ALCALDIA DE ZIPAQUIRÁ

PROYECTO

MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021.

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO TIPO PLACA HUELLA

JUNIO DE 2022

Cra. 18D No. 49-146 Torre 16 Apto 401 – Conjunto Residencial Entresierras
marfig2010@gmail.com – marfig@outlook.com
Teléfonos: (035) 5871573 - 3205469401
Valledupar, Cesar - Colombia

Tabla de Contenido

LISTADO DE ANEXOS 3

LISTA DE FIGURAS 3

1 INTRODUCCIÓN 5

2 GENERALIDADES 6

2.1 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO 6
2.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 6
2.3 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL TRABAJO DE GEOTECNIA 7
2.4 ANTECEDENTES 7
2.5 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL CORREDOR 8

3 CONDICIONES CLIMATICAS 9

3.1 TEMPERATURA MEDIA ANUAL 9
3.2 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL 12
3.3 CONTROL HIDRÁULICO DE LA BERMA - CUNETA 13

4 ESTUDIO DE SUELOS 17

4.1 EXPLORACIÓN DE CAMPO 17
4.2 APIQUES MANUALES 17
4.3 ENSAYOS DE LABORATORIO 17
4.4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES EXISTENTES 18
4.5 PROPIEDADES INDICE 19
4.6 ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO 19
4.7 POTENCIAL DE EXPANSIÓN 19
4.8 SECTORIZACIÓN GEOTECNICA 19

5 ESTUDIO DE TRANSITO 21

5.1 COMPONENTE DEL TRÁNSITO 21
5.2 TIPOS DE VEHÍCULOS 22
5.3 CONTEO DE TRÁNSITO 22
5.4 DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO DE DISEÑO 23
5.5 ESTIMACIONES DE TRÁNSITO FUTURAS 26
Tránsito atraído y generado *26*
Determinación del tránsito de diseño. *27*

6 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PLACA HUELLA 29

6.1 GENERALIDADES 29
6.2 CARGAS TRANSMITIDAS POR LA VÍA DE ACCESO. 29
6.3 PERIODO DE DISEÑO ESTRUCTURAL 29
6.4 ESTUDIO DE TRANSITO 29
6.5 BASE PARA EL PAVIMENTO 30
6.6 PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE 30
6.7 RESUMEN CRITERIOS DE DISEÑO 30
6.8 ESTRUCTURA ESTANDAR DE PLACA HUELLA 31
6.9 ACERO DE REFUERZO DE LA PLACA HUELLA 31
6.10 RESUMEN CRITERIOS DE DISEÑO 32

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....33

LISTADO DE ANEXOS

Anexos

Anexo A.1 Registro fotográfico
Anexo A.2 Perfil estratigráfico
Anexo A.3 Ensayos de laboratorio
Anexo A.4 Aforos de tránsito
Anexo A.5 Planos

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 2-1 Esquema de la sección de vía a construir 6
Figura 2-2 Tramo de vía a intervenir..... 7
Figura 6-1 Sección 0 - Estructura placa huella tramos rectos 31

LISTA DE CUADROS

pág.

Cuadro 3-1 Temperaturas mínimas mensuales multianuales en estación Santa Isabel..... 10
Cuadro 3-2 Temperaturas máximas mensuales multianuales en estación Santa Isabel..... 11
Cuadro 3-3 Temperaturas medias mensuales multianuales en estación Santa Isabel 11
Cuadro 3-4 Factores de ponderación para determinación de TMAP en Santa Isabel..... 12
Cuadro 3-5 Precipitaciones en la zona del proyecto..... 12
Cuadro 3-6 Valores del coeficiente de escorrentía en área rurales 14
Cuadro 4-1 Identificación de los apiques realizados por cada sector..... 17
Cuadro 4-2 Estratigrafía registrada con los apiques. 18
Cuadro 4-3 Resultados de CBR sobre muestras del terreno 19
Cuadro 4-4 Resultados de Expansión en CBR sobre muestras del terreno..... 19
Cuadro 5-1 Conteos de tránsito realizados..... 22
Cuadro 5-2 Factor de daño de camiones 23
Cuadro 5-3 Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal 24
Cuadro 5-4 Tránsito promedio diario en el corredor (TPDS)..... 25
Cuadro 5-5 Parámetros para el cálculo de ejes equivalentes futuros. 25
Cuadro 5-6 Factores de daños de los vehículos comerciales. 26
Cuadro 5-7 Porcentaje de tránsito generado de acuerdo a las características económicas del área del proyecto..... 26

Cuadro 5-8 TPDS proyectados a una semana vehículos comerciales 27
Cuadro 5-9 TPDS Proyectado 28
Cuadro 6-1 Categorías de tránsito para la selección de espesores 30
Cuadro 6-2 Resumen de resultados de ensayos de laboratorio y campo. 30

FICHA DE CONTROL DEL DOCUMENTO

Versión No.	Fecha	Descripción del cambio
V1	09/04/2022	Versión Inicial.

Elaborado por:	Aprobado por:
LUIS ANGEL AVILÉS Matricula No. 08202213505ATL Ingeniero Civil, M. Sc. Geotecnia Director de obra	ING. NELSÓN GOMEZ Matricula No. Ingeniero Civil, M. Sc. Geotecnia Director interventoría

1 INTRODUCCIÓN

La empresa de consultoría y Construcción MARFIG S.A.S., fue contratada por el MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ mediante el acto 460-2022 para llevar a cabo el siguiente objeto: "MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRA DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA, RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021".

Este documento corresponde al informe de diseño de pavimento en placa huella para la vía a mejorar. Aquí se describen las investigaciones geotécnicas ejecutadas, la caracterización de materiales, las condiciones climáticas, el estudio de tránsito, el diseño de la estructura de pavimento y el análisis de fuentes de materiales necesarios para el desarrollo de las obras de la vía.

Este informe está compuesto por los siguientes capítulos:

Capítulo 2. Generalidades: Se presenta una descripción de las características del proyecto de mejoramiento, la localización del tramo de vía a mejorar y las características de las obras que involucran el mejoramiento, mantenimiento y rehabilitación de la vía.

Capítulo 3. Condiciones Climáticas: se describen las condiciones de temperatura, precipitación y escorrentía que puedan influir sobre el sistema de mejoramiento en placa huella a construirse en el tramo de vía del proyecto.

Capítulo 4. Estudio de Suelos: se presenta un resumen de los apiques de campo y ensayos de laboratorio realizados a partir de las muestras recuperadas en la zona del proyecto de placa huella. Igualmente, se determinan los parámetros geotécnicos que gobiernan el comportamiento mecánico de los suelos de subrasante.

Capítulo 5. Estudio de Tránsito: en este capítulo se consignan los resultados de los aforos de tránsito realizados y se realiza el cálculo del tránsito futuro y de los ejes equivalentes que se aplicaran sobre el tramo de vía durante el periodo de diseño determinado.

Capítulo 6. Diseño de la Estructura de Placa Huella: se realiza el diseño de la placa huella con base en los resultados de caracterización de la subrasante y el estudio de tránsito.

Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones: en esta sección se plasman las conclusiones de diseño y las recomendaciones constructivas para el mejoramiento en placa huella.

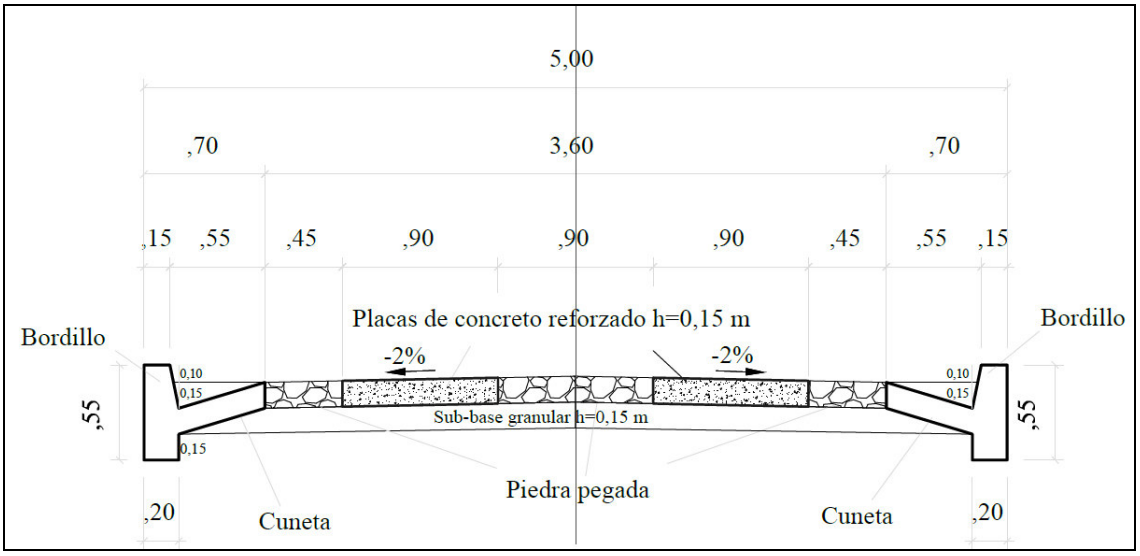
2 GENERALIDADES

2.1 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el mejoramiento mediante placa huella del corredor vial Quebrada Honda – Río Frio sector el Chagre en la vereda San Jorge en una extensión de 360 m aproximadamente. La vía se encuentra en afirmado con material de relleno no estructural (escombros, basuras, etc.) apoyado sobre un material arcillo arenoso de baja plasticidad que compone la subrasante natural.

Por las condiciones de vía se decidió la construcción de una estructura de mejoramiento en placa huella. La sección de la placa huella tendrá un ancho estándar de entre 4.0 a 5.0 m, con huellas de 90 cm de espesor separadas por una zona central en concreto ciclópeo de 90 de ancho y piedra pegada con concreto a los lados externos. La Figura 2-1 muestra el esquema de la sección de la placa huella a construirse.

Figura 2-1 Esquema de la sección de vía a construir

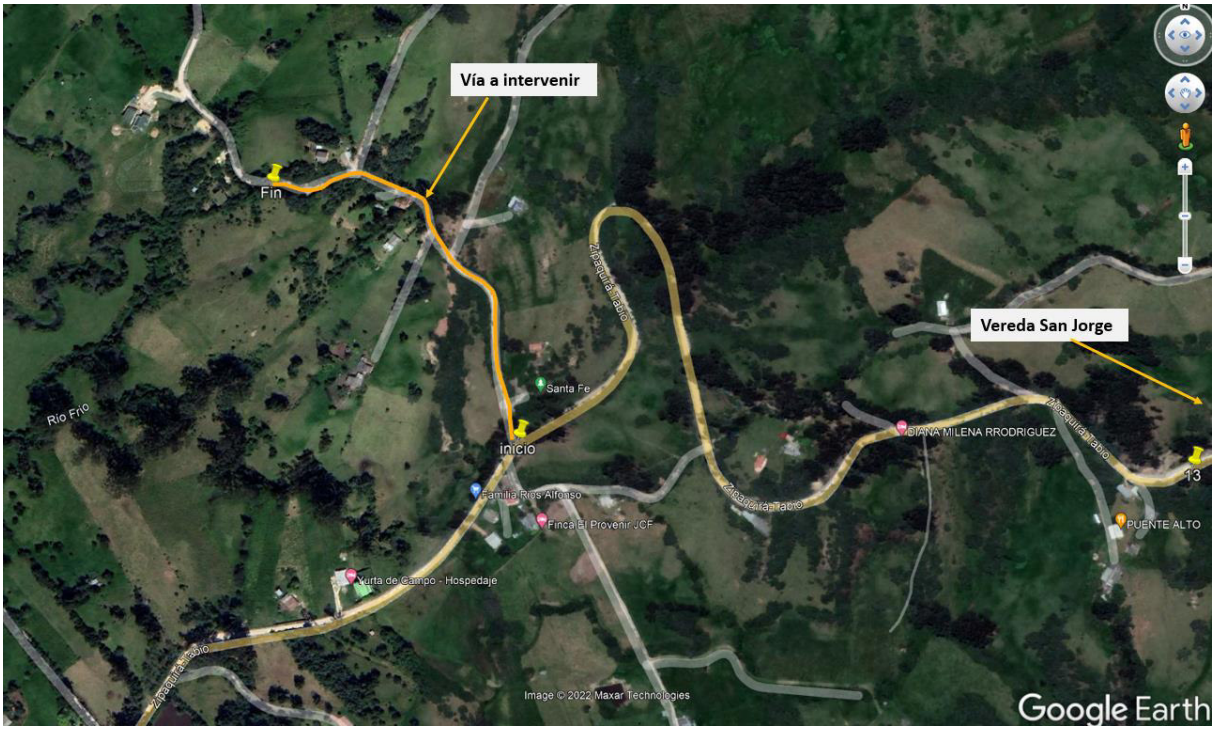


En la sección típica de la Figura 2-1, el uso de cuneta o bordillo dependerá de la disponibilidad de espacio para la construcción del mejoramiento.

2.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Como se mencionó previamente el proyecto se ubica en el corredor vial Quebrada Honda – Río Frio sector el Chagre en la vereda San Jorge en una extensión de 360 m, jurisdicción del municipio de Zipaquirá - Cundinamarca. La ubicación de la intervención se muestra en los planos generales y en la Figura 2-2.

Figura 2-2 Tramo de vía a intervenir



2.3 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL TRABAJO DE GEOTECNIA

El objetivo del presente informe se resume en varias partes: un primer objetivo corresponde a la caracterización del tránsito que circula por la vía a mejorar. Posteriormente se pretende una identificación de los materiales que conforman la subrasante del tramo de vía a intervenir con una estructura de pavimento en placa huella.

Finalmente se realiza el diseño de pavimento de la placa huella siguiendo la cartilla de diseño del invias. A lo largo de todo el proceso, se tendrán en cuenta consideraciones de clima y condiciones de trabajo del espacio público a mejorar.

2.4 ANTECEDENTES

Las calles a intervenir no poseen históricamente una estructura de pavimento. La superficie de rodadura corresponde a los suelos naturales del sitio en mezcla con rellenos de material granular grueso en espesores variables. En algunas zonas aun permanece el suelo natural de subrasante con presencia de vegetación.
Sin embargo, las calles no presentan un avanzado estado de deterioro debido al poco transito que circula por ellas.

No se cuenta con estudios previos dentro de la vereda, por lo tanto, para el estudio de los suelos de subrasante se parte de la información primaria recolectada en campo durante la campaña geotécnica de este informe.

2.5 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL CORREDOR

Actualmente el corredor vial a intervenir beneficia a todas las personas de cinco veredas cercanas. Este tramo comunica varios sectores que presentan actividades productivas de ganadería y agricultura. La principal problemática identificada en el tramo es el mal estado de la vía en aquellos sitios con alta pendiente que presentan lavado del material de afirmado y por lo tanto generan que la vía se vuelva difícil de transita para vehículos livianos cuando se generan surcos y huellas sobre la capa de rodadura. Esto ocasiona una reducción en la velocidad de circulación y un aumento del deterioro de los vehículos que circulan. Sumado a esto, la deficientes o inexistentes obras de arte aceleran el proceso de daño sobre el tramo.

El tramo de vía a intervenir no posee históricamente una estructura de pavimento. La superficie de rodadura corresponde a los suelos granulares colocados en sitio con un espesor entre 10 y 15 cm aproximadamente.

3 CONDICIONES CLIMATICAS

Para la información climática del proyecto, se tomaron los datos suministrados por las estaciones hidrometeorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM); se escogieron las estaciones más cercanas al proyecto y representativas de las características climáticas de la zona.

3.1 TEMPERATURA MEDIA ANUAL

La metodología para la determinación de la temperatura media anual se sigue según lo indicado en el Manual de diseño de pavimentos del INVIAS y tal como se describe a continuación:

- Seleccionar las estaciones meteorológicas más cercanas al proyecto y consultar en el IDEAM las temperaturas medias mensuales de los últimos 10 años.

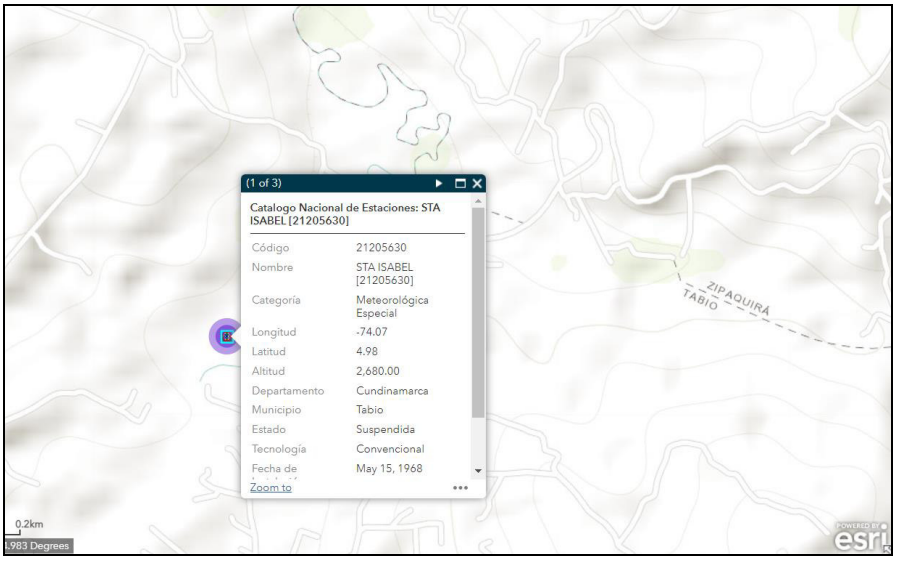
- Con las temperaturas medias mensuales establecidas en el paso anterior y de acuerdo con los criterios Shell, seleccionar los factores de ponderación mensuales y encontrar el factor promedio anual con el cual se determina el TMAP, para cada uno de los años de la serie histórica considerada en el análisis.

- Para encontrar el valor TMAP que define la escogencia de la Carta de Diseño, se debe calcular el promedio de los TMAP encontrados para cada uno de dichos años.

Selección de las estaciones más cercanas al proyecto

Para conocer la temperatura media anual específica para la zona del proyecto se procede a buscar en registros del IDEAM, los valores de temperaturas medias mensuales de los últimos diez años para la estación o estaciones más cercanas a la localización del proyecto. Al buscar las estaciones más cercanas a la vereda San Jorge se encuentra la estación Santa Isabel como la más cercana al sitio del proyecto, como se observa en la Figura 3-1.

Figura 3-1 Ubicación de las estaciones meteorológicas más cercanas al sitio del proyecto



Reportes de temperaturas en cada estación

Los reportes de temperatura del IDEAM informan sobre temperatura diaria máxima y mínima, con estos valores se determina la temperatura media mensual, para cada una de las estaciones escogidas en el análisis. Para la estación Santa Isabel se tiene el siguiente registro de temperaturas.

Cuadro 3-1 Temperaturas mínimas mensuales multianuales en estación Santa Isabel

AÑO	TEMPERATURA MINIMA MENSUAL MULTIANUAL											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2012	13.0	12.8	12.5	13.0	13.1	12.0	12.4	12.8	12.7	13.3	14.1	13.3
2013	14.2	14.8	15.0	14.4	14.2	12.9	12.6	13.6	13.8	13.8	14.5	13.7
2014	14.6	14.7	15.0	15.3	15.3	14.7	14.5	13.7	14.5	14.3	14.9	13.5
2015	13.3	14.6	15.4	14.6	15.1	14.1	14.9	13.7	14.5	14.3	14.9	13.5
2016	15.4	16.9	17.4	16.1	15.1	13.9	13.7	13.9	14.6	14.9	14.5	14.5
2017	13.5	14.0	14.4	14.3	14.7	14.1	13.2	14.3	14.1	14.2	15.3	13.7
2018	13.7	13.1	14.4	14.0	14.2	13.6	12.7	12.6	13.8	14.3	15.1	13.0
2019	14.2	15.1	14.7	14.8	14.4	13.8	13.4	13.6	13.7	14.0	14.1	14.9
2020	13.9	14.8	15.7	14.8	14.4	13.8	13.4	-5.0	12.7	13.2	13.5	13.4
2021	13.2	14.0	13.3	14.0	12.9	12.6	12.7	13.0	12.2	13.0	12.8	14.5

Cuadro 3-2 Temperaturas máximas mensuales multianuales en estación Santa Isabel

AÑO	TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL MULTIANUAL											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2012	25.9	26.4	25.1	23.3	24.2	25.7	25.6	25.2	26.9	24.3	25.8	26.5
2013	28.0	26.8	27.5	26.7	23.7	21.5	26.0	24.5	26.1	25.7	25.2	26.0
2014	27.2	26.9	26.5	27.3	25.6	26.7	27.9	26.6	27.0	24.4	25.8	26.0
2015	27.2	26.9	26.5	27.3	26.3	26.5	27.1	26.6	27.0	24.4	25.8	26.0
2016	28.1	28.8	29.3	26.7	26.0	26.7	25.8	27.4	27.3	26.1	25.3	26.3
2017	26.6	28.3	25.9	25.7	25.0	24.7	24.9	27.4	26.9	25.3	25.7	26.9
2018	27.0	27.9	27.5	23.5	23.2	24.8	25.8	27.4	26.0	24.9	26.2	28.0
2019	27.7	27.9	25.7	25.0	24.8	25.7	26.4	26.7	26.2	25.0	26.2	27.7
2020	27.6	29.3	28.4	25.0	24.8	25.7	26.4	26.7	26.2	25.9	24.2	26.4
2021	26.7	27.2	25.5	26.0	23.7	24.1	26.1	25.7	25.7	25.5	25.8	27.3

Cuadro 3-3 Temperaturas medias mensuales multianuales en estación Santa Isabel

AÑO	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL MULTIANUAL											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2012	17.6	17.7	17.0	16.4	16.9	17.1	17.1	17.1	17.9	17.0	18.1	18.0
2013	19.0	18.8	19.1	18.6	17.1	15.5	17.4	17.1	18.0	17.9	18.0	18.0
2014	18.9	18.8	18.8	19.2	18.5	18.7	19.1	18.2	18.7	17.4	18.3	17.8
2015	18.3	18.7	19.0	18.9	18.7	18.3	19.0	18.2	18.7	17.4	18.3	17.8
2016	19.7	20.7	21.0	19.3	18.5	18.3	17.8	18.7	18.9	18.5	18.0	18.4
2017	18.1	19.0	18.1	18.1	18.0	17.5	17.2	18.9	18.5	17.9	18.5	18.3
2018	18.4	18.5	19.0	17.0	16.9	17.3	17.4	18.1	18.0	17.7	18.6	18.5
2019	18.9	19.4	18.2	18.0	17.7	17.9	18.0	18.1	18.0	17.6	18.2	19.2
2020	18.8	19.9	19.9	18.0	17.7	17.9	18.0	9.7	17.6	17.7	17.0	18.0
2021	18.0	18.6	17.5	18.1	16.5	16.5	17.5	17.5	17.1	17.3	17.4	18.9

Factores de ponderación para cada mes, determinación de factor de ponderación total, el promedio del factor ponderación y la temperatura media anual ponderada del aire para cada uno de los 10 años de análisis.

Con base en las temperaturas medias mensuales registradas y de acuerdo con los criterios de la SHELL, calculamos los factores de ponderación mensuales, el factor de ponderación total, el promedio del factor de ponderación con el cual se determina la temperatura media anual ponderada del aire TMAP, para cada uno de los años de la serie histórica considerada que como lo rige INVIAS son los últimos 10 años anteriores al diseño del pavimento.

Podemos calcular estos factores de ponderación por medio de softwares como *w-MAAT*, mediante la carta de ponderación W o empleando las ecuaciones utilizadas para el presente documento las cuales son:

$$TMM\ °C = 20.348 + 17.5683 * Log\ (Fp)$$

$$TMA\ °C = 20.348 + 17.5683 * Log\ (FProm)$$

Cuadro 3-4 Factores de ponderación para determinación de TMAP en Santa Isabel

AÑO	FACTORES DE PONDERACIÓN PARA DETERMINACION DE TMAP												Fprom	TMA
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
2012	0.890	0.905	0.821	0.751	0.802	0.823	0.840	0.837	0.929	0.816	0.950	0.943	0.859	17.3
2013	1.107	1.066	1.124	1.027	0.831	0.662	0.869	0.840	0.947	0.928	0.937	0.940	0.940	17.9
2014	1.073	1.059	1.055	1.132	1.013	1.044	1.121	0.976	1.053	0.877	0.998	0.924	1.027	18.5
2015	0.987	1.054	1.086	1.077	1.050	0.993	1.091	0.976	1.053	0.877	0.998	0.924	1.014	18.4
2016	1.203	1.390	1.477	1.144	1.025	0.995	0.924	1.046	1.081	1.015	0.942	1.005	1.104	19.0
2017	0.962	1.110	0.973	0.960	0.939	0.882	0.844	1.070	1.017	0.925	1.017	0.994	0.974	18.2
2018	1.002	1.019	1.085	0.812	0.805	0.862	0.871	0.958	0.942	0.908	1.038	1.019	0.943	17.9
2019	1.077	1.160	0.985	0.944	0.905	0.926	0.945	0.971	0.947	0.897	0.974	1.132	0.989	18.3
2020	1.056	1.251	1.252	0.944	0.905	0.926	0.945	0.288	0.890	0.902	0.817	0.948	0.927	17.5
2021	0.946	1.031	0.883	0.952	0.764	0.769	0.880	0.878	0.833	0.863	0.869	1.079	0.896	17.6
TEMPERATURA MEDIA ANUAL PROMEDIO TMAP (•C)													18.1	

Aplicando la metodología de la Shell para la determinación de temperaturas medias anuales ponderadas se determinó que según los registros de temperatura en la estación Santa Isabel el valor de TMAP es 18.1 °C.

3.2 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL

El procedimiento para determinar la precipitación Media Anual es el siguiente:

- Seleccionar las estaciones meteorológicas ubicadas más cerca del proyecto, donde las condiciones climáticas sean semejantes a las del sitio y consultar las precipitaciones anuales de los últimos 10 años.

- Determinar la media de las precipitaciones anuales en este período

Para determinar el nivel de precipitaciones se toma el registro de lluvias del último año en una estación cercana a la zona de influencia del proyecto, la cual en este caso corresponde a la estación ubicada cerca al sitio del proyecto.

Cuadro 3-5 Precipitaciones en la zona del proyecto

AÑO	Precipitación Media Mensual												Suma
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2012	11.5	3.5	27.6	26.5	0.0	43.7	2.3	18.4	16.1	66.7	96.6	65.6	378
2013	42.6	51.8	20.7	6.9	52.9	16.1	35.7	49.5	66.7	255.3	498.0	87.4	1183
2014	40.3	17.3	87.4	59.8	43.7	36.8	11.5	21.9	38.0	146.1	124.2	24.2	651
2015	11.5	15.0	111.6	20.7	2.3	3.5	26.5	0.0	46.0	104.7	150.7	52.9	545
2016	92.0	51.8	33.4	107.0	143.8	55.2	51.8	43.7	90.9	300.2	368.0	220.8	1558
2017	177.1	47.2	96.6	97.8	108.1	109.3	44.9	132.3	134.6	139.2	480.7	166.8	1734
2016	113.9	128.8	64.4	173.7	113.9	66.7	80.5	41.4	80.5	458.9	136.9	65.6	1525
2019	43.7	93.2	163.3	125.4	64.4	62.1	58.7	58.7	98.9	148.4	163.3	117.3	1197
2020	55.2	72.5	130.0	112.7	133.4	40.3	128.8	123.1	73.6	73.6	115.3	70.2	1128
2021	100.1	130.0	104.7	133.4	173.7	143.8	67.9	97.8	46.0	141.5	304.8	92.0	1535
Promedio	59.8	53.1	73.0	75.1	72.7	50.2	44.2	51.0	60.1	159.5	212.0	83.7	1144

Con el registro histórico durante los últimos diez años del valor de las precipitaciones medias mensuales, se determina el valor de las precipitaciones anuales, valores con los cuales se determina la precipitación media anual de la zona del proyecto, además con el registro histórico se

observa la tendencia de precipitaciones a lo largo del año notándose los picos más altos de lluvias se presentan entre los meses de marzo a junio y en los meses de septiembre a noviembre mientras que las épocas más secas del año comprende los meses diciembre a febrero sin embargo con altos valores de precipitación que superan los 450 mm/mes.

3.3 CONTROL HIDRÁULICO DE LA BERMA - CUNETA

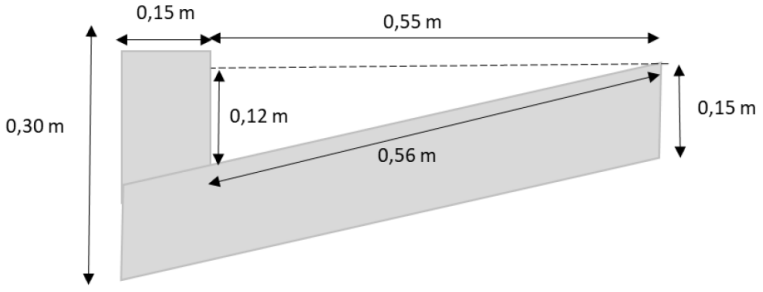
Para el caso del pavimento con placa-huella es necesario recoger las aguas lluvias provenientes de la placa-huella en dos bermas-cunetas ubicadas lateralmente a la estructura. Estas bermas-cunetas adicionalmente sirven de confinamiento de la estructura del pavimento y de anclaje a las riostras que sirven de confinamiento. La forma y las dimensiones adoptadas para la berma-cuneta que se recomienda la cartilla Colombia Rural y que se proponen en el diseño de la estructura permiten que eventualmente la rueda de un vehículo pueda circular por ella con seguridad para permitir el adelantamiento de un vehículo liviano y que el agua proveniente de la superficie de rodadura pueda ser canalizada hasta entregarla a un aliviadero o a una alcantarilla.

El procedimiento para verificar el diseño hidráulico se realiza de acuerdo con la metodología expresada en el capítulo 5, del manual de diseño de estructuras de placa huella del INVIAS, tomando como base los criterios recomendados en este documento según las características del corredor vial analizado y el manual de drenaje de carreteras del INVIAS

1) Características hidráulicas de la cuneta propuesta

La cuneta propuesta en la guía de diseño Colombia Rural para una estructura de placa huella, se muestra a continuación y sus características hidráulicas se indican en seguida

Ilustración 8 Cuneta recomendada en el diseño



Fuente: Cartilla Colombia Rural

- Profundidad máxima de la lámina de agua = 0.120 m, según geometría de la cuneta.
- Ancho máximo de la lámina de agua = 0.56 m, según geometría de la cuenta.
- Área hidráulica (a) = 0.033 m^2

$$a(m2) = \frac{0.12\ m * 0.55\ m}{2} = 0.033\ m2$$

- Perímetro mojado = 1.233 m.
- Radio Hidráulico (R) = 0.0268 m.

$$R = \frac{a}{P} = \frac{0.033\ m^2}{1.233\ m} = 0.0268\ m$$

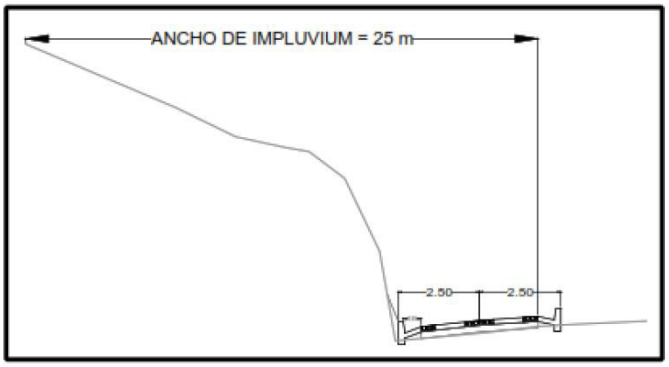
- Coeficiente de Manning (n) = 0.014. dado que superficie de la cuneta en concreto, según valores recomendados por el Manual de drenaje del INVIAS
- Pendiente de la cuneta igual a la pendiente de la rasante de la vía (S).
  - Pendiente mínima permitida de la vía = 0.5%.
  - Pendiente mínima de la vía = 7.6%
  - Pendiente promedio de la vía = 18.7%.
  - Pendiente máxima de la vía = 23.6%
- Duración del aguacero (Tiempo de concentración) = 10 minutos. De acuerdo con los valores recomendados por el Manual de drenaje de carreteras del INVIAS
- Periodo de retorno = De acuerdo con lo recomendado por el manual de drenaje se toma un periodo de retorno de 5 años.
- Intensidad de la lluvia (I) = Valor obtenido la curva I-D-F. Para duración del tiempo de concentración de 10 minutos y periodo de retorno de 5 años.
- Coeficiente de escorrentía (Ce) = 0.72, terreno montañoso, tierras cultivadas, suelo franco limo arcilloso, según los Valores del coeficiente de escorrentía en áreas rurales del Manual de Drenaje para Carreteras INV-2009, como se muestra en la siguiente tabla.

Cuadro 3-6 Valores del coeficiente de escorrentía en área rurales

VEGETACIÓN Y TOPOGRAFÍA	TEXTURA DEL SUELO		
	FRANCO ARENOSO	FRANCO LIMO ARCILLOSO	ARCILLOSO
BOSQUES			
Plano	0,1	0,3	0,4
Ondulado	0,25	0,35	0,5
Montañoso	0,3	0,5	0,6
PASTOS			
Plano	0,1	0,3	0,4
Ondulado	0,16	0,36	0,55
Montañoso	0,22	0,42	0,6
TIERRAS CULTIVADAS			
Plano	0,3	0,5	0,6
Ondulado	0,4	0,6	0,7
Montañoso	0,52	0,72	0,82

- Ancho de Impluvium = 25 m. en terreno montañoso. Este ancho incluye el ancho de superficie de rodadura, ancho de la berma-cuneta, la proyección del talud de corte y un ancho adicional tal como se indica en la siguiente figura.

Figura 3-2 Área aferente de diseño



2) Determinación del caudal que puede transportar la Berma-cuneta tipo

El caudal que puede transportar la berma-cuneta tipo a sección plena, dada una pendiente longitudinal de la vía, se puede encontrar mediante la aplicación de la Ecuación de continuidad y la Fórmula de Manning.

$$Qc = V * a \rightarrow Ecuacion\ de\ continuidad$$

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \rightarrow Formula\ Manning$$

- El caso más desfavorable se presenta en las curvas horizontales donde hay peralte y toda la calzada drena hacía la cuneta y simultáneamente se presenta una sección transversal en corte.

- El diseño hidráulico consiste en chequear la capacidad de la berma-cuneta, con el caudal de escorrentía. Es decir, equilibrar Qe = Qc, para encontrar una longitud (L) de berma-cuneta.
- De la igualdad Qe = Qc se obtiene un valor de L, magnitud que indica el sitio donde se rebosa la cuneta y donde es necesario desviar el agua mediante un aliviadero o una alcantarilla. La expresión para el cálculo de L deducida de la igualdad Qe = Qc es:

$$L = \frac{R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * a * 10^6}{0.280 * n * C_e * I * A_y}$$

- Con la anterior expresión se calculan las longitudes de la berma-cuneta para diferentes valores de pendiente de la rasante (S). La berma-cuneta propuesta de una longitud (L), debe chequearse contra la acción erosiva del agua, aunque al ser construida en concreto la erosión solo se producirá cuando la velocidad del agua supere los 3 m/seg. La erosión se presentará en longitudes muy largas con fuertes pendientes, longitudes que son superiores a las longitudes (L) de rebosamiento. En conclusión, la cuneta primero se rebosa y luego se erosiona y en el sitio de rebosamiento se ubica un aliviadero o una alcantarilla para la evacuación del agua de la berma-cuneta.

- Se considera un ancho de Impluvium (B) igual a 25 m definido para una vía en terreno montañoso, que es la condición más desfavorable, donde se presenta una mayor área tributaria hacia la berma-cuneta.

4 ESTUDIO DE SUELOS

4.1 EXPLORACIÓN DE CAMPO

Las exploraciones geotécnicas realizadas con el fin de caracterizar los materiales de soporte o suelos de subrasante de las calles estudiadas comprendieron:

- Apiques manuales.
- Extracción de muestras inalteradas para CBR

A continuación, se describen los trabajos realizados y la pertinencia de su ejecución.

4.2 APIQUES MANUALES

Se realizaron dos (2) apiques manuales, uno por cada calle a intervenir, hasta una profundidad máxima de exploración de 1.50 m. Los apiques realizados se hicieron mediante calicatas abiertas con el fin de identificar visualmente los estratos del terreno y extraer fácilmente la muestra inalterada para el ensayo de CBR en el laboratorio. En el Cuadro 4-1 se muestra el número del apique y la profundidad final alcanzada.

Cuadro 4-1 Identificación de los apiques realizados por cada sector

Sector	Apique No	Coordenadas	Prof. [m]
El Chagre	1	04°59.300'N – 74° 03.550'W	1.20
	2	04°59.330'N – 74° 03.607'W	1.50

4.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

De los apiques realizados se tomaron muestras para ejecutar los siguientes ensayos de laboratorio:

- Límites de Atterberg.
- Contenido de humedad.
- Granulometría.
- Gravedad especifica
- CBR de laboratorio.
- Peso unitario.

La exploración de campo y los ensayos de laboratorio se realizaron con el propósito de determinar las características y propiedades de los suelos que componen la subrasante de la vía a mejorar.

Con el propósito de analizar los materiales existentes, se presenta a continuación la caracterización geotécnica de los suelos. En este capítulo se suministran los parámetros de diseño para la determinación de los espesores de la estructura de placa huella.

Figura 4-1 Ubicación de los apiques realizados



4.4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES EXISTENTES

Con los apiques realizados se identificó un perfil de suelo de acuerdo con los materiales encontrados.

Perfil único

0.00 – 1.50: Corresponde a los suelos de subrasante del sitio. Son limos arenosos no plásticos (ML), color café claro y marrón, humedad natural baja, estado semi seco del material, presencia de gravas finas a medias, compacidad media a densa.

Durante los apiques no se encontraron niveles de agua freática.

En el Cuadro 4-2 se presentan los espesores de los de subrasante encontrados en las vías estudiadas.

Cuadro 4-2 Estratigrafía registrada con los apiques.

Apique	PROF	USCS
1	0.00 - 0.10	Rodadura granular
	0.10 - 1.20	ML
2	0.00 - 0.10	Rodadura granular
	0.10 - 1.50	ML

A continuación, se presenta la caracterización realizada para los materiales encontrados en la subrasante.

4.5 PROPIEDADES INDICE

Suelos limo arenosos (ML)

Los suelos de subrasante no presentan plasticidad. La humedad natural de los materiales varía entre 5.2 y 10.3%.

4.6 ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO

Para la caracterización de capacidad de soporte del suelo de subrasante, el ensayo de CBR sobre los materiales extraídos del suelo in situ proporciona un valor confiable en la caracterización mecánica de los materiales. Para esto se realizaron ensayos de CBR de laboratorio sobre condiciones de humedad natural (H.N.) y después de estar sumergidos durante 72 horas. Los valores de CBR son los registrados en el Cuadro 4-3.

Cuadro 4-3 Resultados de CBR sobre muestras del terreno

Apique No	Prof. [m]	CBR H. N. [%]	CBR Sumergido. [%]
1	0.50	11.4	8.7
2	0.50	6.3	4.9

Se observa los valores aceptables a buenos de resistencia CBR de los suelos de subrasante.

4.7 POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Para determinar las características de expansión del perfil de suelo encontrado, se utilizaron las propiedades índices de estos y los ensayos de expansión medidos con el ensayo sumergido del CBR.

Cuadro 4-4 Resultados de Expansión en CBR sobre muestras del terreno

Apique No	Prof. [m]	Expansión. [%]
1	0.50	<1.0
2	0.50	<1.0

Estas medidas de expansión de CBR sumergido indican que los materiales presentan una expansión muy baja. Esto implica una clasificación Bajo de acuerdo con la guía de diseño de pavimentos con placa huella del Invias.

4.8 SECTORIZACIÓN GEOTECNICA

La sectorización geotécnica se plantea con base al resultado de los CBR de Laboratorio realizados con los materiales extraídos de campo. Se utilizará un valor de CBR de diseño correspondiente al

valor obtenido del ensayo en condiciones de inmersión, se adopta el menor valor del ensayo realizado, 4.9%. Este valor de CBR categoriza la subrasante en tipo S1 de acuerdo con el manual de diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito del invias.

Igualmente, se recomienda conservar la estructura de material existente y manejarla como una capa de mejoramiento para la nueva estructura.

Esta recomendación es la más acertada con el fin de aprovechar la conformación del material granular ya existente y evitar sobre excavaciones y perdida de la fábrica del suelo existente.

5 ESTUDIO DE TRANSITO

El tránsito de diseño es un parámetro importante para la definición del diseño de la estructura de pavimento a desarrollar en el tramo de vía.

Para determinar las características del tránsito de la vía, se desarrollan conteos vehiculares en mínimo tres periodos diarios, de esta manera se determina el transito promedio diario y la composición del tráfico, esto es útil para determinar el vehículo de diseño de la placa huella y asegurar un tránsito de bajo nivel, es decir un tránsito de diseño inferior a 500000 ejes equivalentes; una vez verificado este parámetro se selecciona el vehículo de diseño, el cual corresponderá al vehículo de mayor peso que circule por el corredor vial.

5.1 COMPONENTE DEL TRÁNSITO

Para cuantificar adecuadamente los volúmenes de tránsito en un proyecto vial se divide en tres componentes:

- *Tránsito Normal* – Es el que se produce en la zona de influencia del proyecto como consecuencia de la evolución previsible de sus parámetros característicos y coincide, por tanto, con el que circulará por la red si no se realizara el proyecto. Esta componente se determina a través del análisis de la serie histórica de tránsito, si esta existe, o de un conteo vehicular.

- *Tránsito atraído* – Es el que utilizará el proyecto, por las ventajas o beneficios que ofrece, y hoy hace uso de otra infraestructura. Esta componente se determina a través de encuestas de preferencia a usuarios y modelos de selección modal o de ruta.

- *Tránsito generado* – Es el que se origina por el proyecto mismo, debido a mejores condiciones de oferta. Generalmente se refiere al tránsito nuevo por efecto del desarrollo del área de influencia. Esta componente se determina a través del análisis socioeconómico. En una carretera se debe determinar cuáles de las tres componentes se van a presentar una vez se inicie la operación del proyecto.

Se pueden presentar muchas combinaciones, que se pueden asimilar a una de las siguientes situaciones.

- *Situación 1:* Proyecto de mejoramiento (pavimentación) en zona con alto potencial de desarrollo económico. Para esta situación se podría esperar la presencia de las tres componentes.
- *Situación 2:* Proyecto de mejoramiento (pavimentación) en zona con bajo potencial de desarrollo económico. Para esta situación se podría esperar la presencia de tránsito normal y atraído.
- *Situación 3:* Proyecto nuevo en zona con alto potencial de desarrollo económico. En esta situación las componentes que se podrían dar en el tránsito son la de tránsito atraído y la del generado.
- *Situación 4:* Proyecto nuevo en zona con bajo potencial de desarrollo económico. En esta situación las componentes que se podrían dar en el tránsito son la de tránsito atraído

5.2 TIPOS DE VEHÍCULOS

Para los aforos se tuvo en cuenta la discriminación por tipos de vehículo y corresponderá a las categorías especificadas según las características de cada vehículo, las cuales han sido determinadas por el INVIAS. En el tramo de vía se identificaron cuatro tipos de vehículos:

- Motocicletas
- Automóviles
- Camionetas
- Camión de 2 ejes.

5.3 CONTEO DE TRÁNSITO

La planeación del Estudio de Tránsito en un proyecto de pavimentación con bajo volúmenes de tránsito contempla la realización de un conteo vehicular a lo largo de mínimo tres días. Para el tramo de vía a intervenir el conteo se realizó en Junio de 2022, por un periodo de cinco días, en el sector Río Frío. Vereda San Jorge, siendo el punto central del tramo a mejorar en placa huella.

Figura 5-1 Ubicación de la estación de conteo de vehículos.



Cuadro 5-1 Conteos de tránsito realizados

Fecha	Motos	Autos	Buses	Camiones					Total
				C2-P	C2-G	C3-C4	C5	C6	
17/06/2022	32	22	-	12	-	-	-	-	66
18/06/2022	40	23	-	11	-	-	-	-	74
20/06/2022	37	22	-	9	-	-	-	-	68
21/06/2022	41	26	-	11	-	-	-	-	78
22/06/2022	21	21	-	13	-	-	-	-	55
Suma	171	114	-	56	-	-	-	-	341
Promedio	34.2	22.8	-	11.2	-	-	-	-	68.2
Porcentaje	50%	33%	-	16%	-	-	-	-	100%

5.4 DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO DE DISEÑO

La determinación del número de ejes equivalentes o tránsito de diseño se realiza únicamente con el objetivo de verificar que el tramo de corresponda una vía de bajo nivel de tránsito, es decir que dicho parámetro no exceda los 500.000 ejes equivalentes de 8.2 ton en carril y periodo de diseño. Teniendo en cuenta que para el diseño de estructuras de placa huella según la cartilla Colombia Rural el número de ejes equivalentes no es un parámetro a considerar en el proceso de diseño de la estructura del pavimento.

Para determinar el tránsito de diseño de la vía en cuestión, se determina de acuerdo con el transito promedio diario, la composición del tránsito y las condiciones geométricas de la vía, de acuerdo con la metodología INVIAS según el Manual de diseño de pavimentos para vías con bajos volúmenes de tránsito, aplicando el caso 2 cuando no existe una serie histórica de tránsito y la determinación del tránsito promedio Diario se desarrolla a partir de un programa de conteos vehiculares.

Consideraciones iniciales

- Datos geométricos: con relación a las características geométricas de la vía se conoce que el ancho de calzada promedio será de 5.0 metros, con anchos actuales entre 3.0 y 5.5 m.
- Factor direccional: el factor direccional obedece al flujo de tránsito en cada sentido, como la vía en cuestión tiene un ancho de calzada reducido, solo se considera un carril de circulación el factor de distribución correspondiente es de 1.0.
- Factor de carril: considerando que es una vía de características geométricas estrechas, el diseño de placa huella contempla un único carril de circulación bidireccional, el factor de ajuste por carril será de 1.0.
- Factor de daño: este factor representa el efecto de las cargas de los vehículos sobre el pavimento con base en el eje estándar de diseño de 8.02 toneladas (80 KN). Los factores de equivalencia para cada tipo de vehículo según el Manual de diseño de pavimento para bajos volúmenes de tránsito del Invias del 2007 son los siguientes.

Cuadro 5-2 Factor de daño de camiones

TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR DE DAÑO -2007
B	1,00
C2P	1,01
C2G	2,72
C3 - C4	3,72
C5	4,88
>C5	5,23

Fuente: INVIAS. Manual de diseño de pavimento para bajos volúmenes de transito

- Periodo de diseño: el periodo de diseño se selecciona según lo contemplado en la cartilla Colombia Rural, donde se sugiere periodos de diseño hasta de 10 años, por lo que se escoge este valor al ser el máximo periodo indicado y con la finalidad de mantener diseñar una estructura durable en el tiempo.

- Tasa de crecimiento vehicular: La tasa de crecimiento vehicular depende del desarrollo económico de la región a futuros años, este valor se selecciona de acuerdo con tasas de crecimiento promedio obtenidas en las series históricas del tránsito, en este caso se selecciona el 2% de crecimiento del tráfico de acuerdo con la tabla 2.3 del Manual de diseño de pavimento para bajos volúmenes de tránsito del Invias 2007 y el número de ejes equivalentes esperados para el corredor vial.

- Nivel de confiabilidad: La confiabilidad involucra las incertidumbres asociadas a la estimación del tránsito, dependiendo del método de obtención la información del tránsito ya sea mediante el uso de series históricas o conteos vehiculares. Teniendo presente que se desarrolló un conteo vehicular para una vía terciaria y considerando el Manual de diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito se selecciona un nivel de confiabilidad del 70% (valor Zr : 0.524).

- Transito atraído: Referente al tránsito atraído, es necesario aclarar que el mejoramiento de la vía corresponde a pequeños tramos viales, por ende, el análisis de la componente de tránsito atraído es más dispendioso y requiere de herramientas más refinadas para su cuantificación. Para iniciar la discusión de este tipo de análisis, se debe estar seguro que el proyecto vial si ocasionará cambios en el comportamiento de los usuarios, como condiciones de operación más atractivas, recorridos más cortos, ahorros en tiempos de viaje, disminución en los costos globales de transporte y mejoras en la seguridad de circulación. (Invias -2007-Manual de diseño de pavimentos asfalticos para vías con bajos volúmenes de tránsito), Considerando lo anterior y además conociendo que el corredor el cual se está analizando corresponde a una vía de carácter veredal, en donde no es fácil determinar posibilidad de escoger varias rutas para llegar a un destino, en relación con lo anterior, no es adecuado dar un pronóstico de tránsito atraído.

- Transito generado: el transito generado corresponde al crecimiento que se presenta por el incremento que en la producción agrícola, minera, industrial, comercial o turística que se genera en las zonas del área de influencia por la construcción o mejoramiento de una vía nueva o existente. El manual de diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito sugiere factores de ajuste cuando no se dispone de la información necesaria para realizar dicho pronóstico, como se indica a continuación:

Cuadro 5-3 Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal

Clasificación del área del proyecto	Población beneficiada, hab	Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal
Área con potencial minero alto	Menos de 5000 5000 o más	3.0 6.0
Área con potencial agrícola alto	Menos de 5000 5000 o más	2.5 5.5
Área con potencial turístico alto	Menos de 5000 5000 o más	2.0 3.5
Área de bajo potencial de desarrollo		1.5

Fuente: Elaboración propia con base en información del Instituto Nacional de Vías.

Considerando el potencial económico de la zona del área del proyecto, se determina que para este caso el transito generado para una zona con potencial agrícola alto y una

población beneficiada de menos de 5000 personas, el porcentaje de tránsito generado equivale a 2.5.

- Transito promedio diario: en relación con los conteos realizados se obtienen los siguientes resultados de tránsito promedio diario.

Cuadro 5-4 Tránsito promedio diario en el corredor (TPDS)

Fecha	Autos	Buses	Camiones					Total
			C2-P	C2-G	C3-C4	C5	C6	
17/06/2022	22	-	12	-	-	-	-	34
18/06/2022	23	-	11	-	-	-	-	34
20/06/2022	22	-	9	-	-	-	-	31
21/06/2022	26	-	11	-	-	-	-	37
22/06/2022	21	-	13	-	-	-	-	34
Suma	114	-	56	-	-	-	-	170
Promedio	22.8	-	11.2	-	-	-	-	34
Porcentaje	67%	-	33%	-	-	-	-	100%

El TPDS es de 34 vehiculos. Para este calculo se tuvo en cuenta solo los vehiculos livianos y los camiones C2-P, no se incluyen las motos.

El siguiente cuadro muestra el resumen de los parámetros de diseño utilizados para el cálculo de los ejes equivalentes proyectados en el periodo de diseño considerado.

Cuadro 5-5 Parámetros para el cálculo de ejes equivalentes futuros.

Ítem	Valor adoptado
Periodo de Diseño	20 años
TPDS	34 vehículos ambos carriles
Tasa de crecimiento	2%
Ancho de calzada	5.0 m
Factor direccional [Fd]	0.5
Automóviles	67%
Composición vehículos comerciales	Buses: 0% C-2P: 0% C-2G: 0%
Confiabilidad	70% → 0.524

Para el cálculo de las proyecciones del tránsito en ejes equivalente se tomó el TPDS calculado con los datos de aforo.

Los factores de daños considerados para los vehículos son:

Cuadro 5-6 Factores de daños de los vehículos comerciales.

Tipo de vehículo	Factor de daño (FD)	
	Vacío	Cargado
Autos		0.0
Bus grande		1.0
C2p	0.01	1.01
C2g	0.08	2.72
C3-C4	0.24	3.72
C5	0.25	4.88
> C5	0.26	5.23

Fuente: Elaboración propia con base en información del Instituto Nacional de Vías

Como se observa los autos no generan daño en los pavimentos, por lo tanto, aunque los ejes equivalentes se calcularon con autos, el daño se tomó como 1.0 a fin poder obtener un estimativo de los ejes equivalentes en el periodo de diseño.

5.5 ESTIMACIONES DE TRÁNSITO FUTURAS

La metodología adoptada para el cálculo de los ejes equivalentes en el periodo de diseño es la presentada en el Manual de Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito del Invías.

Tránsito atraído y generado

Teniendo en cuenta que el proyecto contempla la rehabilitación de las vías del presente estudio, es posible realizar una predicción de lo que circulara sobre el tramo vial. En el capítulo 8.5.4 del Libro Ingeniería de tránsito Fundamentos y aplicaciones de Rafael Cal y Mayor y James Cárdenas, contempla que esta estimación puede oscilar entre un 5% y 25% del tránsito actual, atribuidos a la atracción de la nueva vía o el nuevo estado.

De acuerdo con estos parámetros se estableció que el porcentaje atraído para cada una de las vías del estudio es del **25%** del tránsito que circula en la actualidad y que fue determinado mediante aforos vehiculares en el punto determinado de la vía.

El porcentaje de tránsito generado se adoptó, teniendo en cuenta los potenciales económicos que presenta la zona y utilizando la tabla dada por el manual de bajos volúmenes de tránsito.

Cuadro 5-7 Porcentaje de tránsito generado de acuerdo a las características económicas del área del proyecto.

Clasificación del área del proyecto	Población beneficiada, hab	Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal
Área con potencial minero alto	Menos de 5000 5000 o más	3.0 6.0
Área con potencial agrícola alto	Menos de 5000 5000 o más	2.5 5.5
Área con potencial turístico alto	Menos de 5000 5000 o más	2.0 3.5
Área de bajo potencial de desarrollo		1.5

Fuente: Elaboración propia con base en información del Instituto Nacional de Vías.

Determinación del tránsito de diseño.

Factores de Expansión a 24 Horas

Con el fin de expandir a 24 horas la información registrada en cada una de las estaciones de aforo donde fue recopilada la información, se establecieron los factores de expansión de 14 a 24 horas a partir de estaciones de conteo INVIAS localizadas en el área de influencia de los sectores en análisis. El factor de Expansión adoptado y aplicado al estudio local del tramo vial es de 1.2.

Tránsito Promedio Diario Semanal

Con los factores de expansión obtenidos a partir de la información secundaria, se realizó la expansión de los volúmenes registrados en la estación de aforo.

De esta manera se presenta el TPDs se calculó solo sobre los vehículos que generan daño sobre el pavimento:

Cuadro 5-8 TPDS proyectados a una semana vehículos comerciales

TRÁNSITO SEMANAL	TPDS
238	34

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de ejes equivalente en el año base (tránsito normal)

Con base en la información del TPDS, se convierte dicho valor en ejes equivalentes para el año de diseño. Para este cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$N_{80kN} = 365 \left[\sum_{i=1}^{k} Vehiculos\ comerciales \times V_k \times FD_k \right] \times F_d$$

Donde:
V_k = *Porcentaje vehículo comerciales*
FD_k = *Factor direccional del tránsito*
F_d = *factor de daño*

Proyecciones a 5, 10 Y 20 años de los ejes equivalentes al TPDS

De acuerdo con la tasa de crecimiento y número de ejes en el año base determinado previamente, se realiza la protección de ejes equivalentes en varios periodos de diseño para la vía de estudio.

Cuadro 5-9 TPDS Proyectado

Periodo de diseño	Ejes equivalentes
5 años	14116
10 años	30800
20 años	71866

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene que una vez aplicadas todas las consideraciones de crecimiento del tránsito al cálculo de ejes equivalentes esperados para el periodo de diseño de 20 años, los ejes equivalentes esperados son de 71866 ejes equivalentes de 8.2 ton.

6 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PLACA HUELLA

6.1 GENERALIDADES

Como se trata de una vía nueva, no se tienen datos relativos al comportamiento de los suelos de subrasante con una estructura de pavimento. Sin embargo, con base a los materiales observados en campo y el tiempo que tienen las vías en uso, los suelos presentan un comportamiento regular a bueno frente a las cargas de tránsito de la vereda.

Los suelos de subrasante presentaron una consistencia media a firme en su estado natural en con una plasticidad baja y potencial de expansión Bajo, debido al tipo de minerales limo arenosos de la subrasante. Si se aumenta la saturación de la subrasante, los daños se verán reflejados en la losa de concreto en forma de grietas, fisuras, levantamientos y fracturas por tensión. La resistencia portante cae drásticamente si el material consigue saturarse.

El siguiente diseño sigue las recomendaciones dadas en la Guía de diseño de pavimentos con placa huella del Ministerio de Transporte y el Invías.

Se debe tener presenta que el diseño en placa huella es un diseño por resistencia ultima o carga ultima y no un diseño por espectro de fatiga ocasionado por el paso de vehículos, como es el caso de diseño para pavimentos flexibles y rígidos.

6.2 CARGAS TRANSMITIDAS POR LA VÍA DE ACCESO.

La vía actualmente experimenta poco paso de vehículos, siendo el mayor vehículo que transita por la vía un camión que transporte leche en la vereda. Además de esto, algunos vehículos livianos al día, por lo tanto, el tramo de vía experimenta bajo flujo vehicular.

Los mayores esfuerzos esperados serán por un camión tipo C-2 (vehículo ocasional), sin embargo, por cuestión de seguridad en el diseño y para garantizar la integridad de la vía durante el periodo de diseño, se asume que el máximo camión que transitará por la vía será un equivalente a C-3 tal como lo recomienda la Guía de diseño del ministerio de transporte y el invias.

6.3 PERIODO DE DISEÑO ESTRUCTURAL

Considerando que la calle de la vereda es principal se considera el tramo de vía como Categoría III[1]. Para esta categoría es recomendable considerar un periodo de diseño de 20 años. Este periodo garantiza un tiempo de uso de la estructura sin necesitar intervención de reconstrucción y brindando condiciones de seguridad mínima a los usuarios.

6.4 ESTUDIO DE TRANSITO

[1] Montejo Fonseca, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos para carreteras Tomo I, 2005.

Para el diseño se adopta que el número máximo de ejes equivalentes de 8.2 toneladas a obtenerse en la vía será de 150.000, sobre el carril de diseño para un periodo de diseño de 20 años, correspondiente a un tránsito T0. Esta vía es de baja circulación y los vehículos que la utilizan podrían tener una composición de 10% vehículos de carga y 90% vehículos livianos una vez finalizada la construcción de la calle y mejore de las condiciones de tránsito a lo largo del corredor vial.

Cuadro 6-1 Categorías de tránsito para la selección de espesores

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
T o	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1´000.000
T 1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1´000.000 a 1´500.000
T 2	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1´500.000 a 5´000.000
T 3	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5´000.000 a 9´000.000
T 4	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9´000.000 a 17´000.000
T 5	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17´000.000 a 25´000.000
T 6	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25´000.000 a 100´000.000

Fuente: Manual diseño de pavimentos de concreto para bajos, medios y altos volúmenes de transito

6.5 BASE PARA EL PAVIMENTO

Como suelo de apoyo para el pavimento rígido (placa huella) se considerará un material tipo Sub-Base Granular que cumpla con las especificaciones Invías en su artículo 320.

6.6 PROPIEDADES MECANICAS DE LA SUBRASANTE

El siguiente cuadro resume las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante encontrado.

Cuadro 6-2 Resumen de resultados de ensayos de laboratorio y campo.

Tramo	USCS	W_n [%]	LL[%]	IP[%]	Prom γ_{max} [kN/m3]	CBR DISEÑO. [%]	MR [PSI]
1	ML	5.2	NP		18.7	4.9	7350

6.7 RESUMEN CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación, se resumen las características y criterios básicos de diseño que se tendrán en cuenta para el proyecto:

- Periodo de diseño: se toma como referencia un periodo de diseño de la estructura de 20 años.

- Camión de diseño: aunque la vía presenta poco tránsito, la guía recomienda con fines de diseño y calidad considerar una carga equivalente a un camión tipo C-3 (22 ton, 2 ejes de 11 ton cada uno).

- Resistencia del concreto: tanto para el concreto de la placa huella como para el concreto de la piedra pegada, la resistencia de diseño será de 3000 psi o 210 kg/cm2.

- Estructura de apoyo: la placa huella se apoyará sobre material tipo Subbase granular que cumplan con las especificaciones Invías.

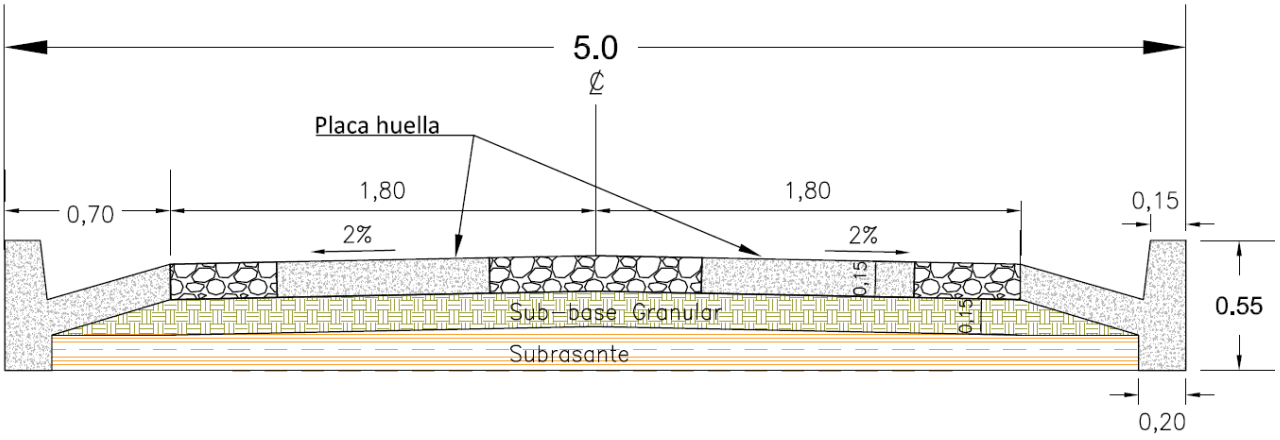
- Sistema de drenaje: se considerará drenaje en berma cuneta debido a las posibles precipitaciones que pueden llegar a presentarse en la zona.

6.8 ESTRUCTURA ESTANDAR DE PLACA HUELLA

El diseño de los pavimentos de placa huella se reduce a la adopción de una estructura estandarizada en la guía de diseño del ministerio de transporte y el invias, así como la guía de Colombia rural. Los cambios o ajustes se realizan a las configuraciones geométricas que se presenten en la alineación de la vía existente.

Para este tramo recto la sección de placa huella a utilizar es la presentada en la Figura 6-1.

Figura 6-1 Sección de Estructura placa huella tramos rectos



Los bordillos servirán para conducir las aguas hacia niveles de pendiente menor y evacuarlas de la estructura.

6.9 ACERO DE REFUERZO DE LA PLACA HUELLA

En los planos se presenta la distribución de acero de refuerzo que deberán tener las placas huella.

6.10 RESUMEN CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación, se resumen las características y criterios básicos de diseño que se tendrán en cuenta para el proyecto:

- Periodo de diseño: se toma como referencia un periodo de diseño de la estructura de 20 años.
- Estructura de apoyo: se apoyará sobre material tipo subbase granular que cumplan con las especificaciones Invías.
- Sistema de drenaje: se considerará drenaje en cuneta en los laterales de la vía hacia puntos de captación.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto consiste en el mejoramiento mediante placa huella del corredor vial Quebrada Honda – Río Frio sector el Chagre en la vereda San Jorge en una extensión de 360 m aproximadamente. La vía se encuentra en afirmado con material de relleno no estructural (escombros, basuras, etc.) apoyado sobre un material arcillo arenoso de baja plasticidad que compone la subrasante natural.

La vía se encuentra en afirmado con material de relleno no estructural apoyado sobre un material limo arenoso no plástico que compone la subrasante natural.

Los tramos de vías presentan una geometría definida con un ancho comprendido entre 3.50 a 5.0 m.

Conclusiones del estudio de suelos

Con el fin de caracterizar los suelos de la estructura existente se realizaron dos apiques manuales mediante calicata abierta hasta una profundidad máxima de 1.50 m. Con este apique se encontró un perfil geotécnico a lo largo de todo el tramo, el cual está conformado por los siguientes estratos:

0.00 – 1.50: Corresponde a los suelos de subrasante del sitio. Son limos arenosos no plásticos (ML), color café claro y marrón, humedad natural baja, estado semi seco del material, presencia de gravas finas a medias, compacidad media a densa.

No se encontraron aguas freáticas durante los apiques y los suelos de subrasante presentaron baja humedad natural con una condición seca de los materiales. Se recomienda instalar adecuadamente las cunetas para garantizar que se mantengan las condiciones de baja humedad de los materiales y no cambien las propiedades mecánicas de los materiales.

Los suelos tienen bajo potencial de cambio volumétrico ante la presencia de agua. Sin embargo, es necesario un estricto control del agua que llega a los niveles de subrasante. Se debe tener cuidado de sellar bien los espacios de las piedras pegadas de las placas huella para evitar la infiltración del agua.

De acuerdo con el valor de CBR de diseño de 4.9% bajo condiciones de humedad natural, el suelo de subrasante clasifica como un S1 (aceptable) de acuerdo con el manual de diseño de pavimento de bajos volúmenes de tránsito. Se deberá utilizar un módulo resiliente de la subrasante de 7350psi.

El material de apoyo deberá ser una capa granular de material tipo subbase de espesor mínimo 15 cm, compactada al 95% del Proctor modificado igualmente. Así mismo es importante el confinamiento de las placas en las zonas externas. Si se decide un ancho menor al estándar se debe garantizar que las placas queden confinadas ya sea con una cuneta o un bordillo.

Conclusiones del estudio de tránsito

Se realizo un aforo de tránsito para determinar el número de vehículos actuales que circulan por el tramo de vía a mejorar. Se determino un tránsito promedio diario semanal de 34 vehículos, con un porcentaje de 67% de vehículos livianos y 33% vehículos comerciales tipo camión pequeño.

El número de ejes equivalentes proyectado a un periodo de 20 años es de 71866 ejes de 8.2 ton.

Conclusiones del diseño de pavimentos

Para el dimensionamiento y diseño se siguieron las recomendaciones de la Guía de diseño de Colombia rural del invias. Las siguientes son las consideraciones de diseño que se adoptaron:

- Periodo de diseño: se toma como referencia un periodo de diseño de la estructura de 20 años.
- Camión de diseño: aunque la vía presenta poco tránsito, la guía recomienda con fines de diseño y calidad considerar una carga equivalente a un camión tipo C-3 (22 ton, 2 ejes de 11 ton cada uno).
- Resistencia del concreto: tanto para el concreto de la placa huella como para el concreto de la piedra pegada, la resistencia de diseño será de 3000 psi o 210 kg/cm2.
- Estructura de apoyo: la placa huella se apoyará sobre material tipo Subbase granular que cumplan con las especificaciones Invías, con un espesor mínimo de 15 cm, compactada al 95% del Proctor modificado.
- La placa huella tendrá un espesor de 15 cm (ver planos)

Los estudios de suelos establecen en forma aproximada las características del subsuelo y lo realmente encontrado puede variar con lo evaluado. Por tal razón, una vez se inicien los trabajos, se deben realizar los ajustes al diseño, en aquellos sitios puntuales en los que sea necesario, para lo cual debe notificarse al diseñador para su aprobación.

Se debe cumplir con las especificaciones técnicas de características y colocación de los materiales según lo establece el Instituto Nacional de Vías –INVIAS (vigentes).

La estructura final puede verse en el plano, junto con el acero de refuerzo para las placas huella. En los sitios donde se encuentre material orgánico el mismo deberá removerse en su totalidad y remplazarse por material tipo subbase.



Ing. Luis Ángel Avilés Murcia
M.Sc. Geotecnia
MP. 08202 – 213505 Bogotá
CC. 1118816667 de Riohacha - Guajira

ANEXO A1. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Cra. 18D No. 49-146 Torre 16 Apto 401 – Conjunto Residencial Entresierras
marfig2010@gmail.com – marfig@outlook.com
Teléfonos: (035) 5871573 - 3205469401
Valledupar, Cesar - Colombia

GI	GEOCON INGENIERIA	GI-EG-2022-INF-012
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES	

REGISTRO FOTOGRAFICO DE TRABAJO DE CAMPO

EMPRESA	**MARFIG INGENIERÍA S.A.S**	
PROYECTO	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021	
FECHA:	JUNIO 17 DE 2022	**Estado inicial de la vía**









OBSERVACIONES:	

GI	GEOCON INGENIERIA	GI-EG-2022-INF-012
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES	

REGISTRO FOTOGRAFICO DE TRABAJO DE CAMPO

EMPRESA	**MARFIG INGENIERÍA S.A.S**		
PROYECTO	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021		
FECHA:	JUNIO 17 DE 2022	**APIQUE**	**1**









OBSERVACIONES:	

GI	**GEOCON INGENIERIA** **LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS** **CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES**	GI-EG-2022-INF-012

REGISTRO FOTOGRAFICO DE TRABAJO DE CAMPO

EMPRESA	**MARFIG INGENIERÍA S.A.S**		
PROYECTO	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021		
FECHA:	JUNIO 17 DE 2022	**APIQUE**	**2**









OBSERVACIONES:	

ANEXO A2. PERFIL ESTRATIGRAFICO

Cra. 18D No. 49-146 Torre 16 Apto 401 – Conjunto Residencial Entresierras
marfig2010@gmail.com – marfig@outlook.com
Teléfonos: (035) 5871573 - 3205469401
Valledupar, Cesar - Colombia

GI	GEOCON INGENIERIA LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES	GI - EST - 036

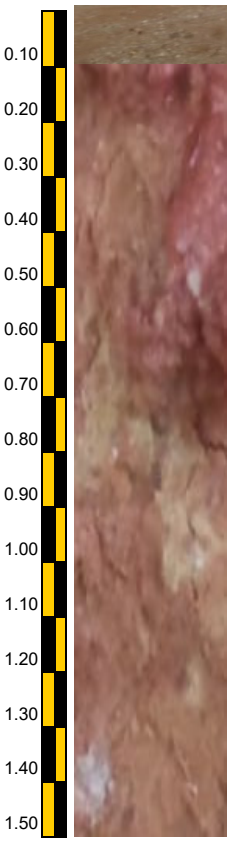
PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

MARFIG INGENIERÍA S.A.S

PROYECTO

MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021

APIQUE 1



Relleno para mejoramiento, compuesto por material granular

Suelos limo arenosos e inorgánicos no plásticos, color café claro con vetas habanas y rojizas

USC = ML

UBICACIÓN GEOGRAFICA

LONGITUD: 04° 59' 18,0" N

LATITUD: 074° 03' 33,0" W

GI	GEOCON INGENIERIA LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES	GI - EST - 036

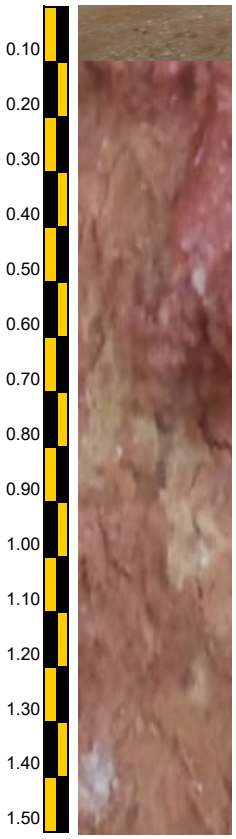
PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

MARFIG INGENIERÍA S.A.S

PROYECTO

MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021

APIQUE 2



Relleno para mejoramiento, compuesto por material granular

Suelos limo arenosos e inorgánicos no plásticos, color café oscuro

USC = ML

UBICACIÓN GEOGRAFICA

LONGITUD: 04° 59' 19,8" N

LATITUD: 074° 03' 36,42" W

ANEXO A3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Cra. 18D No. 49-146 Torre 16 Apto 401 – Conjunto Residencial Entresierras
marfig2010@gmail.com – marfig@outlook.com
Teléfonos: (035) 5871573 - 3205469401
Valledupar, Cesar - Colombia

GI	**GEOCON INGENIERIA** **LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS** **CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES**	**GI - CLA - SU - 007**

INVIAS: E 122 - 123 - 125 - 126

LIMITES DE CONSISTENCIA, GRADACIÓN Y HUMEDAD NATURAL

EMPRESA:	**MARFIG INGENIERÍA S.A.S**
PROYECTO:	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE
MATERIAL:	Suelos limosos e inorgánicos no plasticos, color café claro con vetas habanas y rojizas
UBICACIÓN:	**04°59.300'N – 74° 03.550'W. MARGEN DERECHA**

APIQUE 1 (Margen Derecha)



MUESTRA	**1**	**0,50 MTS**
Límite Líquido		
No. De Golpes		
No. Recipiente		
P1		
P2		
P3		
W%		
Límite Plástico		
No. Recipiente		**Humedad Nat.**
P1		334.4
P2		306.5
P3		36.4
W%		10.3

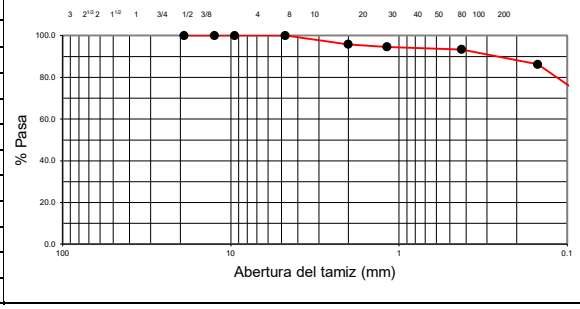
Densidad del Suelo	
Peso del molde [grs]	
Volumen del molde [c.c.]	
Peso muestra humeda + molde [grs]	
Peso de la muestra [grs]	
Densidad [kg/m3]	

Granulometría por Tamizado

P1= 78.6 P2= 23.8

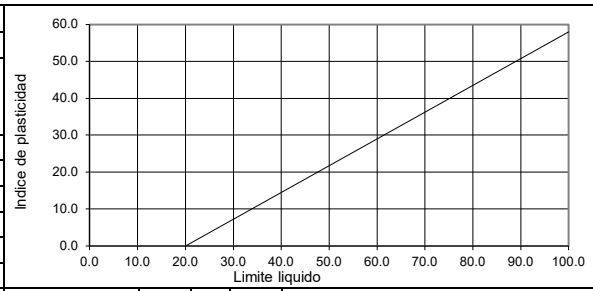
Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Ret. Acu.	% Que pasa	Norma
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
4	0.0	0.0	0.0	100.0	
10	3.3	4.2	4.2	95.8	
16	0.9	1.1	5.3	94.7	
40	1.0	1.3	6.6	93.4	
100	5.6	7.1	13.7	86.3	
200	13.0	16.5	30.3	69.7	
-200	54.8	69.7	100.0	0.0	

Curva Granulométrica



Clasificación

Humedad Natural %	10.3
Límite Líquido %	NP
Límite Plástico %	
Índice de Plasticidad %	
Gruesos %	5.3
Finos %	24.9
Pasa Tamiz # 200 %	69.7
U.S.C	**ML**
Índice de Grupo	0
AASHTO	A - 4



OBSERVACIONES:	**Profundidad toma de muestra: 0,50 Mts**	**Estrato: de**	**0.00**	**-**	**1.50**	**Mts**

Elaboro	Luis Antonio Avilez LABORATORISTA: Nombre / Firma	**Revisó**	Luis Angel Aviles Murcia INGENIERO: Nombre / Firma

Calle 6Sur # 18 - 17 Barrio Villamonica. Tel: 4354465. Cel: 312-5233649
Florencia - Caquetá

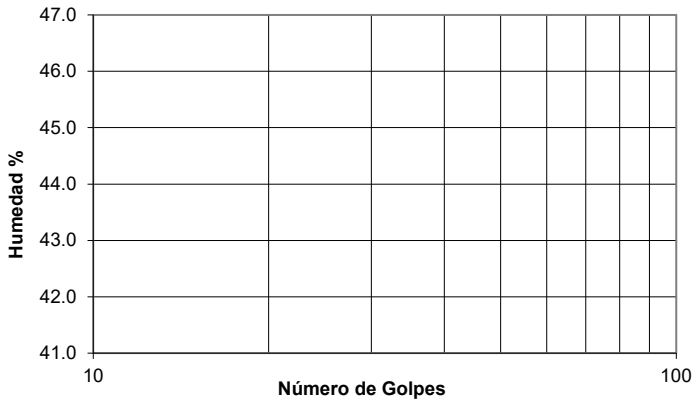
GI	**GEOCON INGENIERIA** **LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS** **CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES**	**GI - CLA - SU - 007**

INVIAS: E 122 - 123 - 125 - 126

LIMITES DE CONSISTENCIA, GRADACIÓN Y HUMEDAD NATURAL

EMPRESA:	**MARFIG INGENIERÍA S.A.S**
PROYECTO:	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE
MATERIAL:	Suelos limo arenosos e inorgánicos no plásticos, color café oscuro
UBICACIÓN:	**04°59.330'N – 74° 03.607'W. MARGEN DERECHA**

APIQUE 2 (Margen Izquierda)



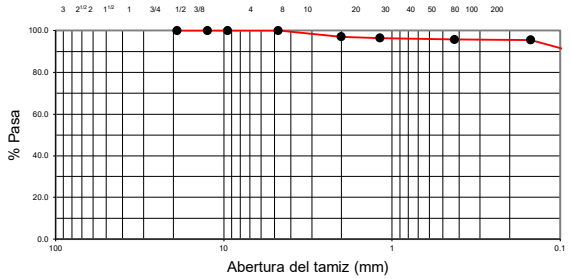
MUESTRA	**1**	**0,50 MTS**
Límite Líquido		
No. De Golpes		
No. Recipiente		
P1		
P2		
P3		
W%		
Límite Plástico		
No. Recipiente		**Humedad Nat.**
P1		323.5
P2		309.3
P3		34.0
W%		5.2
Densidad del Suelo		
Peso del molde [grs]		
Volumen del molde [c.c.]		
Peso muestra humeda + molde [grs]		
Peso de la muestra [grs]		
Densidad [kg/m3]		

Granulometría por Tamizado

P1= 70.9 P2= 7.9

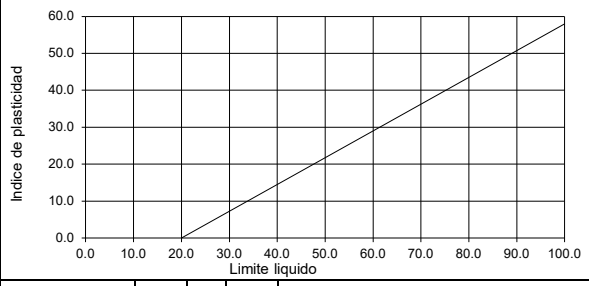
Tamiz	Peso Ret.	% Retenido	% Ret. Acu.	% Que pasa	Norma
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
4	0.0	0.0	0.0	100.0	
10	2.1	3.0	3.0	97.0	
16	0.4	0.6	3.5	96.5	
40	0.5	0.7	4.2	95.8	
100	0.2	0.3	4.5	95.5	
200	4.7	6.6	11.1	88.9	
-200	63.0	88.9	100.0	0.0	

Curva Granulométrica



Clasificación

Humedad Natural %	5.2
Límite Líquido %	NP
Límite Plástico %	
Índice de Plasticidad %	
Gruesos %	3.0
Finos %	1.6
Pasa Tamiz # 200 %	88.9
U.S.C	**ML**
Índice de Grupo	0
AASHTO	A - 4



OBSERVACIONES:	**Profundidad toma de muestra: 0,50 Mts**	**Estrato: de**	**0.30**	**-**	**1.50**	**Mts**

Elaboro	Luis Antonio Avilez LABORATORISTA: Nombre / Firma	**Revisó**	Luis Angel Aviles Murcia INGENIERO: Nombre / Firma

Calle 6Sur # 18 - 17 Barrio Villamonica. Tel: 4354465. Cel: 312-5233649
Florencia - Caquetá

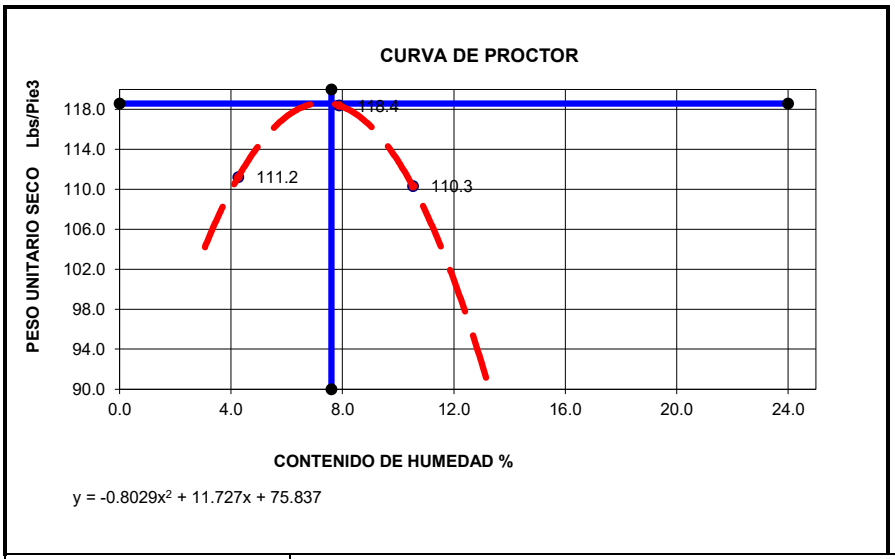
GI	**GEOCON INGENIERIA** **LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS** **CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES**	GI - DEN - 007

ENSAYO DE COMPACTACION EN EL LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO

INVIAS E - 142 - METODO C

EMPRESA:	**MARFIG INGENIERÍA S.A.S**		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021		
MATERIAL:	Suelos limo arenosos e inorgánicos no plásticos	**FUENTE**	APIQUE 1

PRUEBA No.	1	2	3
No. de Golpes	56	56	56
Humedad Natural de la Muestra %	31.0	31.0	31.0
Muestra Humeda + Molde (Gms)	6745	7145	6948
Peso del Molde (Gms)	2800	2800	2800
Peso de la Muestra (Gms)	3945	4345	4148
Peso Unitario Humedo (Lbs/pie3)	116.0	127.7	121.9
Volumen del Molde (Cm3)	2124	2124	2124
Volumen del Molde (pie3)	0.075	0.075	0.075
Peso Muestra Humeda + recipiente (Gms)	367.1	417.3	405.2
Peso Muestra Seca + Recipiente (Gms)	355.1	392.2	373.6
Agua Adicional (cm3)	12	25.1	31.6
Peso del Recipiente (Gms)	73.4	73.4	73.4
Peso de la Muestra Seca (Gms)	281.7	318.8	300.2
Contenido de Humedad %	**4.3**	**7.9**	**10.5**
Peso Unitario Seco (Lbs/pie3)	111.2	118.4	110.3
Peso Unitario seco (Ton/m3)	1.78	1.90	1.77



CLASIFICACION	
Limite Liquido	**N.P.**
Limite Plastico	
Indice Plasticidad	
Pasa tamiz #200	**69.7**
Clasificacion U . S . C	**ML**
Densidad Maxima Lbs/Pie3	**118.6**
Densidad Maxima Ton/M3	**1.90**
Humedad optima %	**7.6**

OBSERVACIONES:

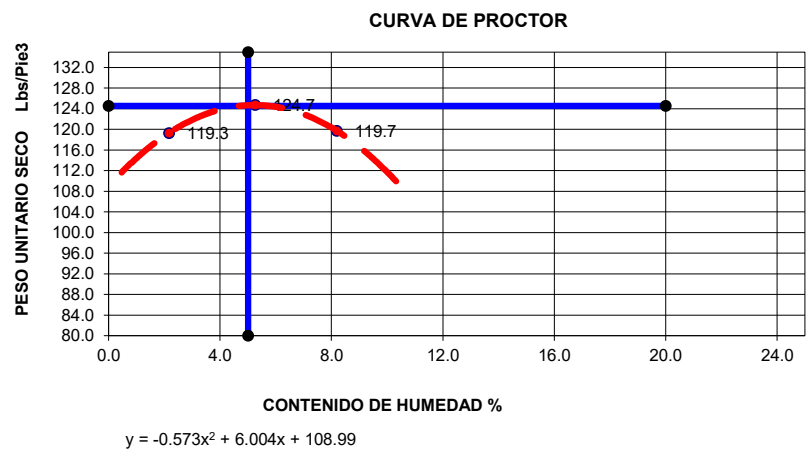
GI	GEOCON INGENIERIA LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES	GI - DEN - 007

ENSAYO DE COMPACTACION EN EL LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO

INVIAS E - 142 - METODO C

EMPRESA:	**MARFIG INGENIERÍA S.A.S**		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021		
MATERIAL:	Suelos limo arenosos e inorgánicos no plásticos	**FUENTE**	APIQUE 2

PRUEBA No.	1	2	3
No. de Golpes	56	56	56
Humedad Natural de la Muestra %	34.1	34.1	34.1
Muestra Humeda + Molde (Gms)	6915	7235	7176
Peso del Molde (Gms)	2769	2769	2769
Peso de la Muestra (Gms)	4146	4466	4407
Peso Unitario Humedo (Lbs/pie3)	121.9	131.3	129.5
Volumen del Molde (Cm3)	2124	2124	2124
Volumen del Molde (pie3)	0.075	0.075	0.075
Peso Muestra Humeda + recipiente (Gms)	392.1	420.5	439.6
Peso Muestra Seca + Recipiente (Gms)	385.5	403.5	412.4
Agua Adicional (cm3)	6.6	17	27.2
Peso del Recipiente (Gms)	80.2	80.2	80.2
Peso de la Muestra Seca (Gms)	305.3	323.3	332.2
Contenido de Humedad %	**2.2**	**5.3**	**8.2**
Peso Unitario Seco (Lbs/pie3)	119.3	124.7	119.7
Peso Unitario seco (Ton/m3)	1.91	2.00	1.92



CLASIFICACION	
Limite Liquido	**N.P**
Limite Plastico	
Indice Plasticidad	
Pasa tamiz #200	**88.9**
Clasificacion U . S . C	**ML**
Densidad Maxima Lbs/Pie3	**124.6**
Densidad Maxima Ton/M3	**2.00**
Humedad optima %	**5.0**

OBSERVACIONES:

GI	**GEOCON INGENIERIA** **LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS** **CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES**	**GI - CLA - SU - 007**

ENSAYO C.B.R. IN-SITU

INV. E - 148 - 07

Empresa:	**MARFIG INGENIERÍA S.A.S**				
Obra:	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE				
Material:	Suelos arcillosos e inorgánicos de baja plasticidad				
Ubicación:	APIQUE 1			**CBR #**	**1**
Peso Martillo: 10 Lbs.	**Diametro del molde**	**6"**	**Área del Pistón [m2]:** 0.00196	**Apique #**	**1**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	**H.N. [%]**	**L.L. [%]**	**L.P. [%]**	**I.P. [%]**	**U.S.C.**	**AASHTO**	**I. G.**	**PASA TAMIZ # 200**
	10.2				ML	A - 4	0	69.7

ETAPA 1. MUESTRA	
DESCRPCION	**Compactación C.B.R**
No. De Golpes por capa	IN-SITU
Molde No.	1
Molde + Muestra Humeda (gms)	8366
Peso del Molde (gms)	4683
Volumen del molde (Pie3)	0.075
Volumen del molde (cm3)	2123
Peso Muestra Humeda (gms)	3683
Peso muestra seca (gms)	3298
Densidad humeda (Kg/M3)	1.735
% Humedad	11.7
Densidad Seca (Kg/M3)	1.553

ETAPA 1. INMERSIÓN		
DESCRPCION	**LECTURA DIAL [0.001"]**	**Expansión [%]**
Lectura Inicial		
Lectura Dia 1		
Lectura Dia 2		
Lectura Dia 3		
Lectura Dia 4		

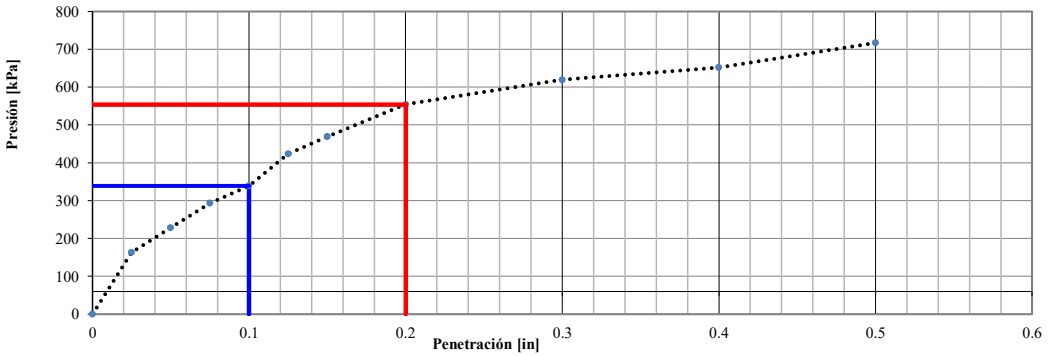
Humedad Final Inmersión	**Valor**
Recipiente No.	90
Peso vidrio + muestra humeda (gms)	269.4
Peso vidrio + muestr seca (gms)	248.1
Peso de Recipiente (gms)	65.6
Humedad %	11.7

ETAPA 3. PENETRACION		
PENETRACION (Pulg)	**Lectura [kN]**	**Presión [kPa]**
0.025	0.32	163.0
0.050	0.45	228.2
0.075	0.58	293.4
0.100	0.67	339.0
0.125	0.83	423.7
0.150	0.92	469.4
0.200	1.09	554.1
0.300	1.22	619.3
0.400	1.28	651.9
0.500	1.41	717.1

DATOS DE REFERENCIA ESTANDAR				
Penetración		**Presión**		**Aplica**
2.54 mm	0.1"	**6.90 Mpa**	**1000 lb/in2**	
5.08 mm	0.2"	**10.35 Mpa**	**1500 lb/in2**	

C.B.R. CORREGIDO 0.1"	**4.9**
C.B.R. CORREGIDO 0.2"	**5.4**
HUMEDAD DE PENETRACION %	**11.7**
Cumple? (Si) (No)	

GRAFICA DE PENETRACIÓN CBR



GI	**GEOCON INGENIERIA** **LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS** **CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES**	**GI - CLA - SU - 007**

ENSAYO C.B.R. IN-SITU

INV. E - 148 - 07

Empresa:	**MARFIG INGENIERÍA S.A.S**				
Obra:	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE				
Material:	Suelos arcillosos e inorgánicos de baja plasticidad				
Procedencia:	APIQUE 2			**CBR #**	**2**
Peso Martillo: 10 Lbs.	**Diametro del molde**	**6"**	**Área del Pistón [m2]:** 0.00196	**Apique #**	**2**

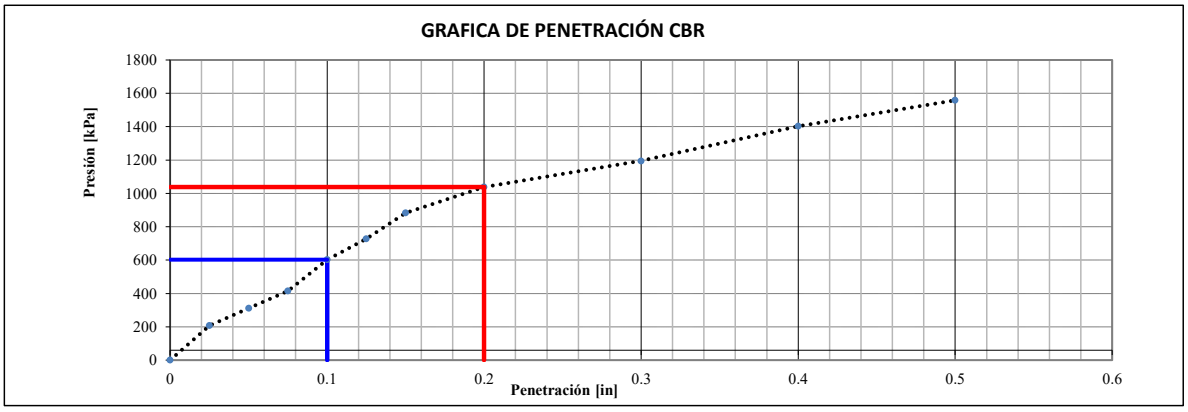
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	**H.N. [%]**	**L.L. [%]**	**L.P. [%]**	**I.P. [%]**	**U.S.C.**	**AASHTO**	**I. G.**	**PASA TAMIZ # 200**
	5.2	-	-	-	ML	A - 4	0	88.9

ETAPA 1. MUESTRA	
DESCRPCION	**Compactación C.B.R**
No. De Golpes por capa	IN-SITU
Molde No.	4
Molde + Muestra Humeda (gms)	8536
Peso del Molde (gms)	4658
Volumen del molde (Pie3)	0.075
Volumen del molde (cm3)	2123
Peso Muestra Humeda (gms)	3878
Peso muestra seca (gms)	3616
Densidad humeda (Kg/M3)	**1.827**
% Humedad	7.2
Densidad Seca (Lbs/pie3)	1.703

ETAPA 1. INMERSIÓN		
DESCRPCION	**LECTURA DIAL [0.001"]**	**Expansión [%]**
Lectura Inicial		
Lectura Dia 1		
Lectura Dia 2		
Lectura Dia 3		
Lectura Dia 4		
Humedad Final Inmersión		**Valor**
Recipiente No.		83
Peso vidrio + muestra humeda (gms)		277.9
Peso vidrio + muestr seca (gms)		263.5
Peso de Recipiente (gms)		64.8
Humedad %		7.2

ETAPA 3. PENETRACIÓN		
PENETRACION (Pulg)	**Lectura [kN]**	**Presión [kPa]**
0.025	0.41	207.8
0.050	0.61	311.7
0.075	0.82	415.6
0.100	1.18	602.6
0.125	1.43	727.3
0.150	1.73	883.1
0.200	2.04	1039.0
0.300	2.35	1194.8
0.400	2.75	1402.6
0.500	3.06	1558.4

DATOS DE REFERENCIA ESTANDAR				
Penetración		**Presión**		**Aplica**
2.54 mm	0.1"	**6.90 Mpa**	**1000 lb/in2**	
5.08 mm	0.2"	**10.35 Mpa**	**1500 lb/in2**	
C.B.R. CORREGIDO 0.1"				**8.7**
C.B.R. CORREGIDO 0.2"				**10.0**
HUMEDAD DE PENETRACION %				**7.2**
Cumple? (Si) (No)				



ANEXO A4. AFOROS DE TRÁNSITO

Cra. 18D No. 49-146 Torre 16 Apto 401 – Conjunto Residencial Entresierras
marfig2010@gmail.com – marfig@outlook.com
Teléfonos: (035) 5871573 - 3205469401
Valledupar, Cesar - Colombia

MARFIG INGENIERIA S.A.S	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIERA DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021	
	AFOROS VEHICULARES	REVISION 0

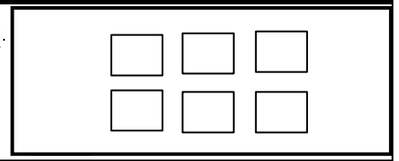
Fecha (D.M.A): 17 de Junio Estación de Aforo: Sector Quebrada Honda-Río Frío

Condición Climática: Soleado Movimientos Aforados : Ambos sentidos

Aforador: Hansel Serrano Hoja _____ de _____

Coordinador: _____ Hora de Inicio : 6:30 Hora Final : 7:00

Esquema



PER	MOV	TAXIS	AUTOS	BUS INTERM	BUSETA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Motos
6:00 - 8:00			1			5					
8:00 - 10:00			5			1					
10:00 - 12:00			6								
12:00 - 14:00			1								
14:00 - 16:00			4			2					
16:00 - 19:00			5			4					

OBSERVACIONES

MARFIG INGENIERIA S.A.S	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIERA DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021	
	AFOROS VEHICULARES	REVISION 0

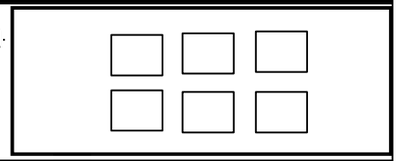
Fecha (D.M.A): 18 de Junio Estación de Aforo: Sector Quebrada Honda - Río Frío

Condición Climática: Soleado Movimientos Aforados : Ambos sentidos

Aforador: Hansel Serrano Hoja _____ de _____

Coordinador: _____ Hora de Inicio : 6:30 Hora Final : 7:00

Esquema



PER	MOV	TAXIS	AUTOS	BUS INTERM	BUSETA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Motos	OBSERVACIONES
6:00 - 8:00			2			4						
8:00 - 10:00			6			2						
10:00 - 12:00			4									
12:00 - 14:00			1									
14:00 - 16:00			4			2						
16:00 - 19:00			6			3						

MARFIG INGENIERIA S.A.S	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIERA DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021	
	AFOROS VEHICULARES	REVISION 0

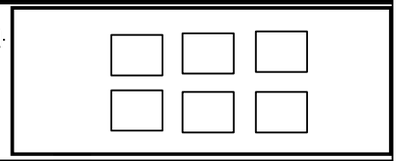
Fecha (D.M.A): 20 de Junio Estación de Aforo: Sector Quebrada Honda - Río Frío

Condición Climática: Soleado Movimientos Aforados : Ambos sentidos

Aforador: Hansel Serrano Hoja _____ de _____

Coordinador: _____ Hora de Inicio : 6:30 Hora Final : 7:00

Esquema



PER	MOV	TAXIS	AUTOS	BUS INTERM	BUSETA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Motos	OBSERVACIONES
6:00 - 8:00			2			3						
8:00 - 10:00			4			2						
10:00 - 12:00			4									
12:00 - 14:00			1									
14:00 - 16:00			4			1						
16:00 - 19:00			7			3						

MARFIG INGENIERIA S.A.S	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIERA DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021	
	AFOROS VEHICULARES	REVISION 0

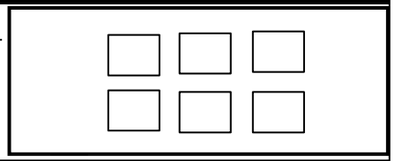
Fecha (D.M.A): 21 de Junio Estación de Aforo: Sector Quebrada Honda - Río Frío

Condición Climática: Soleado Movimientos Aforados : Ambos sentidos

Aforador: Hansel Serrano Hoja _____ de _____

Coordinador: _____ Hora de Inicio : 6:30 Hora Final : 7:00

Esquema



PER	MOV	TAXIS	AUTOS	BUS INTERM	BUSETA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Motos	OBSERVACIONES
6:00 - 8:00			4			4						
8:00 - 10:00			5			1						
10:00 - 12:00			3									
12:00 - 14:00			2									
14:00 - 16:00			6			4						
16:00 - 19:00			6			2						

MARFIG INGENIERIA S.A.S	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE CORREDORES RURALES EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIERA DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA RURAL EN LA VÍA, QUEBRADA HONDA – RÍO FRÍO SECTOR EL CHAGRE EN LA VEREDA SAN JORGE, DENTRO DEL MARCO DEL CONVENIO INVIAS 1517 DE 2021	
	AFOROS VEHICULARES	REVISION 0

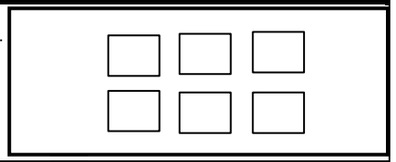
Fecha (D.M.A): 22 de Junio Estación de Aforo: Sector Quebrada Honda - Río Frío

Condición Climática: Soleado Movimientos Aforados : Ambos sentidos

Aforador: Hansel Serrano Hoja _____ de _____

Coordinador: _____ Hora de Inicio : 6:30 Hora Final : 7:00

Esquema

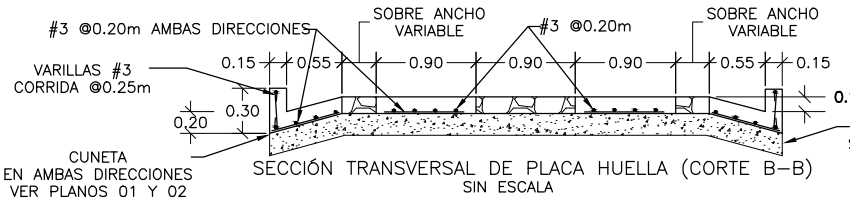


PER	MOV	TAXIS	AUTOS	BUS INTERM	BUSETA	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	≥C6	Motos
6:00 - 8:00			4			5					
8:00 - 10:00			5			1					
10:00 - 12:00			3								
12:00 - 14:00			2			2					
14:00 - 16:00			4			3					
16:00 - 19:00			3			2					

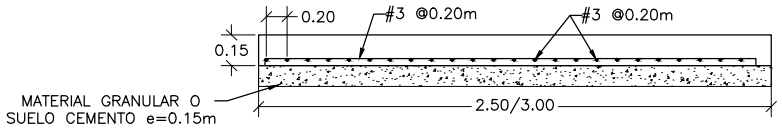
OBSERVACIONES

ANEXO A5. PLANOS

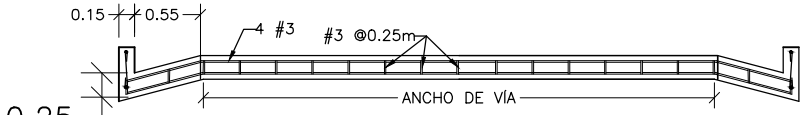
Cra. 18D No. 49-146 Torre 16 Apto 401 – Conjunto Residencial Entresierras
marfig2010@gmail.com – marfig@outlook.com
Teléfonos: (035) 5871573 - 3205469401
Valledupar, Cesar - Colombia



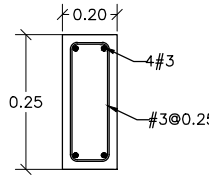
SECCIÓN TRANSVERSAL DE PLACA HUELLA (CORTE B–B)
SIN ESCALA



SECCIÓN LONGITUDINAL DE PLACA HUELLA (CORTE A)
SIN ESCALA

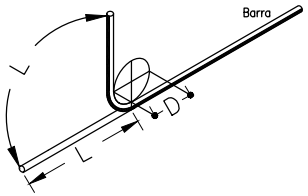


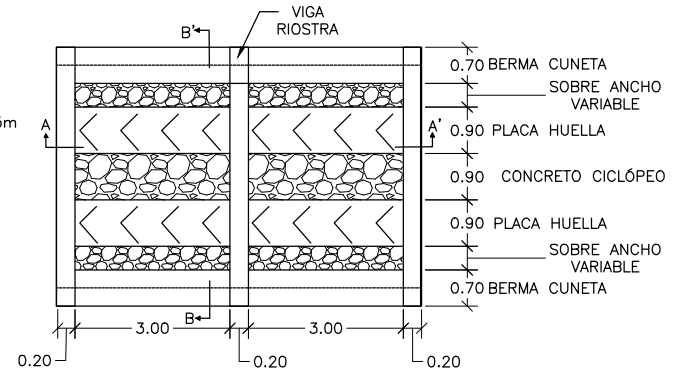
SECCIÓN LONGITUDINAL VIGA RIOSTRA
SIN ESCALA



SECCIÓN TRANSVERSAL
VIGA RIOSTRA
SIN ESCALA

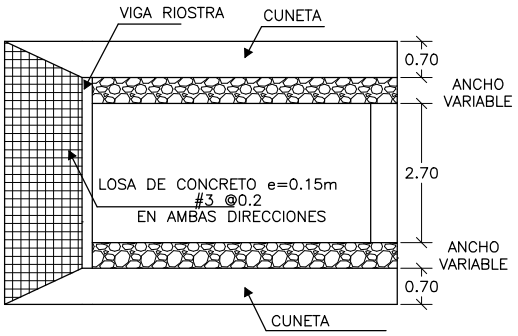
GANCHO A 135°





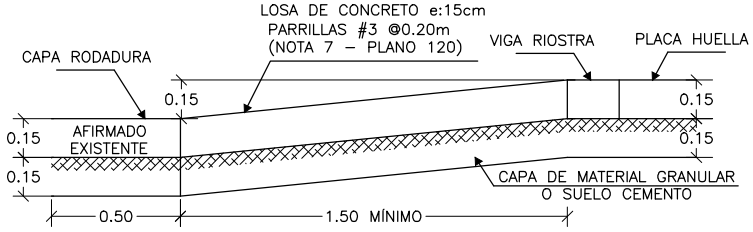
PLANTA PLACA HUELLA
ESCALA: 1:100

CANTIDADES DE OBRA POR CADA 100 m DE VÍA (ANCHO DE BANCA 4.3 m)	
CONCRETO F'c=21 Mpa (m3)	57.0
CONCRETO CICLÓPEO (m3)	13.0
ACERO DE REFUERZO (kg)	2625
MATERIAL GRANULAR COMPACTADO O SUELO CEMENTO (m3)	65



LOSA DE TRANSICIÓN EN PLANTA
SIN ESCALA

DETALLES GENERALES – REFUERZO LONGITUDINAL				
BARRA NO.	LONGITUD TRASLAPO (m)	L (m)	D (m)	PESO (kg/m)
3	0.54	0.16	0.06	0.56



LOSA DE TRANSICIÓN EN CORTE LONGITUDINAL
SIN ESCALA

NOTAS

1. EL CONCRETO PARA LA BERMA CUNETA, VIGAS RIOSTRA Y EN LOS RIELES O PLACAS HUELLAS TENDRÁ UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE 21 MPA, Y DEBERÁ CUMPLIR LAS EXIGENCIAS DEL ARTÍCULO INV–630–13 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DEL INVIAS.
2. EL CONCRETO CICLÓPEO TENDRÁ UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE 14 MPA Y DEBERÁ CUMPLIR LAS EXIGENCIAS DEL ARTÍCULO INV–630–13 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DEL INVIAS.
3. EL ACERO DE REFUERZO DE LAS ESTRUCTURAS Y LA PLACAS DEBERÁ TENER UN FY=420 MPA Y ATENDERÁ TODOS LOS REQUERIMIENTOS DEL ARTICULO INV–640–13 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DEL INVIAS.
4. EL SUELO CEMENTO DEBERÁ TENER UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA SUPERIOR A 3 MPA A LOS 7 DÍA DE CURADO Y DEBERÁ CUMPLIR LAS CUMPLIR LAS EXIGENCIAS DE LOS ARTÍCULOS INV–350–13 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DEL INVIAS.
5. LOS MATERIALES DE BASE GRANULAR, SUBBASE GRANULAR O AFIRMADO DEBERÁN CUMPLIR LAS EXIGENCIAS DE LOS ARTÍCULOS INV–330–13, INV–320–13 E INV–311–13 DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DEL INVIAS.
6. PARA EL SELLO DE LAS JUNTAS ENTRE PLACAS HUELLAS SE EMPLEARÁ MATERIAL ASFÁLTICO O PREMOLDEADO, CUYAS CARACTERÍSTICAS SE ESTABLECEN EN LAS ESPECIFICACIONES AASHTO M–89, M–33, M–153 Y M–30.
7. TANTO AL INICIO COMO AL FINAL DE LOS TRAMOS DEL PROYECTO PARA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA SE DEBE GENERAR UN ÁREA DE TRANSICIÓN DEL SUELO A LA ESTRUCTURA RÍGIDA. PARA ESTOS CASOS EL CONSTRUCTOR DEBERÁ CONSIDERAR UN TRATAMIENTO ESPECIAL QUE PUEDE CONSISTIR EN LA ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN ADICIONAL, CUANDO SE TRATA DE MATERIALES GRANULARES COMO AFIRMADOS O SUBBASES, O DE LA CONFORMACIÓN DE UN REEMPLAZO DE MATERIAL GRANULAR COMPACTADO CON UN ESPESOR MÍNIMO DE 0.15 M EN LAS ZONAS EN CONTACTO POR FUERA DE LA PLACA HUELLA. ESTE TRATAMIENTO SE DEBE REALIZAR EN UNA LONGITUD DE AL MENOS 2 M.
8. PARA GARANTIZAR EL CUMPLIMIENTO DE LA VIDA ÚTIL DE LAS ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO, ES NECESARIO EJECUTAR LABORES PERIÓDICAS DE MANTENIMIENTO, ENMARCADAS EN LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES.

8.1. LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DE RODADURA: REMOCIÓN DE ESCOMBROS, MATERIAL VEGETAL, SUSTANCIAS LÍQUIDAS Y DERRUMBES.
8.2. REALIZACIÓN DE BACHEOS, PARCHEOS Y SELLADO DE FISURAS SUPERFICIALES.
8.3. MANTENIMIENTO DE ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL.
8.4. LIMPIEZA DE CUNETAS Y ALCANTARILLA.

OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES PROGRAMA COLOMBIA RURAL

MARFIG INGENIERÍA S.A.S

CONTIENE: REFUERZO DE PLACA HUELLA PARA TRANSITO LIVIANO
ESCALAS: INDICADAS
FECHA: FEBRERO DE 2020
ARCHIVO: PLANOS 7-V01
PLANO No. 1 DE 1