CONSULTORIA PARA REALIZAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA TECNICOS PARA LA REHABILITACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y ESTRUCTURAS DE CONTENCION Y DRENAJE EN LA VIA PALERMO – GUASIMOS LONGITUD DE VIA (14+780 KM) CODIGO 4302 DE LONGITUD DE TRAMO A INTERVENIR (10+197 KM) RED VIAL DE PRIMER ORDEN Y ESTRUCTURAS DE CONTENCION Y DRENAJE Y MEJORAMIENTO DE LA VIA GUASIMOS – SANTA MARIA LONGITUD DE VIA (16.030 KM) CODIGO 43HL03 DE LONGITUD DEL TRAMOA INTRVENIR (3+835 KM) RED VIAL DEL TERCER ORDEN DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA".

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 688 de 2023

INFORME CORRESPONDIENTE AL ACTA DE COBRO No. 03, FINAL

EMPROCIV S.A.S.

GOBERNACION DEL HUILA

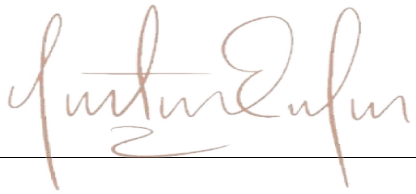
DICIEMBRE DE 2025

BOGOTÁ D.C

CONTROL DE IDENTIFICACIÓN Y REVISIÓN DE DOCUMENTOS
Versión 0

FECHA: diciembre de 2025

Elaboración y revisión Consultoría

Responsable Elaboración	**Nombre**	Ing. Wlfred Benavides Sánchez.
	Cargo	Coordinador de Consultoría
	Firma	
Responsable Revisión	**Nombre**	Néstor Aníbal Espinosa Niño
	Cargo	Director del Proyecto – Consultoría
	Firma	

Revisión Interventoría

Responsable Revisión	**Nombre**	Ing.
	Cargo	Esp.
	Firma	
Responsable Aprobación	**Nombre**	Ing.
	Cargo	
	Firma	

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 7
2 LOCALIZACIÓN 8
3 ESTUDIOS TÉCNICOS 9
3.1 ESTUDIO DE TRÁNSITO 9
3.1.2 Aforos vehiculares 9
3.1.3 Volúmenes de tránsito 10
3.2 ESTUDIO DE TOPOGRAFICO 17
3.3 DISEÑO GEOMETRICO 19
3.4 ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA 23
3.5 ESTUDIO DE FUNDACIONES 26
3.5.1 Exploración geotécnica 26
3.5.2 Resumen de resultado de ensayos de laboratorio 27
3.5.3 Dimensionamiento de muros 30
3.6 ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES 31
3.6.1 Análisis de resultado de factores de seguridad Vs. NSR10 tabla H 2.4.1 .. 34
3.7 DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE 35
3.7.1 Trabajo de Campo Realizado 35
3.7.2 Dimensionamiento de la estructura 38
3.8 ESTUDIO HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS 40
3.8.1 Hidrología 40
3.9 COMPONENTE AMBIENTAL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 44
3.10 DISEÑO DE ESTRUCTURAS 45
3.10.1 MODELACIÓN MURO 40 MT KM 5 +359 PALERMO - GUASIMO 45
NORMA Y MATERIALES 45
3.10.2 GEOMETRÍA 46

3.11 INFORME PLAN DE MANEJO DE TRANSITO PMT 48

3.11.1 DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN 48

3.11.2 SEÑAL PREVENTIVA: 49

3.11.3 SEÑALES REGLAMENTARIAS 49

3.11.4 SEÑALES INFORMATIVAS 50

3.11.5 ESQUEMA TIPO DE PMT 51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de Tránsito 9
Tabla 2. Resumen Total Aforos Lunes 08/05/2023 11
Tabla 3. Resumen Total Aforos Martes 09/05/2023 11
Tabla 4. Resumen Total Aforos Miércoles 10/05/2023 11
Tabla 5. Resumen Total Aforos Jueves 11/05/2023 11
Tabla 6. Resumen Total Aforos Viernes 12/05/2023 12
Tabla 7.Resumen Total Aforos Sábado 13/05/2023 12
Tabla 8. Resumen Total Aforos Domingo 14/05/2023 12
Tabla 9. Miércoles 10 de mayo de 2023 Palermo - Guásimo 12
Tabla 10. Jueves 11 de mayo de 2023 Guásimos - Santa María 13
Tabla 11. Proyección de tránsito Proyecto a 10 años 14
Tabla 12. Proyección de tránsito Proyecto a 20 años 14
Tabla 13. Factores de Daño según Guía de Rehabilitación de Pavimentos 15
Tabla 14. Cálculo de ejes Equivalentes para 10 años 16
Tabla 15. Cálculo de ejes Equivalentes para 20 años 16
Tabla 16. Resumen de TPDs y composición vehicular 16
Tabla 17. Resumen del total de circulación de vehículos para 10 años y 20 años 17
Tabla 18. Total de ejes equivalentes de 8.2 Ton para 10 y 20 años 17
Tabla 19. Resumen puntos GNSS 18
Tabla 20. Parámetros de Diseño Adoptados. 21
Tabla 21. Condiciones Sísmicas departamento del Huila 26
Tabla 22. 3.5.2 Resumen de resultado de ensayos de laboratorio 28
Tabla 23. Relación de apiques realizados tramo Palermo - Guásimos 37
Tabla 24. Relación de apiques realizados tramo Guásimos – Santa María 38
Tabla 25. Resumen de obras hidráulicas 42

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sección Tipo adoptada para el proyecto total 22
Ilustración 2. Esquema dimensionamiento estructura Palermo - Guásimos. 39
Ilustración 3. Esquema dimensionamiento estructura Guásimos – Santa María. 39
Ilustración 4. Localización estaciones IDEAM 41
Ilustración 4. Diseño de alcantarillas proyectadas 44

Ilustración 5. Corte muro de contención 47
Ilustración 6. Esquema tipo de PMT 51
Ilustración 7. Zona de obras en la vía 52

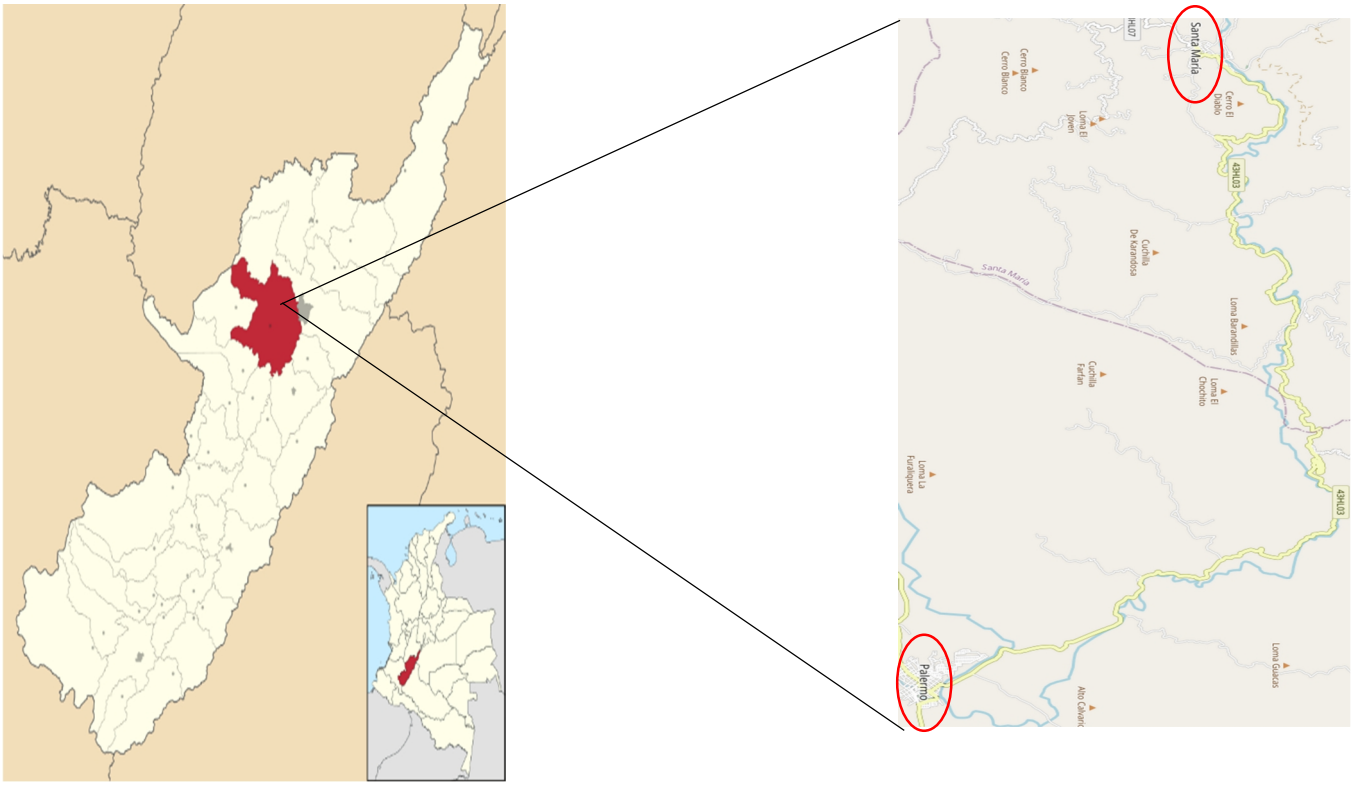
1 INTRODUCCIÓN

El presente documento presenta las actividades realizadas en la ejecución del contrato de Consultoría No. 688 de 2023 y cuyo objeto es: “CONSULTORIA PARA REALIZAR ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA TECNICOS PARA LA REHABILITACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y ESTRUCTURAS DE CONTENCION Y DRENAJE EN LA VIA PALERMO – GUASIMOS LONGITUD DE VIA (14+780 KM) CODIGO 4302 DE LONGITUD DE TRAMO A INTERVENIR (10+197 KM) RED VIAL DE PRIMER ORDEN Y ESTRUCTURAS DE CONTENCION Y DRENAJE Y MEJORAMIENTO DE LA VIA GUASIMOS – SANTA MARIA LONGITUD DE VIA (16.030 KM) CODIGO 43HL03 DE LONGITUD DEL TRAMOA INTRVENIR (3+835 KM) RED VIAL DEL TERCER ORDEN DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA” y específicamente al tramo Palermo – Guásimos.

2 LOCALIZACIÓN

La vía proyectada es la que comunica Palermo con Santa María en el municipio de Huila específicamente para la rehabilitación de pavimento flexible y estructuras de contención y drenaje en la vía Palermo – guásimos y estructuras de contención y drenaje y mejoramiento de la vía Guásimos – Santa María departamento del huila

Grafica 1. Ubicación del Proyecto



Fuente: Emprociv S.A.S

3 ESTUDIOS TÉCNICOS

3.1 ESTUDIO DE TRÁNSITO

Es importante mencionar que la longitud del tramo a intervenir no presenta cartillas de volúmenes de tránsito del INVIAS, la entidad registra aforos de tránsito de dos estaciones dentro del área de influencia las cuales se pueden o podrían tomar como guía para la determinación del crecimiento del tránsito de la vía en estudio. Para determinar en qué nivel de tránsito se encuentra la vía se toma como referencia los niveles que da el instituto nacional de vías (Tabla 1).

Tabla 1. Niveles de Tránsito

Niveles de Tránsito	
Bajos	TPD<= 500
Medios	500< TPD<=1000
Altos	TPD> 1000

Fuente: Instituto nacional de vías (INVIAS)

Durante el proceso de ejecución de este estudio de tránsito se realizó la búsqueda de información secundaria que se pueda encontrar de la vía en estudio, la cual fue realizada en entidades regionales y municipales.

Se investigó las cartillas del INVIAS no se presenta ningún registro de la vía proyectada por tal motivo, se considera seguir desde el punto de vista más crítico, las consideraciones más críticas propuestas por el INVIAS en su manual en donde se considera que el transito atraído varia de un 5% a un 25%.

3.1.2 Aforos vehiculares

Se eligieron dos puntos para establecer estaciones de conteos la cuales corresponde a las mencionadas anteriormente.

La recolección de la información se llevó a cabo con personal de aforadores previamente capacitados. A cada aforador se le hizo entrega de los materiales

necesarios para la ejecución del conteo (planillera, lápiz, esfero, borrador y el formato respectivo).

- La primera estación está ubicada a la salida del casco urbano (cruzando el puente) del municipio de Palermo en sentido a Santa María, el cual proporciona el tránsito que sale del municipio hacia las minas.
- La segunda estación se ubica antes del puente de los sueños entre el municipio de Palermo y Guásimos en dirección al municipio de Santa María, donde se registra el tránsito que circula por la vía Guásimos y la vía a llegar a Santa María.

Periodos de aforo

Teniendo en cuenta las características del sitio donde se realizó el aforo vehicular, el personal se ubicó en los respectivos lugares para la toma de información de los dos sentidos de circulación, durante los siete días de la semana desde el 08/05/2023 al 14/05/2023 en el horario de 06:00am hasta las 06:00pm, garantizando a dicho personal, las mejores condiciones de seguridad y protección de agentes climáticos y ambientales propias del sitio de estudio.

3.1.3 Volúmenes de tránsito

Se realizaron aforos de tránsito en la vía en estudio y se analizaron los volúmenes y composición del tránsito de dos estaciones de aforo. Con el fin de obtener un indicativo del crecimiento de tránsito en la zona, se va utilizar las cartillas de conteo vehicular de las estaciones ubicadas en la zona de influencia del INVIAS. Es opcional los datos recopilados, revisados y validados que conforman la muestra, se encuentran sujetos a las técnicas de análisis estadístico, permitiendo generalizar el comportamiento de la población. Para esto se aplican los denominados "factores de expansión", que consiste en convertir los datos de la muestra a estimaciones para el universo en estudio.

Aforos Palermo – Guásimos – Santa María.

En las siguientes tablas se presentan los resultados de los aforos generales del proyecto.

Tabla 2. Resumen Total Aforos Lunes 08/05/2023

	(Lunes) 08 de mayo de 2023							
Hora	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5
TOTALES		169	13	7	149	111	0	1
%A-B-C		37.6%	2.9%	1.6%	33.1%	24.7%	0.0%	0.2%
TPD AFORADO A-B-C	331	169	13	268				
%A-B-C		37.6%	2.9%	59.6%				
TOTALES		450						

Tabla 3. Resumen Total Aforos Martes 09/05/2023

	(Martes) 09 de mayo de 2023							
Hora	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5
TOTALES		217	13	7	197	159	0	1
%A-B-C		36.5%	2.2%	1.2%	33.2%	26.8%	0.0%	0.2%
TPD AFORADO A-B-C	449	217	13	364				
%A-B-C		36.5%	2.2%	61.3%				
TOTALES		594						

Tabla 4. Resumen Total Aforos Miércoles 10/05/2023

	(Miercoles) 10 de mayo de 2023							
Hora	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5
TOTALES		127	8	6	94	73	0	1
%A-B-C		41.1%	2.6%	1.9%	30.4%	23.6%	0.0%	0.3%
TPD AFORADO A-B-C	259	127	8	174				
%A-B-C		41.1%	2.6%	56.3%				
TOTALES		309						

Tabla 5. Resumen Total Aforos Jueves 11/05/2023

	(Jueves) 11 de mayo de 2023							
Hora	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5
TOTALES		91	6	1	79	34	0	0
%A-B-C		43.1%	2.8%	0.5%	37.4%	16.1%	0.0%	0.0%
TPD AFORADO A-B-C	185	91	6	114				
%A-B-C		43.1%	2.8%	54.0%				
TOTALES		211						

Tabla 6. Resumen Total Aforos Viernes 12/05/2023

	(Viernes) 12 de mayo de 2023							
Hora	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5
TOTALES	283	145	13	7	120	92	0	0
%A-B-C		38.5%	3.4%	1.9%	31.8%	24.4%	0.0%	0.0%
TPD AFORADO A-B-C		145	13	219				
%A-B-C		38.5%	3.4%	58.1%				
TOTALES		377						

Tabla 7.Resumen Total Aforos Sábado 13/05/2023

	(Sabado) 13 de mayo de 2023							
Hora	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5
TOTALES	401	193	13	7	168	140	0	1
%A-B-C		37.0%	2.5%	1.3%	32.2%	26.8%	0.0%	0.2%
TPD AFORADO A-B-C		193	13	316				
%A-B-C		37.0%	2.5%	60.5%				
TOTALES		522						

Tabla 8. Resumen Total Aforos Domingo 14/05/2023

	(Domingo) 14 de mayo de 2023							
Hora	MOTOS	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5
TOTALES	235	121	13	7	101	63	0	1
%A-B-C		39.5%	4.2%	2.3%	33.0%	20.6%	0.0%	0.3%
TPD AFORADO A-B-C		121	13	172				
%A-B-C		39.5%	4.2%	56.2%				
TOTALES		306						

Fuente: Emprociv S.A.S

En las siguientes tablas se presentan los resúmenes de los aforos del proyecto por vehículo.

Tabla 9. Miércoles 10 de mayo de 2023 Palermo - Guásimo

MOTOS	AUTO	COLECT	BUSETA	BUS	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5
483	190	8	0	3	9	151	114	0	1
	39,9%	1,7%	0,0%	0,6%	1,9%	31,7%	23,9%	0,0%	0,2%
	190	11			275				
	39,9%	2,3%			57,8%				

MOTOS	AUTO	COLECT	BUSETA	BUS	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5
	476								

Tabla 10. Jueves 11 de mayo de 2023 Guásimos - Santa María

MOTOS	AUTO	COLECT	*BUSETA*	BUS	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5
	206	**11**	***0***	**0**	**3**	**176**	**93**	**0**	**0**
	42,1%	2,2%	*0,0%*	0,0%	0,6%	36,0%	19,0%	0,0%	0,0%
363	**206**	***11***			**272**				
	42,1%	*2,2%*			55,6%				
	489								

Fuente: Emprociv S.A.S

Tránsito desarrollado más generado

Se tiene previsto un escenario optimista que la construcción de la estructura de pavimento, genera un incremento en el tránsito tanto de carga como de servicio público para pasajeros, se estimó que los volúmenes generado y atraído incrementarán en un 25% del Tránsito actual para cuando la vía en proyecto entre en operación totalmente pavimentada.

Proyecciones de tránsito Palermo - Guasimos.

se presenta la proyección del TPDs con proyecto para una vida útil de 10 y 20 años y el total de vehículos mixtos que circularán en este periodo de tiempo para la vía.

Tabla 11. Proyección de tránsito Proyecto a 10 años

PALERMO - GUASIMOS - SANTA MARIA		
Tránsito de Diseño Periodo 10 años		
TASA: 3,00%		
REGISTRO	AÑO	TPD`S
-2	2023	**431**
-1	2024	444
0	2025	457
1	2026	471
2	2027	485
3	2028	500
4	2029	515
5	2030	530
6	2031	546
7	2032	562
8	2033	579
9	2034	597
10	2035	615
TOTAL TPD`S		6,731
No. Total de vehiculos		2,456,913

Tabla 12. Proyección de tránsito Proyecto a 20 años

PALERMO - GUASIMOS - SANTA MARIA		
Tránsito de Diseño Periodo 20 años		
TASA: 3,00%		
REGISTRO	AÑO	TPD`S
-2	2023	**431**
-1	2024	444
0	2025	457
1	2026	471
2	2027	485
3	2028	500
4	2029	515
5	2030	530
6	2031	546
7	2032	562
8	2033	579
9	2034	597
10	2035	615
11	2036	633
12	2037	652
13	2038	671
14	2039	692
15	2040	712
16	2041	734
17	2042	756
18	2043	778
19	2044	802
20	2045	826
TOTAL TPD`S		13,987
No. Total de vehiculos		5,105,325

Proyecciones de tránsito Guásimos – Santa María.

En cuanto al período para las proyecciones del tránsito de diseño, se tomaron 10 años y en lo referente a la rata de crecimiento anual del tránsito futuro, se adoptó una tasa anual estimada de 3.72% autos, 3.65 % buses, 3.45 % camiones para un escenario optimista.

Cálculo de ejes equivalentes

Para la determinación del número de ejes equivalentes se emplean los factores daño establecidos en la Guía para la Rehabilitación de pavimentos del INVIAS 2008, en la cual se establecen los siguientes.

Tabla 13. Factores de Daño según Guía de Rehabilitación de Pavimentos

Tabla 2.3.10.
Factores vehiculares de deterioro para diferentes tipos de vehículos

TIPO DE CAMIÓN	FACTOR VEHICULAR DE DETERIORO (EJES SIMPLES DE 80 kN)				
	MOPT 1992	INVÍAS 1996	INVÍAS 2003	DATOS PAKISTÁN	DATOS USA
2	2.16	3.44	2.15	4.67	0.21
3	4.39	3.76	3.15	8.84	1.59
2 S1	-	3.37	3.13	-	-
3 S1	-	2.22	2.33	-	-
2 S2	-	3.42	2.27	10.35	1.32
3 S2	4.21	4.40	4.21	14.73	1.39
3 S3	4.42	4.72	5.31	10.90	1.39

Para el caso particular se adoptan los recomendados por el INVIAS 2003 en este caso particular.

Tabla 14. Cálculo de ejes Equivalentes para 10 años

PALERMO - GUASIMOS - SANTA MARIA Cálculo del No. De Ejes Equivalentes de 8.2 Ton Periodo 10 años				
TIPO	% VEHICULAR	No. VEHICULOS	FACTOR DE DAÑO	EJES EQUIV. 8.2 Ton
Livianos	38.70%	950,825		
Buses	1.80%	44,224	1.000	44,224
C2P	1.20%	29,483	2.150	63,388
C2G	34.80%	855,006	2.150	1,838,262
C3 - C4	23.50%	577,374	3.150	1,818,730
C5	0.00%	0	2.270	0
<C5	0.00%	0	5.310	0
TOTAL DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 Ton				3,764,604
EJES EQUIVALENTES POR SENTIDO (50% PARA CADA CARRIL)				1,882,302

Página 1

Tabla 15. Cálculo de ejes Equivalentes para 20 años

PALERMO - GUASIMOS - SANTA MARIA Cálculo del No. De Ejes Equivalentes de 8.2 Ton Periodo 20 años				
TIPO	% VEHICULAR	No. VEHICULOS	FACTOR DE DAÑO	EJES EQUIV. 8.2 Ton
Livianos	38.70%	1,975,761		
Buses	1.80%	91,896	1.000	91,896
C2P	1.20%	61,264	2.150	131,717
C2G	34.80%	1,776,653	2.150	3,819,804
C3 - C4	23.50%	1,199,751	3.150	3,779,217
C5	0.00%	0	2.270	0
<C5	0.00%	0	5.310	0
TOTAL DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 Ton				7,822,635
EJES EQUIVALENTES POR SENTIDO (50% PARA CADA CARRIL)				3,911,317

Página 1

Una vez contrastados los resultados de TPDs del ejercicio de macro modelación básico con la información secundaria y los aforos realizados, se establecieron para el proyecto por sector los volúmenes que se presentan en la siguiente tabla

Tabla 16. Resumen de TPDs y composición vehicular

Tramo	TPD (Veh/día)	COMPOSICIÓN VEHICULAR		
		%AUTOS	%BUSES	%CAMIONES
PALERMO SANTA MARIA	431	38.70%	1.80%	59.5%

Para hallar la tasa de proyección se dispuso de las tasas de crecimiento de los aforos de la estación 376 del INVIAS junto con tasas de crecimiento socioeconómico obteniendo un 3,00%.

Con base en el TPD hallado y con la tasa de proyección definida se obtuvo el total de vehículos mixtos que se espera circulen en la vida útil del proyecto de 10 años y 20 años.

Tabla 17. Resumen del total de circulación de vehículos para 10 años y 20 años

TRAMO	CIRCULACIÓN TOTAL DE VEHICULOS	
	Vida útil de 10 años	Vida Útil de 20 años
PALERMO – SANTA MARIA	2.456.913	5.105.325

Con la información anterior se obtuvo un total de ejes equivalentes de 8.2 toneladas para el diseño del pavimento para periodos de 10 años y 20 años.

Tabla 18. Total de ejes equivalentes de 8.2 Ton para 10 y 20 años

TRAMO	CIRCULACIÓN TOTAL DE VEHICULOS	
	Vida útil de 10 años	Vida Útil de 20 años
PALERMO – SANTA MARIA	1.882.302	3.911.317

Crecimiento Normal del Tránsito (CNT).

Se tiene previsto en un escenario optimista, que, con la pavimentación de las vías, el incremento de usuarios, motivando el transporte de pasajeros y carga (víveres), además que la zona es potencialmente para la extracción de piedra o de material.

En cuanto al servicio público, se tiene que una vez pavimentada la vía, un porcentaje de las motos podría ser reemplazado por busetas colectivas con mayor comodidad.

3.2 ESTUDIO DE TOPOGRAFICO

Con el propósito de garantizar el control y ajuste de los levantamientos en el área designada para el diseño y construcción de los tramos de rehabilitación, en el municipio de Palermo y Santa María, se realizan las actividades topográficas (materialización y georreferenciación de Puntos de control PC) tomando como puntos base, los vértices o puntos geodésicos certificados de estaciones permanentes pertenecientes a la Red

MAGNA-ECO; trasladando coordenadas y cota mediante sesiones de rastreo satelital, mediante equipos GNSS de doble frecuencia.

Inicialmente se realizó un reconocimiento del terreno, para tener un conocimiento real del alcance del levantamiento en sí. Se colocaron mojones en concreto con punto en el centro, en diferentes partes del proyecto, estos mojones se utilizaron como partida para el levantamiento y servirán como referencia y amarre para un futuro levantamiento o construcción de una obra protección. Cabe señalar que estos mojones están debidamente ligados a coordenadas reales, que se obtuvieron a partir de un sistema GNSS.

Al obtener la información de campo se continuó con los trabajos correspondientes al procesamiento de datos. Para ello, se procede a extraer de los archivos descargados de la estación total, los ángulos y distancias concernientes a la poligonal trazada, con el fin de realizar el cálculo y ajuste.

El levantamiento topográfico está referenciado con el sistema de coordenadas del IGAC - Magna Sirgas, con origen en Bogotá. Para la elaboración del plano se generó una nube de puntos, que es la posición verdadera que tienen todos y cada uno de los puntos tomados en campo, a partir del archivo de texto obtenido en el procesamiento de coordenadas.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de puntos georreferenciados para el proyecto.

Tabla 19. Resumen puntos GNSS

ESTACIÓN	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
GNSS-01	813691.493	848142.086	550.834
GNSS-02	813796.478	848126.775	556.859
GNSS-03	819040.211	843119.215	851.620
GNSS-04	818971.142	843031.461	856.751
GNSS-05	817610.050	832991.168	1277.747
GNSS-06	817516.044	832903.394	1279.799

Coordenadas planas Gauss de la red GNSS en origen Bogotá - Magna.

Fuente: Emprociv S.A.S

3.3 DISEÑO GEOMETRICO

Características Palermo – Guásimos

El diseñador aclara que longitud del tramo a intervenir es de 10+197 kilómetros para el proyecto que tiene como objetivo, la rehabilitación de pavimento flexible y estructuras de contención y drenaje, ubicada en el departamento del Huila, trazado que tiene como finalidad mejorar las condiciones de la vía existente, y de acuerdo con el estudio de tránsito el vehículo de mayor peso que se presentó por la zona es un C3, de igual manera el proyecto implementa los carriles de circulación de 3.3 metros de ancho cada uno, la berma en ambos costados; interno y externo, de 0.5 metros; y una cuneta triangular de 1.0 metro adyacente a la vía. Lo anterior, garantizando las trayectorias de los vehículos, para esto se tiene como resultado la generación de un diseño optimizado el cual cumple las especificaciones y recomendaciones del manual de diseño geométrico INVIAS 2008.

El corredor vial vehicular en estudio Palermo-Guásimos, corresponde a una vía de tipo secundaria, según el Manal de diseño geométrico de vías 2008 del ministerio de transporte el cual está en sus respectivos tramos, bajo la responsabilidad del departamento del Huila. El Huila limita con los departamentos de Cundinamarca y Tolima en el norte, con los departamentos de Cauca y Caquetá en el sur, con Meta y Caquetá en el oriente con Cauca y Tolima en el occidente.

Características Guásimos – Santa María

El diseño hace referencia al trazado geométrico de la vía Guásimos-Santa María en una longitud de 16+030 kilómetros y longitud del tramo a intervenir de 3+835 kilómetros, proyecto para la rehabilitación de pavimento flexible y estructuras de contención y drenaje, ubicada en el departamento del Huila, trazado que tiene como finalidad mejorar las condiciones de la vía existente y de acuerdo con el estudio de tránsito el vehículo de mayor peso que se presentó por la zona es un C3, de igual manera el proyecto implementa los carriles de circulación de 3.0 metros de ancho cada uno, la berma en ambos costados; interno y externo, de 0.5 metros; y una cuneta triangular de 1.0 metro[1] adyacente a la vía. Lo anterior, garantizando las trayectorias de los vehículos, para esto

[1] Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS 2009. Capítulo 4.2, Pág. 4-19. Medidas de cuneta triangular.

se tiene como resultado la generación de un diseño optimizado el cual cumple las especificaciones y recomendaciones del manual de diseño geométrico INVIAS 2008.

El corredor vial vehicular en estudio Guásimos-Santa María, corresponde a una vía de tipo Terciaria; se puede verificar su veracidad en la resolución No. 4611 del 25 de septiembre de 2019, este tramo vial está bajo la responsabilidad del departamento del Huila. El corredor vial Guásimos-Santa María se diseña para pavimento asfáltico, así que debe cumplir con las con las características geométricas de una vía secundaria, de acuerdo al ítem 1.2.1.3 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (MDGC, INVIAS-2008).

El diseño geométrico ha sido definido de acuerdo con las normas y criterios establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS 2008 y, en los casos no contemplados en el Manual, se hace referencia a la AASHTO, teniendo en cuenta las condiciones particulares para el territorio colombiano.

El proyecto contempla el diseño de 16+030 km de vía, de los cuales 3+835 km será la intervención, que tiene como propósito garantizar condiciones de estabilidad, el trazado está integrado e interactúa con los estudios geológicos, geotécnicos y ambientales del corredor, de esta manera ha sido necesario efectuar modificaciones al trazado de manera iterativa hasta conseguir que cumpla con todas las condiciones.

En el Capítulo 1 del Manual del INVIAS, se establece la clasificación de las vías por su funcionalidad y el tipo de terreno en el que se desarrollan, que para el proyecto en estudio aplican las siguientes:

- Según su Funcionalidad: Terciaria, Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. *En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias*.

  Como este diseño geométrico se realizará en pavimento asfáltico, las características geométricas de diseñó cumplirán las condiciones de una vía SECUNDARIA.

- Según el Tipo de Terreno: Con base a la topografía, se establece que, *el tipo de terreno es Escarpado* porque generalmente sus pendientes longitudinales son superiores a ocho por ciento (8%).

Tabla 20. Parámetros de Diseño Adoptados.

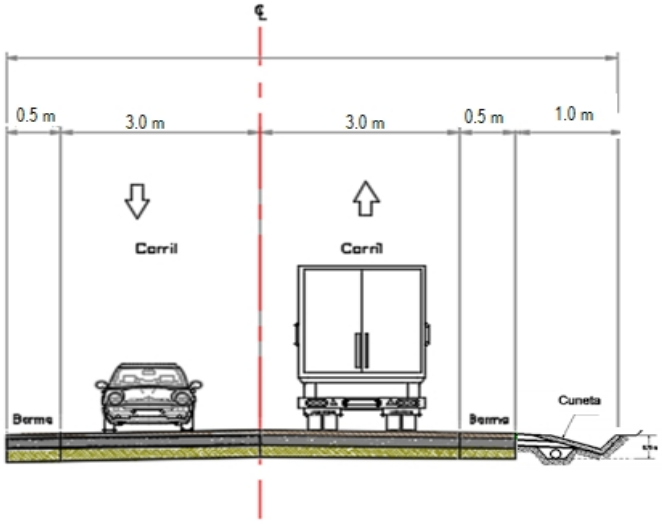
PARÁMETROS DE DISEÑO			
PARÁMETRO	**UNIDAD**	**VALOR**	**OBSERVACION**
Tipo de Terreno	---	Escarpado	
Clasificación de la Vía	---	Secundaria	
Tipo de vehículo de Diseño	---	Camión C3	
Nº de Calzadas	Ud	1	
Nº de carriles por Calzada	Ud	2	
Sentido de circulación por Calzada	---	Bidireccional	
Longitud a intervenir	Km	3+835	
Acabado de la Rodadura	---	Flexible	
Ancho de carril	m	3.0	
Ancho de Berma (interior/exterior)	m	0.50	
Cuneta	m	1.0	
Tipo de Berma	---	Pavimentada	
Velocidad de Diseño (V_{TR})	Km/h	40	
Pendiente Transversal (Bombeo)	%	2.0	

Fuente: Emprociv S.A.S

De acuerdo a las tablas 5.2 y 5.4 del MDG INVIAS 2008, según la categoría de la vía, tipo de terreno y velocidad de diseño la sección transversal será: ancho de calzada de 6.0 m. la cual va demarcada con carriles de 3.0 m, ancho de berma de 0.5 m, ancho de cuneta 1.0 m en la margen derecha de la vía, no se contempla cuneta al lado izquierdo porque se presenta un abismo.

Se presentan a continuación la sección transversal tipo adoptadas para el proyecto total:

Ilustración 1. Sección Tipo adoptada para el proyecto total



Fuente: Emprociv S.A.S

La estructura del estudio de pavimentos es de: 46.5 cm. En las que se distribuyen sus valores de la siguiente manera: Carpeta asfáltica en Mezcla Densa en Caliente (MDC-19) de 10.5 cm, Base Granular (BG) Clase C de 20.5 cm y Sub-Base Granular (SBG) Clase C de 15.5 cm.

La velocidad de diseño del corredor vial existente es de 40 Km/h y para algunos sectores la velocidad específica es de 20 km/h. Teniendo en cuenta las condiciones presentes y explicadas en el correspondiente informe.

Para el desarrollo del proyecto se establece un sistema de georreferenciación amarrado al sistema de coordenadas I.G.A.C., que permiten tener soporte en el momento de realizar las labores de replanteo de la obra.

El diseño propuesto consiste en un mejoramiento a las condiciones existentes de la vía, llevando a cumplimiento los parámetros recomendados por el MDG 2008 del INVIAS, teniendo como premisa generar la menor afectación posible.

Revisar los planos del estudio hidráulico e hidrológico para identificar la ubicación, el estado y el proceso constructivo a realizar de tipo: mantenimiento, reconstruir o simplemente no intervenir, etc., las alcantarillas y/o box culverts.

El corredor vial se diseñó con curvas horizontales simples, se espiralizo empalmes horizontales solamente en las siguientes abscisas (K5+583.427 – K5+613.910), (K7+198.838 – K7+213.864), (K7+348.636 – K7+372.091) y (K10+747.232 – K10+826.485), lo anterior se debió a las condiciones topográficas del terreno, las cuales impidió exceder el área del carreteable existente (el cual a la fecha está funcionando con velocidades más bajas que el del diseño propuesto y con menor confort debido al deterioro de la subrasante).

En las siguientes abscisas de P.K. de VAV: (K0+527.590 - K0+577.870), (K0+793.110 - K0+845.910), (K0+898.080 – K0+943.070) y (K4+937.250 – K4+971.900), se presentan pendientes superiores al 13% se recomienda que se realice una estructura de pavimento rígido. Esto no interfiere con el diseño geométrico, simplemente el ingeniero de presupuestos debe omitir las cantidades de este diseño en las zonas ya mencionadas y realizar el cálculo de cantidades con el concreto hidráulico de acuerdo a sus especificaciones técnicas.

3.4 ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

La zona del proyecto se caracteriza por presentar una formación topografía ondulada de montaña, no libre de afectaciones o taludes cercanos, situación que no garantiza que el tránsito vehicular se pueda dar sin las debidas estructuras de contención en sitios críticos como los evaluados.

Palermo - Guásimos

En el municipio de Palermo – Vía que conduce al municipio de Santa María el deslizamiento de taludes ha representado siempre un gran problema, provocando la interrupción de caminos, derrumbes de construcciones y en ocasiones la pérdida de vidas humanas. Los métodos utilizados para el análisis de estabilidad de laderas asumen que el material es un continuo homogéneo y uniforme, lo cual no siempre resulta cierto ya que muchos deslizamientos se producen en sectores donde el material desliza como bloques de roca, diferentes a cómo se comporta el talud del suelo. Los métodos existentes para el análisis de estabilidad de taludes de suelos, los cuales asumen superficies de falla circulares, están en general bien establecidos en la práctica de la ingeniería geotécnica. Sin embargo, el estudio de estabilidad de taludes de roca

no es tan simple, debido principalmente a la necesidad de detectar la geometría de las posibles superficies de deslizamiento.

El estudio de estabilidad de taludes es aún más necesario y relevante dentro de una zona que está constantemente expuesta a persistentes y torrenciales lluvias que se presentan principalmente en los periodos de otoño e invierno. La determinación del potencial riesgo de deslizamiento en un talud, a causa de su saturación o por perfilamiento para la construcción de caminos, puede ayudar a evitar daños o planificar la mitigación de estos posibles daños.

Guásimos - Santa maría

Según el INGEOMINAS, geológicamente el municipio de Santa maría Y Municipio de Palermo Huila. está conformada por rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias con edades que varían desde precámbricas hasta neógenas. De acuerdo a la plancha 323, en el tramo los guásimos – santa María se encuentra la formación Ji, correspondiente a batolito de ibagiur.

Geológicamente los tramos 18 al tramo 8 está localizado cerca de una falla geológica conocida con la falla de la plata-chusma- la Unidades Cronoestratigráficas es J-VCc conocidas como Tobas, aglomerados y lavas; ocasionalmente, intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas. De la edad Jurásico

En el corredor puede llegar a presentar dinámica de deslizamiento a lo largo del mismo, en el tramo Guasimo – Santa María no se encuentran puntos con problemas permanentes; se priorizaron para obras de contención tipo muro de contención en dos sectores en el tramo Palermo - Guasimo como se establece en el cuadro de los estudios previos.

Durante las labores de campo realizadas en el área se detectaron casi todas las ocurrencias de minerales detectadas y con el levantamiento geológico realizado se conduce que los minerales de mayor interés económico es el oro de filón, oro diseminado, oro de aluvión arcillas para ladrilleras, arena silicio, marmól caliza – dolomita.

En el municipio de Palermo y Santa María la Unidad Litológica que aflora es la Formación Palermo, y termina con la Formación Tesalia que corresponde a una serie de estratos en posición casi horizontal, que se presentan en contacto discordante con la Formación Honda. La secuencia está constituida hacia la base por una serie de conglomerados polimicticos, con cantos de plutonitas, vulcanitas y metamorfitas, y hacia la parte media y el techo como una secuencia arenosa, con intercalaciones de flujos de lodo de origen volcanico y arcillositas bentoniticas, originadas a partir de cenizas volcánicas.

A través del análisis de la biografía consultada, se caracterizó los materiales del subsuelo en base de las propiedades geotécnicas de las unidades geológicas, que forman parte de la zona del proyecto. Esta caracterización dio lugar a la descripción de las diferentes capas geológicas que participan en el sector, estas subzonas son:

Rocas Sedimentarios Cretaceas conformadas por intercalaciones de areniscas, lodolitas, en donde no se presentan fallamientos y las características geológicas son las mejores del municipio y sus alrededores. Zonas de susceptibilidad alta.

Se encuentran Coluviones volcánicos que son depósitos recientes de talud de producto de la meteorización de materiales de las partes altas de laderas. Rocas sedimentarias Conglomeraticas. Corresponden a arenas taboceas y limos de color rojizas.

De acuerdo con lo concertado con la entidad en los recorridos de campo se establece que los sitios críticos e inestabilidad geotécnica corresponden a los siguientes:

- SC 1 (FRM) – K4+876 Vía Palermo - Guásimos
- SC 2 (FRM) – K5+359 Vía Palermo - Guásimos

De la revisión Bibliográfica, la geología de superficie de proyectos cercanos y los perfiles estratigráficos obtenidos en los sondeos realizados se deduce:

La zona de estudio corresponde a un depósito granular muy bajo asociado a abanicos.

Un abanico aluvial es un depósito formado por una corriente en algún momento permanente de agua en un cambio fuerte de pendiente, al pasar de una zona montañosa a una con una gran topografía ondulada, esto debido a que disminuye

drásticamente la energía de la corriente y esta deposita allí gran parte del material transportado, especialmente durante las avenidas torrenciales equivalentes (Qab).

En general estos depósitos se observan constituidos por gravas de ½ a 1" mediana, arenas y arcillas limosas heterométricas, de hasta 0.5 ml y 1" de diámetro, subangulosas polimicticas, compuestas predominantemente por rocas plutónicas altamente meteorizadas, en una matriz areno-arcillosa, encontrando tamaños de material compactado de una 1".

3.5 ESTUDIO DE FUNDACIONES

EL paisaje de piedemonte se extiende desde la base de la montaña hasta los taludes que lo separan con la llanura de desborde. Ocupa la mayor extensión del municipio, su topografía es plana a ligeramente ondulada. Presenta como tipos de relieve: Abanicos, terrazas y taludes de terraza.

Es determinada mediante las denominaciones indicadas en las Normas Sismo Resistentes del 2010, de acuerdo con la ubicación del proyecto.

Tabla 21. Condiciones Sísmicas departamento del Huila

MUNICIPIO	CODIGO MUNICIPAL	Aa	AV	ZONA DE AMENAZA SISMICA	Ae	Ad
PALERMO	41524	0.25	0.25	ALTA	0.18	0.07

Fuente: NSR 2010

3.5.1 Exploración geotécnica

La exploración geotécnica se inicia a partir de la ejecución de los sondeos, los cuales en cuenta a número y profundidad se realizan cumpliendo los requerimientos establecidos en la CODIGO DE PUENTES y en el manual de cimentaciones superficiales y profundas del INVIAS, Se tiene en cuenta que, para el presente proyecto, las solicitudes están dadas para MUNICIPIO DE PALERMO.

La exploración realizada se localiza en las siguientes coordenadas:

- sondeo No. 1 E 2°57.43.74.72 W75°28.34.40.28
- sondeo No. 2 E 2°55.41.07 W 75°27.26.09.28
- sondeo No. 3 E 2°57.43.74.72 W75°28.34.40.28
- sondeo No. 4 E 2°57.43.72.92 W75°28.37.86.82

Los sondeos son realizados con equipo de percusión mecánica, martillo de 63k de masa con altura de caída de 0.76 m y 20 cm2 de área de contacto, las actividades realizadas corresponden a las especificadas para el ensayo de SPT, cumpliendo con los requerimientos normativos de la ASTM 1586 y la INV 111-07, y equipos de rotación mecánica hidráulica para dar los mismos resultados anteriormente expuestos.

3.5.2 Resumen de resultado de ensayos de laboratorio

En la tabla que se relaciona a continuación se presenta un resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados:

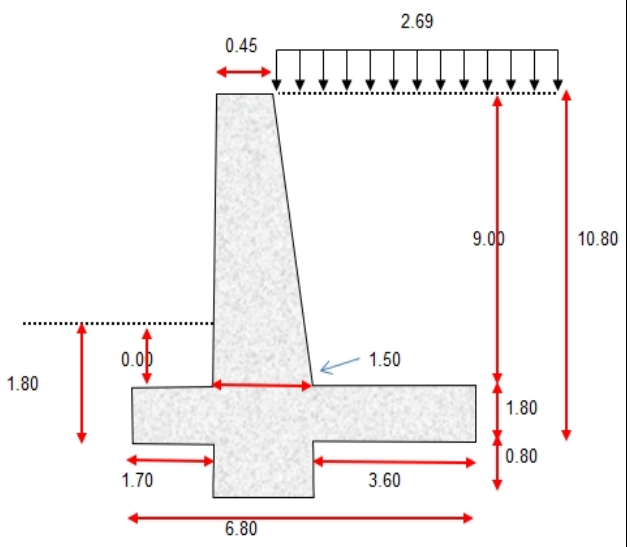
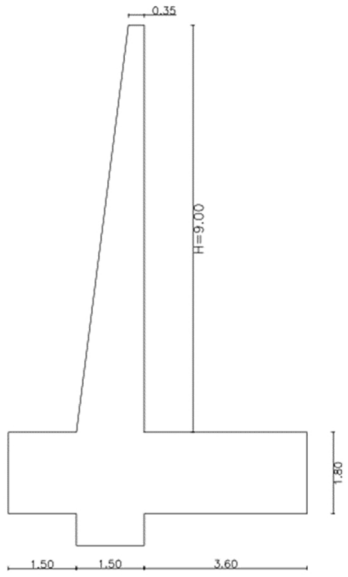
Tabla 22. 3.5.2Resumen de resultado de ensayos de laboratorio

MUESTRA									Granulometría			Límites Atterberg			Corte directo Drenado	
ID	SONDEO	Abscisa	No.	Prof. Inicial [m]	Prof. Final [m]	Prof. prom. [m]	Descripción de campo	MO (%)	Gravas [%]	Arenas [%]	Finos [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	C [t/m²]	Ø' [º]
S1_1	S1	K5+370	1	0,00	0,50	0,25	Arena Arcillosa	**0,0**	**0**	**42,97**	**23,48**	**15**	**5,1**	**9,9**		
S1_2	S1	K5+370	2	0,50	1,00	0,75	Arena arcillosa	0,0	0,00	73,30	21,94	15,00	5,00	10,00		
S1_3	S1	K5+370	3	1,00	1,50	1,25	Arena arcillosa	0,0	23,87	54,44	21,70	15,00	5,20	9,80		
S1_4	S1	K5+370	4	1,50	2,00	1,75	Arena arcillosa	0,0	4,75	59,26	35,99	15,00	5,10	9,90		
S1_6	S1	K5+370	6	2,50	3,00	2,75	Arena arcillosa	0,0	8,01	63,52	28,47	15,00	5,10	9,90		
S1_7	S1	K5+370	7	3,00	3,50	3,25	Arena arcillosa	0,0	16,52	51,89	31,58	15,00	5,10	9,90		
S1_8	S1	K5+370	8	3,50	4,00	3,75	Arena arcillosa	0,0	6,62	48,50	44,88	15,00	5,20	9,80		
S1_9	S1	K5+370	9	4,00	4,50	4,25	Arena arcillosa	0,0	7,17	63,48	29,35	15,00	5,20	9,80		
S1_11	S1	K5+370	11	5,00	5,50	5,25	Arena arcillosa	0,0	14,48	59,94	25,58	15,00	4,90	10,01		
S1_12	S1	K5+370	12	5,50	6,00	5,75	Arena arcillosa	0,0	39,85	47,63	12,52	15,00	4,70	10,30		
S1_13	S1	K5+370	13	6,00	6,50	6,25	Arena arcillosa	0,0	10,10	73,69	16,21	16,00	5,70	10,30		
S1_14	S1	K5+370	14	6,50	7,00	6,75	Arena arcillosa	0,0	24,82	50,05	25,13	16,00	5,70	10,30		
S1_15	S1	K5+370	15	7,00	7,50	7,25	Arena arcillosa	0,0	4,64	93,84	1,52	16,00	5,60	10,40		
S1_17	S1	K5+370	17	7,50	8,00	7,75	Arena arcillosa	0,0	9,42	53,32	37,25	15,00	5,90	9,10	0,379	26,31
S1_20	S1	K5+370	20	10,50	11,00	10,75	Arena arcillosa	0,0	13,97	71,46	14,58	15,00	5,00	10,00		
S1_22	S1	K5+370	22	14,50	15,00	14,75	Arena arcillosa	0,0	26,11	36,85	37,04	15,00	4,90	10,01		
S2_1	S2	K5+390	1	0,00	0,50	0,25	Arena Arcillosa	0,0	33,55	42,97	23,48	17,00	5,40	11,60		
S2_5	S2	K5+390	5	2,00	2,50	2,25	Arena Arcillosa	0,0	13,04	45,47	41,49	17,00	5,30	11,70		
S2_10	S2	K5+390	10	4,00	5,00	4,50	Arena Arcillosa	0,0	16,15	60,84	23,02	17,00	5,40	11,60		

MUESTRA									Granulometría			Límites Atterberg			Corte directo Drenado	
ID	SONDEO	Abscisa	No.	Prof. Inicial [m]	Prof. Final [m]	Prof. prom. [m]	Descripción de campo	MO (%)	Gravas [%]	Arenas [%]	Finos [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	C [t/m²]	Ø' [°]
S2_12	S2	K5+390	12	5,50	6,00	5,75	Arena Arcillosa	0,0	31,84	38,05	30,11	17,00	5,40	11,60		
S2_15	S2	K5+390	15	7,00	7,50	7,25	Arena Arcillosa	0,0	4,2	85,9	9,9	17,0	5,7	11,3		
S2_18	S2	K5+390	18	8,00	9,00	8,50	Arena Arcillosa	0,0	9,4	53,3	37,3	17,0	5,7	11,3		
S2_20	S2	K5+390	20	10,50	11,00	10,75	Arena Arcillosa	0,0	14,0	71,5	14,6	17,0	5,2	11,8		
S2_22	S2	K5+390	22	14,50	15,00	14,75	Arena Arcillosa	0,0	24,2	34,2	41,7	17,0	5,4	11,6		
S3_1	S3	K4+890	1	0,00	0,50	0,25	Arena Arcillosa	0,0	33,55	42,96	23,5	15	2,30	12,7		
S3_5	S3	K4+890	5	2,00	2,50	2,25	Arena Arcillosa	0,0	13,04	45,47	41,49	12,00	2,70	12,30		
S3_10	S3	K4+890	10	4,00	5,00	4,50	Arena Arcillosa	0,0	16,1	60,8	23,0	15,0	2,3	12,70		
S3_12	S3	K4+890	12	5,50	6,00	5,75	Arena Arcillosa	0,0	31,8	38,0	70,1	15,0	2,8	12,20		
S3_15	S3	K4+890	15	7,00	7,50	7,25	Arena Arcillosa	0,0	24,8	50,0	25,2	15,0	2,9	12,10		
S3_18	S3	K4+890	18	8,00	9,00	8,50	Arena Arcillosa	0,0	9,4	53,3	37,3	15,0	2,3	12,70		
S3_20	S3	K4+890	20	10,50	11,00	10,75	Arena Arcillosa	0,0	14,0	71,5	14,6	15,0	2,6	12,40		
S3_22	S3	K4+890	22	14,50	15,00	14,75	Arena Arcillosa	0,0	24,2	34,2	41,7	15,0	2,6	12,40		
S4_1	S4	K4+920	1	0,00	0,5	0,25	Arena Arcillosa	0,0	33,56	42,98	23,46	15,00	3,9	11,1		
S4_5	S4	K4+920	5	2,00	2,50	2,25	Arena Arcillosa	0,0	13,1	45,5	41,4	15,0	3,6	11,40		
S4_10	S4	K4+920	10	4,00	5,00	4,50	Arena Arcillosa	0,0	16,1	60,8	23,0	15,0	3,3	11,70		
S4_12	S4	K4+920	12	5,50	6,00	5,75	Arena Arcillosa	0,0	31,8	38,0	30,1	15,0	3,8	11,20		
S4_15	S4	K4+920	15	7,00	7,50	7,25	Arena Arcillosa	0,0	4,3	85,9	9,8	15,0	3,3	11,70		
S4_18	S4	K4+920	18	8,00	9,00	8,50	Arena Arcillosa	0,0	9,4	53,3	37,2	15,0	3,6	11,40		
S4_20	S4	K4+920	20	10,50	11,00	10,75	Arena Arcillosa	0,0	14,0	71,5	14,5	15,0	3,5	11,50		
S4_22	S4	K4+920	22	14,50	15,00	14,75	Arena Arcillosa	0,0	24,3	34,2	41,5	15,0	3,4	11,60		

Fuente: Emprociv S.A.S

3.5.3 Dimensionamiento de muros

Sitio critico K5+359 – Longitud de muro = 40 Metros	Sitio critico K4+876 – Longitud de muro = 70 metros
	

Dado los resultados, el modelo de cimentación acorde a las solicitudes del proyecto corresponde a cimentaciones superficiales, zapatas en voladizo con espuelón y/o profundas como seria (pilotes), a una profundidad de contacto (df=10.0 m) con respecto al nivel del eje de la vía del suelo en su estado actual de la misma fue consecuencia de un análisis de las condiciones de la zona en cuestión.

Características topográficas, como las fuertes pendientes en muchos de los casos, y de un suelo, no permiten el desarrollo de métodos de menor costo tales como correcciones superficiales, mallas de guiado de piedras o correcciones geométricas, ya que este es un sector completamente deshabilitado donde no se podrían modificar en gran manera la geometría de los taludes, pues de las 2 zonas de riesgo existen solo caminos aledaños, las otras soluciones detalladas tampoco son viables ya que no serían suficientes para evitar una posible remoción o por que implican métodos “no tradicionales” o quizás un poco mas desconocidos, que para la comunidad de GUASIMOS podrían implicar dificultades de construcción e implementación, Por esto se opta por un método de reconocida eficiencia, como lo son este tipo de muros, recomendados también por el manual de carreteras por su buen comportamiento en condiciones sísmicas, lo que para la zona es un factor de gran relevancia a considerar.

3.6 ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUDES

El estudio de la estabilidad de un talud considera la determinación de un factor de seguridad al deslizamiento. Para esto es necesario conocer los parámetros tanto geométricos del talud, como geotécnicos del material que compone el talud. Una vez determinada la cinemática de falla del talud, el siguiente paso es realizar un análisis de estabilidad utilizando el método del equilibrio límite para comparar las fuerzas resistentes, con las fuerzas que actúan a favor del movimiento.

Conocido el rango o diferencia entre estos dos grupos de fuerzas se podrá establecer el factor de seguridad para la estabilidad del talud.

El tratamiento de esta superficie es necesario cuando un talud es inestable o su estabilidad es incipiente como nuestro caso. Las actividades se enfocan a modificar su geometría para obtener una nueva configuración que resulta estable. Esta configuración busca obtener al menos uno de los efectos siguiente.

Disminuir las fuerzas que tienden al movimiento de la masa.

Aumentar la resistencia al corte del terreno mediante el incremento de las tensiones normales en zonas convenientes de la superficie de rotura.

El primer efecto se logra al reducir el volumen de material de la corona de un talud o deslizamiento y el segundo incrementando del volumen del pie de un talud. Las estrategias para actual sobre la geometría de un talud para mejorar su estabilidad son las siguientes:

a. Eliminar la masa potencialmente inestable. Es una solución que solo se aplica en casos extremos, consiste en retirar toda la masa incorporada en la inestabilidad con el fin de evitar su movilización. Para lógralo se debe comprobar que la nueva configuración del talud no es inestable.
b. El perfilado de taludes, Su finalidad es configurar un talud de corte para adaptarlo a las pendientes y alturas que lo hacen inestables.

El perfilado permite borrar los surcos o las irregularidades que se presentan en un talud.

Se ejecuta simultaneo con la construcción de las estructuras hidráulicas para el manejo de las aguas de escorrentía y con las labores de establecimiento de vegetación de las áreas a tratar. El perfilado se inicia desde la corona del talud. La corona se redondea con el finde controlar la velocidad de las aguas de escorrentía cuando acceden al talud, conservar la humedad del suelo y sus características de plasticidad para estimular la presencia de materia orgánica suficiente para el arreglo de las coberturas vegetales, además de incrementar la estabilidad y ejercer el control de la erosión en la corona del talud.

Con el perfilado del talud se disminuye el grado de la pendiente, se mejora su estabilidad y se adecua para el establecimiento de la vegetación. Estas practicas son convenientes para realizar el ordenamiento de los taludes y adaptarlos al paisaje.

c. Construcción de tacones de tierra o escollera

Los tacones de tierra en el pie de un talud se realizan simultaneo con el perfilado y la finalidad es aumentar las tensiones normales en la parte baja para aumentar la resistencia. El incremento depende del ángulo de rozamiento interno de la parte inferior de la superficie de falla. Si es elevado el deslizamiento se produce por el pie y es ventajoso construir el tacón encima del pie del talud; si el ángulo de rozamiento interno es bajo, el deslizamiento compromete la base y es igual de efectivo colocar el relleno frente al talud. El peso propio del tacón aumenta el momento estabilizador frente a la rotura. Como obras complementarias se deben instalar sistemas filtrantes que permitan el drenaje de las aguas freáticas. Estos pueden ser lechos en grava o drenes en zanja encargados de abatir los niveles freáticos y evitar las presiones de poro. El tacón se puede reemplazar por una escollera que cumple la función de estabilización y es elemento filtrante.

d. Secuencia de Bermas y Taludes (Abancalamientos)

La dispersión de bermas intermedias en un talud es una medida que se diseña previamente y su función es lograr varios beneficios en la tarea de estabilización en un talud o ladera. Las bermas cumplen una función estabilizadora del talud, facilitan el proceso constructivo y las labores de mantenimiento del tratamiento, retiene la caída de fragmentos de roca y se pueden disponer las estructuras hidráulicas y los drenes horizontales permitiendo el ordenamiento de aguas superficiales y subsuperficiales. Los taludes pendientes dejados por los cortes de excavaciones y controlan la erosión

hídrica. Los taludes del tratamiento cuentan con alturas entre cuatro y ocho metros, separados por bermas por lo general, esta conformada por un canal localizado en la base del talud y un área impermeabilizada con concreto o geomembrana, la cual se dispone con bombeo hacia el canal, Este sistema es muy utilizado para impermeabilizar laderas de pendientes fuertes y a la vez permite el ordenamiento de las aguas superficiales y subterráneas de zonas tratadas.

e. Drenaje en zanja:

Los drenajes en zanja son lechos filtrantes establecidos en excavaciones en zanja. Dependiendo de las condiciones de humedad del terreno a proteger y de los caudales de aguas se pueden instalar con tubería o sin ella. Dentro de las prácticas mas comunes dentro del manejo de los drenajes se tienen las siguientes: Son útiles para controlar las subpresiones sobre canales construidos sobre líneas de drenaje o cauces. Cuando el agua drenada presenta oxido, se acostumbra a construir cámaras de inspección en tramos cortos (entre 5 y 8 metros), con el fin de hacer la inspección y el lavado del filtro permitiendo mayor vida útil del sistema, o poder reemplazar los tramos colmatados. Cuando se trata de una zona con altos caudales de agua a drenar, se recomienda la construcción de un alcantarillado, paralelo al filtro, encargado de conducir las aguas sin ocasionar la saturación de otros terrenos aguas abajo. La disposición del alcantarillado permite la entrega paulatina del drenaje a la red, en cámaras instaladas a lo largo del drenaje. Cuando se instala un drenaje en zanja paralelo a una cuneta, esta se debe revestir en concreto a fin de proteger el relleno del drenaje en zanja, de la erosión lineal y evitar la presión sobre el filtro por exceso de infiltración.

Este frente de trabajo es denominado falla por erosión por la intemperización o por el elevado, y para los cuales es necesario, además de los diseños derivados de los resultados de la mecánica del suelo, son necesarias otras observaciones sobre erodabilidad y sensibilidad de los suelos, presenta un talud estable con erosión severa. En estos taludes se hace necesario complementar las investigaciones de campo haciendo comparaciones sobre el comportamiento con otros taludes con suelos y características similares; sobre la evaluación de la estabilidad, la respuesta frente a los procesos erosivos con la cobertura vegetal presente.

Estos se deben proteger con rapidez con el fin de evitar problemas de carcavamiento y sedimentos. Una de las formas de mejorar la estabilidad de una ladera es controlar los niveles freáticos: esto se logra mediante la combinación de varias soluciones tales como la instalación de drenajes subterráneos, la construcción de bermas impermeables en concreto y el diseño de taludes muy pendientes. Cuando se logra el estricto control sobre la infiltración se llega a una deficiencia de humedad en el suelo, agravada por la presión que ejerce la vegetación, principalmente los árboles, sobre la humedad del suelo.

3.6.1 Análisis de resultado de factores de seguridad Vs. NSR10 tabla H 2.4.1

Tabla H.2.4-1
Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos

Condición	F_{SBM}		F_{SBUM}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10	1.00 (*)	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condición Seudo-estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00 (*)	No se permite	No se permite

(*) Nota: Los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño

Punto vial K4+876

CONDICION	FS NORMATIVO	FS CALCULADO SIN OBRAS	FS CALCULADO CON OBRAS
Estática	1.5	1.476	1.648
Pseudoestatica	1.05	0.849	1.985

El terreno en condiciones estáticas presenta desprendimientos menores, pero al someterse a condiciones de agua y/o sismo presenta procesos de remoción en masa por lo cual se requiere de una estructura de contención.

Al realizar la modelación con las estructuras de contención se observa que se esta cumpliendo con el requerimiento normativo.

Punto vial K5+359

CONDICION	FS NORMATIVO	FS CALCULADO SIN OBRAS	FS CALCULADO CON OBRAS
Estática	1.5	0.548	1.924
Pseudoestatica	1.05	0.518	1.928

El sector presenta constantes procesos de erosión y remoción en masa por lo cual se requiere de una obra de contención que permita suprimir estos efectos.

Al realizar la modelación con las estructuras de contención se observa que se está cumpliendo con el requerimiento normativo.

3.7 DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE

La evaluación geotécnica tiene como objetivo principal el análisis de la subrasante con el propósito de determinar sus principales características y su parámetro de resistencia para diseñar la estructura del pavimento. El análisis consiste en la selección de unidades homogéneas de diseño, las cuales presentan características similares en cuanto a litología, pedología, drenaje, condiciones ambientales, topográficas, etc.

3.7.1 Trabajo de Campo Realizado

El trabajo de campo se inició con la inspección visual del terreno para programar la exploración del suelo y recopilar la información que se considera representativa. Para obtener la información necesaria del terreno, se realizó una auscultación preliminar y luego, una evaluación geotécnica definitiva.

Para el estudio se considera dos unidades de diseño, por la homogeneidad del material encontrado en la exploración del suelo de la zona del proyecto. Al igual para garantizar un adecuado proceso constructivo de cada una de las capas granulares.

Para la vía en estudio, se realizaron exploraciones mediante la ejecución de trece (13) apiques estratégicamente distribuidos a lo largo de cada tramo, los cuales se llevaron hasta una profundidad de 1,50 m, con el objetivo de establecer la estratigrafía del sitio, la profundidad del nivel freático y realizar las pruebas de laboratorio para obtener las propiedades geomecánicas de los materiales y suelos que sirven de apoyo a la estructura del pavimento. En la siguiente tabla se relacionan los apiques ejecutados en cada tramo vial.

Tabla 23. Relación de apiques realizados tramo Palermo - Guásimos

APIQUES PALERMO - GUASIMOS				
APIQUE	TRAMO	LONGITUD	LOCALIACION DE APIQUES COORDENADAS	
		m	NORTE	OESTE
1	16	467	02°57'26,3"	75°29'28"
2	16		02°57'29"	75°29'29,22"
3	1	67	02°53'59,9"	75°26'19,4"
	2	145		
4	3	379	02°54'10,9"	75°26'29,9"
5	4	128	02°54'53,2"	75°26'37,5"
	5	65		
6	6	140	02°55'22"	75°26'52,9"
	7	94		
7	8	273	02°55'31,3"	75°27'17,8"
8	9	267	02°55'40,1"	75°27'21,7"
9	10	103	02°55'45,3"	75°27'37,3"
	11	307		
10	12	134	02°55'51,5"	75°27'40,3"
11	13	663	02°55'59,4"	75°27'39,2"
12			02°56'12,3"	75°27'35,9"
13	14	693	02°56'23"	75°27'40"
14			02°56'27"	75°27'46"
15	15	6272	02°56'48"	75°27'59"
16	15		02°56'56"	75°27'54"
17	15		02°57'16"	75°27'58"
18	15		02°57'26"	75°28'10"
19	15		02°57'39"	75°28'13"
20	15		02°57'43"	75°28'25"
21	15		02°57'47"	75°28'41"
22	15		02°57'45"	75°28'51"
23	15		02°57'34"	75°28'59"
24	15		02°57'29"	75°29'08"
TOTAL	24	16	10197	

Fuente: Emprociv S.A.S.

Tabla 24. Relación de apiques realizados tramo Guásimos – Santa María

TRAMO N	APIQUE N	LONGITUD(m)	COORDENADAS	MARGEN
14-15-16-17-18.	1	240	2°56'55.80"N 75°34'35.90"O	IZQUIERDA
13	2	210	2°57'9.30"N 75°34'14.30"O	IZQUIERDA
10-11-12.	3	250	2°56'47.60"N 75°33'56"N	DERECHA
8-9.	4	231	2°56'28.90"N 75°33'54.30"O	DERECHA
5-6-7.	5	250	2°56'32.70"N 75°33'37.04"O	IZQUIERDA
3-4.	6	184	2°56'40.69"N 75°33'9.00"O	IZQUIERDA
2	7	205	2°57'16.87"N 75°31'16.00"O	IZQUIERDA
1	8	2265	2°57'20.70"N 75°30'2.60"O	IZQUIERDA
	9		2°57'22.00"N 75°29'54.00"O	DERECHA
	10		2°57'26.50"N 75°29'47.30"O	DERECHA
	11		2°57'33.80"N 75°29'42.90"O	IZQUIERDA
	12		2°57'27.00"N 75°29'31.20"O	DERECHA
total :18 tramos	total: 12 apiques	3835		

Fuente: Emprociv S.A.S.

3.7.2 Dimensionamiento de la estructura

SN 2.20 - 2.31 con TPD 1.956.362, ZR confiabilidad 70%, (r), CBR 15.2 % – 13.2 % para el tramo 2 sectores 1 y 2

La estructura de pavimento fue diseñada para un periodo de 10 años, posterior a este periodo, requiere de actividades de mantenimiento rutinario preventivo.
Cabe aclarar que las estructuras que se calcularon cuentan con una leve condición de resiliencia en lo que respecta al número estructural, lo cual no quiere decir que no deba hacerse las actividades de mantenimiento.

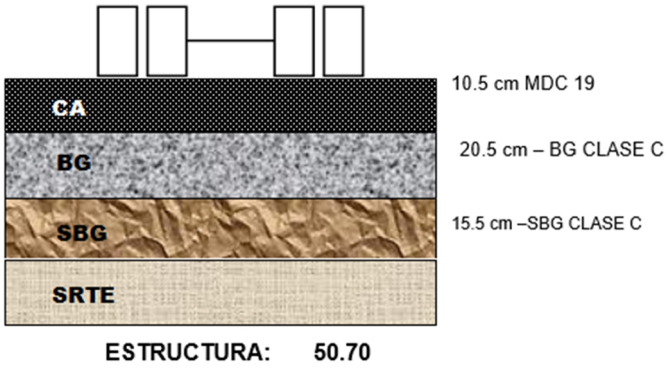
Dentro de estas debe estar el sello de fisuras si se requiere o se presentan fisuras, la recuperación de zonas donde se evidencie desprendimiento o pulimiento de las partículas (gravas), para esto se puede instalar un sello de arena, estos deterioros deben estará presentándose después del tercer 3 año.

Ilustración 2. Esquema dimensionamiento estructura Palermo - Guásimos.

Mezcla densa en caliente (MDC – 19)	11 cm
Base granular Clase B	21 cm
Subbase granular Clase B	21 cm

Fuente: Emprociv S.A.S.

Ilustración 3. Esquema dimensionamiento estructura Guásimos – Santa María.



Deberán seguir a cabalidad las recomendaciones del diseño geométrico, para estructuras de terraplén los materiales seleccionados deben seguir el Artículo 220 de INVIAS 2022.

Se propone una emulsión asfáltica de rompimiento lento CRL según el Artículo 411 de INVIAS 2022 que actuará como capa de adherencia entre los materiales granulares y la mezcla asfáltica de la capa de rodadura.

En el proceso constructivo se recomienda evitar apozamiento o encharcamiento de aguas lluvias tanto en el fondo de excavación, como en las diferentes capas de compactación, se debe trabajar las capas de la estructura recomendada controlando dicho efecto.

En caso de encontrar zonas blandas o fallos en la subrasante, se recomienda reemplazar con material tipo rajón de CBR mínimo 10%, se debe recompactar garantizando una superficie homogénea y resistente para la construcción de las capas de pavimento.

La estructura debe tener un bombeo del 2% que permita la recolección del agua en los correspondientes diseños hidráulicos, para garantizar así la funcionalidad a lo largo del periodo de diseño de la estructura.

El constructor debe cerciorarse de la calidad de los materiales adquiridos, bajo ningún motivo debe variar el tipo o calidad de los materiales respecto a los establecidos por las especificaciones técnicas y los diseños. El proceso constructivo deberá seguir los lineamientos y procedimientos establecidos en las Especificaciones Generales de Carreteras, de la siguiente manera:

Mezcla asfáltica según INVIAS 450 de 2022.
Base granular según artículo INVIAS 330 de 2022.
Subbase granular según artículo INVIAS 320 de 2022.

Se recomienda al constructor realizar los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras vigentes a la fecha de la construcción del tramo vial con el fin de garantizar la calidad de los materiales durante la ejecución de las obras.
Los diseños que se presentan en el presente informe aplican para los tramos viales establecidos en el anexo técnico del presente contrato de consultoría que corresponden a los siguiente en el Corredor Vial PALERMO – GUASIMOS.

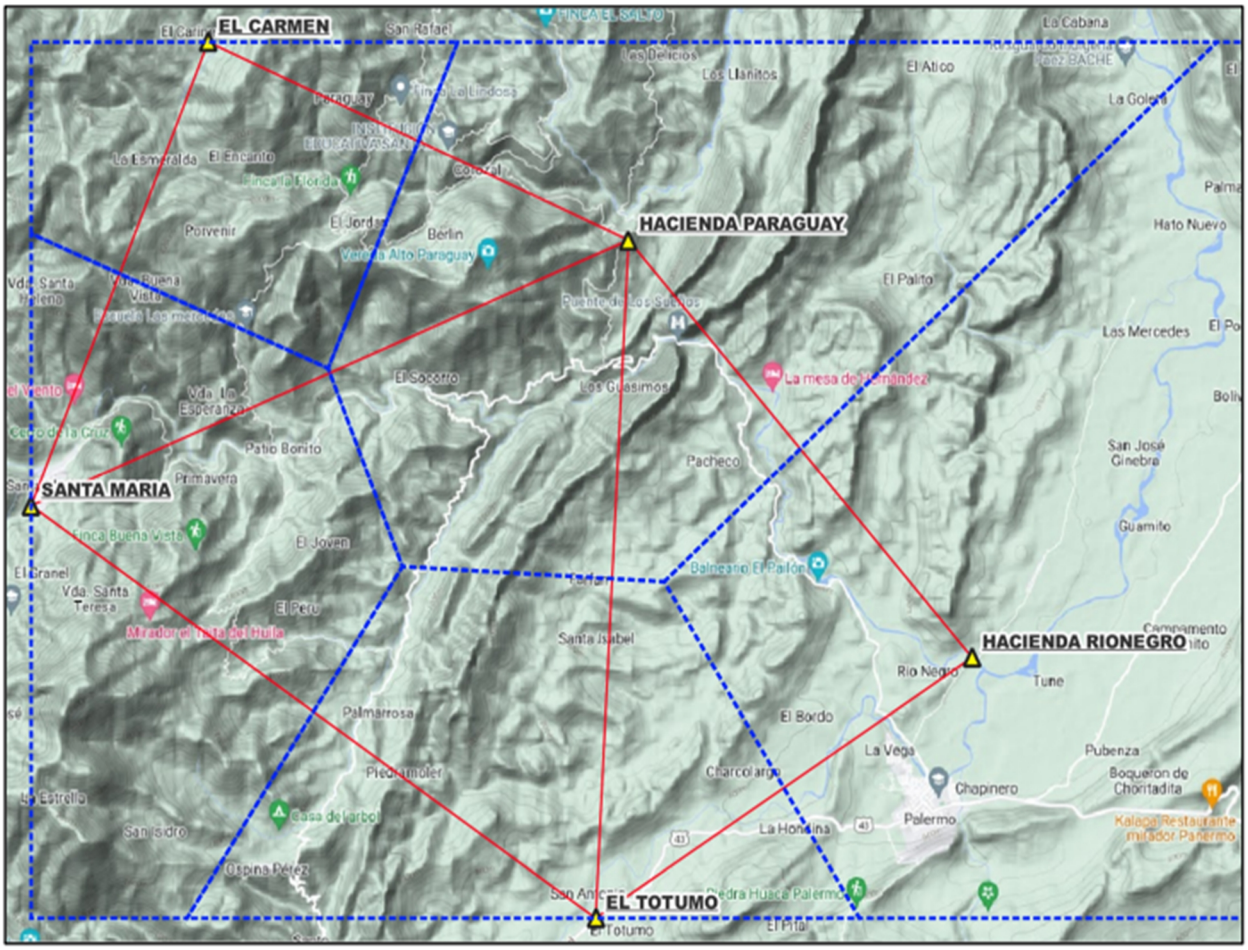
3.8 ESTUDIO HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS

3.8.1 Hidrología

Para determinar la información de pluviometría, se localizaron estaciones del IDEAM cercanas al proyecto con suficiente información pluviométrica con el fin de determinar las curvas IDF, y a su vez, poder realizar el cálculo de intensidad utilizando interpolación multilineal, teniendo en cuenta que las micro cuencas se localizan dentro de los polígonos de Thiessen [1] y que se conforman con las estaciones pluviométricas encontradas: El Carmen, Hacienda Paraguay, El Totumo y Santa María.

Se recomienda realizar el mantenimiento periódico de las cunetas y alcantarillas, teniendo en cuenta que se observan muchos puntos de la vía en los que se observan las cunetas colmatadas por material proveniente de los escarpes, material tipo pétreo a arenas, lo que hace que el agua termine en la calzada. Por lo anterior, es importante realizar el mantenimiento (limpieza) de las cunetas y alcantarillas, por lo menos, una vez cada seis meses, preferiblemente en los meses de enero y agosto.

Ilustración 4. Localización estaciones IDEAM



Fuente: Emprociv S.A.S.

Se concluye que, debido a la orografía de la zona en la cual se localiza la vía, el aporte de materiales de arrastre que va desde rocas hasta limos y arcillas, se encuentra que

las cunetas y alcantarillas existentes presentan acumulación de detritos que obstruyen el correcto funcionamiento hidráulico del drenaje de la vía, por lo que se requiere realizar el debido mantenimiento que garantice el correcto funcionamiento de las obras hidráulicas antes de la entrega de las obras.

Con el fin de mantener un manejo más simple en la vía para facilitar el tráfico vehicular y disminuir los tiempos de construcción, debido a que la vía tiene una condición predominante de pendientes escarpadas que restringe la disponibilidad de espacio junto a la vía para manejo del tráfico y al mismo tiempo el almacenamiento de materiales y la fabricación de obras de arte de concreto reforzado (almacenamiento de material pétreo, cemento, equipo, herramientas, etc.), se recomienda la construcción de alcantarillas con tuberías prefabricadas de Concreto de 0,90m (36”) y manejo de tráfico a media calzada.

Cuando se encuentre que los cabezales de salida de las alcantarillas tengan entregas con pendientes importantes que aceleren el flujo, se recomienda que la estructura del cabezal se le realice un anclaje adicional tipo zarpa, con el fin de generar una estructura con anclaje integral en la cimentación, mitigando la falla de la estructura en caso de socavación de la solera del cabezal de salida.

Tomando en cuenta la definición dada en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVÍAS [1], se realiza el análisis de alcantarillas de uno y dos tubos dependiendo del caudal y el Hw a la entrada de la Alcantarilla.

Con el programa HY-8 se calculan las alcantarillas para determinar el caudal máximo para una Alcantarillad de un tubo y para una Alcantarilla de dos tubos, cumpliendo la relación máxima de Hw con respecto al diámetro. Al comparar con el caudal de la cuenca correspondiente se selecciona el tipo de alcantarilla.

Tabla 25. Resumen de obras hidráulicas

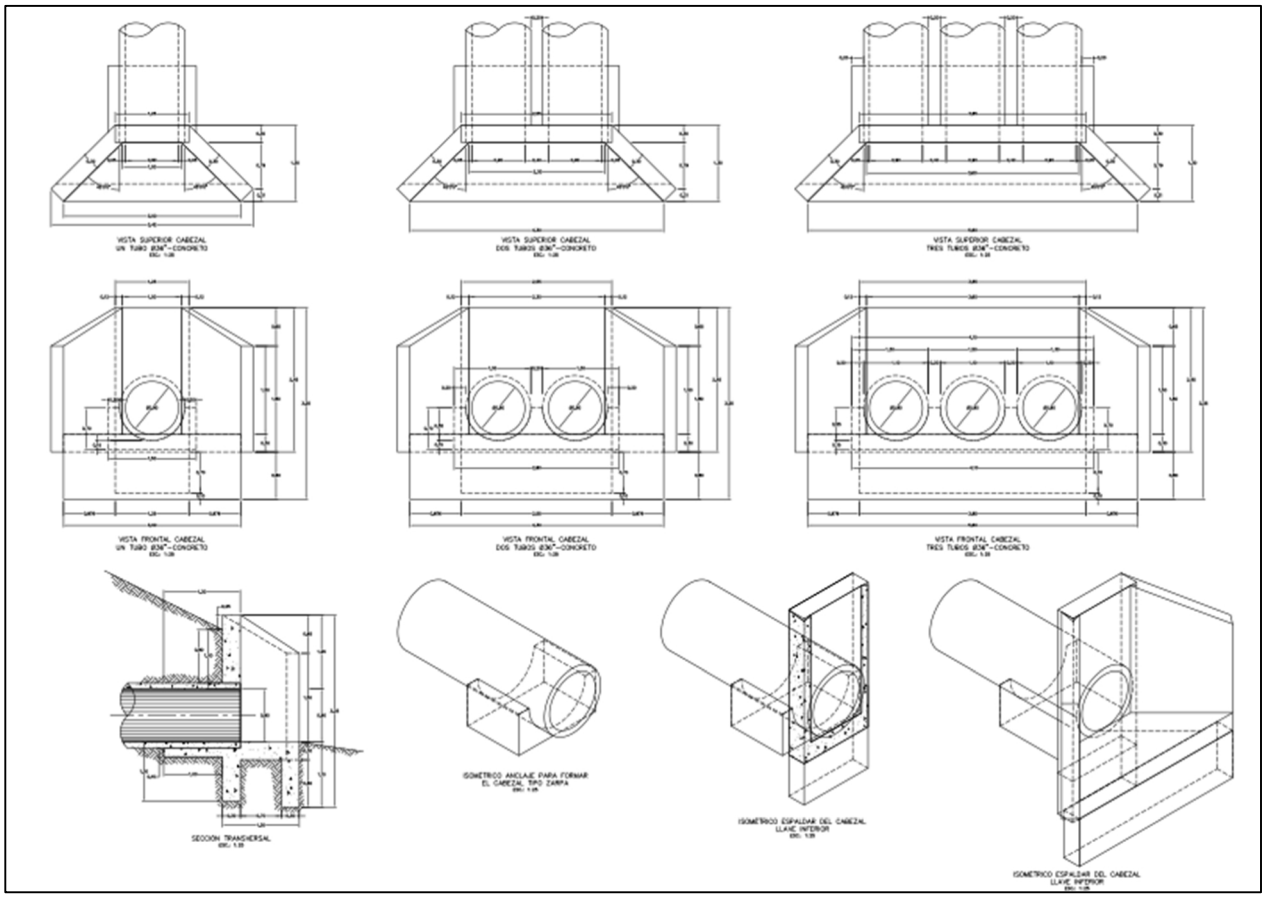
ABSCISA NUMÉRICO	ABSCISA TEXTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DIÁMETRO	EJECUTAR	#TUBOS
K0+080.76	K0+080.76	842709.68	818908.63	871.83	36"	MANTENIMIENTO	1
K0+167.28	K0+167.28	842626.9	818889.68	863.68	24"	REMPLAZAR	1
K0+258.61	K0+258.61	842581.21	818934.66	854.70	24"	REMPLAZAR	1
K0+295.14	K0+295.14	842564.81	818966.3	850.60	24"	REMPLAZAR	1

ABSCISA NUMÉRICO	ABSCISA TEXTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DIÁMETRO	EJECUTAR	#TUBOS
K0+329.04	K0+329.04	842545.7	818994.05	847.48	24"	REMPLAZAR	1
K0+481.11	K0+481.11	842477.7	819086.27	837.59	BOX	MANTENIMIENTO	1
K0+635.32	K0+635.32	842344.83	819103.04	824.78	BOX	MANTENIMIENTO	1
K0+837.14	K0+837.14	842384.05	818934.14	841.20	24"	REMPLAZAR	1
K0+867.76	K0+867.76	842674.73	818895.51	867.76	36"	MANTENIMIENTO	1
K1+014.13	K1+014.13	842228.47	818906.34	848.74	36"	MANTENIMIENTO	1
K1+054.84	K1+054.84	842226.82	818866.25	847.36	24"	REMPLAZAR	1
K1+075.73	K1+075.73	842228.83	818845.74	847.08	24"	REMPLAZAR	1
K1+201.97	K1+201.97	842164.47	818785.79	849.53	24"	REMPLAZAR	1
K1+443.99	K1+443.99	841992.56	818799.77	855.47	36"	REMPLAZAR	2
K1+503.21	K1+503.21	841982.11	818856.56	857.82	BOX	MANTENIMIENTO	1
K1+539.24	K1+539.24	841946.73	818859.13	860.16	BOX	MANTENIMIENTO	1
K1+594.96	K1+594.96	841901.04	818831.74	865.15	24"	REMPLAZAR	1
K1+710.15	K1+710.15	841802.36	818777.3	868.56	24"	REMPLAZAR	1
K1+857.67	K1+857.67	841707.97	818713.87	866.57	BOX	MANTENIMIENTO	1
K1+994.84	K1+994.84	841597.78	818654.69	864.18	24"	REMPLAZAR	1
K2+046.70	K2+046.70	841555.91	818681.52	859.95	24"	REMPLAZAR	1
K2+096.16	K2+096.16	841526.86	818643.75	859.21	24"	REMPLAZAR	1
K2+168.94	K2+168.94	841535.3	818573.24	858.76	24"	REMPLAZAR	1
K2+220.65	K2+220.65	841497.26	818548.45	858.98	BOX	MANTENIMIENTO	1
K9+823.85	K9+823.85	836534.24	817314.92	1036.51	36"	MANTENIMIENTO	1
K11+447.30	K11+447.30	835992.66	817468.75	1046.39	36"	MANTENIMIENTO	1
K11+655.24	K11+655.24	835268.19	817175.53	1117.95	24"	REMPLAZAR	1
K11+850.43	K11+850.43	835104.83	817232.48	1134.22	24"	REMPLAZAR	1
K12+455.05	K12+455.05	834625.8	817159.15	1169.09	36"	MANTENIMIENTO	1
K13+384.18	K13+384.18	834513.81	817700.91	1245.29	36"	MANTENIMIENTO	1
K13+950.21	K13+950.21	834346.27	818033.99	1265.01	24"	REMPLAZAR	1
K14+411.28	K14+411.28	834061.88	818345.92	1242.90	24"	REMPLAZAR	1
K15+900.18	K15+900.18	833030.67	817617.86	1277.19	24"	REMPLAZAR	1

Fuente: Emprociv S.A.S.

En la siguiente ilustración se muestran las estructuras correspondientes a las alcantarillas proyectadas

Ilustración 5. Diseño de alcantarillas proyectadas



Fuente: Emprociv S.A.S.

3.9 COMPONENTE AMBIENTAL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Para la elaboración de esta especialidad se siguieron los lineamientos establecidos en la Guía de Manejo Ambiental para Proyectos de Infraestructura – Subsector vial, del INVIAS, versión 2022 y se toma como marco de referencia, la normatividad ambiental vigente y se establece el marco normativo ambiental vigente, a través de la consulta de información secundaria, se determinaron las normas (Leyes, decretos y resoluciones) que aplican para la ejecución del proyecto de acuerdo con las características de este y que sirven de marco de referencia para la elaboración de los programas de manejo ambiental.

Para la caracterización ambiental, se definieron las áreas de Influencia del proyecto, tanto la directa como la indirecta, contemplando para la primera, se definió el Área de Influencia Directa – AID del tramo a intervenir, contemplando una franja de 100 m. a lo largo del corredor, 50 m a lado y lado del eje de la vía y en cuanto al Área de Influencia Indirecta se definió en el Municipio de Palermo y el Municipio de Santa María. Para la línea base ambiental, se consultó información secundaria en documentos como el Plan de Desarrollo del Municipio de Palermo, Municipio De Santa María, El Plan de Desarrollo departamental del Huila, los Geovisores del Sistema de Información de Alertas Tempranas - Tremarctos 3.0, Sistema de Información Geográfica para la Planeación y El ordenamiento Territorial - SIG OT- IGAC, Geovisor IDEAM - Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC.

Finalmente, para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, se valoró los programas establecidos en la guía de manejo ambiental, determinándose la aplicabilidad de cada uno de los proyectos propuestos, de acuerdo con los impactos asociados a las actividades a realizar.

3.10 DISEÑO DE ESTRUCTURAS

3.10.1 MODELACIÓN MURO 40 MT KM 5 +359 PALERMO - GUASIMO

NORMA Y MATERIALES

Norma: NSR-10
Hormigón: f´c = 280
Acero de Barras: fy = 4200
Recubrimiento en el intradós del muro = 8.0 cm
Recubrimiento en el trasdós del muro = 8.0 cm
Recubrimiento superior de la fundación = 8.0 cm
Recubrimiento inferior de la fundación = 8.0 cm
Recubrimiento lateral de la fundación: 8.0 cm
Tamaño máximo del agregado = 19 mm

ACCIONES
Aceleración Sísmica: Aceleración del cálculo: 0.25 Porcentaje de sobrecarga = 80%
Empuje en el intradós: Pasivo
Empuje en el trasdós: Activo

DATOS GENERALES
Cota de la Rasante: 0.0 m
Altura del muro sobre la Rasante: 0.20 m
Enrase: trasdós
Longitud del muro en la planta: 70.0 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de fundación: Zapata Corrida

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
Angulo Talud: 45 grados
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0%
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0%
Evacuación por drenaje: 100%
Porcentaje de Empuje Pasivo: 40%
Cota Empuje Pasivo: 0.50 m
Tensión admisible: 14.48 kp/cm2
Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0
Profundidad del nivel freático: 14.1 m

3.10.2 GEOMETRÍA

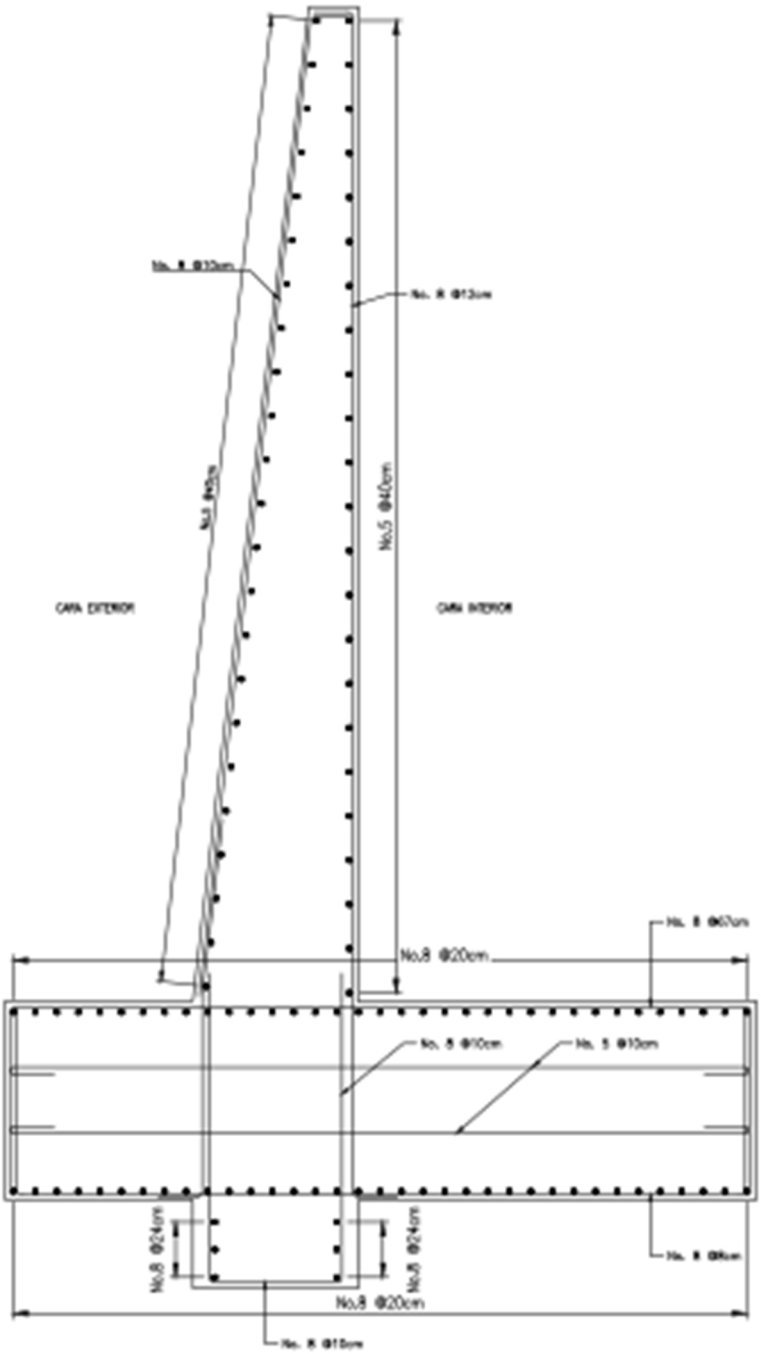
MURO

Altura: 9.0 metros
Espesor superior: 35.0 cm
Espesor Inferior: 150.0 cm

ZAPATA CORRIDA- CON PUNTERA Y TALÓN

Altura: 180 cm
Vuelos intradós/ trasdós: 160.0/360.0 cm
Con tacón en prolongación del muro
Altura del tacón: 80 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

Ilustración 6. Corte muro de contención



Fuente: Emprociv S.A.S.

La mínima resistencia a la compresión del concreto (F'c) a los 28 días será de 210 kg/cm2 y el acero tendrá un límite de fluencia (Fy) de 4.200 kg/cm2 para diámetros mayores o iguales a 3/8".

El recubrimiento de todos los elementos de concreto reforzado es de 0.05 m.

En el evento que se requiera realizar una fundida parcial del Vástago, se deberá programar para que se realice hacia los tercios del mismo, o hacia la mitad (dependiendo la altura del Muro), dejando una unión tipo hembra-macho.

En las Aristas del Muro de Contención que queden a la vista, se deberá dejar un Chaflán de 0.02 m de lado. (En Corona del Muro o Bordillo y en la Junta de Dilatación Vertical o el Extremo vertical del Muro).

Si por alguna razón en un tramo de 6.00 m las condiciones del suelo no son homogéneas o existe algún cambio de rigidez o algún efecto que implique que puede haber comportamientos diferentes, se requerirá implementar una Junta de Construcción adicional y consultar con el diseñador estructural.

3.11 INFORME PLAN DE MANEJO DE TRANSITO PMT

3.11.1 DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN

El cierre parcial de un carril la vía se establece que será interrumpido por lapsos de tiempo considerados según la importancia de las posibles actividades a realizar, para lograr mayor eficiencia del trabajo de obra, por lo tanto, se procederá a definir y señalizar el carril restante de la vía de la zona hasta llegar al punto en que se desarrolla la construcción, con el fin de evitar congestiones sobre la vía existente, una vez finalizados los trabajos, se restaurará la transitabilidad.

Dicha señalización de acoplo con la obra se realizará 300 m antes de llegar al tramo a intervenir.

La señalización se deberá ubicar con anterioridad al inicio de la obra, deberá permanecer durante la ejecución de la misma y serán retirados una vez cesen las condiciones que dieron origen a su instalación, sobre cada uno de los frentes de trabajo, tanto al inicio como al final de la misma se tendrán paleteras para el control de tráfico y manejo de las señales.

Cuando se realicen obras por etapas, deberán permanecer las señales pertinentes a la actividad a ejecutar que sean aplicables a las condiciones existentes. Dichas señales de refuerzo a la existente en el sector deberán instalarse según lo evaluado por las necesidades pertinentes del proyecto y se deberán ubicar según se considere necesario.

Las señales se deberán colocar conforme al diseño y alineación de la vía de tal forma que el conductor tenga suficiente tiempo para captar el mensaje, reaccionar y acatarlo.

Se deberán colocar señales informativas antes de las preventivas, con las cuales se indica la presencia de una zona en obra o frente de trabajo, estas señales utilizarán letras de tamaño suficiente para ser leídas a la velocidad de circulación.

La señalización se colocará 300 metros antes de la iniciación de la vía a intervenir por ambos sentidos y el personal con paleteras se dispondrá sobre la vía que se tenga cerrada a fin de conducir el tráfico por el carril que se habilita.

3.11.2 SEÑAL PREVENTIVA:

Su finalidad es la de advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales que existen sobre la zona, estas señales se deben ubicar con suficiente anticipación al lugar del inicio de las obras.
Se identifican por su forma de rombo y sus colores son fondo naranja y negro para los textos, símbolos, flechas.

3.11.3 SEÑALES REGLAMENTARIAS

Su finalidad es la de llamar la atención del conductor para informar sobre la medida reglamentaria por la situación de la obra sobre las zonas cercanas a los frentes de obra.
Se identifican por su forma circular, con fondo blanco reflectivo, bordes rojos y textos, símbolos y flechas de color negro.

3.11.4 SEÑALES INFORMATIVAS

Este tipo de señales se utilizan para informar sobre la ejecución de obras, para indicar con anterioridad sobre el trabajo que se realiza, distancia y otros aspectos de importancia. Se identifican por su forma rectangular, fondo naranja reflectivo y mensaje y bordes de color negro.

CONOS

Se utilizan para delinear o demarcar carriles temporales de circulación o para aislar frentes de trabajo en los cuales se estén llevando a cabo labores por parte del personal de la obra, o en los cuales se tengan acopios de material que invadan parte de la vía.

CINTAS PLÁSTICAS

Tiene por objeto cercar el perímetro de una obra para impedir el paso de personal ajeno a la misma, esta se deberá colocar sobre tabique de madera o tubos galvanizados o colombinas plásticas, separadas una distancia de 3 metros como máximo. Si se tiene una periodicidad alta de la zona delimitada los palos se deberán pintar de color naranja y señalizado con cintas blancas.

DELINEADORES

Delineadores simples:

Son elementos viales hechos en goma, que sirven para definir transiciones en puntos angostos, como también es usado para delinear la calzada, sirve además para separar el tránsito en dos sentidos, al igual también es usado para separar dos carriles de tránsito divergente o convergente.

Delineados compuestos:

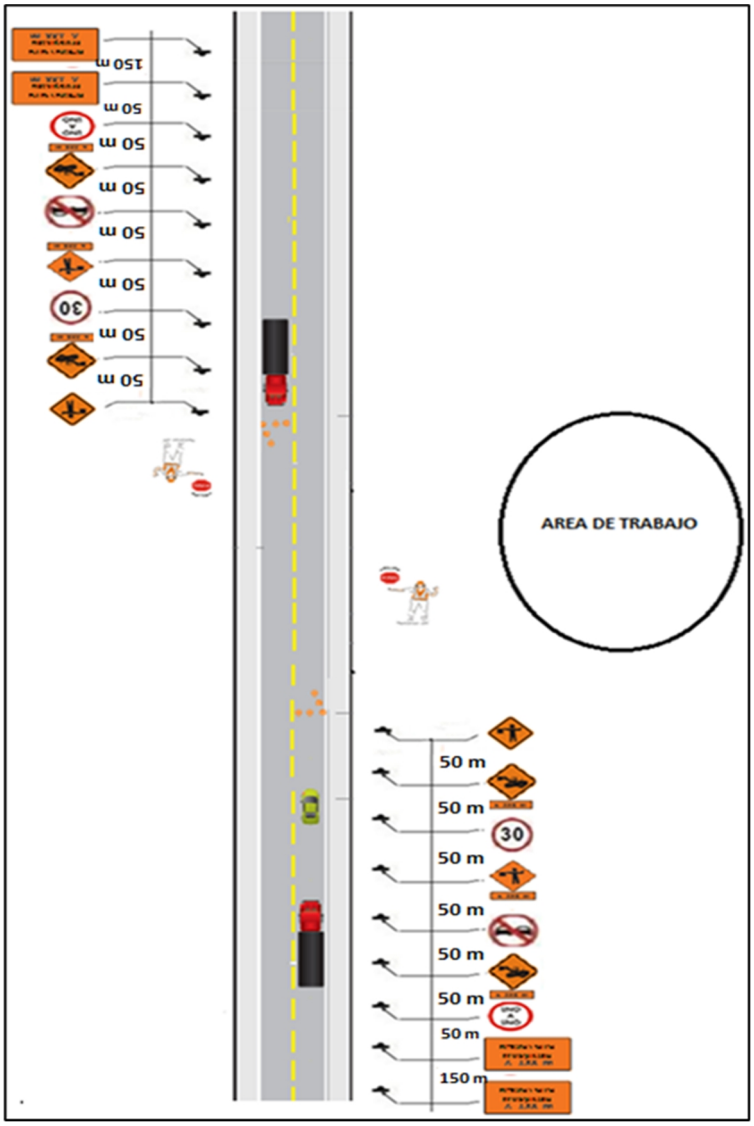
Son elemento viales conformados por cinta y conos simples de señalización, que tienen como función, delinear el borde de la calzada, para hacer cerramientos en obras afectadas por cierres debido a trabajos de mantenimiento, reparaciones u obras de otro tipo; su propósito es controlar flujos viales y peatonales, están compuestos como mínimo con tres franjas de material retrorreflectivo flexible tipo III o superior (separadas a una distancia determinada, observar la figura), deben estar anclados en una base que permita su estabilidad (con materiales como agua o arena en su base al igual se

permite utilizar sacos de arena que permitan su estabilidad) , su separación máxima debe de ser tres metros. (Figura 1.6.2 Delineadores Compuestos).

3.11.5 ESQUEMA TIPO DE PMT

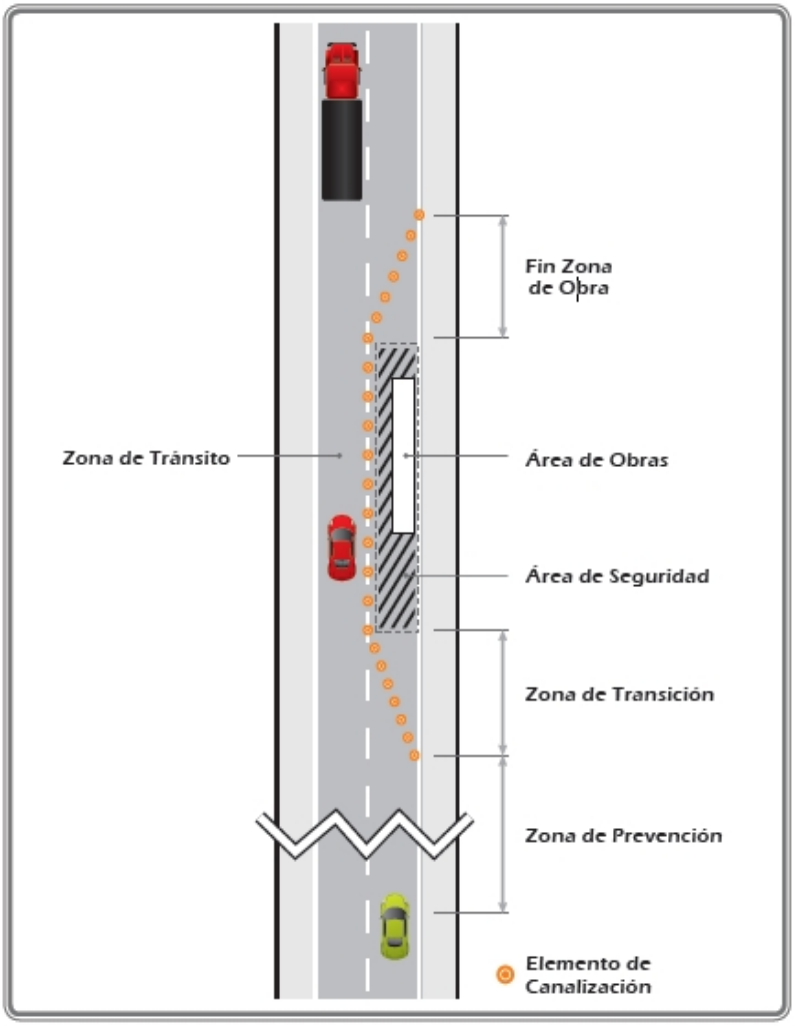
En el siguiente esquema se muestra la disposición típica de un PMT pero se aclara que es finalmente el constructor quien dispone y organiza los elementos de acuerdo con su programación.

Ilustración 7. Esquema tipo de PMT



Fuente: Emprociv S.A.S.

Ilustración 8. Zona de obras en la vía



Fuente: Manual de Señalización Vial 2015