tipo de Vía	Urbano	Numeral Manual Invias 2008
Terreno	Llano	
Velocidad de Diseño (K/h)	20.0	Tabla 2.1
Ancho de calzada (m)	6.50	Tabla 5.2
DVP - Visibilidad de parada	N.A.	Tabla 2.7
DVA - Visibilidad de Adelantamiento	N.A.	Tabla 2.9
Porcentaje de tramos de adelantamiento	N.A.	Tabla 2.10
Pendiente Max Relativa	0.96%	Tabla 3.6
Pendiente Min. Relativa	0.35%	Numeral 3.2.1

Peralte Max	4.00%	Numeral 3.1.3.2
Radio Mínimo (m)	21.0	Tabla 3.2 y 3.3
Pendiente long mínima	0.10%	Numeral 4.1.1
Pendiente long maxima	8.00%	Tabla 4.1
Longitud minima CV (m)	20.0	Tabla 4.4
K mínimo C. Vertical Convexa (m)	1.0	Tabla 4.4
K mínimo C. Vertical Concava (m)	3.0	Tabla 4.4

Fuente. Esta consultoría, 2024

6 NORMAS TÉCNICAS APLICADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO

Dentro de la normatividad técnica que se aplicará en los diseños geométricos definitivos de este proyecto se mencionan los siguientes:

- Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del Ministerio de Transporte - Instituto Nacional de Vías INVIAS. 2008, el cual entró en vigencia de acuerdo con la Resolución 00744 del 4 de Marzo de 2009
- A Policy on Geometric Design of Higways and Streets – AASHTO 2004.
- Ley 105 de 1193

7 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS PREVISIBLES

Teniendo en cuenta que el ancho de calzada y el trazado actual no cumplen con la especificación planteada, se generaron sitios de corte y relleno.

Por otra parte, teniendo en cuenta que el alcance del proyecto no incluye los puentes existentes, se realiza el empalme a las estructuras existentes, las cuales pueden reducir la calzada al ancho disponible en cada uno de estos.

Finalmente, las estructuras de drenaje serán revisadas y modificadas, en caso de que se requiera, por el área de hidráulica.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con base en el levantamiento topográfico, la velocidad de diseño, la sección transversal típica, los parámetros de diseño y las recomendaciones de las diferentes áreas que componen los Estudios y Diseños, se realizó el diseño geométrico, aplicando las recomendaciones de las tablas del manual de diseño de carreteras Ed. 2008, obteniendo como resultado el mostrado en los planos Planta – Perfil, adjuntos al presente documento.

- El diseño geométrico se realizó con el apoyo del software especializado Civil3D, a través de un proceso iterativo buscando la optimización del proyecto, atendiendo las recomendaciones de las diferentes áreas de los Estudios y Diseños.

- Como resultado del diseño Geométrico, se generaron los siguientes productos:

  - Planos Planta – Perfil, escala 1:250 horizontal y 1:25 vertical que incluyen la siguiente información:

    - Planta del proyecto, con el abscisado cada 5 metros y elementos de curvatura.
    - Sección Transversal Típica
    - Cuadros de Elementos de Curvatura.
    - Escala Grafica
    - Diagrama de peraltes.

  - Perfil del proyecto y diseño de rasante y diagrama de curvatura vertical.

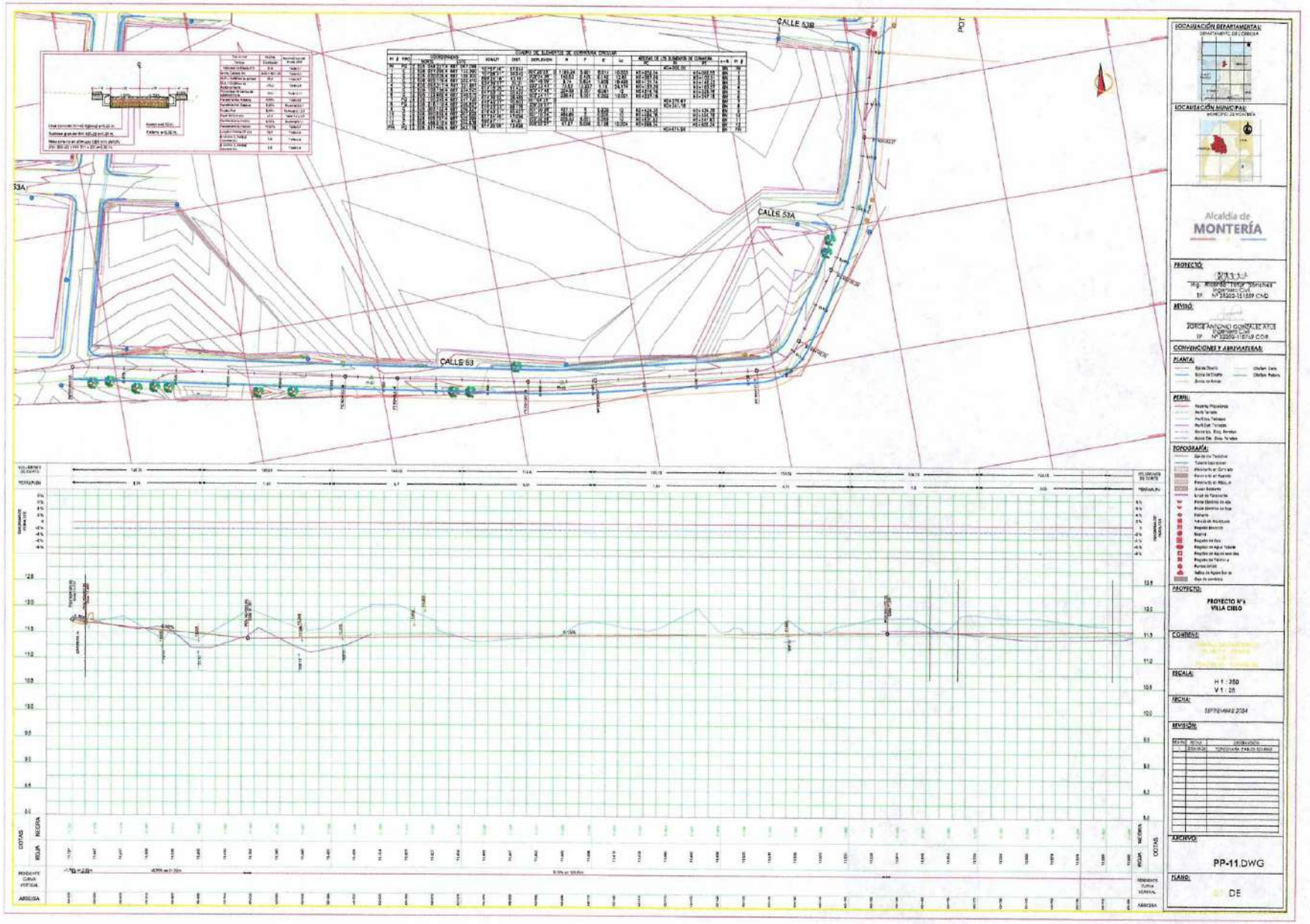
    - Volúmenes de movimiento de tierras.
    - Cota negra y cota roja.
    - Notas generales.

  - Secciones transversales a escala 1:100

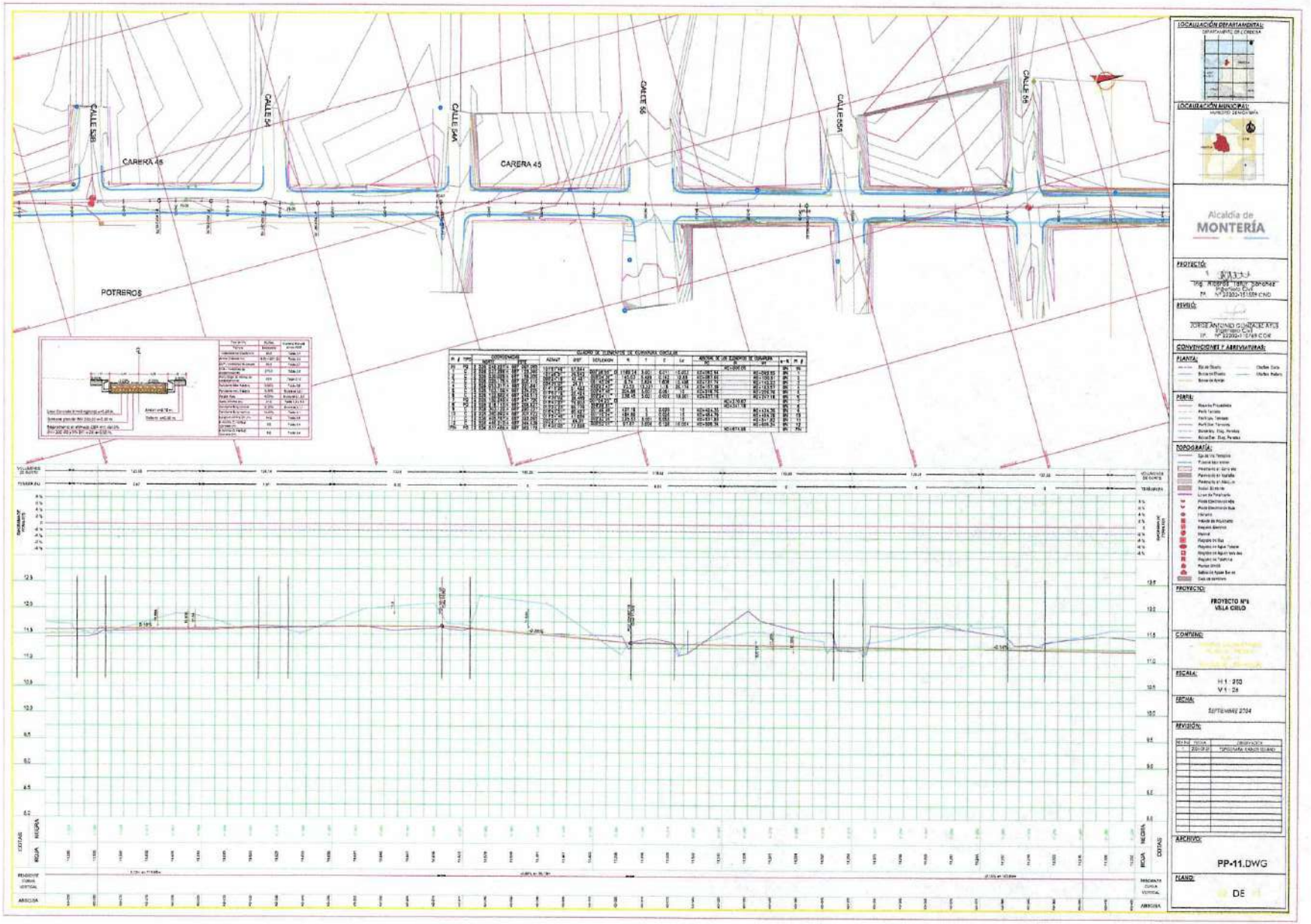
  - Carteras de diseño:

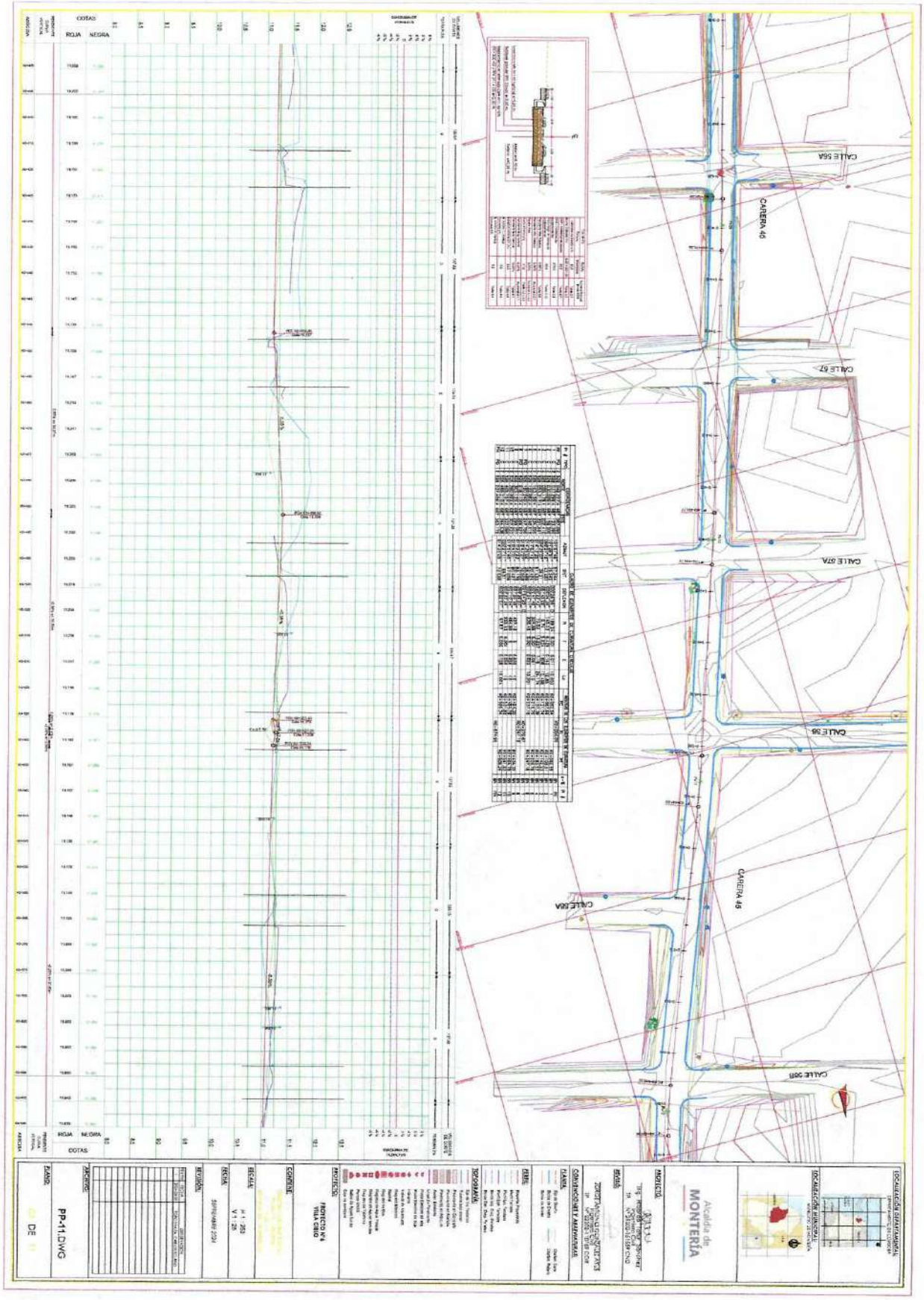
- Cuadro de Elementos Horizontales
- Cuadro de Elementos Verticales
- Cartera de Rasante
- Cartera de Chaflanes
- Cartera de Volúmenes de Movimiento de Tierras

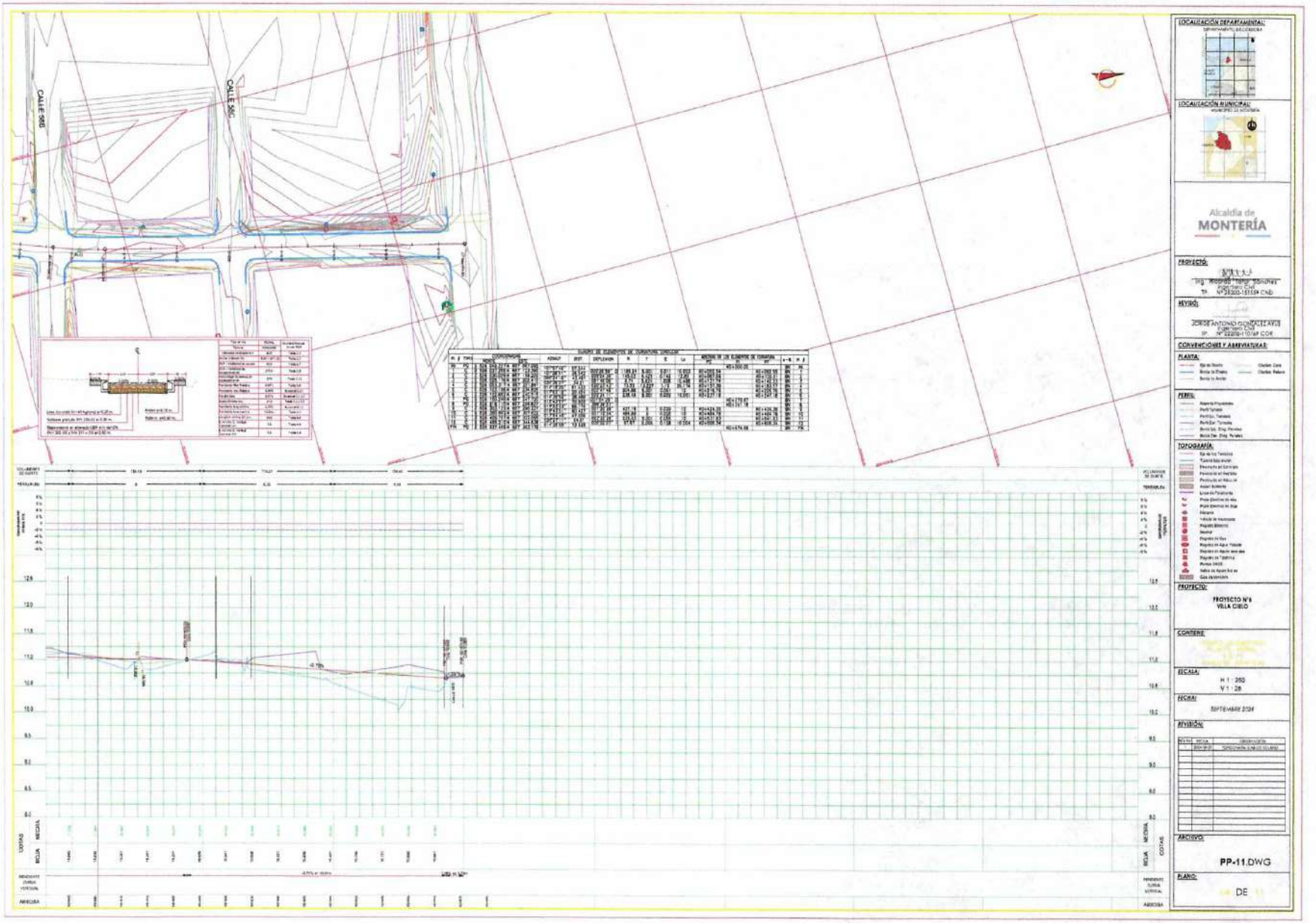
Anexo No. 1 Planos Planta Perfil


CALLE 53B
CALLE 53A
CALLE 53
POT
LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:
DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA
LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:
MUNICIPIO DE MONTERÍA
Alcaldía de
MONTERÍA
PROYECTÓ:
REVISÓ:
JORGE ANTONIO GONZALEZ AYOS
CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:
PLANTA:
PERFIL:
TOPOGRAFÍA:
PROYECTO:
PROYECTO N°1
VILLA CIELO
CONTIENE:
ESCALA:
H 1 : 250
V 1 : 25
FECHA:
SEPTIEMBRE 2024
REVISIÓN:
ARCHIVO:
PP-11.DWG
PLANO:
DE

1145


CALLE 53B
CARRERA 45
CALLE 54
CALLE 54A
CARRERA 45
CALLE 55
CALLE 55A
CALLE 56
POTREROS
LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:
LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:
Alcaldía de
MONTERÍA
PROYECTÓ:
REVISÓ:
CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:
PLANTA:
PERFIL:
TOPOGRAFÍA:
PROYECTO:
PROYECTO N°5
VILLA CIELO
CONTIENE:
ESCALA:
H 1 : 250
V 1 : 25
FECHA:
SEPTIEMBRE 2024
REVISIÓN:
ARCHIVO:
PP-11.DWG
PLANO:
DE


CALLE 56A
CARRERA 4G
CALLE 57
CALLE 57A
CALLE 58
CARRERA 4G
CALLE 58A
CALLE 58B
LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL
LOCALIZACIÓN MUNICIPAL
Alcaldía de MONTERÍA
PROYECTO
PLANTA
PERFIL
CONVENCIONES Y ABREVIATURAS
PROYECTO
CORTE
ESCALA
H : 1 : 250
V : 1 : 20
FECHA
REVISIÓN
ARCHIVO
PP-11.DWG
PLANO
DE
COTAS
ROJA
NEGRA


CALLE 59B
CALLE 59C
LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:
LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:
Alcaldía de
MONTERÍA
PROYECTÓ:
REVISÓ:
JORGE ANTONIO GONZALEZ AYOS
CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:
PLANTA:
PERFIL:
TOPOGRAFÍA:
PROYECTO:
PROYECTO N°8
VILLA CIELO
CONTIENE:
ESCALA:
H 1 : 250
V 1 : 25
FECHA:
SEPTIEMBRE 2024
REVISIÓN:
ARCHIVO:
PP-11.DWG
PLANO:
DE

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA
NIT 901847594-7

VOLUMEN VII. INFORME DE DISEÑO GEOMETRICO PARA EL PROYECTO "PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN BARRIOS DE LAS COMUNAS 2, 6, 7 Y 12 EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA" GRUPO 3

VERSIÓN 0
OCTUBRE 2024
BOGOTÁ D.C.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

CONTROL DE VERSIONES

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN	FOLIOS
Versión 1	Noviembre - 2024	Versión Inicial	35

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA		
Elaboró	**Revisó**	**Aprobó**
Ing. Ricardo Tafur Sánchez	Ing. Ricardo Tafur Sánchez	Ing. Manuel José Meza Soto
Especialista	Especialista	Director

SUPERVISION / INTERVENTORÍA
Revisó
Ing. Ingrid Sofia Morales Ávila
Alcaldía de Montería Gerente de Proyectos

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1 INTRODUCCION 6
2 GENERALIDADES DEL PROYECTO 7
3 OBJETIVOS Y ALCANCES 9
3.1 OBJETIVO 9
3.2 ALCANCES 9
4 METODOLOGÍA DE DISEÑO 10
4.1 CRITERIOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO 10
4.1.1 Planta 10
4.1.2 Perfil 10
4.1.3 Sección Transversal 11
5 PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL 12
5.1 VELOCIDAD DE DISEÑO 12
5.2 ANCHO DE CALZADA 12
5.3 ANCHO DE BERMAS 13
5.4 BOMBEO 14
5.5 SECCIÓN TRANSVERSAL 14
5.6 RADIO DE CURVATURA MÍNIMO (RCMÍN) 21
5.7 PERALTES 22
5.8 LONGITUD DE TRANSICIÓN DEL PERALTE 23
5.9 PERALTE MÁXIMO 24
5.10 PENDIENTE LONGITUDINAL 24
5.10.1 Pendiente Mínima 24
5.10.2 Pendiente Máxima 25
5.11 CURVA VERTICAL CONVEXA 25
5.11.1 Longitud Mínima Según el Criterio de Seguridad 25

5.11.2 Longitud Mínima Según el Criterio de Operación 26
5.11.3 Longitud Máxima Según el Criterio de Drenaje 27
5.12 CURVA VERTICAL CÓNCAVA 28
5.12.1 Longitud Mínima Según el Criterio de Seguridad 28
5.12.2 Longitud Mínima Según el Criterio de Operación 28
5.12.3 Longitud Máxima Según el Criterio de Drenaje 28
5.13 VEHÍCULO DE DISEÑO 29
5.14 RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO 30
6 NORMAS TÉCNICAS APLICADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO 31
7 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS PREVISIBLES 32
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 33

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Tramos viales para diseñar 7
Tabla 2 Velocidad de Diseño del Tramo Homogéneo 12
Tabla 3 Ancho de Calzada (metros) 13
Tabla 4 Ancho de Bermas 14
Tabla 5 Radios Mínimos para peralte máximo de 8% 22
Tabla 6 Radios Mínimos para peralte máximo de 6% 22
Tabla 7 Valores Máximos y Mínimos de la Pendiente Longitudinal para Rampas de Peraltes 24
Tabla 8 Pendiente Máxima en Función de la Velocidad Especifica 25
Tabla 9 Valores de Kmín para el Control de la Distancia de Visibilidad de Parada 28
Tabla 10 Parámetros de Diseño Geométrico 30

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Localización del sector....8
Figura 2. Sección transversal típica....21
Figura 3. Esquema general de diagrama de transición de peraltes 23
Figura 4. Clasificación de vehículos....29

1 INTRODUCCION

En este documento se presenta el Informe de trazado y diseño geométrico para el Grupo 3.

Este informe presenta la localización del proyecto, Actividades de diseño, Características geométricas, Determinación de parámetros de diseño, Parámetros de diseño, Criterios de diseño geométrico y finalmente un capítulo de Diseño geométrico.

2 GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto en consideración se localiza en la zona urbana del Municipio de Montería en las comunas 2, 6, 7 y 12, en el Departamento de Córdoba. A partir de la condición actual de la vía, así como lo dispuesto en el VOLUMEN 1 – ESTUDIO DE TRANSPORTE, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO, se realizó el diseño geométrico de la vía, con una velocidad del tramo homogéneo de 20 km/h.

El diseño estará orientado al mejoramiento de la geometría actual, con el fin de cumplir con la mayoría de los criterios establecidos en el Manual de Diseño de Carreteras (Invias – 2008), optimizando el mismo con el fin de generar la menor afectación a los predios adyacentes.

A continuación, se presentan las vías objeto del estudio correspondientes al Grupo 3 y una imagen del sector en la Figura 1:

Tabla 1. Tramos viales para diseñar

CONSECUTIVO	N EJE	ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD (m)	BARRIO	DIRECCION
PROYECTO N°3					
1	8	5.00	250.57	LAS VIÑAS, CASITA NUEVA Y LA ESMERALDA	CALLE 29A ENTRE LAS CRAS 4W Y 9W
2	9	5.00	50.44		CRA 8EW ENTRE LAS CALLES 26 Y 30A
3	6	5.00	81.40	EL ALIVIO, VILLA ROCIO Y ED. LOPEZ	CALLE 10A ENTRE LA CALLE 22 Y CRA 16B
4	7	5.00	496.96		CARRERA 25 ENTRE LAS CALLES 9C Y 22
5	5	5.00	254.10	6 DE MARZO	CALLE 11D ENTRE LAS CRAS 16 Y 17A
6	4	4.00	855.16		CRA 16A ENTRE LA DIAGONAL 13 Y CALLE 10A
7	2	4.00	379.44		CALLE 10A ENTRE LAS CRAS 16A Y 16B

8	3	5.00	555.46		CRA 16B ENTRE LAS CALLES 10A Y 9B
9	1	5.00	333.01		CALLE 9B ENTRE LA TRANS 14 Y CRA 16B
10	11	4.00	43.35	VILLA DEL RIO	CALLE 48B ENTRE LA CRA 11 Y CALLE 48
11	10	6	100.53		CRA 8 ENTRE LAS CALLES 48 Y 49
12	12	4.00	897.17	VILLA CIELO	CALLE 53 ENTRE LAS CRAS 40 Y 44

Figura 1. Localización del sector



Fuente: Google (2024). [Montería, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto trata de la construcción de aproximadamente 4.298 m de pavimento en concreto hidráulico, distribuidos en los tramos mostrados anteriormente. Como característica principal se evidencia la circulación en dos sentidos, con dos carriles, con un ancho de vía especifica en cada tramo vial. La anterior descripción se realiza con base en la información suministrada por el solicitante y la visita de campo.

3 OBJETIVO Y ALCANCES

3.1 OBJETIVO

Definir del trazado de la vía teniendo en cuenta las características y condiciones que se espera tener en cuanto a capacidad y velocidades de operación.

3.2 ALCANCES

- Se adoptará la sección transversal típica de acuerdo con la normatividad vigente y a las características específicas de la infraestructura actual.
- Se definirá eje de diseño en planta y perfil (rasante), teniendo en cuenta el trazado de la vía existente.
- Se implementará el diseño geométrico a través de software especializado, elaborando los planos planta – perfil correspondientes
- Se elaborarán los planos de secciones transversales y se determinarán las cantidades de obra del proyecto.

4 METODOLOGÍA DE DISEÑO

Con base en los planos topográficos del corredor y el modelo digital de terreno configurado con la información topográfica levantada, se procedió con la ejecución del diseño planimétrico considerando las premisas del proyecto que se sintetizan en lograr el diseño con la menor afectación a los predios adyacentes y teniendo en cuenta las pendientes mínimas de drenaje, atendiendo los requerimientos técnicos mínimos que garanticen un nivel de servicio apropiado y las recomendaciones de las demás áreas técnicas del estudio.

El eje definido se procesó mediante software especializado civil3d.

Con base en el diseño planimétrico, se adelantó el diseño vertical detallado, el cálculo de cantidades de obra y la producción de planos.

El resultado del diseño geométrico del corredor estudiado se plasmó en los respectivos planos de planta y/o perfil, en escalas H=1:250 y V= 1:25, con el complemento de los detalles resultantes del diseño (Sección típica, estructura de pavimento, sectorización para tratamiento de taludes, obras de drenaje, etc.) y planos típicos requeridos. Igualmente, se presentan planos de secciones transversales en escala 1:100

4.1 CRITERIOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO

4.1.1 Planta

- Aprovechamiento al máximo de la infraestructura existente.
- Homogenización de la curvatura existente, de acuerdo con la velocidad de Diseño adoptada.
- Optimización del movimiento de tierras
- Acondicionar y mejorar las condiciones de visibilidad.

4.1.2 Perfil

- Mantener un nivel de rasante adecuado, de acuerdo con el diseño de pavimentos, y las pendientes mínimas para el drenaje.

- Homogenización de la curvatura existente, de acuerdo con la velocidad de Diseño adoptada.
- Optimización del movimiento de tierras
- Acondicionar y mejorar las condiciones de visibilidad.

4.1.3 Sección Transversal

- Mantener una sección transversal adecuada que garantice los niveles de seguridad y comodidad del usuario.
- Aprovechar al máximo la infraestructura existente
- Optimización del movimiento de tierras

5 PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL

5.1 VELOCIDAD DE DISEÑO

El proyecto corresponde con un trazado rural con pendientes longitudinales y transversales moderadas, clasificando como un terreno tipo ondulado a montañoso.

Tabla 2 Velocidad de Diseño del Tramo Homogéneo

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano							■	■	■	■
	Ondulado							■	■	■	■
	Montañoso						■	■	■	■	
	Escarpado						■	■	■		
Primaria de una calzada	Plano							■	■	■	
	Ondulado						■	■	■	■	
	Montañoso					■	■	■	■		
	Escarpado					■	■	■			
Secundaria	Plano					■	■	■			
	Ondulado				■	■	■	■			
	Montañoso			■	■	■	■				
	Escarpado			■	■	■					
Terciaria	Plano			■							
	Ondulado		■	■							
	Montañoso	■	■	■							
	Escarpado	■	■								

Fuente: MDG 2008

De acuerdo con el Instituto, para vías secundarias con este tipo de terrenos, se recomienda emplear una velocidad de diseño del tramo homogéneo entre 50 y 80 km/h, sin embargo, con la finalidad de realizar el proyecto de forma económica y viable para la comunidad, se realizó el diseño geométrico con una velocidad del tramo homogéneo de 60 km/h.

5.2 ANCHO DE CALZADA

En la Tabla 3 se indica el ancho de la calzada en función de la categoría de la carretera, del tipo de terreno y de la Velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR). En carreteras de una sola calzada el ancho mínimo de ésta debe ser de seis metros (6.0 m) con el propósito de permitir el cruce de dos vehículos de diseño que viajen en sentido contrario.

Tabla 3 Ancho de Calzada (metros)

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: MDG 2008

Según la Tabla 3, el ancho de la calzada corresponde a 6.00 m teniendo en cuenta las características de la vía en su condición actual (vía secundaria en terreno plano), sin embargo, teniendo en cuenta las características de las vías cercanas al proyecto y el POT del municipio , se adopta un ancho de calzada entre 5.00 m y 10.50 respectivamente, lo cual proporciona mayor seguridad y comodidad a los usuarios.

- Ancho de Carril Adoptado: 2.50 y 5.30 metros
- Ancho de Calzada Adoptado: 5.00 y 10.30 metros

5.3 ANCHO DE BERMAS

El ancho de las bermas depende de la categoría de la carretera, el tipo de terreno y la velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR). En la Tabla 4 se presenta el ancho que deben tener.

Tabla 4 Ancho de Bermas

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}), km/h									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas[1]	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	2.00	2.00	2.50	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	1.80	2.00	2.00	2.50	-
	Montañoso	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.00	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Montañoso	-	-	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-
Terciaria[2]	Plano	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

[1] Berma derecha/Berma izquierda
[2] Berma cuneta

Fuente: MDG 2008

De acuerdo con la Tabla 4, para las características de la vía en estudio se debe implementar una berma-cuneta con un ancho de 0.50 m, con la finalidad de mantener el corredor existente y limitar la adquisición de predios no se contempla berma

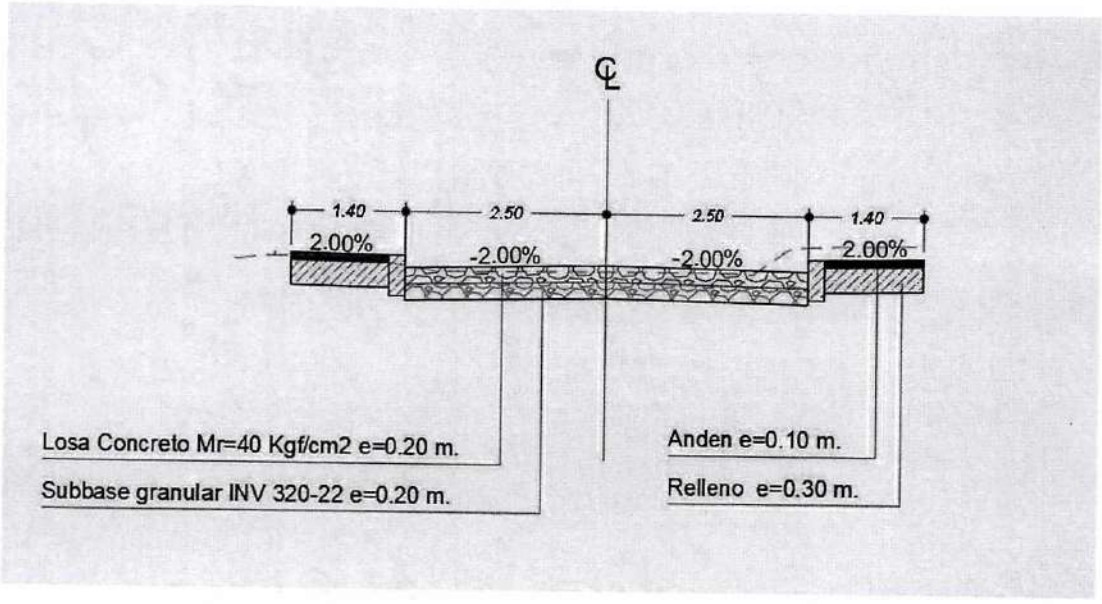
- Ancho de berma: NA metros

5.4 BOMBEO

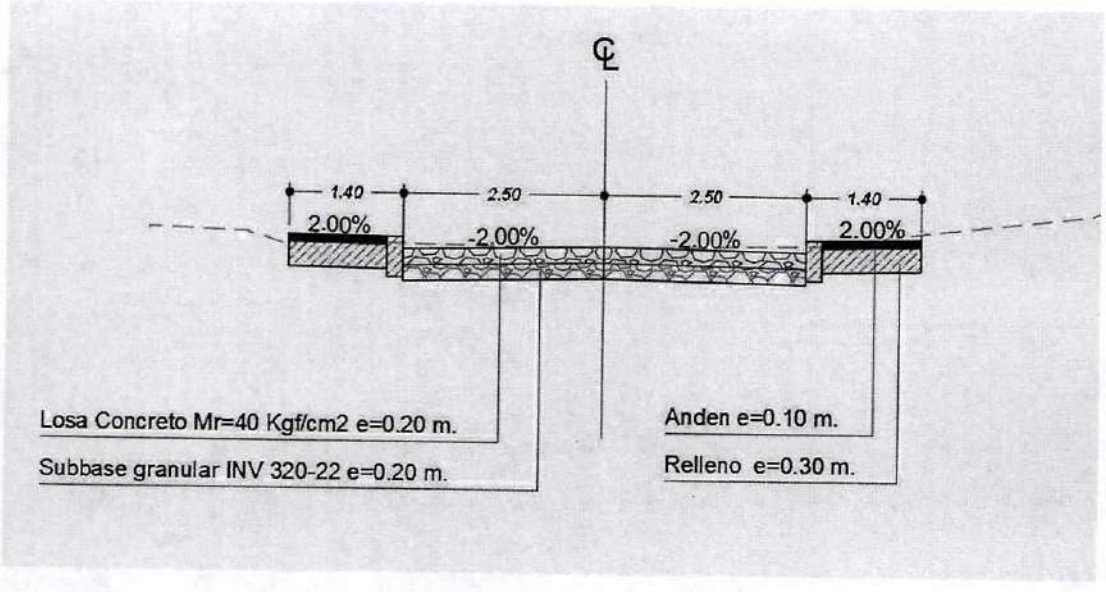
Para el presente diseño se implementó el bombeo normal del 2% del eje de vía hacia los costados de la misma, lo cual garantiza el tránsito de la escorrentía superficial hacia las obras de conducción tipo berma cuneta.

5.5 SECCIÓN TRANSVERSAL

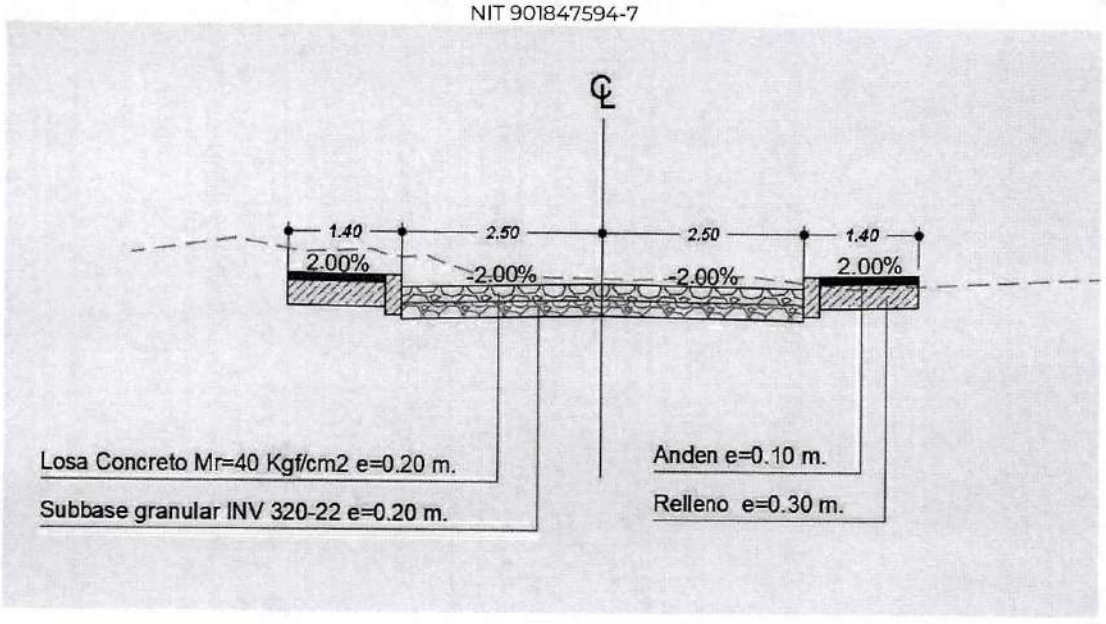
A continuación, se presentan las secciones transversales adoptadas, de acuerdo con el manual de diseño geométrico para todas las vías correspondientes al Grupo 3.



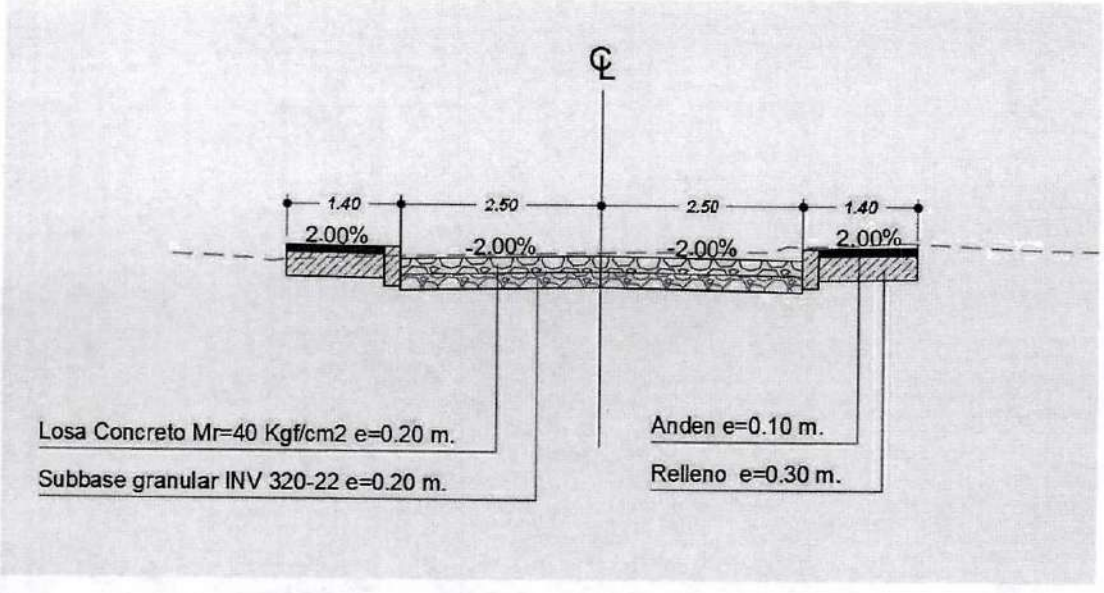
Eje 1 - Calle 9B entre la Transv. 14 y Cra. 16B



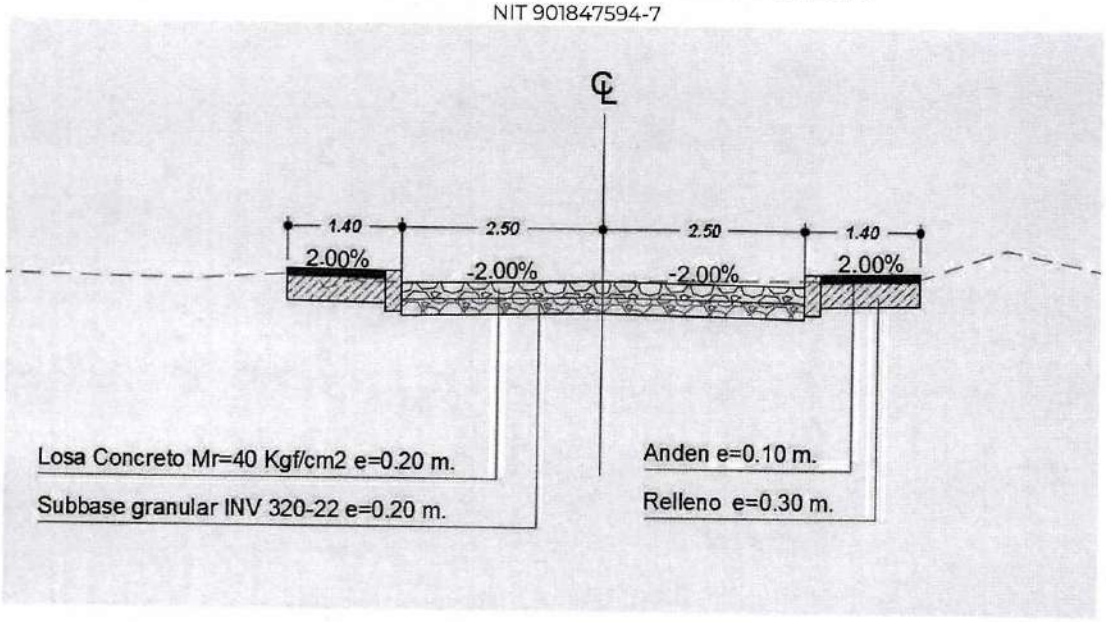
Eje 2 - Calle 10A entre las Cras. 16A y 16B



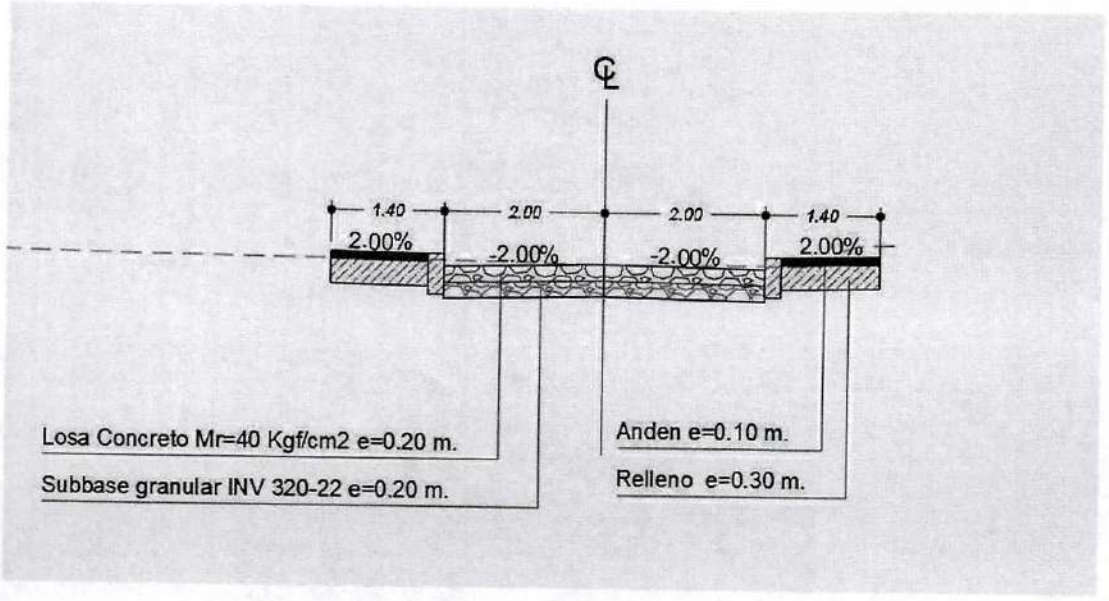
Eje 3 – Cra. 16B entre las Calles 10A y 9B



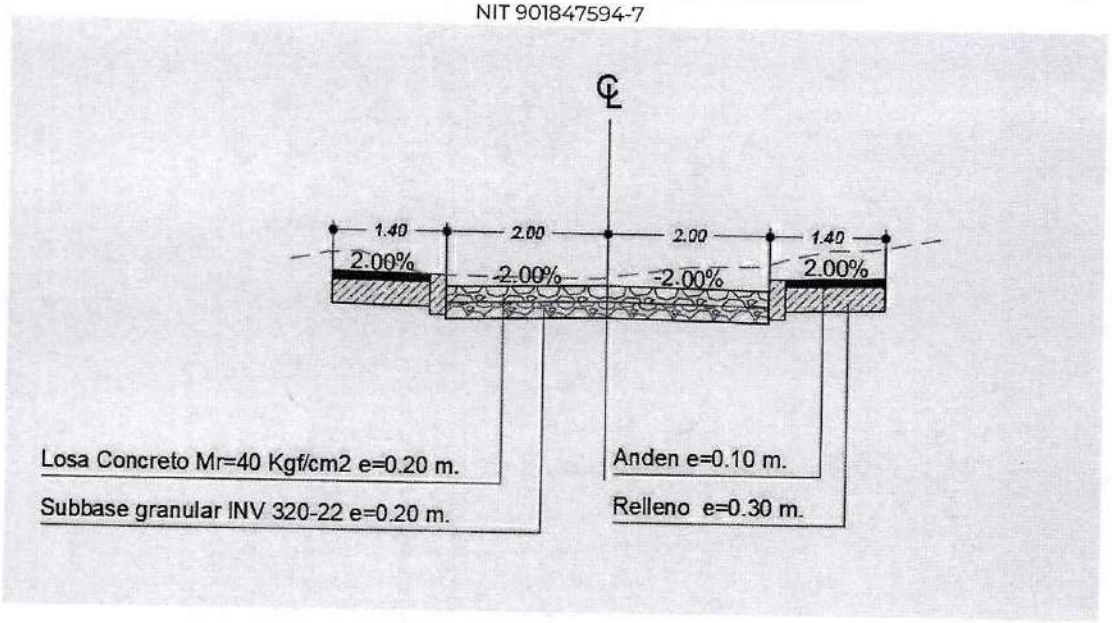
Eje 4 – Cra. 16A entre la Diagonal 13 y Calle 10A



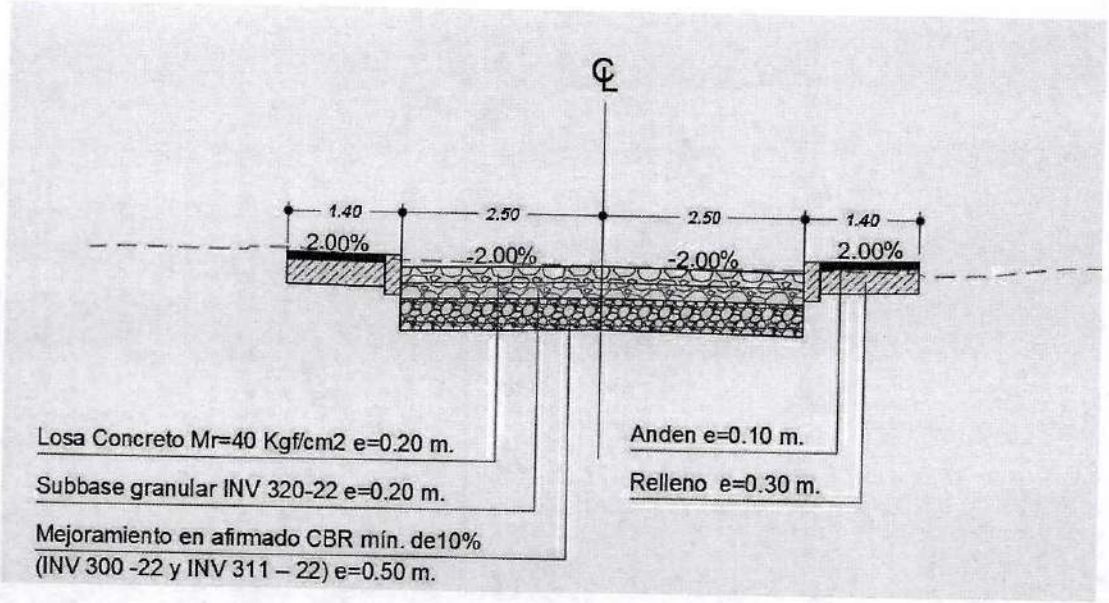
Eje 5 - Calle 11D entre las Cras. 16 y 17A



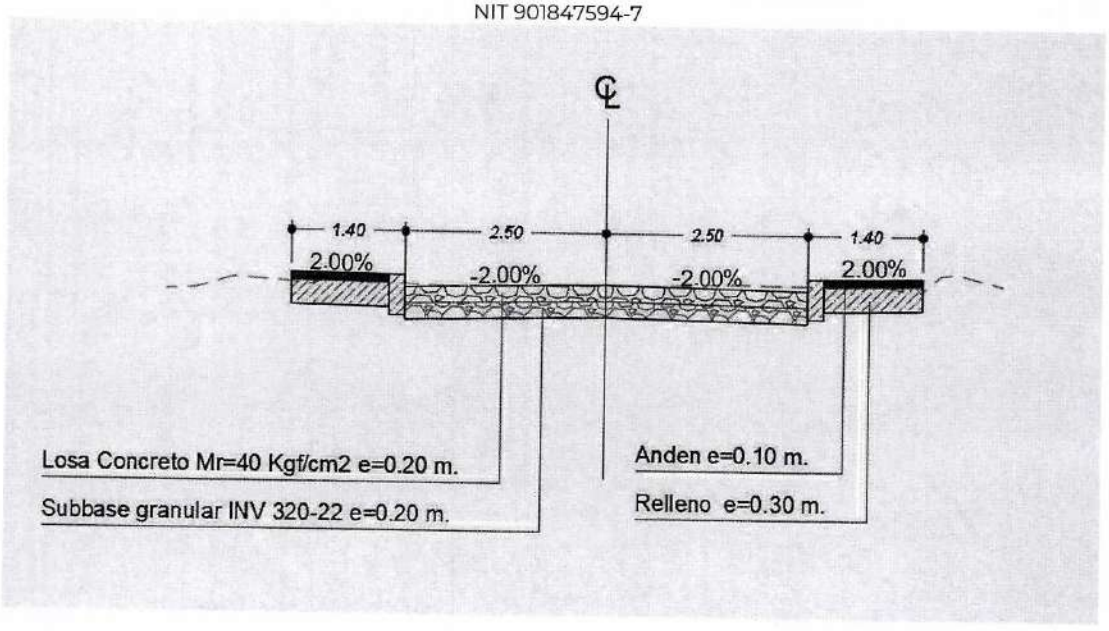
Eje 6 - Calle 10A entre la Calle 22 y Cra. 16B



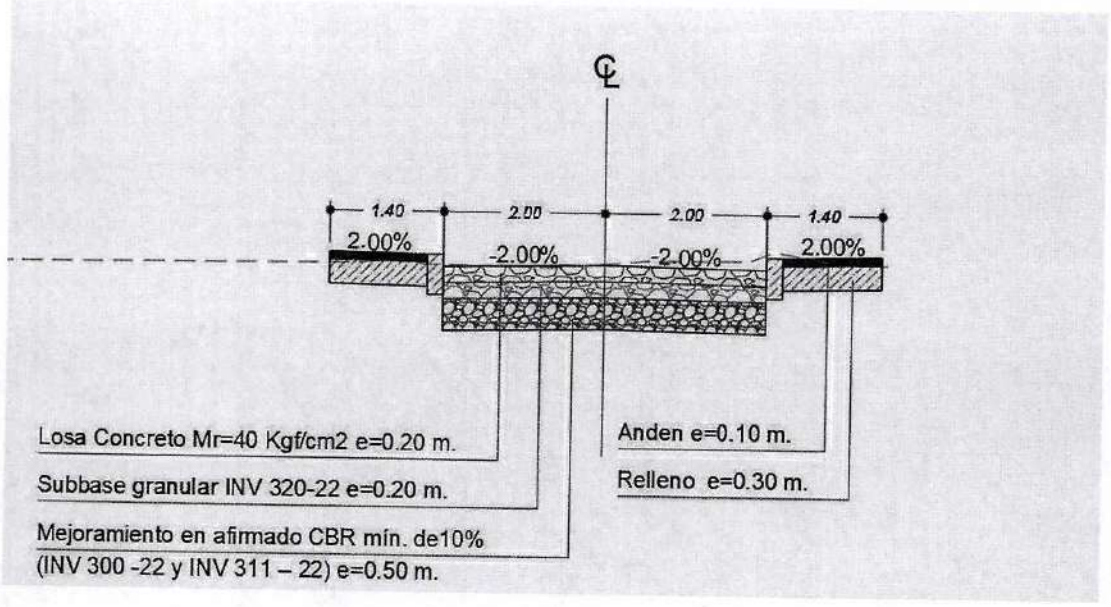
Eje 7 – Cra. 25 entre las Calles 9C y 22



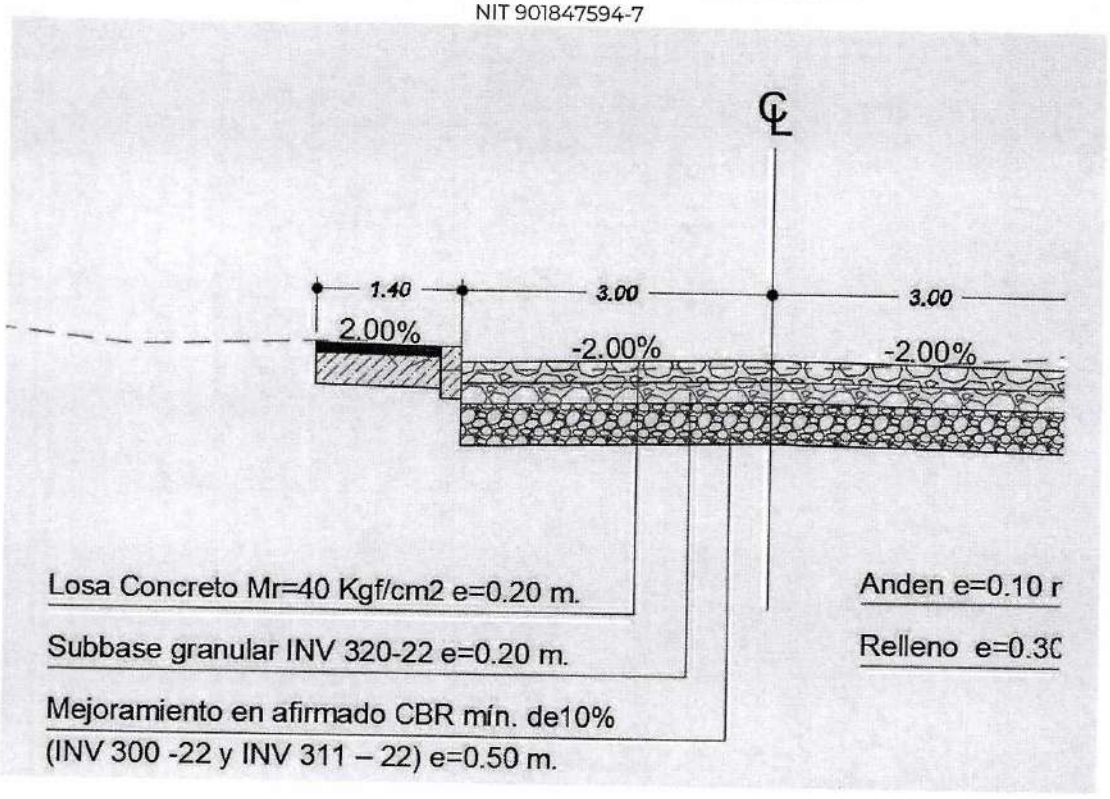
Eje 8 - Calle 29A entre las Cras. 4W y 9W



Eje 9 – Cra. 8EW entre las Calles 26 y 30A



Eje 10 – Cra. 8 entre las Calles 48 y 49



Eje 11 – Calle 48B entre la Cra. 11 y Calle 48

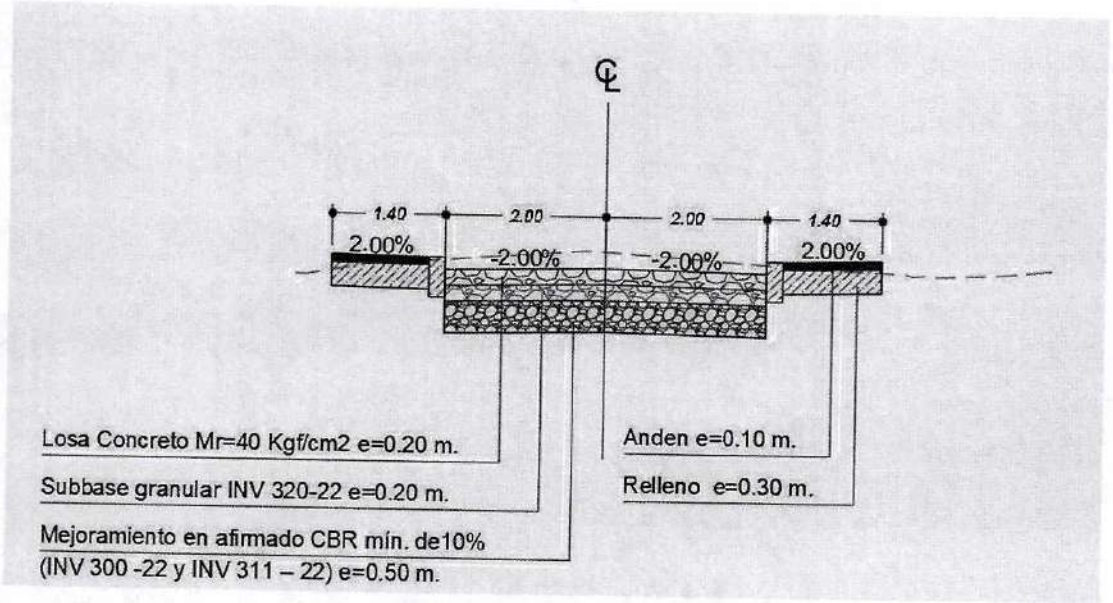


Figura 2. Sección Transversal Típica

5.6 RADIO DE CURVATURA MÍNIMO (RCMÍN)

El radio mínimo ($R_{Cmín}$) es el valor límite de curvatura para una Velocidad Específica (V_{CH}) de acuerdo con el peralte máximo ($e_{máx}$) y el coeficiente de fricción transversal máxima ($f_{Tmáx}$). El Radio mínimo de curvatura solo debe ser usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores. El radio mínimo se calcula de acuerdo al criterio de seguridad ante el deslizamiento mediante la aplicación de la ecuación de equilibrio:

$$R_{Cmín} = \frac{(V_{CH})^2}{127 * (e_{máx} + f_{Tmáx})}$$

En la Tabla 5 y Tabla 6 se indican los valores de Radio mínimo para diferentes Velocidades Específicas (V_{CH}) según el peralte máximo ($e_{máx}$) y la fricción máxima ($f_{Tmáx}$).

Tabla 5 Radios Mínimos para peralte máximo de 8%

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,20	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	667,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832

Tabla 6 Radios Mínimos para peralte máximo de 6%

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
20	6,0	0,35	0,41	7,7	15 (1)
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
60	6,0	0,17	0,23	123,2	123

(1) La adopción de este valor redondeado se sustenta básicamente en la necesidad de suministrar a los vehículos condiciones de desplazamiento cómodas, en aras de permitir giros sin requerir cambios muy fuertes en su velocidad.

5.7 PERALTES

De acuerdo con la metodología propuesta en el manual de diseño geométrico, se determinó el valor del peralte para los radios superiores al mínimo. La transición de los diagramas de peralte se realizó con base a lo descrito en la Figura 3.

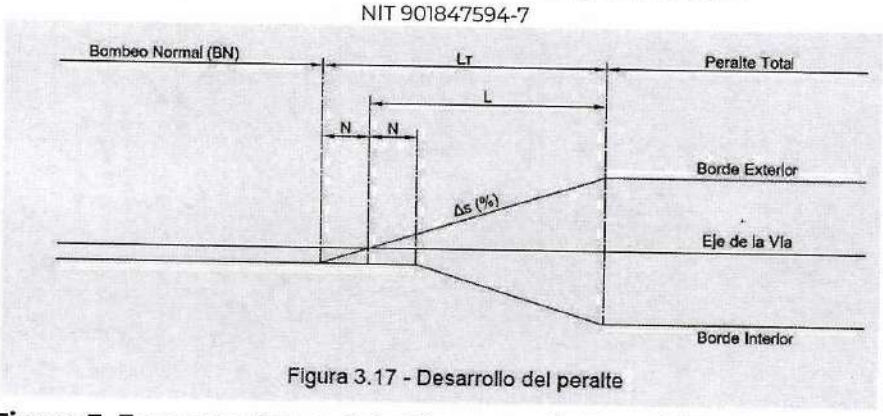


Figura 3.17 - Desarrollo del peralte

Figura 3. Esquema General de Diagrama de Transición de Peraltes
Fuente: Manual de diseño Geométrico de Vías – INVIAS – MT 2008

5.8 LONGITUD DE TRANSICIÓN DEL PERALTE

Mediante la longitud de transición se realizará el paso gradual del bombeo normal a peralte máximo, de acuerdo con lo descrito en la Figura , por lo tanto, se encuentra en función del ancho de carril, peraltes y pendiente de la rampa de peralte. Con base en lo anterior la longitud de transición se determinó mediante la siguiente expresión, recomendada igualmente en el Manual de Diseño Geométrico de INVIAS – MT, Ed. 2008:

$$L = \frac{a_c * e}{\Delta_s}$$

Donde:

L = Longitud de transición del peralte
a_c = Ancho de Carril
e = Peralte máximo
Δ_s = Pendiente de la rampa de peraltes

Tabla 7 Valores Máximos y Mínimos de la Pendiente Longitudinal para Rampas de Peraltes

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA (%)	MÍNIMA (%)
20	1.35	
30	1.28	0.1 x a
40	0.96	
50	0.77	
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	

5.9 PERALTE MÁXIMO

Para vías de tipo primarias y secundarias se establece como peralte máximo ocho por ciento (8%), el cual permite no incomodar a vehículos que viajan a velocidades menores, especialmente a los vehículos con centro de gravedad muy alto y a los vehículos articulados (tracto – camión con remolque) los cuales pueden tener un potencial de volcamiento de su carga al circular por curvas con peraltes muy altos.

Para este caso, se adopta la recomendación para vías urbanas con un peralte máximo del cuatro por ciento (4%)

5.10 PENDIENTE LONGITUDINAL

5.10.1 Pendiente Mínima

La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento de las cunetas debe ser de cero punto cinco por ciento (0.5%) como pendiente mínima deseable y cero punto tres por ciento (0.3%) para diseño en terreno plano o sitios donde no es posible el diseño con la pendiente mínima deseable.

Para el presente diseño se empleó una pendiente mínima de 0.5 %, la cual garantiza el adecuado funcionamiento de las obras de conducción y descarga del agua de escorrentía superficial en la corona de la vía.

5.10.2 Pendiente Máxima

La pendiente máxima de una tangente vertical está en relación directa con la velocidad a la que circulan los vehículos, teniendo en dicha velocidad una alta incidencia el tipo de vía que se desea diseñar. Para vías Primarias las pendientes máximas se establecen considerando velocidades altas, entre sesenta y ciento treinta kilómetros por hora (60 - 130 km/h). En las vías Terciarias las pendientes máximas se ajustan a velocidades entre veinte y sesenta kilómetros por hora (20 - 60 km/h), en donde la necesidad de minimizar los movimientos de tierra y pobre superficie de rodadura son las condiciones dominantes.

Tabla 8 Pendiente Máxima en Función de la Velocidad Especifica

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	VELOCIDAD ESPECIFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Primaria de dos calzadas	-	-	-	-	-	6	6	6	5	5	4	4
Primaria de una calzada	-	-	-	-	8	7	6	6	5	5	5	-
Secundaria	-	-	10	9	8	7	6	6	6	-	-	-
Terciaria	14	12	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-

5.11 CURVA VERTICAL CONVEXA

5.11.1 Longitud Mínima Según el Criterio de Seguridad

De acuerdo con el criterio de seguridad, la longitud mínima se obtiene mediante la aplicación de la Distancia de Visibilidad de Parada (D_P). Se presentan dos relaciones entre la distancia de visibilidad (D_P) y la Longitud de la curva (L): Cuando $D_P < L$ y $D_P > L$. Las ecuaciones que se indican a continuación presentan la longitud de la curva para cada relación, teniendo en cuenta la altura del ojo de conductor sobre la calzada (h1), que

es igual a un metro con ocho centímetros (1.08 m), y la altura del obstáculo (h2), que es igual a sesenta centímetros (0.60 m).

Cuando DP < L:

$$L_{mín} = \frac{A * (D_P)^2}{200 * \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)^2}$$

Donde:

$L_{mín}$ = Longitud mínima de la curva, en metros.
A = Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)
D_P = Distancia de visibilidad de parada, asociada a la Velocidad Especifica de la curva vertical (V_{CV}), en metros
h_1 = Altura del ojo del conductor, en metros. $h_1 = 1.08\ m$
h_2 = Altura del obstáculo, en metros. $h_2 = 0.60\ m$

Cuando DP > L:

$$L_{mín} = 2 * D_P - \frac{200 * \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)^2}{A}$$

El control de la distancia de visibilidad de parada (D_P) también se puede hacer mediante el parámetro K, el cual es igual a la relación L/A (distancia horizontal, en metros necesaria para tener un cambio de pendiente de uno por ciento (1%) a lo largo de la curva). Lo anterior se traduce en:

$$L_{mín} = K_{mín} * A$$

5.11.2 Longitud Mínima Según el Criterio de Operación

La aplicación de este criterio evita el cambio súbito de pendiente y permite que el perfil de la vía en la curva vertical tenga una adecuada estética y

apariencia. La longitud mínima de la curva vertical para cumplir con este criterio está en función de la Velocidad Específica (VCV) y es dada por la siguiente expresión:

$$L_{mín} = 0.6 * V_{CV}$$

Donde:

$L_{mín}$ = Longitud mínima según criterio de operación, en metros.
V_{CV} = Velocidad Específica de la curva vertical, en km/h

Las longitudes de curvas que permiten una distancia de visibilidad de adelantamiento son demasiado grandes comparadas con la aplicación de los controles anteriores y se generan valores que son imprácticos e inusuales. No se recomienda proporcionar distancia de visibilidad de adelantamiento en curvas verticales convexas.

5.11.3 Longitud Máxima Según el Criterio de Drenaje

En el punto más alto de la cresta de una curva vertical convexa con pendiente S1 y S2 de diferente signo se tiene un corto tramo a nivel (pendiente = 0%), que dificulta el drenaje longitudinal, para lo cual la AASHTO – 2004 considera que un valor de A igual a cero punto seis por ciento (0.6%) en un tramo de la curva igual a treinta metros (30 m), provee el adecuado drenaje en el sector más plano de la curva.

$$K_{máx} = \frac{30}{0.6} = 50$$

Para garantizar el drenaje adecuado en la cresta de la curva vertical convexa se debe diseñar la curva con un valor de K menor o igual a cincuenta (50).

5.12 CURVA VERTICAL CÓNCAVA

5.12.1 Longitud Mínima Según el Criterio de Seguridad

En las curvas cóncavas, el análisis de visibilidad considera las restricciones que se presentan en la noche y estima la longitud del sector de carretera iluminado hacia adelante, como la distancia de visibilidad. Dicha distancia depende de la altura de las luces delanteras del vehículo (H), para la cual se asume un valor de sesenta centímetros (0.60 m) y un ángulo de divergencia del rayo de luz hacia arriba ( ) respecto al eje longitudinal del vehículo de un grado (1°).

5.12.2 Longitud Mínima Según el Criterio de Operación

Se aplica el mismo criterio de las curvas convexas y por lo tanto la longitud mínima de la curva cóncava se expresa por:

$$L_{mín} = 0.6 * V_{CV}$$

Para la distancia de visibilidad de adelantamiento, de paso o de rebase, no es indispensable su cálculo, ya que es posible ver las luces del vehículo que viene en sentido contrario.

5.12.3 Longitud Máxima Según el Criterio de Drenaje

Es necesario controlar la longitud máxima de la curva vertical cóncava para evitar el empozamiento de las aguas superficiales en la batea o punto más bajo de la curva. De acuerdo con este criterio, se debe diseñar la curva vertical cóncava con un valor de K menor o igual a cincuenta (50).

Tabla 9 Valores de Kmín para el Control de la Distancia de Visibilidad de Parada

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CV} (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE K_{min}				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 [1]
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 [1]
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11.0	11.0	17.3	18.0	36
70	105	16.8	17.0	22.6	23.0	42
80	130	25.7	26.0	29.4	30.0	48
90	160	38.9	39.0	37.6	38.0	54
100	185	52.0	52.0	44.6	45.0	60
110	220	73.6	74.0	54.4	55.0	66
120	250	95.0	95.0	62.8	63.0	72
130	285	123.4	124.0	72.7	73.0	78

[1] La adopción de este valor tiene como finalidad garantizar unas mínimas condiciones de estética a las carreteras, y por consiguiente de comodidad para los usuarios.

5.13 VEHÍCULO DE DISEÑO

De acuerdo con las recomendaciones del numeral No. 2.2 del Manual de Diseño Geométrico, y la tabla No. 2.4, relacionadas con el vehículo de Diseño, se utilizó como vehículo de diseño el vehículo tipo 3S2, que por sus dimensiones representa el vehículo 3S2 y 3S3, para la determinación de radios de giro requerido en enlaces y sobreancho de curvas en radios reducidos.

En la Figura 4, se presenta la clasificación de vehículos de acuerdo con el número de ejes (Fuente: Ministerio del Transporte. Instituto Nacional de Vías, 2004).

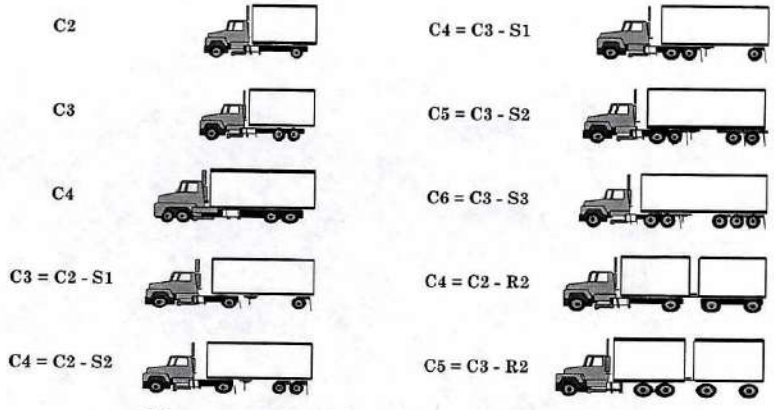


Figura 4. Clasificación de Vehículos

Fuente: Manual de diseño Geométrico de Vías – INVIAS – MT 2009

5.14 RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

Con base en las unidades topográficas identificadas, la Velocidad de Diseño, el Tránsito de Diseño y la sección transversal típica adoptados, en la Tabla 10 se presentan los parámetros de diseño geométrico, de acuerdo con el Manual de Diseño de Carreteras del Ministerio de Transporte – INVIAS, Edición 2008.

Tipo de Vía	Urbano	Numeral Manual Invias 2008
Terreno	Llano	
Velocidad de Diseño (K/h)	20.0	Tabla 2.1
Ancho de calzada (m)	6.50	Tabla 5.2
DVP - Visibilidad de parada	N.A.	Tabla 2.7
DVA - Visibilidad de Adelantamiento	N.A.	Tabla 2.9
Porcentaje de tramos de adelantamiento	N.A.	Tabla 2.10
Pendiente Max Relativa	0.96%	Tabla 3.6
Pendiente Min. Relativa	0.35%	Numeral 3.2.1
Peralte Max	4.00%	Numeral 3.1.3.2
Radio Mínimo (m)	21.0	Tabla 3.2 y 3.3
Pendiente long mínima	0.10%	Numeral 4.1.1
Pendiente long maxima	8.00%	Tabla 4.1
Longitud minima CV (m)	20.0	Tabla 4.4
K mínimo C. Vertical Convexa (m)	1.0	Tabla 4.4
K mínimo C. Vertical Concava (m)	3.0	Tabla 4.4

Tabla 10 Parámetros de Diseño Geométrico

6 NORMAS TÉCNICAS APLICADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO

Dentro de la normatividad técnica que se aplicará en los diseños geométricos definitivos de este proyecto se mencionan los siguientes:

- Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del Ministerio de Transporte - Instituto Nacional de Vías INVIAS. 2008, el cual entró en vigencia de acuerdo con la Resolución 00744 del 4 de Marzo de 2009
- A Policy on Geometric Design of Higways and Streets – AASHTO 2004.
- Ley 105 de 1193

7 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS PREVISIBLES

Teniendo en cuenta que el ancho de calzada y el trazado actual no cumplen con la especificación planteada, se generaron sitios de corte y relleno.

Por otra parte, teniendo en cuenta que el alcance del proyecto no incluye los puentes existentes, se realiza el empalme a las estructuras existentes, las cuales pueden reducir la calzada al ancho disponible en cada uno de estos.

Finalmente, las estructuras de drenaje serán revisadas y modificadas, en caso de que se requiera, por el área de hidráulica.

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con base en el levantamiento topográfico, la velocidad de diseño, la sección transversal típica, los parámetros de diseño y las recomendaciones de las diferentes áreas que componen los Estudios y Diseños, se realizó el diseño geométrico, aplicando las recomendaciones de las tablas del manual de diseño de carreteras Ed. 2008, obteniendo como resultado el mostrado en los planos Planta – Perfil, adjuntos al presente documento.

- El diseño geométrico se realizó con el apoyo del software especializado Civil3D, a través de un proceso iterativo buscando la optimización del proyecto, atendiendo las recomendaciones de las diferentes áreas de los Estudios y Diseños.

- Como resultado del diseño Geométrico, se generaron los siguientes productos:

  - Planos Planta – Perfil, escala 1:250 horizontal y 1:25 vertical que incluyen la siguiente información:

    - Planta del proyecto, con el abscisado cada 5 metros y elementos de curvatura.
    - Sección Transversal Típica
    - Cuadros de Elementos de Curvatura.
    - Escala Grafica
    - Diagrama de peraltes.

  - Perfil del proyecto y diseño de rasante y diagrama de curvatura vertical.

    - Volúmenes de movimiento de tierras.
    - Cota negra y cota roja.
    - Notas generales.

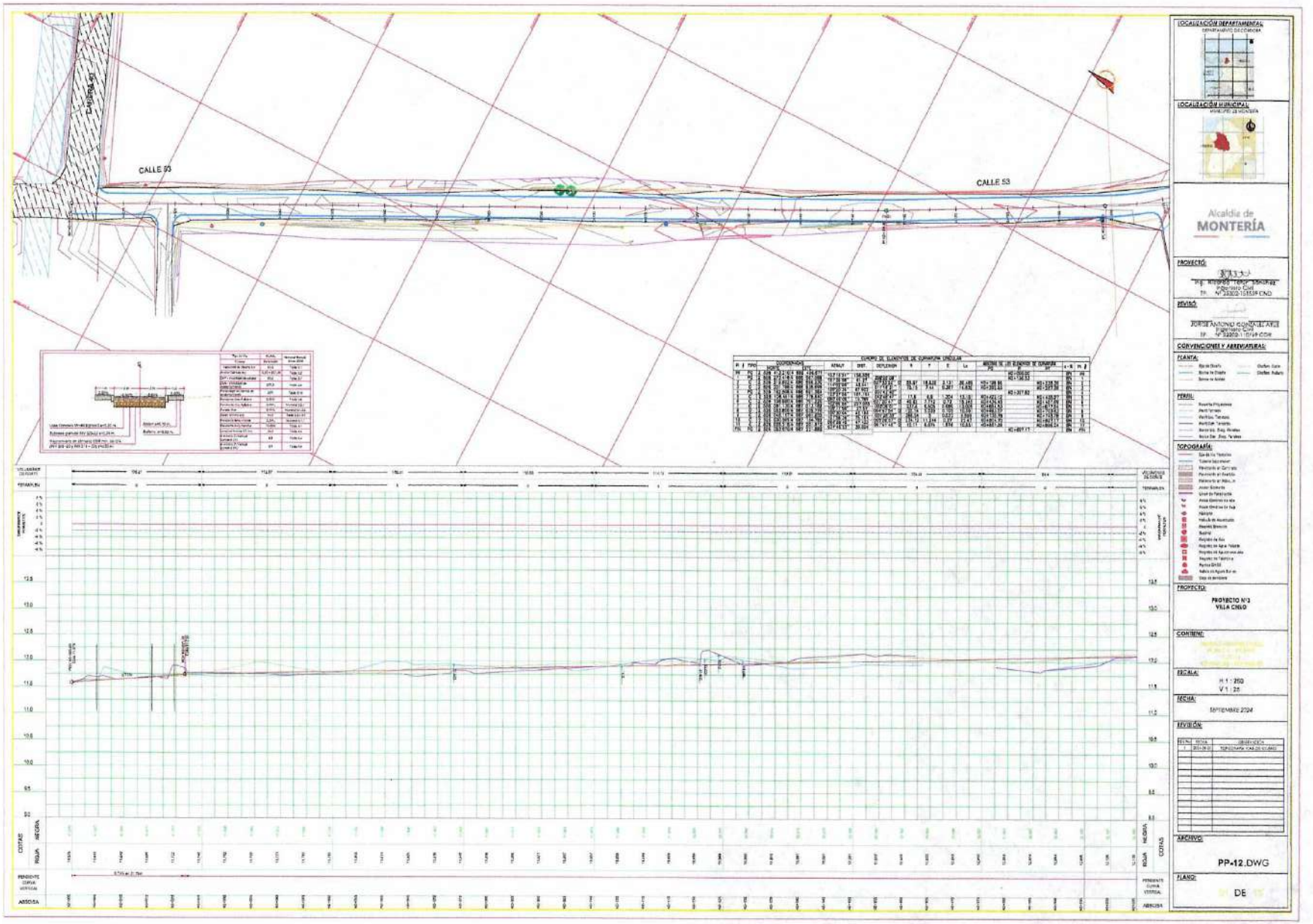
  - Secciones transversales a escala 1:100

  - Carteras de diseño:

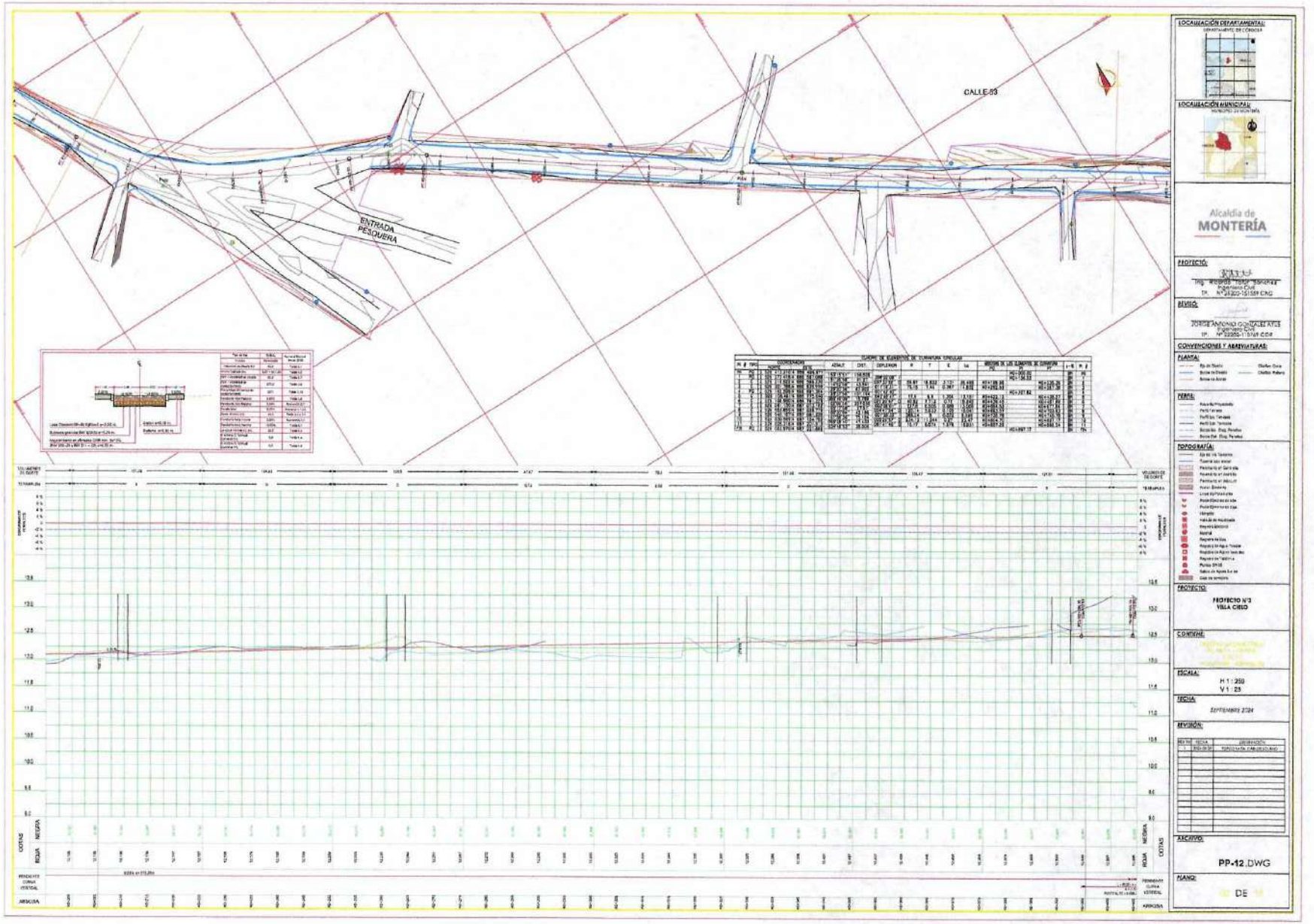
- Cuadro de Elementos Horizontales
- Cuadro de Elementos Verticales
- Cartera de Rasante
- Cartera de Chaflanes
- Cartera de Volúmenes de Movimiento de Tierras

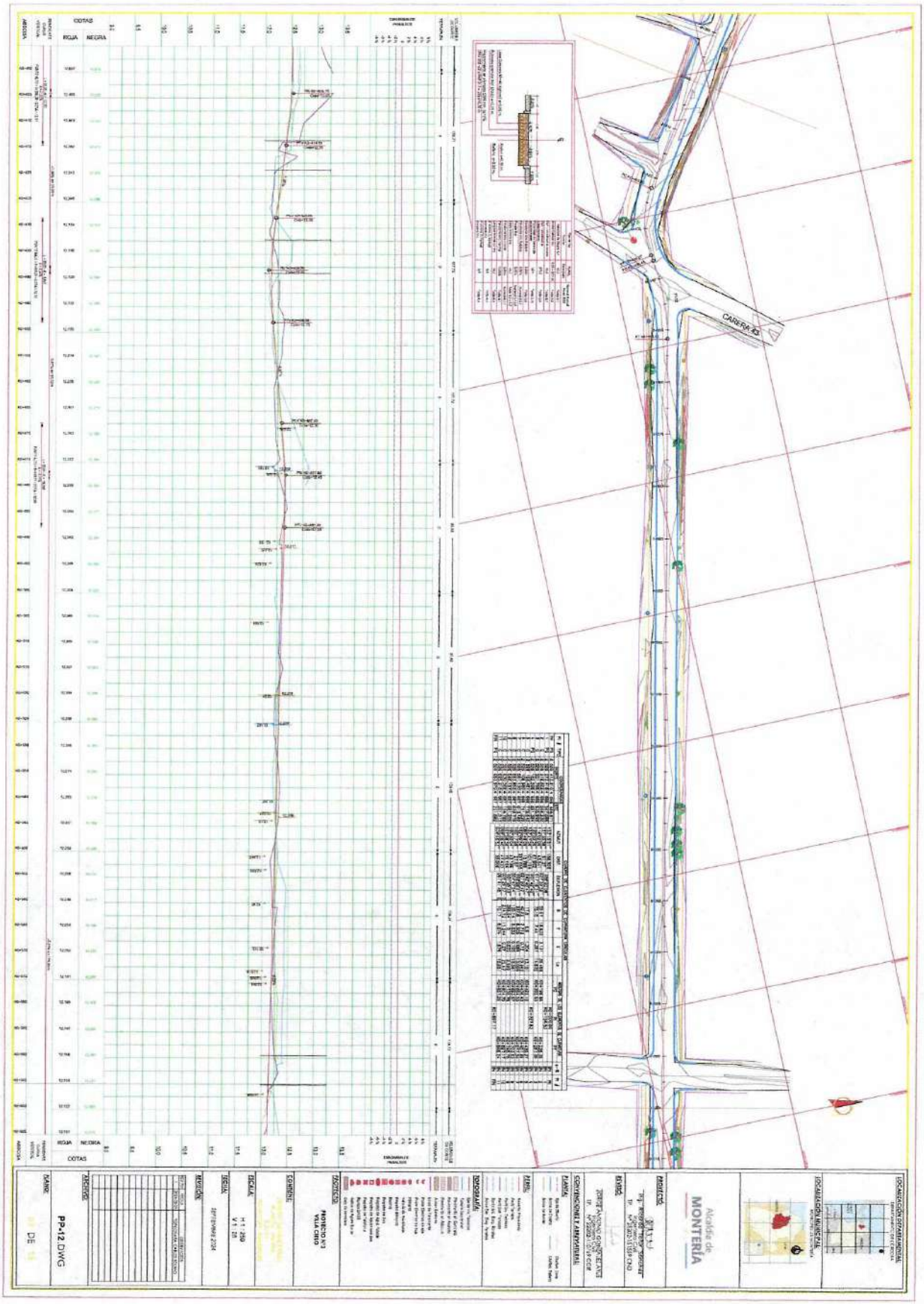
Anexo No. 1 Planos Planta Perfil

11883

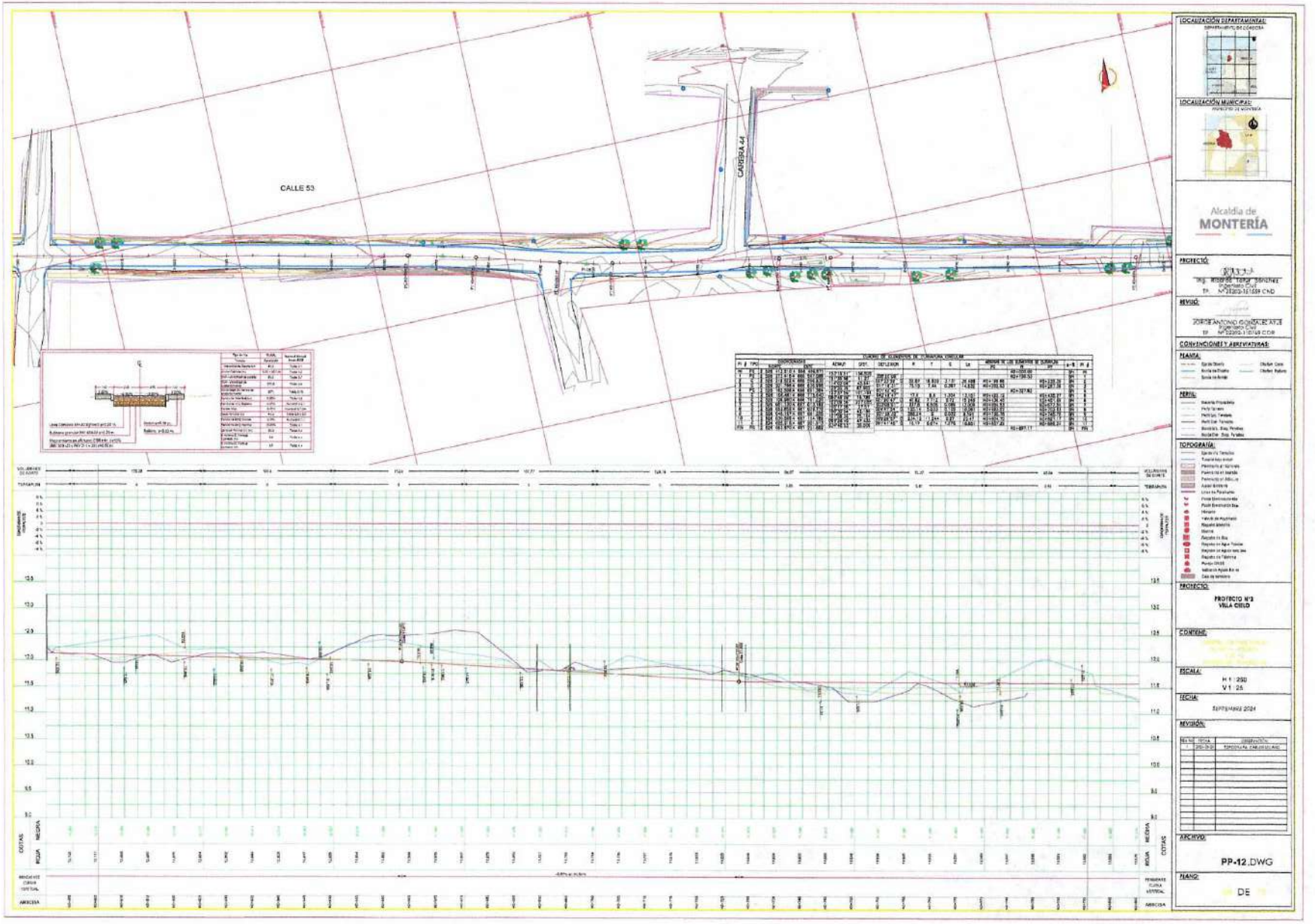

CALLE 53
CALLE 53
CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVATURA CIRCULAR
LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL
LOCALIZACIÓN MUNICIPAL
Alcaldía de
MONTERÍA
PROYECTÓ:
REVISÓ:
CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:
PLANTA:
PERFIL:
TOPOGRAFÍA:
PROYECTO:
PROYECTO N°3
VILLA CIELO
CONTIENE:
ESCALA:
H 1 : 250
V 1 : 25
FECHA:
SEPTIEMBRE 2024
REVISIÓN:
ARCHIVO:
PP-12.DWG
PLANO:
DE

1194

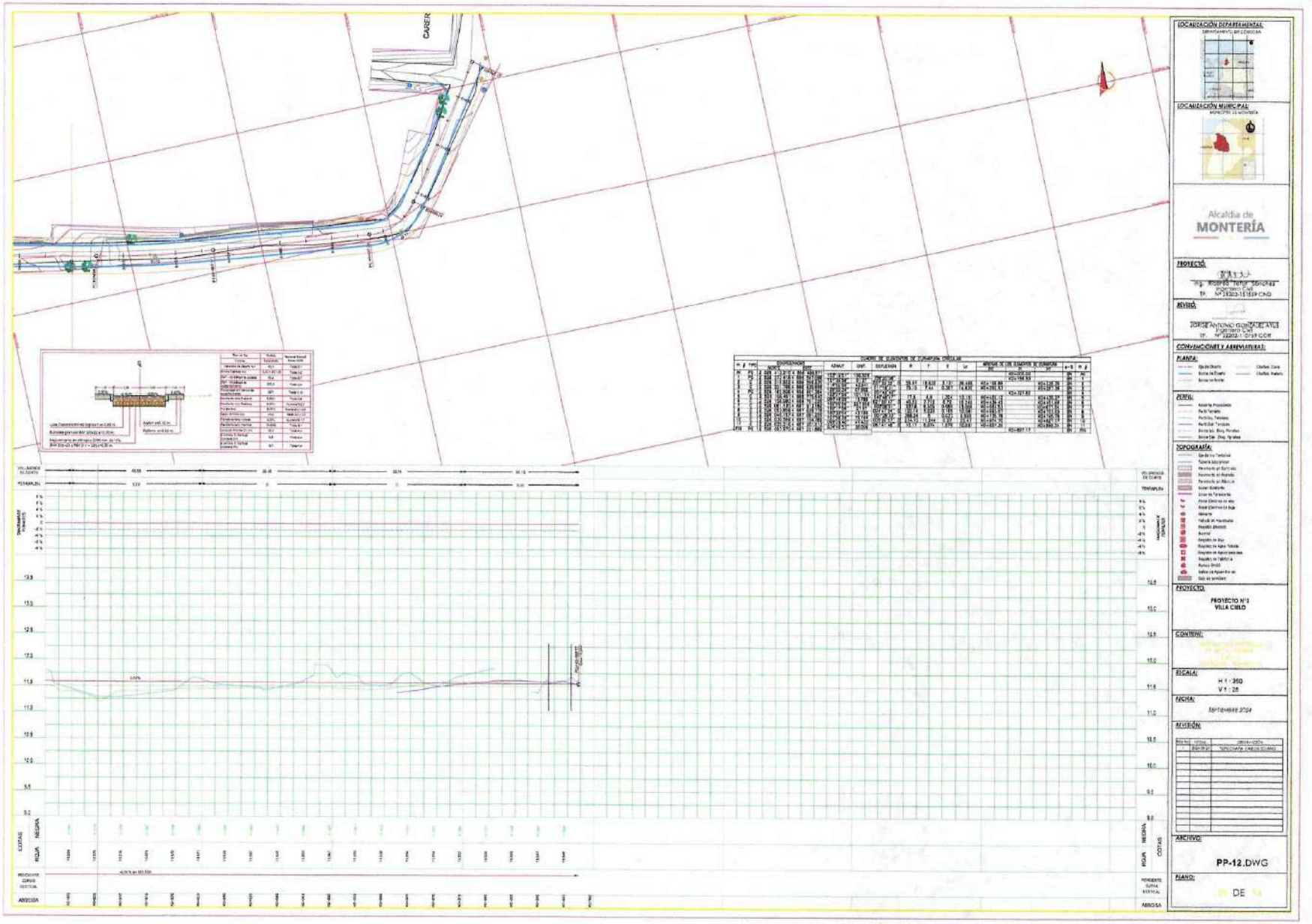

CALLE 53
ENTRADA PESQUERA
LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:
LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:
Alcaldía de MONTERÍA
PROYECTÓ:
REVISÓ:
JORGE ANTONIO GONZALEZ ATUE
Ingeniero Civil
CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:
PLANTA:
PERFIL:
TOPOGRAFÍA:
PROYECTO:
PROYECTO N°3
VILLA CIELO
CONTIENE:
ESCALA:
H 1:250
V 1:25
FECHA:
SEPTIEMBRE 2024
REVISIÓN:
ARCHIVO:
PP-12.DWG
PLANO:
DE


CARRERA 30
COTAS
RASANTE
TERRENO
ESCALA
PROYECTO
PP-12.DWG
MONTERÍA

1186

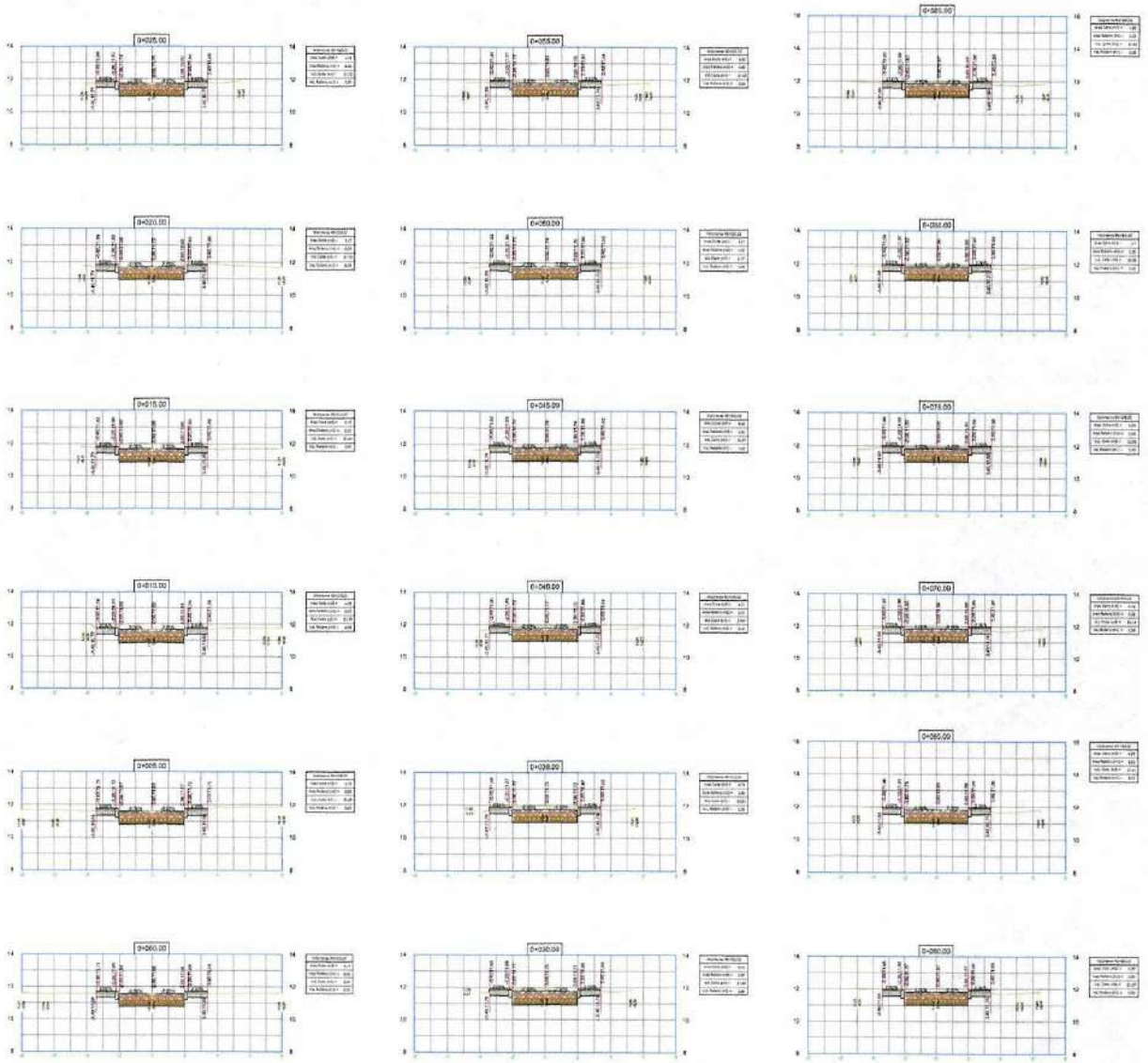

CALLE 53
CARRERA 44
LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:
LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:
Alcaldía de
MONTERÍA
PROYECTÓ:
REVISÓ:
JORGE ANTONIO GONZALEZ ATUE
CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:
MANTA:
PERFIL:
TOPOGRAFÍA:
PROYECTO:
PROYECTO N°3
VILLA CIELO
CONTIENE:
ESCALA:
H 1: 250
V 1: 25
FECHA:
SEPTIEMBRE 2024
REVISIÓN:
ARCHIVO:
PP-12.DWG
PLANO:
DE

1197


CARRERA
Alcaldía de
MONTERÍA
PROYECTO Nº3
VILLA CIELO
PP-12.DWG

Anexo No. 2 Planos Secciones Transversales

1189



LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:
DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:
MUNICIPIO DE MONTERÍA

Alcaldía de
MONTERÍA

PROYECTÓ:
Ing. [illegible]
Ingeniero Civil
T.P. N° 23[illegible]

REVISÓ:
JORGE ANTONIO GONZALEZ [illegible]
Ingeniero Civil
T.P. N° 23[illegible]

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

PLANTA:
- Eje de Diseño
- Borde de Diseño
- Borde de Berma
- Chaflán Corte
- Chaflán Relleno

PERFIL:
- Rasante Proyectada
- Perfil Terreno
- Perfiles Terreno
- Perfiles Terreno
- Borde Izq. Diq. Pavimento
- Borde Der. Diq. Pavimento

TOPOGRAFÍA:
- Eje de los Tramos
- Tramos sobre puentes
- Pavimento en Concreto
- Pavimento en Asfalto
- Pavimento en Adoquín
- Andén Sendero
- Línea de Pavimento
- Postes Eléctricos de Alta
- Postes Eléctricos de Baja
- Arboles
- Valvula de Acueducto
- Registro Eléctrico
- Matriz
- Registro de Gas
- Registro de Agua Potable
- Registro de Aguas Servidas
- Registro de Telefonía
- Rampa Cadiz
- Sellos de Aguas Lluvias
- Vías Peatonales

PROYECTO:
PROYECTO N°3
VILLA CIELO

CONTIENE:

ESCALA:
H : 250
V : 25

FECHA:
SEPTIEMBRE 2024

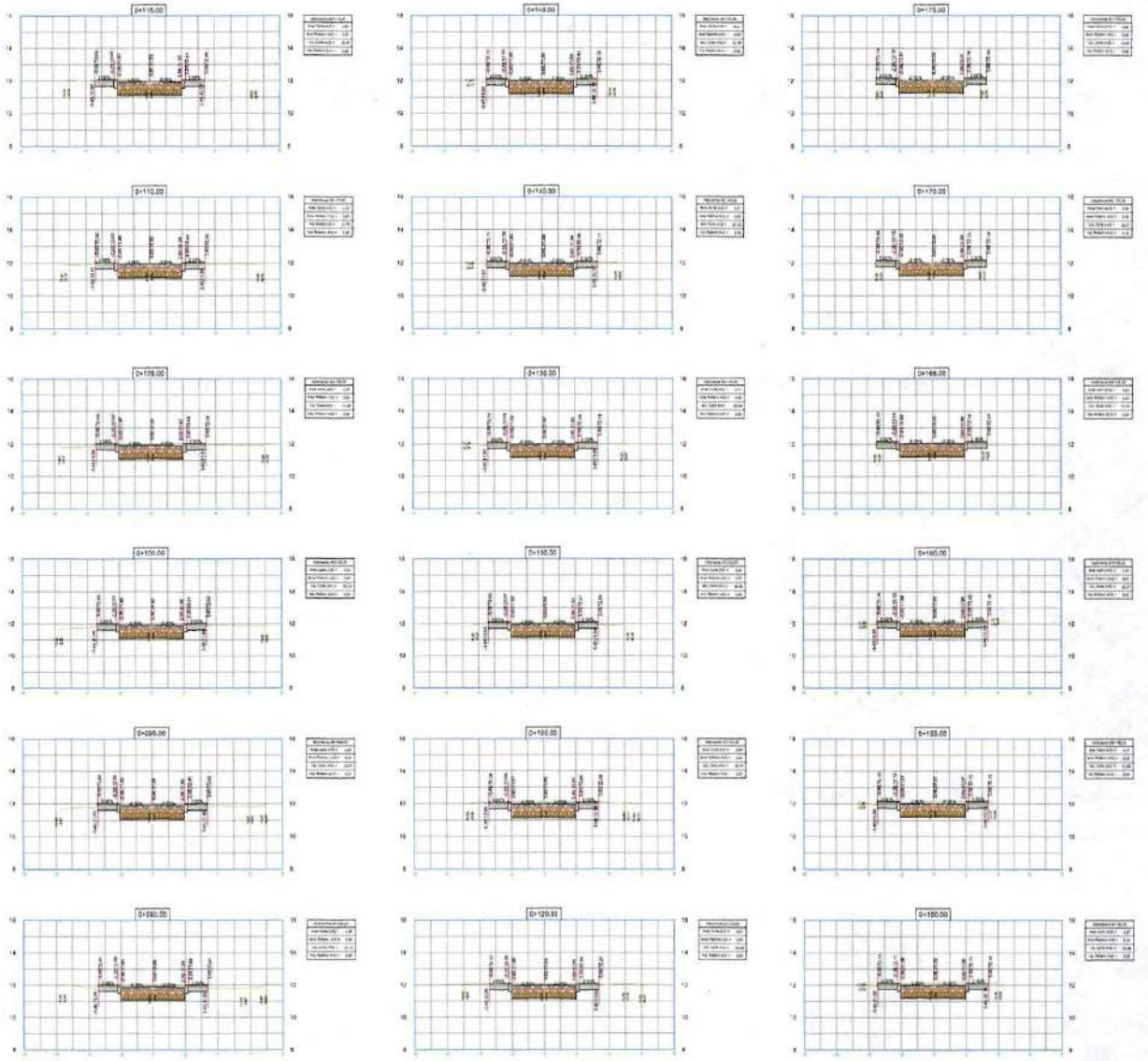
REVISIÓN:

REVISIÓN	FECHA	OBSERVACIONES
	DIA MES AÑO	"DISEÑO VIAL Y ANDEN SOLIDARIO"

ARCHIVO:
PP-12.DWG

PLANO:
[illegible] DE [illegible]

1190



LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:



LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:



Alcaldía de
MONTERÍA

PROYECTÓ:

Ing. Alejandro Tapia Hernández
Profesional Civil
TP. N° 23202-151558 CND

REVISÓ:

JORGE ANTONIO GONZALEZ AVILA
Profesional Civil
TP. N° 23202-170149 CCB

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

PLANTA:

- Eje de Diseño
- Borde de Rodadero
- Borde de Andén
- Cerramiento
- Andenes

PERFIL:

- Rasante Proyectada
- Perfil Terreno
- Perfil Lec. Terreno
- Perfil Sub-Terreno
- Borde Izq. Ensy. Proyectado
- Borde Der. Ensy. Proyectado

TOPOGRAFÍA:

- Eje de Vía Existente
- Pavimento Asfalto
- Pavimento Concreto
- Pavimento Adoquín
- Andén Existente
- Línea de Paramento
- Poste Electrico de Alta
- Poste Electrico de Baja
- Telefono
- Caja de Inspección
- Registro Electrico
- Sumidero
- Registro de Gas
- Registro de Agua Potable
- Registro de Aguas servidas
- Registro de Telefonia
- Rampa ONAT
- Valla de Acometida
- Base de cemento

PROYECTO:

PROYECTO N°3
VILLA CIELO

CONTIENE:

ESCALA:

H 1 : 250
V 1 : 25

FECHA:

SEPTIEMBRE 2024

REVISIÓN:

REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
		TOPOGRAFIA CABLES ELIMINADOS

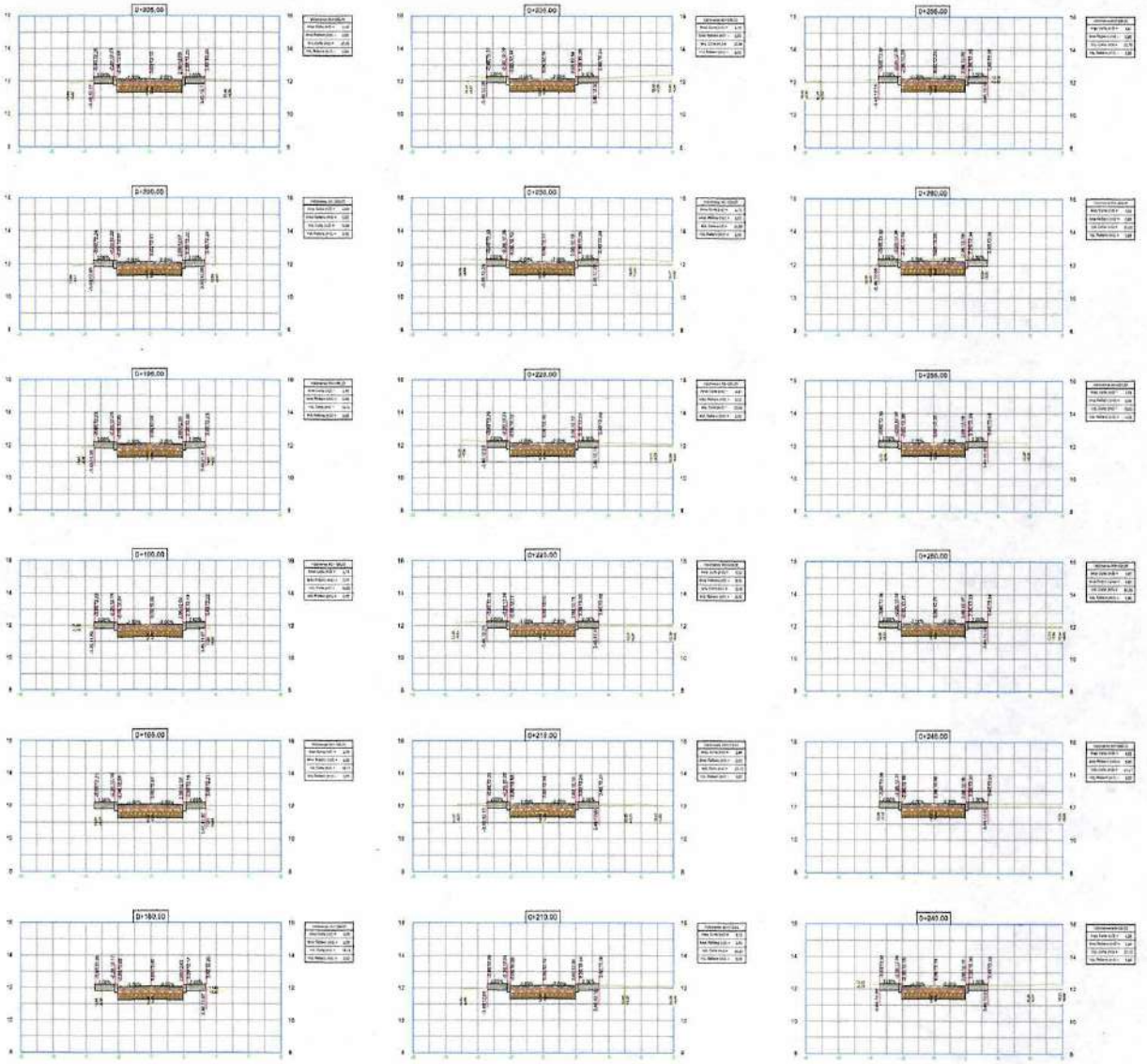
ARCHIVO:

PP-12.DWG

PLANO:

DE

1191



LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:
DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:
MUNICIPIO DE MONTERÍA

Alcaldía de
MONTERÍA

PROYECTÓ:

REVISÓ:

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

PLANTA:

PERFIL:

TOPOGRAFÍA:

PROYECTO:
PROYECTO N°3
VILLA CIELO

CONTIENE:

ESCALA:
H 1 : 350
V 1 : 35

FECHA:
Septiembre 2024

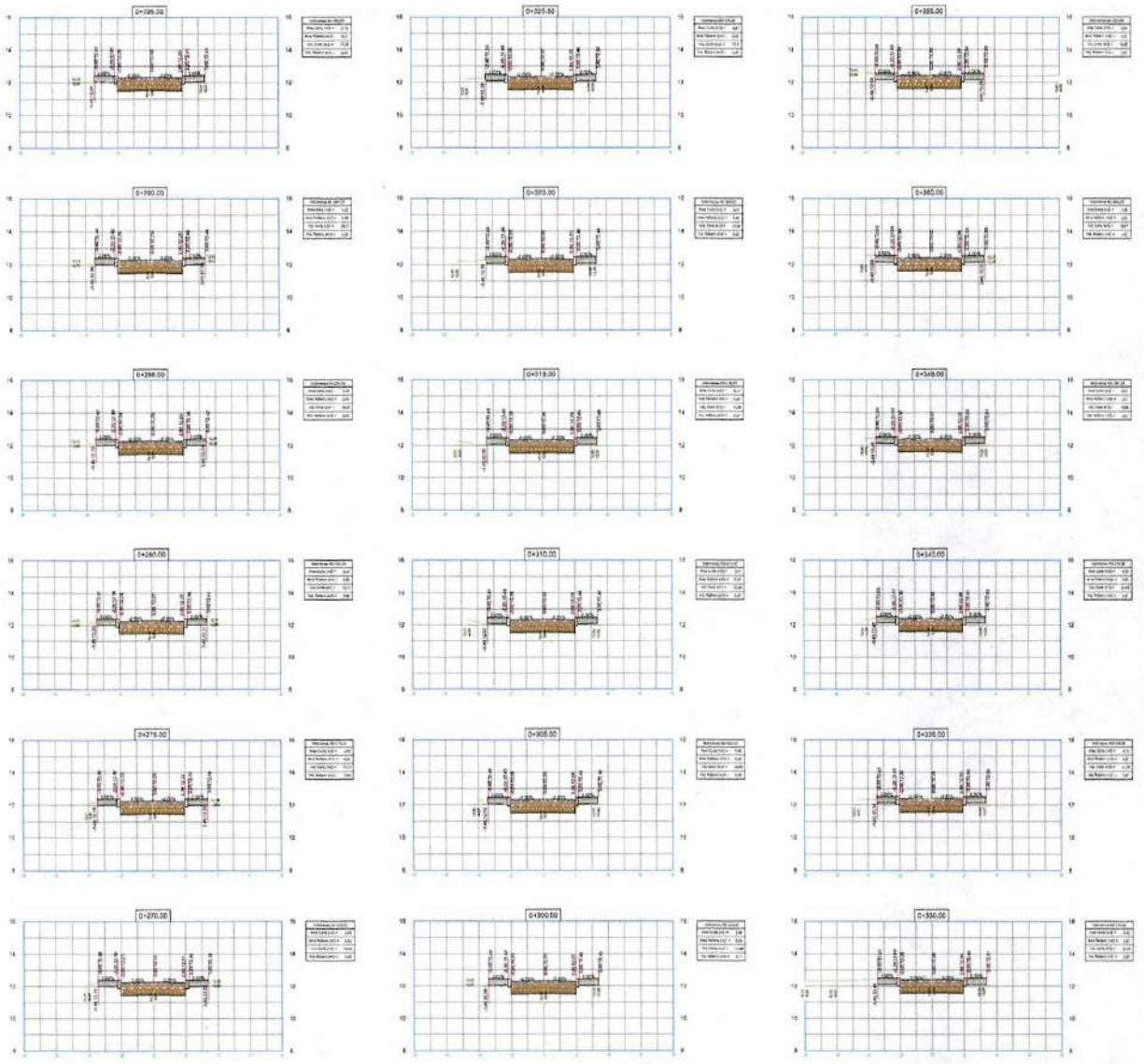
REVISIÓN:

No.	FECHA	OBSERVACIÓN
	2024-09-27	TOPOGRAFÍA CABLES SECANO

ARCHIVO:
PP-12.DWG

PLANO:
DE

1192



LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:

DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:

MUNICIPIO DE MONTERÍA

Alcaldía de
MONTERÍA

PROYECTÓ:

Ing. ROBERTO TENO SERPA
Ingeniero Civil
TP. N° 23223-137569 CND

REVISÓ:

JORGE ANTONIO GONZALEZ ARIZA
Ingeniero Civil
TP. N° 23225-137569 CCB

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS

PLANTA:

Eje de Diseño — Cláster Cota
Borde de Pavim — Cláster Relleno
Borde de Andén

PERFIL:

Rasante Proyectada
Perfil Terreno
Perfil Izq. Terreno
Perfil Der. Terreno
Borde Izq. Eje. Pavimento
Borde Der. Eje. Pavimento

TOPOGRAFÍA:

Eje de la Tubería
Pozo de Inspección
Sumidero
Valvula de Incendio
Registro Eléctrico
Telefónica
Registro de Gas
Registro de Agua Potable
Registro de Aguas Servidas
Registro de Telefonía
Poste de Luz
Valvula de Agua En Uso
Caja de Contadores

PROYECTO:

PROYECTO N°3
VILLA CIELO

CONTIENE:

ESCALA:

H 1 : 250
V 1 : 25

FECHA:

SEPTIEMBRE 2024

REVISIÓN:

NO.	FECHA	DESCRIPCIÓN
	2021-09-27	TOPOGRAFIA CABLE SUBMU

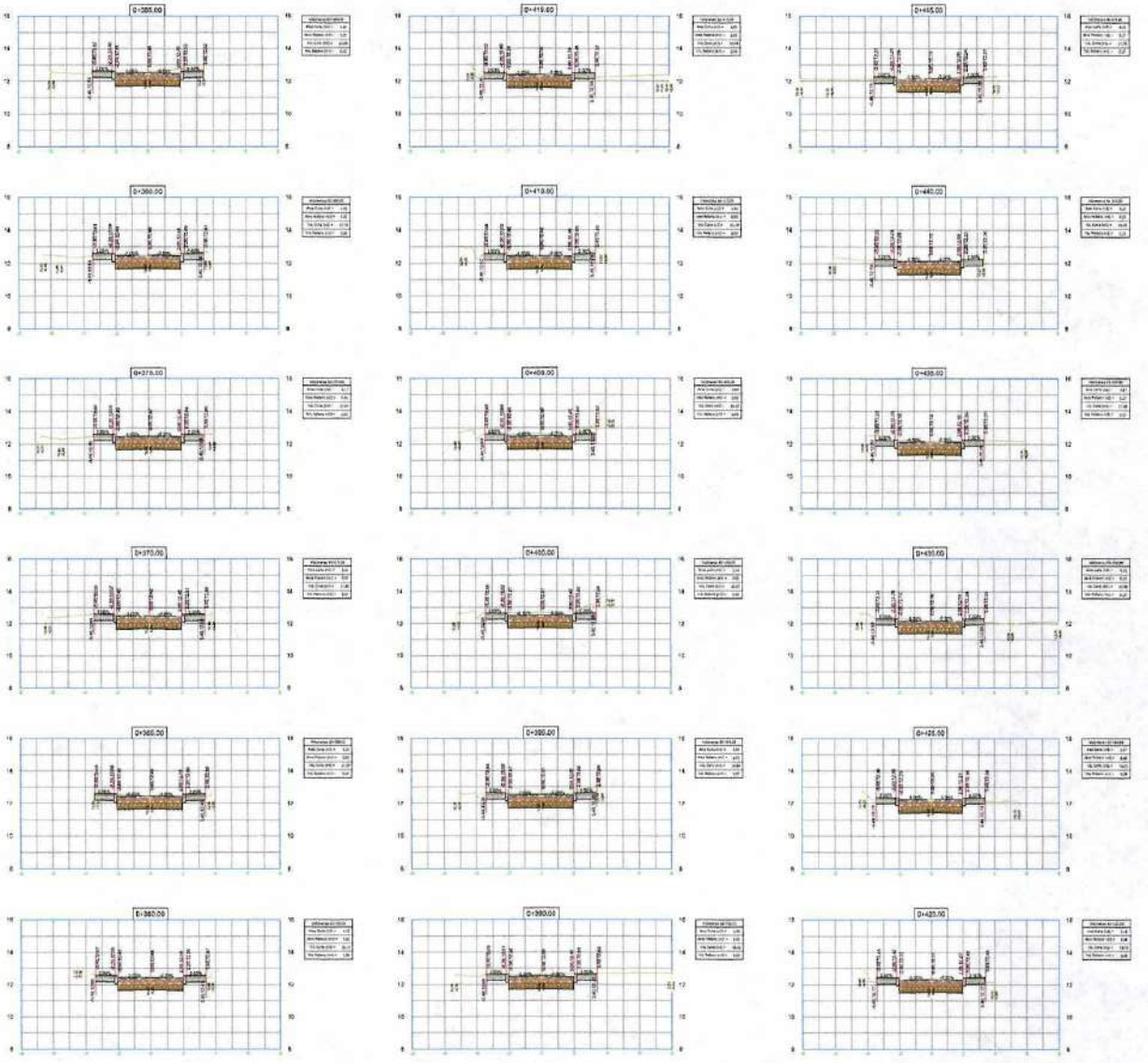
ARCHIVO:

PP-12.DWG

PLANO:

01 DE 01

1193



LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:

DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:

MUNICIPIO DE MONTERÍA

Alcaldía de
MONTERÍA

PROYECTÓ:

Ing. RODRIGO TAFUR BENCARDO
Ingeniero Civil
TP. N° 23503-151529 CND

REVISÓ:

JORGE ANTONIO GONZÁLEZ AYUB
Ingeniero Civil
TP. N° 23503-151749 CDB

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

PLANTA:

PERFIL:

TOPOGRAFÍA:

PROYECTO:

PROYECTO N°3
VILLA CIELO

CONTIENE:

ESCALA:

H 1 : 250
V 1 : 25

FECHA:

SEPTIEMBRE 2024

REVISIÓN:

REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
	DD-MM-AA	NOMBRAMOS CARLOS SOLANO

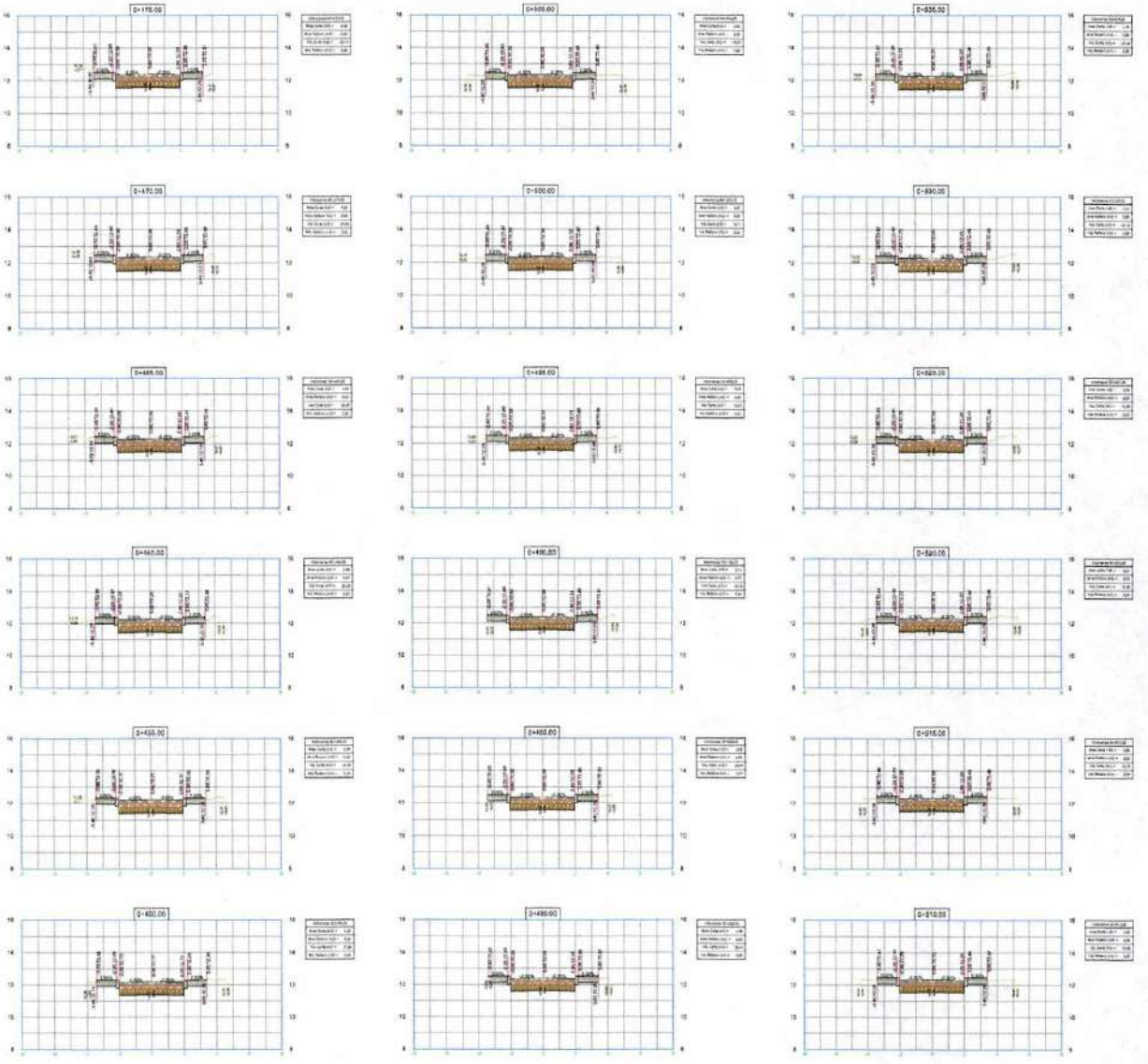
ARCHIVO:

PP-12.DWG

PLANO:

DE

1194



LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL



LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:



Alcaldía de
MONTERÍA

PROYECTÓ:

Ing. Ricardo Tafur Sánchez
Ingeniero Civil
TP. N° 23202-151559 CND

REVISÓ:

JORGE ANTONIO GUNTARIS ATIS
Supervisor Civil
TP. N° 23202-1-10149 CCDI

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

PLANTA:

PERFIL:

TOPOGRAFÍA:

PROYECTO:

PROYECTO N°3
VILLA CIELO

CONTIENE:

ESCALA:

H 1 : 250
V 1 : 25

FECHA:

SEPTIEMBRE 2024

REVISIÓN:

REV No	FECHA	DESCRIPCIÓN
1	2024-09-25	TOPOGRAFIA CARLOS GUARIN

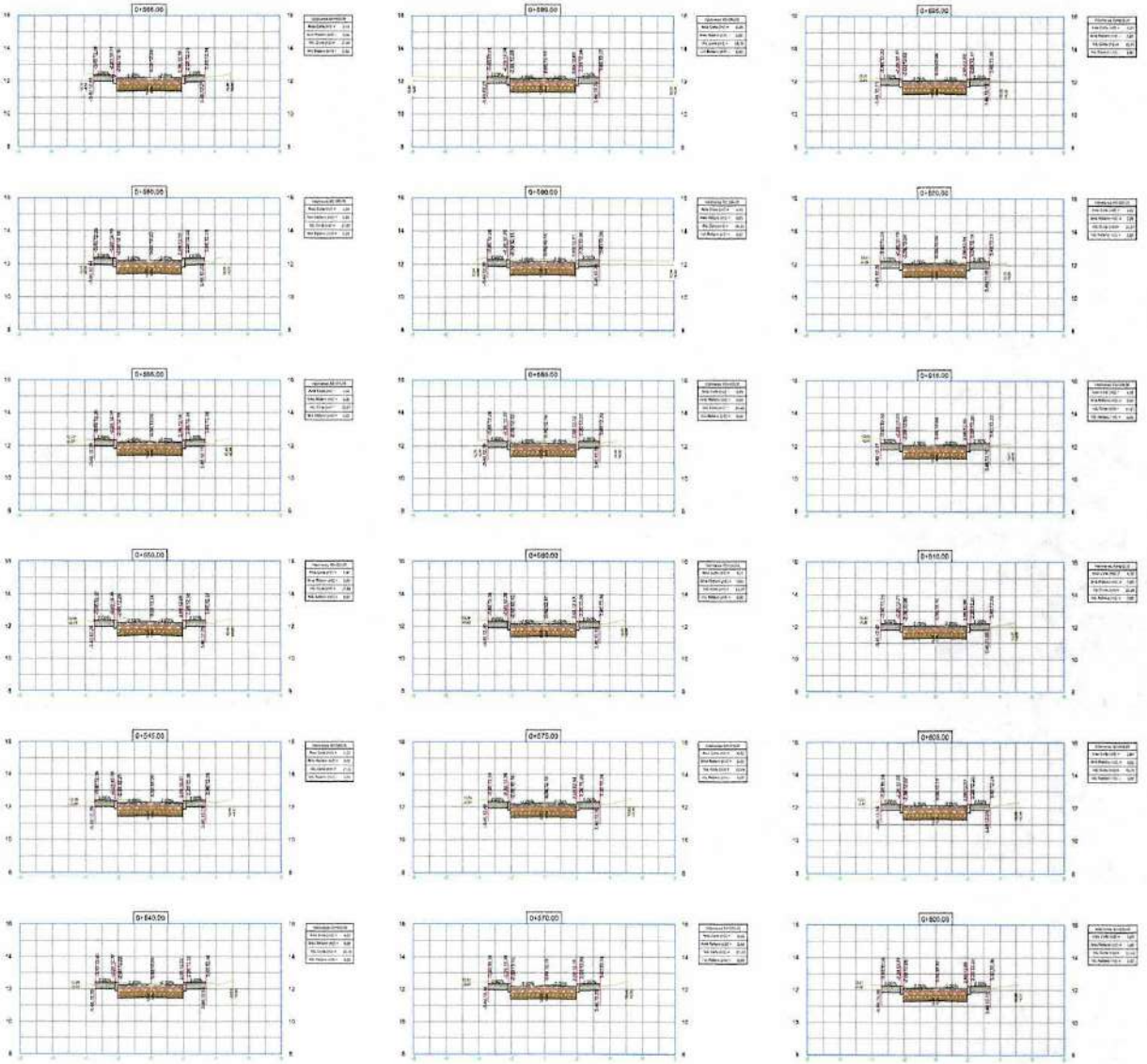
ARCHIVO:

PP-12.DWG

PLANO:

DE

1195



LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL



LOCALIZACIÓN MUNICIPAL



Alcaldía de
MONTERÍA

PROYECTÓ:

Ing. ROBERT TAPIA SÁNCHEZ
Ingeniero Civil
TP. N° 25202-157569 CND

REVISÓ:

JORGE ANTONIO GONZÁLEZ AYUB
Ingeniero Civil
TP. N° 22283-1-15149 CDR

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

PLANTA:

PERFIL:

TOPOGRAFÍA:

PROYECTO:

PROYECTO N°3
VILLA CIELO

CONTIENE:

ESCALA:

H 1 : 250
V 1 : 25

FECHA:

SEPTIEMBRE 2024

REVISIÓN:

REV Nº	FECHA	OBSERVACIÓN
	2024-09-27	PERFILES DE CANALIZACIÓN

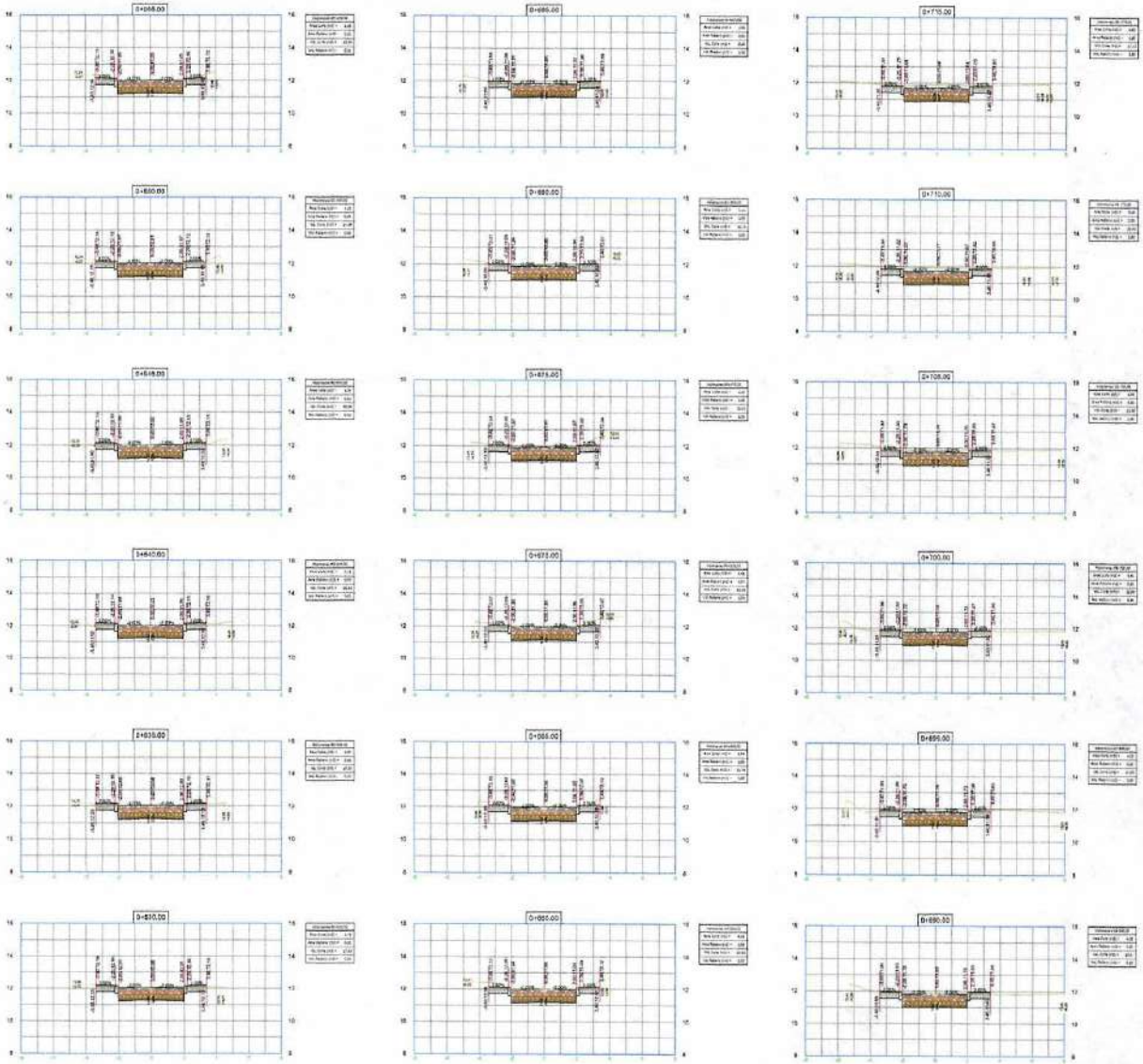
ARCHIVO:

PP-12.DWG

PLANO:

12 DE 17

9611



LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:
DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:
MUNICIPIO DE MONTERÍA

Alcaldía de
MONTERÍA

PROYECTÓ:

REVISÓ:

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

PLANTA:

PERFIL:

TOPOGRAFÍA:

PROYECTO:
PROYECTO Nº2
VILLA CIELO

CONTENIDO:

ESCALA:
H 1 : 250
V 1 : 25

FECHA:
SEPTIEMBRE 2024

REVISIÓN:

REVISIÓ	FECHA	OBSERVACIÓN
	DD/MM/AA	TOPOGRAFÍA, CABLEADO, DISEÑO

ARCHIVO:
PP-12.DWG

PLANO:
DE



LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL



LOCALIZACIÓN MUNICIPAL



Alcaldía de MONTERÍA

PROYECTÓ:

Ing. Wilmer Tafur Serpas
Contratista
TP. N° 25203-151589 CND

REVISÓ:

JORGE ANTONIO GONZALEZ AYOS
Director (E)
TP. N° 25203-131491 CND

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

PLANTA:

PERFIL:

TOPOGRAFÍA:

PROYECTO:

PROYECTO N°3
VILLA CIELO

CONTIENE:

ESCALA:

H: 1 : 250
V: 1 : 25

FECHA:

SEPTIEMBRE 2024

REVISIÓN:

REVIS.	FECHA	OBSERVACIÓN
1	2024-09-20	SOLICITUD PAZ Y SALVO

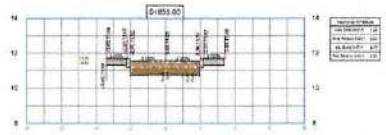
ARCHIVO:

PP-12.DWG

PLANO:

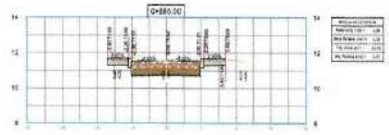
14 DE 18

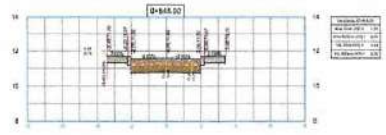
1198



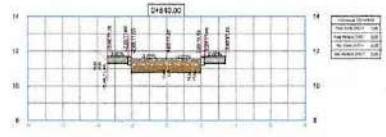




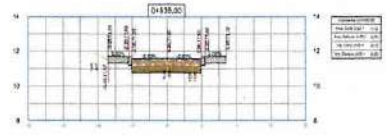




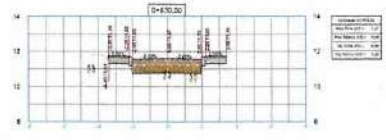






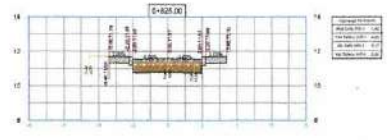


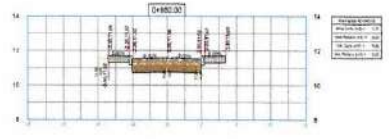














LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:



LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:



Alcaldía de MONTERÍA

PROYECTÓ:

Ing. [illegible] Tafur Jiménez
Ingeniero Civil
T.P. N° 23202-151559 CND

REVISÓ:

JOHSEANDRO GONZALEZ AYE
Ingeniero Civil
T.P. N° 252092-115149 COR

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

PLANTA:

PERFIL:

TOPOGRAFÍA:

PROYECTO:

PROYECTO N°3
VILLA CIELO

CONTIENE:

ESCALA:

H 1 : 250
V 1 : 25

FECHA:

SEPTIEMBRE 2024

REVISIÓN:

NO.	FECHA	OBSERVACIÓN
	DD-MM-AA	DESCRIPCIÓN CAMBIO REALIZADO

ARCHIVO:

PP-12.DWG

PLANO:

DE

CONVIAL | IAS ACCREDITED STAREGISTER | MJS | Ingeniería Vial

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA

NIT 901847594-7

VOLUMEN VII. INFORME DE DISEÑO GEOMETRICO PARA EL PROYECTO "PAVIMENTACIÓN DE VÍAS EN BARRIOS DE LAS COMUNAS 1, 4, 5 Y 9 EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA" GRUPO 2

VERSIÓN 0

OCTUBRE 2024

BOGOTÁ D.C.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

CONTROL DE VERSIONES

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN	FOLIOS
Versión 1	Noviembre - 2024	Versión Inicial	35

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA		
Elaboró	**Revisó**	**Aprobó**
Ing. Ricardo Tafur Sánchez	Ing. Ricardo Tafur Sánchez	Ing. Manuel José Meza Soto
Especialista	Especialista	Director

SUPERVISION / INTERVENTORÍA
Revisó
Ing. Ingrid Sofia Morales Ávila
Alcaldía de Montería Gerente de Proyectos