ESTUDIO HIDRÁULICO

CONSULTORÍA: "CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRITICOS DISPERSOS EN LA ZON RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA - PROYECTO BPIM 2024731680003".

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRITICOS DISPERSOS EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA."

ING. Mauricio Fernando Silva Rubio, M.P 25202-30196 CND.

Contenido

INTRODUCCION 4
INFORMACIÓN GENERAL 5
Generalidades del municipio 5
Vías de acceso al municipio. 6
Geología 6
limites 7
LOCALIZACIÓN ESPECIFICA DEL PROYECTO. 9
ESTADO ACTUAL DE LAS VÍAS A INTERVENIR 10
ANÁLISIS HIDROLÓGICO 16
Precipitaciones Anuales 16
Variabilidad Temporal 18
Precipitación mensual 19
CAPITULO 2. ESTUDIO HIDRÁULICO 20
Consideraciones a tener en cuenta. 20
Drenaje transversal. 20
Caudal De Diseño para chequeo de Alcantarillas. 22
Coeficiente de escorrentía. 23
Intensidad de la lluvia. 24
Tiempo de concentración 26
Cálculo de caudal para el manejo de las aguas lluvias en el Proyecto 27
Calculo de caudal de verificación 28
VERIFICACIÓN DE ALCANTARILLA 30
Consideraciones a tener en cuenta. 31

Drenajes Longitudinales. 33
Cunetas 33
Drenaje transversal. 36
Las principales partes de la alcantarilla son: 37
Daños típicos y forma de medición. 38
Caudal De Diseño 39
Coeficiente de escorrentía. 40
DISEÑO Y LOCALIZACIÓN DEL DRENAJE TRASVERSAL (ALCANTARILLAS) 40
Componente hidráulico 43
Componente estructural 43
CARACTERÍSTICAS Y RECOMENDACIONES SEGÚN CARTILLA COLOMBIA RURAL 47
Características De Las Zanjas Y Ductos De Drenaje 47
Perfil de instalación de alcantarilla trasversal 48
CONCLUCIONES 49
..... 49

Tabla de ilustraciones

1Ubicación Geográfica. 6
Ilustración 2. Localización especifica de los tramos a intervenir. 9
11estación IDEAM. chaparral (22060050) 16
12Historial de precipitaciones Chaparral - Tolima 18
13precipitación Mensual Chaparral – Tolima. 19
14. Curva Intensidad Frecuencia duración (IDF) para la estación, Chaparral.. 25
15Constante de velocidad superficial. titulo D. RAS2000 27
Ilustración 16. Funcionamiento hidráulico de alcantarilla D=0.9 m. Cartilla Colombia rural obras menores 43
Ilustración 17.planta y corte alcantarilla trasversal. Manual cartilla de obras menores y de

drenaje Colombia rural. 43
Ilustración 18. planta poceta y corte longitudinal. Manual Cartilla Colombia Rural Obras menores y de Drenaje. 45
Ilustración 19. Planta Cabezal de salida y aletas. Cartilla Obras Menores y de Drenaje Colombia Rural 45
Ilustración 20. Cabezal vista frontal. Manual Cartilla Obras Menores y de Drenaje Colombia Rural. 46
Ilustración 21. tomado de Manual Obras Menores y de Drenaje Colombia Rural. 47
Ilustración 22. Alcantarilla Tipo Fuente: (INVIAS, Guía de diseño de pavimentos con placa huella, 2015). 48

INTRODUCCION

La alcaldía municipal del Chaparral Tolima, adelanta la CONSULTORÍA: "CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCION DE DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRITICOS DISPERSOS EN LA ZON RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA - PROYECTO BPIM 2024731680003", de la cual hace parte el proyecto “PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRITICOS DISPERSOS EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA.", en el cual se intervendrán 13 tramos de vías rurales, que actualmente se encuentra con una calzada en material granular compactado tipo material granular compactado, por lo que se hace necesario identificar el comportamiento hidráulico durante periodos de precipitación para hacer control sobre las aguas lluvias de dichas vías a intervenir.

Las aguas lluvias una vez se dispongan los sumideros y redes de aguas lluvias, para de esta manera garantizar la estructura de pavimento en cuanto funcionabilidad y estabilidad del mismo, será dispuesto a los pozos existentes en cada una de las vías, y donde se encuentran sumideros construidos, se realizará la reconstrucción de los mismos.

Como característica morfológica de la sección de los tramos de vía a intervenir, se identificó que en algunos tramos de vía no se encuentra ningún tipo de anden, o edificación lo que supone un escurrimiento de predios no edificados que afectan la vía en periodos de precipitaciones.

Para lograr lo anterior, se hace necesario conocer las condiciones hidrológicas e hidrometeorológicas del municipio, con el fin de asegurar un correcto funcionamiento de los sistemas de drenaje existentes, en cuanto a su caudal durante periodos de precipitación se refiere, aclarando, que en ninguno de los tramos a intervenir hay quebradas o afluentes hídricos que los atraviese y genere una preocupación en la estabilidad y durabilidad de las obras a realizar.

A continuación, se presenta de manera detallada la situación climatológica del municipio, con el ánimo de ilustrar las condiciones reales en las cuales funcionaran las alcantarillas y sistema de drenaje, durante periodos de precipitaciones, y de esta manera realizar el cálculo y chequeo respectivo del sistema de drenaje.

INFORMACIÓN GENERAL

Generalidades del municipio

Chaparral es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Tolima, cuyo nombre hispánico fuera Medina de las Torres del Chaparral de los Reyes. Se sitúa aproximadamente a 163 kilómetros de Ibagué, la capital del departamento, y aproximadamente a 250 kilómetros del Bogotá. Su nombre es gracias a la gran cantidad de plantas que reciben el nombre de Chaparros en donde está el municipio.

En el Casco Urbano, Chaparral cuenta con 35 barrios, divididos en tres comunas

-Comuna 1: Compuesta por Nueve barrios: Ambeima, Beltrán, La Loma, Las Cabañas, Libertador, El Edén, Los Laureles, Santa Luisa, Villa Café.

Comuna 2: Compuesta por 11 barrios: Rocío parte Alta Algodones, El paraíso, El Rocío, José María Melo, Las Brisas, Pueblo Nuevo, San Fernando, San Juan Bautista, Veinte de julio, Versalles, Divino Niño y Villa del Rocío.

Comuna 3: Compuesta por 12 barrios: Carmenza Rocha, Castañal, El Jardín, La Primavera, Las Américas, Los Fundadores, Obrero, Primero de Mayo, Jaime Salomón Umaña, Santofimio, Tuluní, Villa Esperanza y Santa Helena.

- En el área Rural se encuentra dividido en 5 corregimientos con un total de 152 veredas:

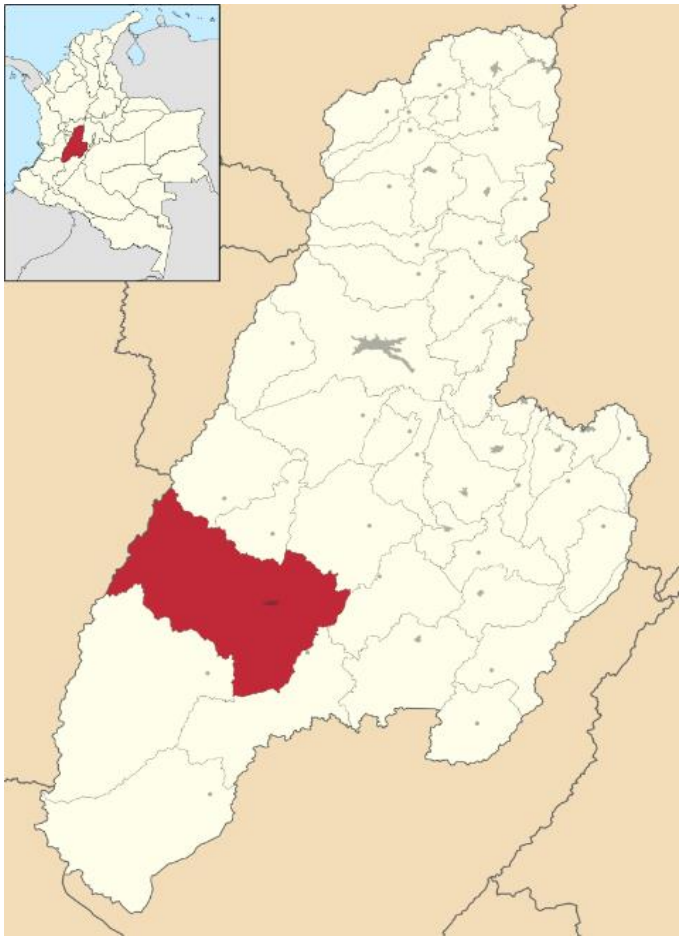
Altitud (metros sobre el nivel del mar): 854 m s. n. m.

Temperatura media: 26 Cº C.

Limita Al Norte: con los Municipio de Roncesvalles, San Antonio y Ortega Al Oriente: limita con los municipios de Coyaima y Ataco Al Sur: con los municipios de Rioblanco y Ataco AlOccidente: con los municipios de Tuluá, Buga, Cerrito y Pradera localizados en el epartamento del Valle del Cauca.

Vías de acceso al municipio.

Chaparral se puede llegar de diferentes formas partiendo desde Bogotá por vías pavimentadas en su totalidad en un recorrido de 220 km (Bogotá – Ortega - Chaparral), o bien por sectores parcialmente pavimentados (de Bogotá - Coyaima - Chaparral).



1Ubicación Geográfica.

Geología

Se describe la estratigrafía de las rocas expuestas en el área que comprende la plancha 282, Chaparral, Tolima. Se hace la descripción estratigráfica de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias cuya edad está comprendida entre el Precambrico y el Cuaternario. Con objeto

de describir las estructuras presentes y para realizar un análisis acerca de la cinemática de algunas de ellas, la región se dividió en tres bloques. Además se incluyó una discusión acerca de su evolución histórica y se mencionaron las principales amenazas que podrían afectar la región. Finalmente se describen algunos yacimientos de importancia económica Muestras sección delgada y análisis microscópico bajo luz polarizada. Listado general. Resultados de análisis espectro gráfico semicuantitativo de muestras de roca y fragmentos de roca. Resultado de análisis cuantitativo muestras de roca. Resultados de análisis espectro gráfico semicuantitativo de muestras de sedimentos finos de corriente. Resultados análisis cuantitativo de muestras de sedimentos finos de corriente. Resultados análisis espectro gráfico semicuantitativo muestras de concentrados de minerales pesados. Resultados de análisis cuantitativo muestras de sedimentos concentrados de minerales pesados. Estudio mineralógico de alteraciones hidrotermales por microscopia electrónica de barrido. Espectros de composición elemental con la tabla de composición química porcentual y corrección ZAF.

limites

Limita con los territorios vecinos de la siguiente manera: Con el municipio de Roncesvalles (Noroccidente). Partiendo de la confluencia de las quebradas La Miranda sobre el río Chile, lugar de concurso de los municipios de San Antonio, Rovira, Roncesvalles por el río Chile, aguas arriba hasta la quebrada la Marranera; de la cuchilla La Macarena hasta encontrar la cuchilla Tolda Nueva divisoria de aguas la Palmera en dirección Norte - Sur hasta encontrar el nacimiento de la quebrada la Chiquita y de ahí hacia abajo hasta encontrar la quebrada Aguas Claras y de allá hacia arriba hasta encontrar el Cerro de Recreo Alto. Por éste en dirección occidental hasta encontrar la quebrada el Cidral y aguas abajo hasta el río Cucuana de allá, aguas arriba hasta llegar a los valle de Normandía y los nacimientos del río Tetúan, hasta encontrar el salto de San Jorge, lugar de concurso de los territorios de los municipio de San Antonio, Roncesvalles y Chaparral.

Con el municipio de Chaparral (Sur) partiendo del alto de San Jorge y por la cuchilla del mismo nombre, hasta el nacimiento de la quebrada el Salado, de ahí aguas abajo hasta el río Tetúan, y aguas abajo hasta la quebrada el Cural. Luego por esta agua arriba hasta su nacimiento que se encuentra en la serranía de Calarma, sigue en dirección norte hasta el nacimiento de

la quebrada Chípalo, lugar de concurso de los territorios del municipio de San Antonio, Chaparral y Ortega. Con el municipio de Ortega (Oriente). De la quebrada Chípalo en dirección al nacimiento de la quebrada la Balsa y de ahí aguas abajo al río Cucuana, hasta encontrar la confluencia de la quebrada Guadualito, lugar de concurso de los municipios de San Antonio, Ortega y Rovira. Con el municipio de Rovira (Nororiente) partiendo de la confluencia del río Guadualito en el río Cucuana, por esta agua arriba en dirección norte, hasta el nacimiento de la quebrada la Miranda, de ahí aguas abajo hasta la confluencia del río Chile lugar de concurso de los municipios de Rovira y Roncesvalles.

Extensión total: 2.124 Km2 correspondiente al 9,5% del territorio departamental
Extensión área urbana: 6,28 Km2 cabecera Municipal
Extensión área rural: 2.117,72 Km2
Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 854 mt
Temperatura media: 24 grados ºC
Distancia de referencia: 153 km

LOCALIZACIÓN ESPECIFICA DEL PROYECTO.

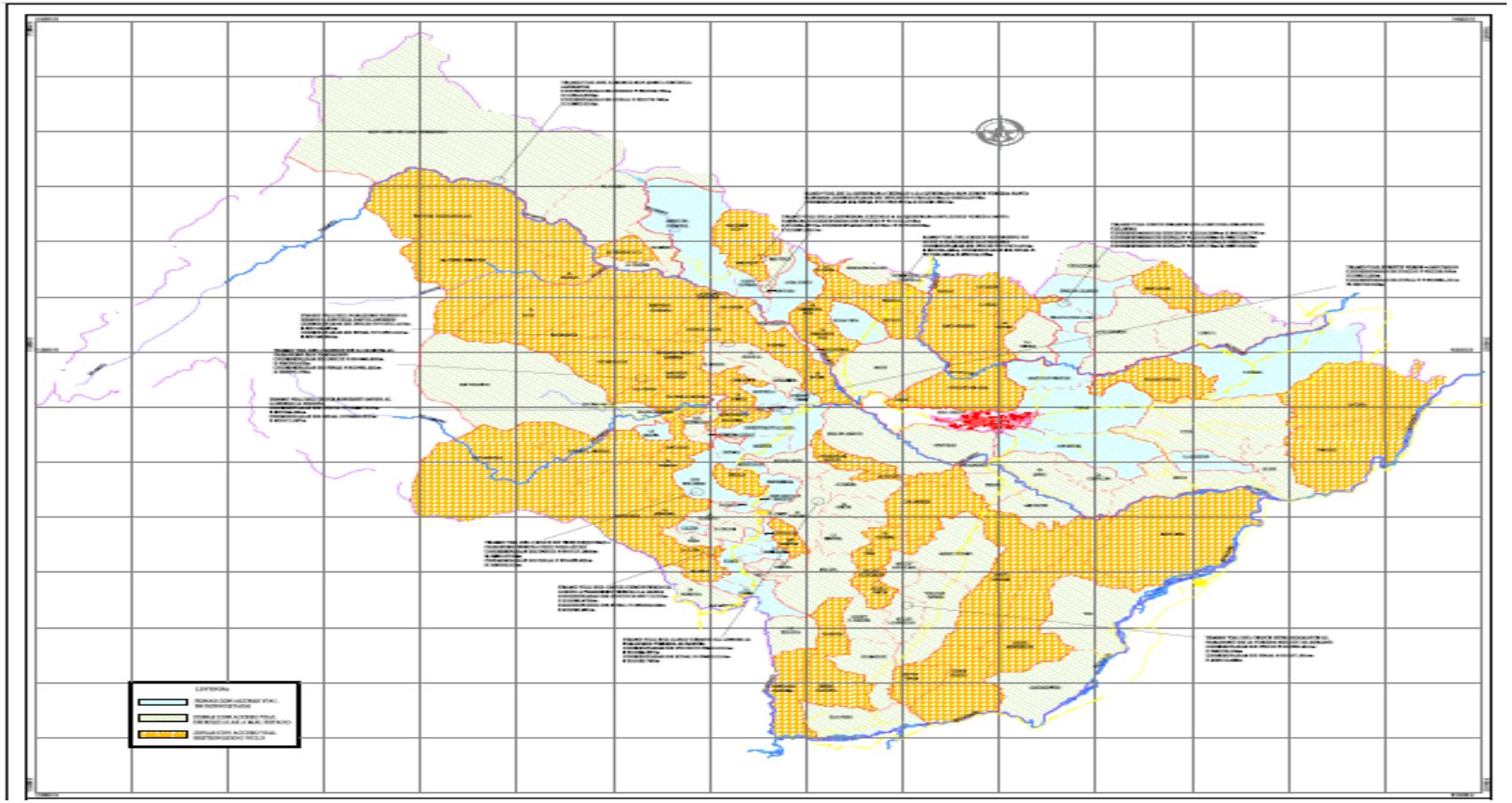
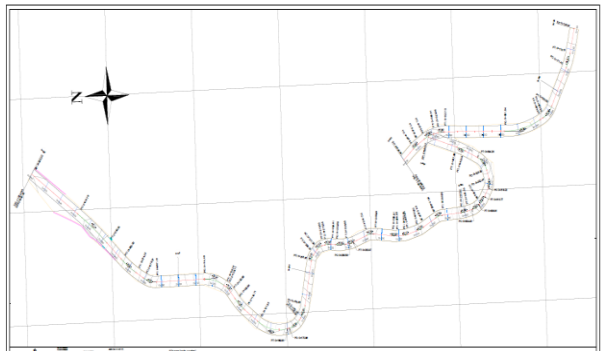
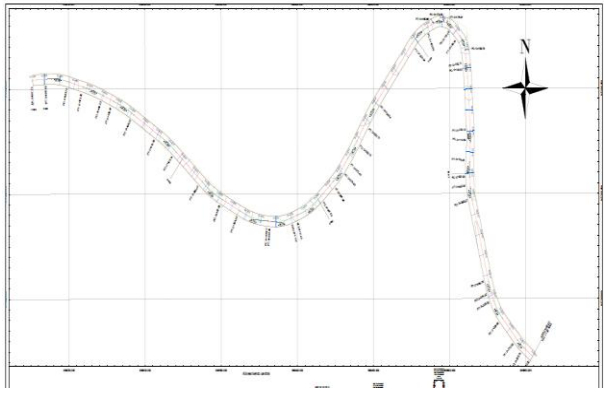
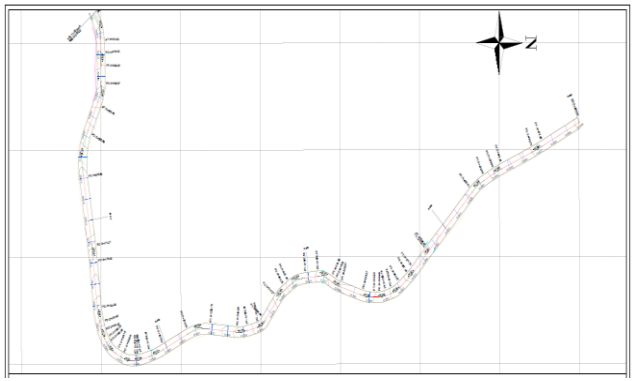
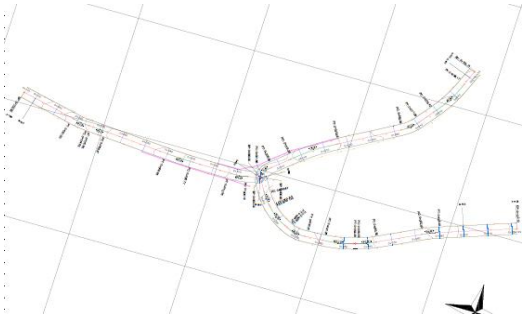
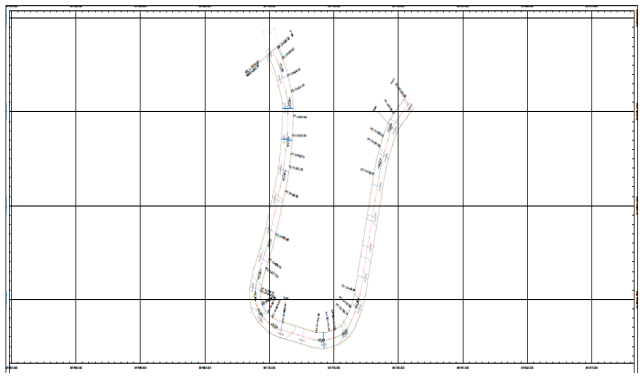
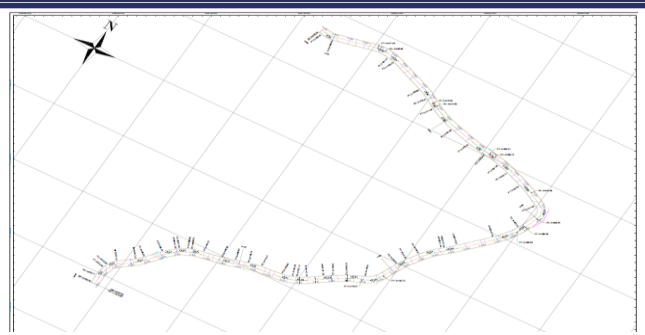
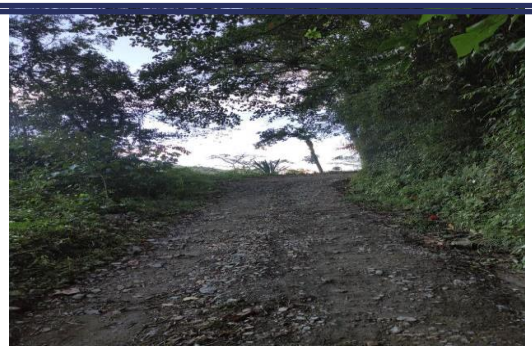


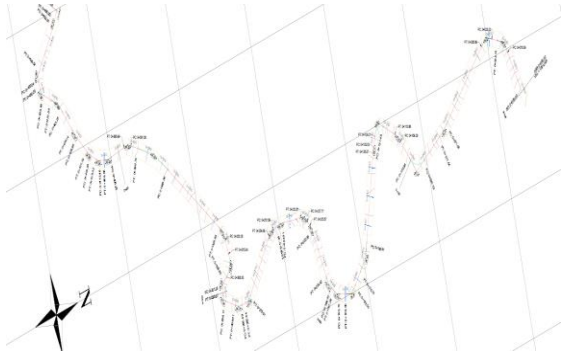
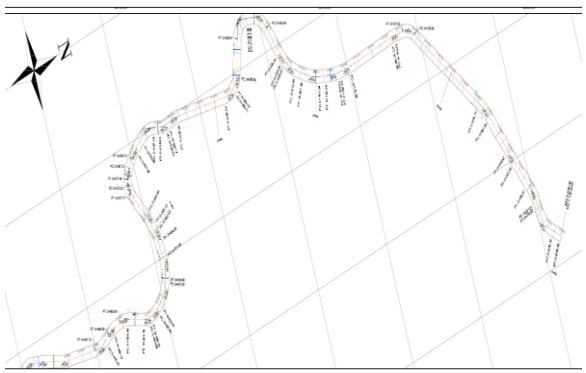
Ilustración 2. Localización especifica de los tramos a intervenir.

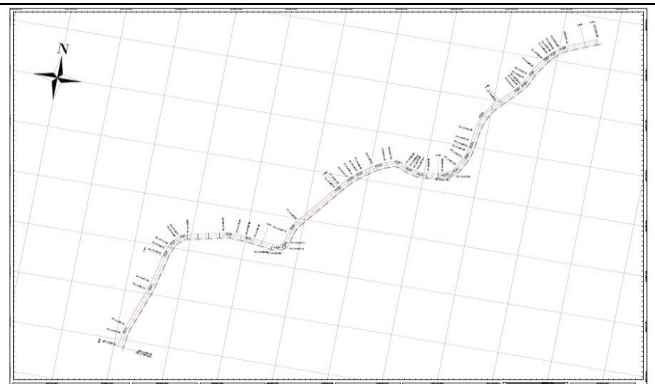
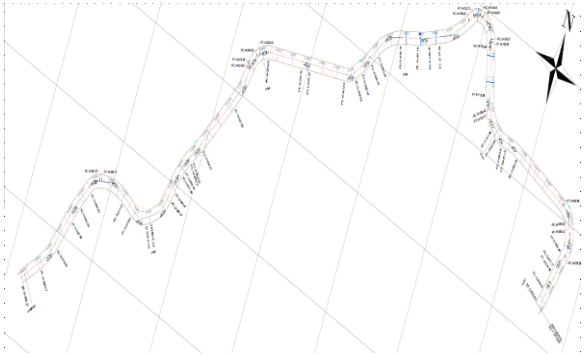
ESTADO ACTUAL DE LAS VÍAS A INTERVENIR

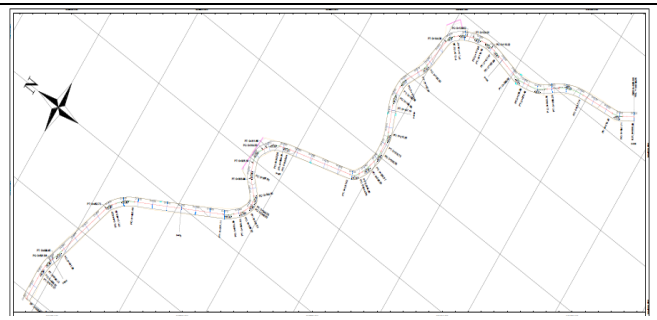
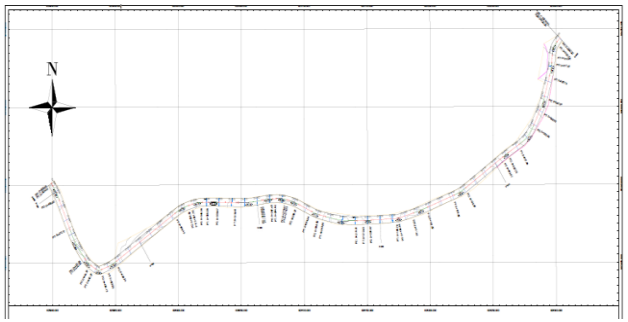
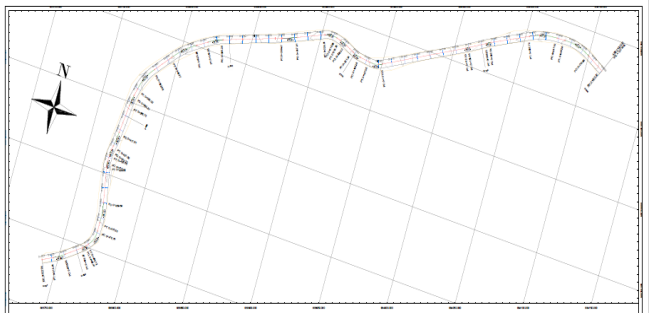
LONGITUD (m)	TRAMOS Y ABSCISA	PLANO	ESTADO ACTUAL
500	**TRAMO 1: CORREGIMIENTO CALARMA.** CRUCE BRAZUELOS CALARMA A ESCUELA BRAZUELOS CALARMA.		
500	**TRAMO 2: CORREGIMIENTO CALARMA.** CRUCE POTRERITRO DE LUGO BAJO - A PARADERO VEREDA LA PALMERA.		

500	**TRAMO 3: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.** QUEBRADA CHIPALO - A QUEBRADA SAN JORGE. VEREDA SANTA BARBARA.		
500	**TRAMO 4: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.** PARADERO VEREDA SANTA BARBARA - GRANJA ALVARO MOLINA.		

500	**TRAMO 5: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.** CASERIO SAN JOSE - ESCUELA ALEMANIA.		
500	**TRAMO 6: CORREGIMIENTOLAS HERMOSAS.** PARADERO PANDO EL LIBANO - ESCUELA DAVIS JANEIRO.		

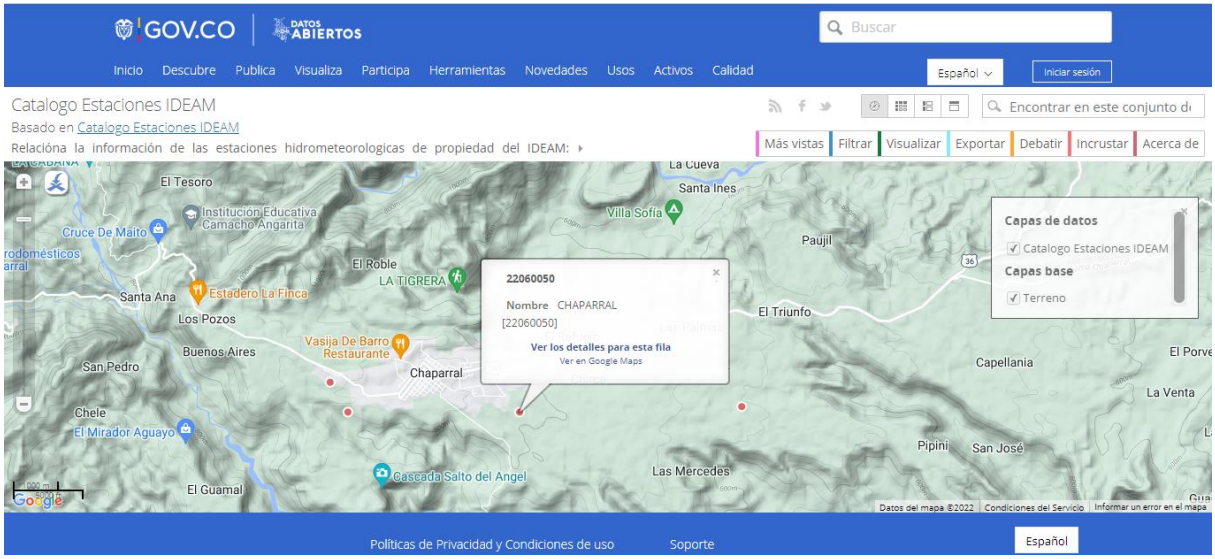
500	**TRAMO 7: CORREGIMIENTO EL LIMON.** CRUCE DE TRES ESQUINAS - PARADERO VEREDA IRCO DOS AGUAS.		
800	**TRAMO 8: CORREGIMIENTO EL LIMON.** CRUCE CEMENTERIO EL LIMON - PARADERO VEREDA LA ALDEA.		

500	**TRAMO 9: CORREGIMIENTO EL LIMON.** CASCO URBANO EL LIMON - PARADERO VEREDA ALTAMIRA.		
500	**TRAMO 10: CORREGIMIENTO AMOYA.** CRUCE LINEA DIAMANTE - PARADERO VEREDA MULICU EL AGRADO.		

500	**TRAMO 11: CORREGIMIENTO LA MARINA.** CRUCE ESPIRITU SANTO - CASERIO LA MARINA.		
500	**TRAMO 12: CORREGIMIENTO LA MARINA.** CASERIO DE LA MARINA - PARADERO SAN FERNANDO.		
500	**TRAMO 13: PUENTE VERDE - SAN PABLO.**		

ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Para realizar el análisis hidrológico del proyecto se han empleado los valores de precipitación media mensual de estación pluviométrica más cercana, que en este caso corresponde a la estación ***chaparral (22060050)*** , ***Guaní (22060110), y demostración granja (22045010).***



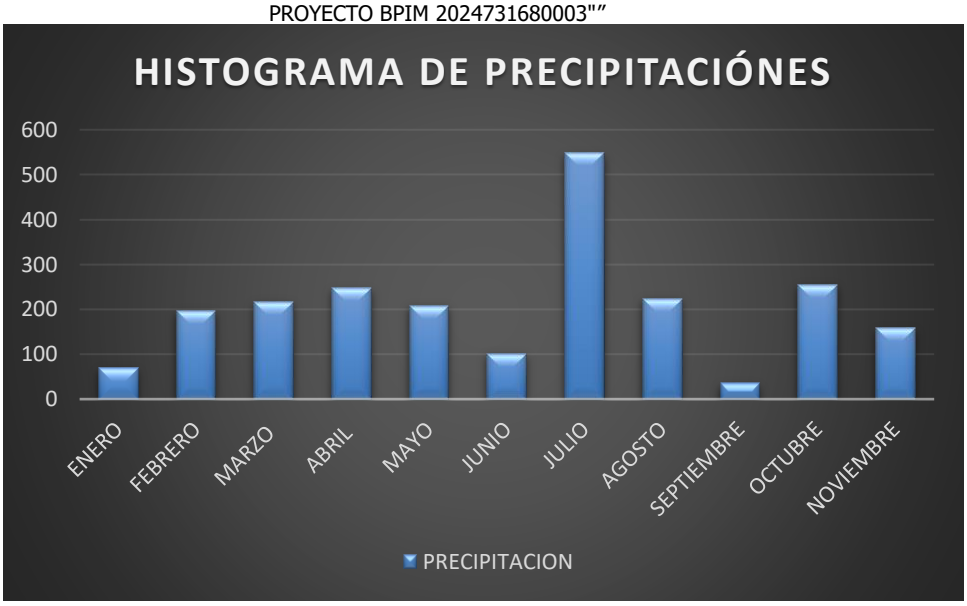
3estación IDEAM. chaparral (22060050)

Precipitaciones Anuales

La precipitación es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la tierra. Ocurre cuando la atmosfera (que es una gran solución gaseosa) se satura con el vapor de agua, al agua se condesa y cae de la solución, es decir, precipita. ***Con base en los registros de estación chaparral (22060050)***

La precipitación media anual es del orden de 497.2 mm, con variaciones entre 334.75 mm y 849.00 mm, para un periodo de registro comprendido entre 2001-2015.

PRESIPITACIÓN ESTACION CHAPARRAL (21190290)	
AÑO	PRECIPITACION mm
2001	69
2002	196,5
2003	216,5
2004	248
2005	209
2006	102
2007	549
2008	224,35
2009	34,75
2010	254,9
2011	159,05
2012	211,35
2013	124,2
2014	307
2015	53
Numero de datos	15
Media	197.2
Desviación típica	126.1
Coeficiente de asimetría	1.42



4Historial de precipitaciones Chaparral - Tolima

De lo anterior podemos deducir, La desviación estándar obtenida representa una medida de la dispersión de los datos respecto al valor medio (promedio), y el coeficiente de variación representa el grado de variabilidad de la desviación respecto a la medida, se observa que este tiene un valor de 22.00% el cual representa que la variabilidad de los datos es baja, pero por estar tan cercano al rango inferior (0-30% bajo, 30-60% medio y 60- 100% alto) se clasificara como grado de variabilidad bajo.

Variabilidad Temporal

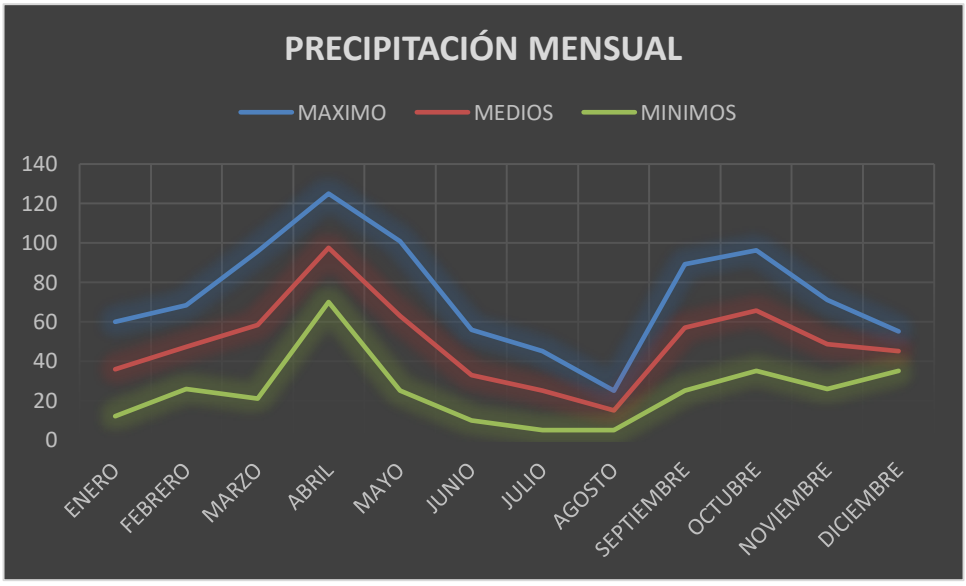
Para el registro de precipitaciones se observa que a escala anual las lluvias no presentan gran variabilidad de un año a otro, obteniéndose un coeficiente de variación (C.V.) igual a 22.00%, por lo tanto, es válido decir que los valores de precipitación son muy similares.

En la siguiente tabla se presenta el comportamiento de las lluvias a escala anual para la estación de análisis, después de completar los datos faltantes por el método racional.

Precipitación mensual

El comportamiento de las lluvias como promedio mensual registrado en las estaciones, varía entre 1 mm y 169 milímetros mm tal y como se muestra en la tabla siguiente:

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
MAXIMO	60	68.4	95.56	125.02	100.89	55.78	45.00	10.56	89.25	96.24	71.02	55.21
MEDIOS	9	12	107	215	266.6	326.85	295.5	402	332.5	264.15	230.4	110
MINIMOS	0	0.35	21	70	0	0	0	0	0	0	0	0



5precipitación Mensual Chaparral – Tolima.

CAPITULO 2. ESTUDIO HIDRÁULICO

Consideraciones a tener en cuenta.

Los drenajes tipo sumidero tienen como principal objetivo reducir al máximo posible la cantidad de agua que llega a la vía y darle salida de tal manera que no afecte su estructura de conformación, además de permitir un correcto funcionamiento de la vía que permita la transitabilidad peatonal y vehicular durante periodos de precipitaciones.

De esta manera se deben tener las siguientes consideraciones:

- El agua no debe circular en cantidades excesivas por la superficie de rodadura formando charcos y baches sobre ninguna de las vías a intervenir.
- Evitar que la estructura de pavimento rígido, es decir la sub base y la base sean alteradas por filtraciones de aguas producto de precipitaciones, lo que generaría un fenómeno de erosión y socavación de los materiales.
- Impedir que la escorrentía o flujos generados por acción de precipitaciones moderadas o fuertes sobrepase la altura de confinamiento de la estructura de pavimento, es decir que no supere la altura de los sardineles afectando los andenes y viviendas aledañas.

Drenaje transversal.

Los sistemas de drenaje transversal son aquellos elementos que soportan el agua cruzando el eje de la carretera. Por lo general, el cruce de realiza de manera perpendicular al eje y transportan el aporte de la cuenca que se encuentra arriba de la vía en dirección aguas abajo.

Una alcantarilla es un conducto relativamente corto a través del cual se cruza el agua bajo la vía de un costado a otro, por lo tanto, conductos con cualquier sección geométrica: circulares y alcantarillas de cajón principalmente.

Las principales partes de la alcantarilla son:

Encole: estructura diseñada para reducir la velocidad u disipar la energía de del flujo de agua en la entrada de las obras de drenaje, y así entregar de manera segura a la tubería de la alcantarilla.

- Estructura de entrada: se refiere a todas las obras construidas con el fin de conducir el caudal hacia la tubería y de estabilizar el terraplén de la vía y/o el terreno natural tales como: aletas, solado, muro cabezal, ETC.
- Poceta o lavadero: estructura que recibe el agua recolectada por las diferentes estructuras de drenaje longitudinal, especialmente cunetas. Se utiliza como encole y en algunas ocasiones puede encontrarse en el descole acompañada de otras estructuras de conducción de agua.

- Muro cabezal: tiene como finalidad contener el material que sirve como estructura de la vía, así como de protección de la tubería.

- Aletas: se utilizan para contener los taludes que conforman el terraplén de la vía y/o el terreno natural.

- Tubería: puede ser de concreto o laminas metálicas, especialmente de acero. Tiene como fin garantizar la conducción del caudal de un lado al otro de la vía, evitando infiltraciones que puedan afectar los materiales que componen la estructura de pavimento. Los extremos de los tubos y el diseño de las juntas deben garantizar un encaje adecuado entre secciones, de manera que formen un conducto continuo, libre de irregularidades en la línea de flujo.

- Estructura de salida: se refiere a todas las obras construidas con el fin de entregar el caudal hacia el descole o sitio de vertimiento de las aguas y de estabilizar las zonas aledañas. Se debe garantizar una estructura adecuada de tal forma que no se presente socavación del terreno donde se encuentre cimentada la alcantarilla. Generalmente está constituida por los mismos elementos de la estructura.

Daños típicos y forma de medición.

Se presenta a continuación los daños que bajo la sugerencia, siendo estos los más comunes para estas estructuras.

- Grietas en aletas, muro cabezal y muros de pocetas o lavaderos: Este tipo de daños afectan tanto la estabilidad como la funcionalidad de la estructura. Durante la inspección deberá registrarse la longitud y el ancho en metros y la profundidad de la grieta en metros o en milímetros.
- Grietas en la tubería principal: este tipo de daños es común en las alcantarillas, en caso de que sean tubos en caso de que sean tubos aislados deberá, registrarse la longitud, el espesor y profundidad de la grieta en metros.
- Grietas en la unión entre el muro cabezal y las aletas: este tipo de daños afectan tanto la estabilidad como la funcionalidad de la estructura.
- Fractura con pérdida parcial o total de la tubería: este tipo de daño afecta la estabilidad y funcionalidad de la estructura y de la vía en general.

Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole: Este daño deberá registrarse indicando el área afectada en metros cuadrados, en caso de daño parcial o total.

- Separación de secciones de tubería: este daño permite la infiltración de agua, se debe registrar indicando el número de tubos que se encuentran separados.
- Hundimientos o aplastamientos de secciones de tubería: este daño generalmente está asociado a asentamientos y hundimientos de la rasante o superficie del terreno.
- Socavación del concreto y el suelo de fundación de las aletas, solado y/o muro cabezal: los efectos de la socavación sobre las estructuras provocan la mayoría de los casos de colapso.

Caudal De Diseño para chequeo de Alcantarillas.

Para el cálculo de los caudales de diseño se emplea el método racional, el cual a pesar de ser posiblemente el método más antiguo de la relación de lluvia- escorrentía hoy en día es utilizado particularmente en el diseño de drenajes. Este método permite establecer los

caudales a partir de la extensión y las características del uso del suelo en el área de drenaje y la intensidad del evento lluvioso de una frecuencia determinada, de acuerdo con la siguiente expresión:

Q =3.6

Dónde:

Q: Caudal en (m3/s)

C: coeficiente de escorrentía, adimensional. I: intensidad de precipitación (mm/hr)

A: área de drenaje (km2)

Coeficiente de escorrentía.

El coeficiente de escorrentía relacionada el volumen total de la precipitación con el volumen real de la escorrentía, refleja la capacidad del suelo de la cuenta para permitir la infiltración y la conducción del agua por la superficie para llegar hasta el punto de control. Este coeficiente tiene un valor 0 y 1, de acuerdo con las diferentes superficies que estén drenando, entre otros factores.

Para determinar el coeficiente de escorrentía corresponda a cada área, sea tiene en cuenta la siguiente tabla.

Fuente: Titulo D, RAS2000TIPO DE SUPERFICIE	C
Cubiertas	0,75 - 0,95
Pavimentos asfalticos y superficies de Concreto	0,70 - 0,95
Vías adoquinadas	0,70 - 0,85
Zonas Comerciales o Industriales	0,60 - 0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques continuos y zonas duras entre estos	0,60 - 0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40 - 0,60

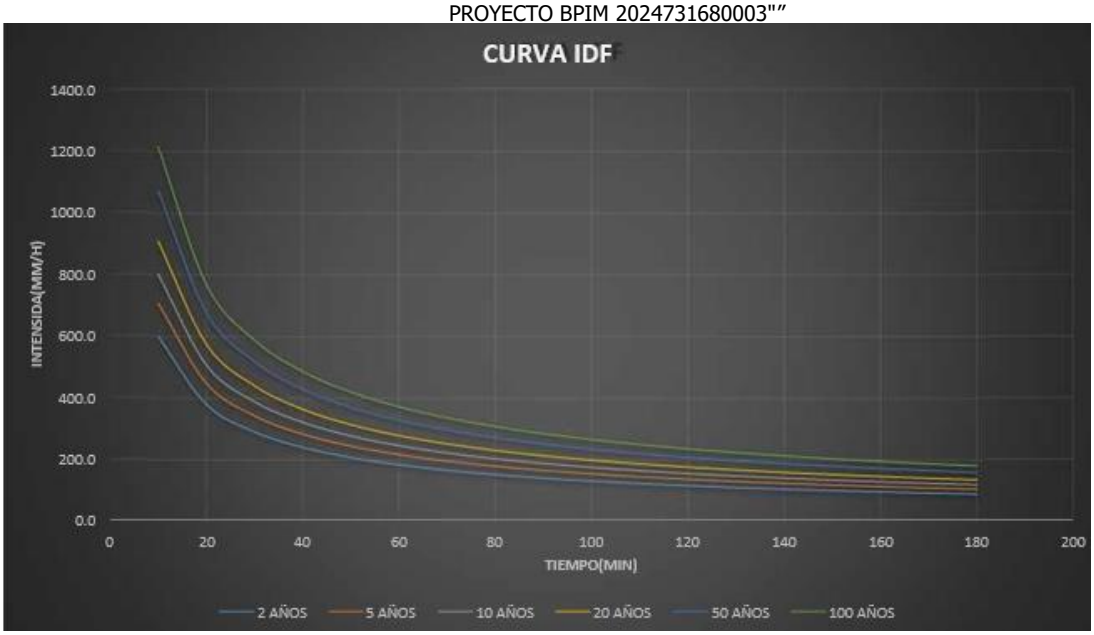
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separado	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques - cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20 - 0,35

Con el fin de tener un factor de seguridad en el caudal de diseño se adopta un coeficiente de escorrentía de magnitud 1.00 tanto para las áreas aferentes correspondientes a calles pavimentadas como para las cubiertas de las viviendas, es decir, se considera que el agua de escorrentía corresponde al total del agua precipitada.

Intensidad de la lluvia.

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia (I-D-F) constituyen la base climatológica para la estimación de los caudales de diseño. Estas curvas sintetizan las características de los eventos extremos máximos de participación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con periodos de retorno especifico.

Las curvas IDF utilizadas en este proyecto fueron elaboradas por esta consultoría, tomados los datos de precipitación máxima en 24 horas del IDEAM para la estación Chamaparrañ (22190290) con registro desde 1984 se dispone de información de relaciones Intensidad-



6. Curva Intensidad Frecuencia duración (IDF) para la estación, Chaparral..

Para la construcción de las curvas IDF, se utilizó la metodología planteada por los Ingenieros Rodrigo Vargas y Mario Díaz-Granados en 1998, titulada *"Curvas sintéticas regionalizadas de Intensidad - Duración - Frecuencia para Colombia".* En el cual a partir de curvas IDF generadas para aproximadamente 165 estaciones ubicadas en diversas zonas del territorio nacional, y los resúmenes pluviométricos multianuales de las mismas, elaboraron un método empírico para establecer las curvas IDF en las principales regiones geográficas del país.

$$I = a \cdot \frac{T^b}{t^c} \cdot M^d$$

$$I = a \cdot \frac{T^b}{t^c} \cdot M^d \cdot N^e$$

$$I = a \cdot \frac{T^b}{t^c} \cdot M^d \cdot N^e \cdot PT^f$$

$$I = a \cdot \frac{T^b}{t^c} \cdot M^d \cdot N^e \cdot PT^f \cdot ELEV^g$$

Resultados para la Región Andina (R1) . 116 estaciones

a	b	c	d	e	f	g	r^2
0.94	0.18	0.66	0.83				0.93
1.22	0.19	0.66	0.83	-0.05			0.93
1.61	0.19	0.65	0.75	-0.15	0.08		0.93
1.64	0.19	0.65	0.73	-0.13	0.08	-0.01	0.93

Formulas empíricas y constantes utilizadas para la región Andina

Duración-Frecuencia (IDF) para tormentas de hasta 200 minutos con periodo de retorno de

2,3, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

Tiempo de concentración

El tiempo de concentración está compuesto por el tiempo de entrada y el tiempo de recorrido en el colector. El tiempo de entrada corresponde al tiempo requerido para que la escorrentía llegue al sumidero del colector, mientras que el tiempo de recorrido con asocia con el tiempo de viaje o transito del agua dentro del colector. El tiempo de concentración según el RAS 2000 se calcula con la siguiente ecuación:

Tc=Te+Tt

Dónde:

Tc: tiempo de concentración. Te: tiempo de entrada.

Tt: tiempo de tránsito o recorrido.

Tiempo de entrada.

Existen varias fórmulas para estimar el tiempo de entrada, la ecuación de la FAA de los estados unidos se utiliza frecuentemente para la escorrentía superficial en áreas urbanas. Esta ecuación es:

$0.707 * (1.1 -) * 1/2 = 1/3$

Dónde:

C: Coeficiente de escorrentía, depende del tipo de cobertura del suelo. L: Longitud del punto más elevado y más alto al colector.

S: Pendiente del tramo.

Tiempo de recorrido.

El tiempo de recorrido en un colector se puede calcular:

$$T = \frac{L}{6 * V}$$

Dónde:

Lc= Longitud del tramo

V= Velocidad del flujo, la cual puede aproximarse a

$$Vs = a * S^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

a: constante que depende del tipo de superficie, tal y como se muestra en la siguiente tabla del título D, RAS-2000.

Tipo de superficie	a
Bosque con sotobosque denso	0,70
Pastos y patios	2,00
Áreas cultivadas en surcos	2,70
Suelos desnudos	3,15
Áreas pavimentadas y tramos iniciales de quebradas	6,50

7Constante de velocidad superficial. titulo D. RAS2000

Cálculo de caudal para el manejo de las aguas lluvias en el Proyecto

Para la ejecución del proyecto es necesario diseñar y chequear la funcionalidad de los sumideros en las vías a intervenir por lo que se toman promedios de longitud y áreas aferentes, ante la similitud de características y condiciones de cada una de las vías, para corroborar la correcta evacuación de las aguas lluvias que fluirán por escorrentía superficial en los tramos de vías a intervenir, para lo cual se hace necesario el cálculo estimado del caudal que escurrirá por la vía, para ello se utiliza el método racional Q=C*I*A, tomando como intensidad de lluvia anual para el municipio de Chaparral un valor ***2.416 mm/año***.

Calculo de caudal de verificación

Para el cálculo del caudal de verificación se debe tener en cuenta el periodo de retorno previsto para el diseño, ya que esta es una función directa de la intensidad. Para el estimativo debemos considerar el diseño según las características que presente el área de drenaje como se menciona a continuación:

CARACTERISTICAS EL AREA DE DRENAJE	MÍNIMO (AÑOS)	ACEPTABLE (AÑOS)	RECOMENDADO (AÑOS)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores que 2 hectáreas.	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales con áreas tributarias menores que 2 hectáreas.	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores que 10 hectáreas.	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas en donde drenan áreas mayores que 100 hectáreas.	10	25	25
Canales abiertos en zonas montañosas de alta velocidad o a media ladera que drenan áreas mayores que 1000 hectáreas.	25	25	50

Periodos de retorno

El periodo de diseño adoptado para verificar la capacidad de los sumideros es de 3 años de acuerdo con la presentado en tabla anterior, la cual corresponde a tramos de alcantarillado con aguas tributarias menores a 2 hectáreas tomando como referencia la tabla recomendada por el RAS 2000 con la cual fueron diseñados los sumideros. Para el cálculo se empleará la ecuación:

$$Q=2.78* C * I * A$$

Donde,

Q es el caudal en litros por segundo, C es el coeficiente de escorrentía, I es la intensidad de

la lluvia calculada en mm/hora y A es el área tributaria.

Para lo anterior debemos tener en cuenta el tiempo de concentración el cual corresponde al tiempo que se necesita para que toda la vía contribuya en escorrentía superficial al colector y se calculó con la Ecuación del *Soil Conservation Service* (SCS):

$$Tc = \frac{L}{60 * V_c} \; ; V_c = a * S^{1/2}$$

Donde, L es la longitud máxima de flujo de escorrentía superficial (m), Tc es el tiempo de concentración, Vs es la velocidad media de la escorrentía superficial, a es la constante de velocidad superficial y S es la pendiente longitudinal del tramo.

Tabla D.4.10 Constante α de velocidad superficial

Tipo de superficie	α
Bosque con sotobosque denso	0,70
Pastos y patios	2,00
Áreas cultivadas en surcos	2,70
Suelos desnudos	3,15
Áreas pavimentadas y tramos iniciales de quebradas	6,50

Con esta información fue posible calcular el tiempo de concentración y la intensidad de la lluvia para un periodo de retorno de 3 años en los tramos más críticos,obteniendo:

Longitud Via (m)	143.0
Ancho Via(m)	6
Ancho Carril(m)	6
a	6.5
Pendiente long. (%)	1.5
Pendiente long. (m/m)	0.015
Vs (m/s)	0.80
Tc (min)	2.62
Intensidad (mm/hr)	5.83

Calculo del tiempo de concentración y la intensidad

Dado lo anterior pasamos a revisar el coeficiente de escorrentía en la cual los caudales a trabajar lo haremos por el método racional, en la tabla anexa se escoger el coeficiente de aguas lluvia indicada para el tipo de obra que vamos a adelantar en el proyecto:

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE (C)
Pavimentos asfalticos y superficies en concreto	0.70 – 0.95

Para el caso de nuestro proyecto en el cual las vías a pavimentar serán en concreto rígido y debido a la condición de precipitación de la zona tomaremos el valor máximo según la tabla anterior el cual corresponde a C=0.95, ya que este representa una mayor escorrentía transitando por la vía.

Una vez determinados estos valores procedemos a calcular el caudal por escorrentía superficial:

C	1.0
I (mm/hr)	5.8
A (Ha)	0.1
Q (lps)	**0.96**

Siendo el área, la correspondiente a la multiplicación de la longitud por el ancho de la vía, divido entre dos, esto dado que son dos sumideros ubicado cado uno a un costado de la vía los que dispondrán el agua circulante.

VERIFICACIÓN DE ALCANTARILLA

Es de tener en cuenta que se requiere un buen sistema de drenaje de las aguas pluviales ya que las acumulaciones de agua sobre la calzada de placa huella producto de la precipitación pluvial, aún en pequeñas cantidades, presentan un peligro para el tránsito y la estructura del pavimento.

Lo anterior teniendo en cuenta que algunas alcantarillas trasversales existentes son

insuficientes y obsoletas para las condiciones de tránsito que se generarían al realizar la construcción de la placa huella, ya que las actuales se encuentran rotas, colmatadas y sus dimensiones no son las que se requieren para el manejo del caudal durante las precipitaciones.

Adicionalmente, debido al mal estado en que se encuentran las vías que generan colmatación de los cabezales de entrada y taponamiento de los mismos, incurren en fallas que no son fáciles de solucionar y no garantizaran el correcto drenaje de las vías.

Consideraciones a tener en cuenta.

El drenaje de la vía tiene como principal objetivo reducir al máximo posible la cantidad de agua que llega a la vía y darle salida de tal manera que no destruya progresivamente la capa de rodadura de la vía y su cimentación. (INVIAS, Guía de diseño de pavimentos con placa huella, 2015)

De esta manera se deben tener las siguientes consideraciones:

- El agua no debe circular en cantidades excesivas por la superficie de rodadura formando charcos y baches.
- Evitar que el agua de las cunetas humedezca los terraplenes originando asentamientos en la corona de la vía.
- Evitar que los taludes de los cortes en los suelos cohesivos se saturen con peligro de derrumbes y deslizamientos de la banca.
- Impedir que el agua de los arroyos y hondonadas sean remansadas por los terraplenes con el peligro de erosión y arrastre de sedimentos.

Diagnóstico Y Descripción Visual Del Área Del Sistema De Drenaje.

En una carretera, el sistema de drenaje es el conjunto de obras que permite un manejo adecuado de los fluidos, para lo cual es indispensable considerar los procesos de captación, conducción y evacuación de los mismos. (INVIAS, Manual para inspección visual de estructuras de drenaje,2006).

El exceso de agua u otros fluidos en los suelos o dentro de la carpeta asfáltica, tiene una alta incidencia en sus propiedades geométricas, mecanismos de trasferencia de carga, presiones de poros, supresiones de flujo e incrementa la probabilidad de cambios volumétricos, acelerando el deterioro de la estructura.

Se encontró que la vía en su mayoría presenta, canales de flujo de escorrentía labrados por el pazo del agua, alcantarillas artesanales colmatadas de sedimentación, descoles de canales que si bien están encausados, estos presenta deterioro afectando su desempeño, inexistencia de subdrenajes, pero en unos tramos de vías se encontraron cunetas realizadas con motoniveladora con el fin de dar un tipo de pendiente y encausar los flujos de precipitaciones, pero con el paso de algunos días, estas cunetas presentan crecimiento de material vegetal y sedimentación.

Por otro lado, se evidencio que la vía no presenta empozamientos en ninguna parte de los tramos, a pesar que el día anterior se había presentado un evento de lluvia, lo cual indica que teniendo en cuenta las condiciones actuales de la vía, y por su topografía se presenta una condición optima de escurrimiento y evacuación de las aguas lluvias, además la vía presenta una capa de material compactante tipo recebo, que logra generar condiciones optimas para el transito de los flujos, pero genera sedimentación y carcavamiento con el paso del tiempo.

De igual manera, en los tramos donde se pretende intervenir con sistema de placa

huella tipo INVIAS, no se evidencio ningún tipo de flujo constante de agua, como quebradas o afluente hídrico que tuviera incidencia a lo largo de los tramos, por lo que no se requiere de ningún tipo de encausamiento o direccionamiento de afluente hídrico para proteger la estructura a construir.

Lo anterior constituye condiciones que impiden el tránsito de vehículos durante eventos de precipitación, afectando la economía y la calidad de vida de los habitantes que son usuarios de esta vía, por lo tanto, se hace necesario la construcción, adecuación y mantenimiento de estructuras de drenaje tipo alcantarilla que permitan el control y manejo de aguas lluvias que no afecten la estructura de placa huella que se pretende construir, para asegurar la estabilidad y durabilidad de la obra.

Drenajes Longitudinales.

El sistema de drenaje longitudinal está constituido por aquellos elementos que se desarrollan en forma aproximadamente paralela al eje de la carretera. El más notorio es la cuneta, canal que atrapa el caudal que discurre por la vía y lo canaliza. Por lo general la entrega se realiza aguas arriba o aguas debajo de una alcantarilla en una zona preparada para resistir el paso del agua. (INVIAS, Manual para inspección visual de estructuras de drenaje, 2006).

Cunetas

De acuerdo con (INVIAS, Manual para inspección visual de estructuras de drenaje, 2006) los daños típicos y la forma de medición para estas estructuras son:

- **Encajonamiento:** el desnivel entre dos módulos de concreto separados por una junta trasversal o desnivel en la junta entre la cuneta y el pavimento.

o Severidades:

Teniendo en cuenta la separación “e” entre las superficies de los módulos, la clasificación de severidades es la siguiente:

Baja: e<0.6mm Media: 0.6<e<25.0mm Alta: e>25.0mm

- **Grietas:** son el resultado de los esfuerzos que actúan sobre el concreto. Pueden estar relacionados con problemas intrínsecos del concreto incluyendo los defectos constructivos y en muchos casos tiene su origen en las cargas de transito aplicadas de manera rápida o lenta. Las cunetas en general no se diseñan para soportar cargas, sin embargo, las condiciones geométricas de las vías y en algunos casos la imprudencia de los usuarios hace inevitable que estas estructuras trabajen con esfuerzos que superan su resistencia. Es indispensable cuando se realice la inspección, tratar de identificar si las grietas son causadas por efectos del tráfico o por el contrario tienen si origen en la calidad de los materiales o defectos de construcción.

o Severidades:

Teniendo en cuenta la abertura de la grieta “g”. Las severidades que se proponen son las siguientes:

Baja: g < 30mm Media: 300<g<10.0mm Alta: g>10mm

- **Desgaste:** corresponde al deterioro de la superficie de la cuneta y eta relacionada con altas velocidades de flujo. Mala calidad de los materiales, u la acción del tránsito, así como otros agentes abrasivos y/o erosivos. Esta patología se evidencia por la pérdida del material de recubrimiento y presencia de agregados con cara plana en la superficie, en algunos casos hay perdida de los agregados superficiales. Es muy común encontrar esta patología en sectores donde existen curvas horizontales, ocasionada por el tránsito de los vehículos.4

o Reveridades

Baja: se ha perdido recubrimiento de agregado que ha comenzado a desgastarse, pero de manera significativa.

Media: la superficie del concreto es moderadamente rugosa y hay pérdida leve de partículas, sin embargo, no se observa socavación significativa.

Alta: la superficie está muy rugosa y presenta perdida de partículas, puede presentarse socavación que genera un canal más pequeño donde pasa el flujo

- **Desportillamiento:** consiste en la desintegración de las aristas o del borde de una junta longitudinal o trasversal o una grieta, con pérdida de trozos y que puede afectar hasta unos

5cm dentro de la cuneta.

o Severidades: teniendo en cuenta la distancia “d” entre la junta y el borde externo del desportillamiento se clasifica de la siguiente forma:

Baja: d<5.0cm Media: 5.0<d<15.0cm Alta: d>15.0cm.

- **Fracturamiento de la estructura:** Este daño se presenta cuando la cuneta presenta agrietamiento en bloques de tamaño mayor de 0.30m x0.30m. se considera que hay ruptura cuando se presentan más de dos bloques en un módulo, de lo contrario deberán reportarse como grietas.

o Severidades

Baja: existen más de dos bloques en el módulo de la cuneta sin embargo no hay desplazamientos ni hundimientos del concreto y no se observa infiltración excesiva.

Media: los bloques presentan una separación entre 3mm y 10mm con algún desplazamiento, sin hundimientos.

Alta: los bloques presentan separaciones entre si mayores de 10mm. Adicionalmente hay desplazamientos y hundimientos que permiten infiltración de agua a las capas inferiores: puede existir remoción total o parcial del concreto y no hay continuidad de la cuneta.

- Separación de la cuneta "SC": esta patología indica el ensanchamiento de la junta existente entre la calzada o la berma y la cuneta.

Baja: SC<30.mm Media:30<SC<10.0mm Alta: SC>10.0mm.

- **Obstrucción "OBS":** consiste en el depósito de sedimentos que generan un estancamiento del agua. Esta patología está relacionada con la velocidad de flujo en la cuneta, ya que a bajas velocidades se pueden presentar depósitos. También puede presentarse por deposición de materiales provenientes de taludes adyacentes a la cuneta.

Baja: menos del 1% de la sección se encuentra con material tanto transportado como del que proviene de taludes adyacentes.
Media: la cuneta se encuentra obstruida en un 30% de su sección transversal
Alta: la cuneta presenta obstrucción en más del 30% de sección trasversal.

Drenaje transversal.

Los sistemas de drenaje transversal son aquellos elementos que soportan el agua cruzando el eje de la carretera. Por lo general, el cruce de realiza de manera perpendicular al eje y transportan el aporte de la cuenca que se encuentra arriba de la vía en dirección aguas abajo.

Una alcantarilla es un conducto relativamente corto a través del cual se cruza el agua bajo la vía de un costado a otro, por lo tanto, conductos con cualquier sección geométrica: circulares y alcantarillas de cajón principalmente.

Las principales partes de la alcantarilla son:

Encole: estructura diseñada para reducir la velocidad u disipar la energía de del flujo de agua en la entrada de las obras de drenaje, y así entregar de manera segura a la tubería de la alcantarilla.

- **Estructura de entrada:** se refiere a todas las obras construidas con el fin de conducir el caudal hacia la tubería y de estabilizar el terraplén de la vía y/o el terreno natural tales como: aletas, solado, muro cabezal, ETC.
- Poceta o lavadero: estructura que recibe el agua recolectada por las diferentes estructuras de drenaje longitudinal, especialmente cunetas. Se utiliza como encole y en algunas ocasiones puede encontrarse en el descole acompañada de otras estructuras de conducción de agua.
- Muro cabezal: tiene como finalidad contener el material que sirve como estructura de la vía, así como de protección de la tubería.
- Aletas: se utilizan para contener los taludes que conforman el terraplén de la vía y/o el terreno natural.

- Tubería: puede ser de concreto o laminas metálicas, especialmente de acero. Tiene como fin garantizar la conducción del caudal de un lado al otro de la vía, evitando infiltraciones que puedan afectar los materiales que componen la estructura de pavimento. Los extremos de los tubos y el diseño de las juntas deben garantizar un encaje adecuado entre secciones, de manera que formen un conducto continuo,

libre de irregularidades en la línea de flujo.

- Estructura de salida: se refiere a todas las obras construidas con el fin de entregar el caudal hacia el descole o sitio de vertimiento de las aguas y de estabilizar las zonas aledañas. Se debe garantizar una estructura adecuada de tal forma que no se presente socavación del terreno donde se encuentre cimentada la alcantarilla. Generalmente está constituida por los mismos elementos de la estructura.

Daños típicos y forma de medición.

Se presenta a continuación los daños que bajo la sugerencia de (INVIAS, Manual para inspección visual de estructuras de drenaje, 2006) se estudian, siendo estos los más comunes para estas estructuras.

- Grietas en aletas, muro cabezal y muros de pocetas o lavaderos: Este tipo de daños afectan tanto la estabilidad como la funcionalidad de la estructura. Durante la inspección deberá registrarse la longitud y el ancho en metros y la profundidad de la grieta en metros o en milímetros.

- Grietas en la tubería principal: este tipo de daños es común en las alcantarillas, en caso de que sean tubos en caso de que sean tubos aislados deberá, registrarse la longitud, el espesor y profundidad de la grieta en metros.

- Grietas en la unión entre el muro cabezal y las aletas: este tipo de daños afectan tanto la estabilidad como la funcionalidad de la estructura.

- Fractura con pérdida parcial o total de la tubería: este tipo de daño afecta la estabilidad y funcionalidad de la estructura y de la vía en general.

Grietas o fractura miento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole: Este daño deberá registrarse indicando el área afectada en metros cuadrados, en caso de daño parcial o total.

- Separación de secciones de tubería: este daño permite la infiltración de agua, se debe registrar indicando el número de tubos que se encuentran separados.

- Hundimientos o aplastamientos de secciones de tubería: este daño generalmente está asociado a asentamientos y hundimientos de la rasante o superficie del terreno.

- Socavación del concreto y el suelo de fundación de las aletas, solado y/o muro cabezal: los efectos de la socavación sobre las estructuras provocan la mayoría de los casos de colapso. En los 5 tramos objeto de estudio se localizaron 9 alcantarillas que se encuentran colmatadas al 70% de la sección de la tubería y la poceta, las cuales requieren de mantenimiento y algunos casos como la alcantarilla de los tramos 2 y 3 que requieren una demolición y nueva construcción.

Caudal De Diseño

Para el cálculo de los caudales de diseño se emplea el método racional, el cual a pesar de ser posiblemente el método más antiguo de la relación de lluvia- escorrentía hoy en día es utilizado particularmente en el diseño de drenajes. Este método permite establecer los caudales a partir de la extensión y las características del uso del suelo en el área de drenaje y la intensidad del evento lluvioso de una frecuencia determinada, de acuerdo con la siguiente expresión:

Q =3.6

Dónde:

Q: Caudal en (m3/s)

C: coeficiente de escorrentía, adimensional. I: intensidad de precipitación (mm/hr)

A: área de drenaje (km2).

Coeficiente de escorrentía.

El coeficiente de escorrentía relacionada el volumen total de la precipitación con el volumen real de la escorrentía, refleja la capacidad del suelo de la cuenta para permitir la infiltración y la conducción del agua por la superficie para llegar hasta el punto de control. Este coeficiente tiene un valor 0 y 1, de acuerdo con las diferentes superficies que estén drenando, entre otros factores.

Con el fin de tener un factor de seguridad en el caudal de diseño se adopta un coeficiente de escorrentía de magnitud 1.00 tanto para las áreas aferentes correspondientes a calles pavimentadas como para las cubiertas de las viviendas, es decir, se considera que el agua de escorrentía corresponde al total del agua precipitada.

DISEÑO Y LOCALIZACIÓN DEL DRENAJE TRASVERSAL (ALCANTARILLAS)

Para el presente proyecto se pretende construir un total de 48 alcantarillas distribuidos en los 19 tramos de via que serán intervenidos y se dispondrán de la siguiente manera:

LOCALIZACION	# ELEMENTOS
TRAMO 1: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS. PARADERO VEREDA SANTA BARBARA - GRANJA ALVARO MOLINA.	3
TRAMO 2: CORREGIMIENTO EL LIMON. CRUCE DE TRES ESQUINAS - PARADERO VEREDA IRCO DOS AGUAS.	3

TRAMO 3: CORREGIMIENTO EL LIMON. CRUCE CEMENTERIO EL LIMON - PARADERO VEREDA LA ALDEA.	3
TRAMO 4: CORREGIMIENTO AMOYA. CRUCE LINEA DIAMANTE - PARADERO VEREDA MULICU EL AGRADO.	3

El diseño tipo de una alcantarilla de 36". Se resalta que el Manual de drenaje para Carreteras (2009) en sus capítulos 4 "Drenaje Superficial" y 5 "Drenaje Subsuperficial", presenta para los elementos de drenaje que hacen parte integral de la calzada de una carretera, tanto los criterios hidrológicos e hidráulicos de diseño como las metodologías convencionales que se deben considerar a la hora de desarrollar un proyecto de drenaje vial.

La alcantarilla circular, como elemento de drenaje transversal, es un tubo de dimensión mínima de 36” (0.90 m), siguiendo los lineamientos del Manual de Drenaje Para Carreteras, la cual tiene dos tipos de configuración. La primera es tipo poceta-aleta, la cual es apta para recolectar y evacuar a través de la estructura de vía, la escorrentía de origen superficial y subsuperficial, aportante por las cunetas y/o filtros. La segunda configuración tipo aleta-aleta permite, además de recibir y evacuar la escorrentía aportante por las cunetas y filtros, dar continuidad a cauces con flujos intermitentes o efímeros.

La profundidad de instalación de la tubería deberá satisfacer los requerimientos geotécnicos de la cimentación y estructurales del tipo de tubería seleccionada durante y después de la construcción. El Manual de Drenaje para Carreteras se desarrolla todos los aspectos a ser considerados para su diseño. Desde el punto de vista seguridad de ser posible por las condiciones locales de la topografía del terreno, los muros cabezales en el caso de la configuración aleta - aleta y/ o poceta - aleta, se podrían localizar lo más lejanos del borde externo de la calzada, siempre y cuando no

se excedan los límites del derecho de vía ni que esta prolongación afecte el presupuesto de la obra. La longitud del ancho sugerido para la poceta es de 1.80 m, sin embargo, si las condiciones constructivas y económicas no lo permite, se podrá disminuir hasta 1.50 m, el cual es el mínimo sugerido por Manual de Drenaje para carreteras (2009).

Durante la etapa de construcción de las alcantarillas se deben considerar en un todo las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVÍAS, 2013 y de manera particular los artículos 600-13, 610-13, 630-13, 640-13 y los relacionados con el tipo de tubería artículos 661-13 y 663-13. Considerando los anteriores elementos como los más esenciales para el drenaje de una vía terciaria, en los siguientes planos se presenta los esquemas típicos para una alcantarilla tipo poceta-aleta, tubería en concreto reforzado, tubería plástica, cuneta y filtro.

Las dimensiones que se señalan toman en consideración los valores mínimos que en materia de diseño geométrico e hidráulico han sido establecidos en los diferentes Manuales del Instituto Nacional de Vías, por tal razón corresponden a modelos que pueden ser modificados dependiendo de las particularidades de cada proyecto y de las condiciones locales asociadas a la topografía, estabilidad del suelo, volúmenes de escorrentía a evacuar, tipo de encole o de descole, criterios de seguridad vial, cimentación del tipo de tubería seleccionada, etc.

Este capítulo presenta los esquemas típicos de las obras de drenaje tipo alcantarilla circular sencilla, obra que como mínimo se deben considerar durante el diseño de la corona de la calzada de una carretera de la red terciaria a cargo del Instituto Nacional de Vías de tal manera que con adecuado manejo de la escorrentía superficial y el flujo subsuperficial se asegure la vida útil y el estado de conservación de la misma.

Si la pendiente en el descole de la alcantarilla es mayor al 6%, se recomienda el diseño de un descole en aliviadero o disipador de energía.

Componente hidráulico

A continuación, se presentan los caudales máximos para que la alcantarilla funcione a flujo libre y las condiciones de funcionamiento hidráulico para las pendientes longitudinales del 0.5%, 2% y 5%, valores que se encuentran entre el rango mínimo y máximo establecido por el Manual de drenaje para carreteras (2009).

Material	Pendiente (S)	Caudal (m^3/s)	Profundidad a la entrada (m)	Profundidad normal (m)	Profundidad crítica (m)	Profundidad a la salida	Velocidad de salida (m/s)
Concreto Reforzado	0.5%	1.17	1.07	0.72	0.64	0.64	2.42
	2.0%	1.20	1.06	0.45	0.65	0.53	3.08
	5.0%	1.25	1.09	0.36	0.66	0.47	3.77
Plástico	0.5%	1.22	1.08	0.61	0.65	0.63	2.58
	2.0%	1.23	1.09	0.40	0.66	0.52	3.21
	5.0%	1.25	1.09	0.31	0.66	0.46	3.87

Ilustración 8. Funcionamiento hidráulico de alcantarilla D=0.9 m. Cartilla Colombia rural obras menores.

Componente estructural

La componente estructural de las alcantarillas, debe garantizar tanto la resistencia y estabilidad de la tubería a utilizar como de los elementos que conforman el encole y el descole.

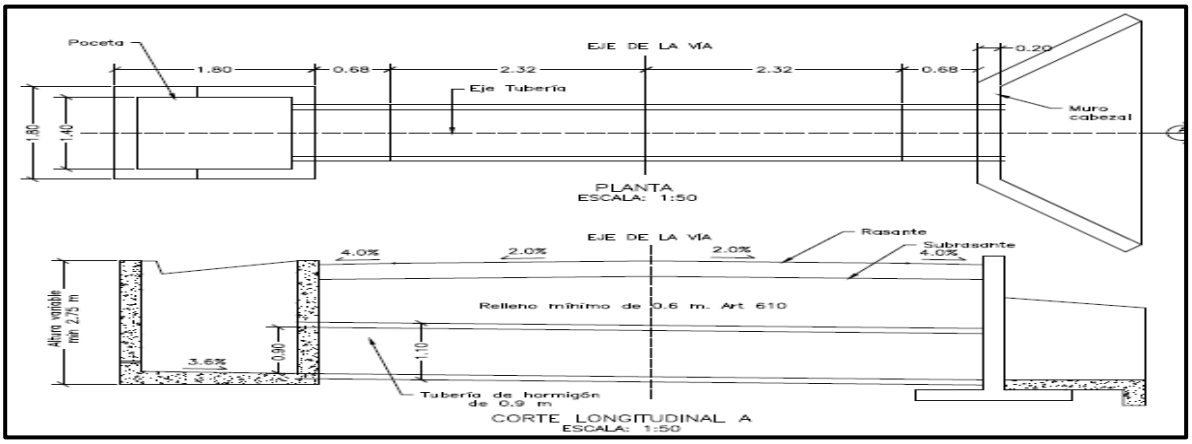


Ilustración 9.planta y corte alcantarilla trasversal. Manual cartilla de obras menores y de drenaje Colombia rural.

Para esta estructura las características hidráulicas son:

Profundidad máxima de la lámina de agua:	0.150m
Ancho máximo de la lámina de agua:	0.521m
Área hidráulica (a):	0.039m
Perímetro mojado:	1.195m
Radio hidráulico (R):	0.0326
Coeficiente de Manning (n):	0.014
Intensidad de la lluvia (I):	
valor obtenido de IDF Tiempo de concentración:	10 minutos
Periodo de retorno:	5 años
I:	115.00mm/h

Teniendo los anteriores datos de partida y teniendo puntos obligados los criterios de localización de alcantarillas recomendados por (INVIAS, Guía de diseño de pavimentos con placa huella, 2015), (al final de la longitud máxima de cuneta, punto más bajo de curva cóncava denso-acenso, cruces de agua permanentes o potenciales)

Teniendo en cuenta en la totalidad del proyecto se encuentra talud con pendiente positiva al costado derecho, no es posible aliviar las cunetas con disipador de energía a ambos costados, por tal razón en cada límite de longitud de cuneta se instalará una alcantarilla, la cual de acuerdo a (INVIAS, Guía de diseño de pavimentos con placa huella, 2015), tiene una tubería en concreto de 900mm y las siguientes dimensiones:

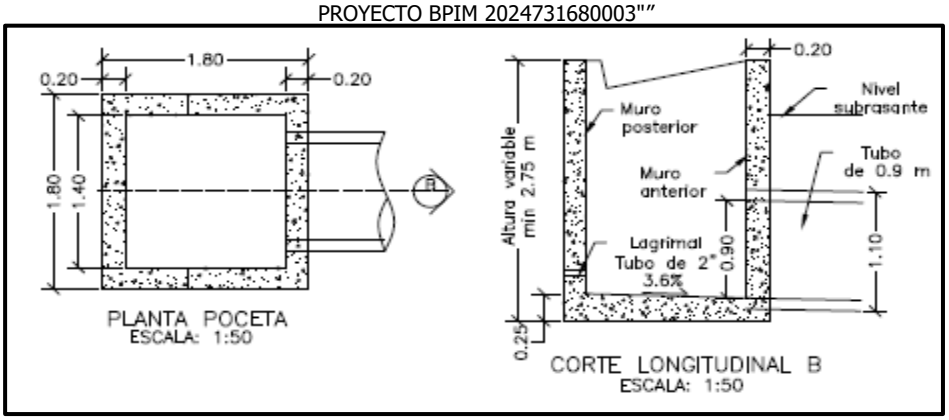


Ilustración 10. planta poceta y corte longitudinal. Manual Cartilla Colombia Rural Obras menores y de Drenaje.

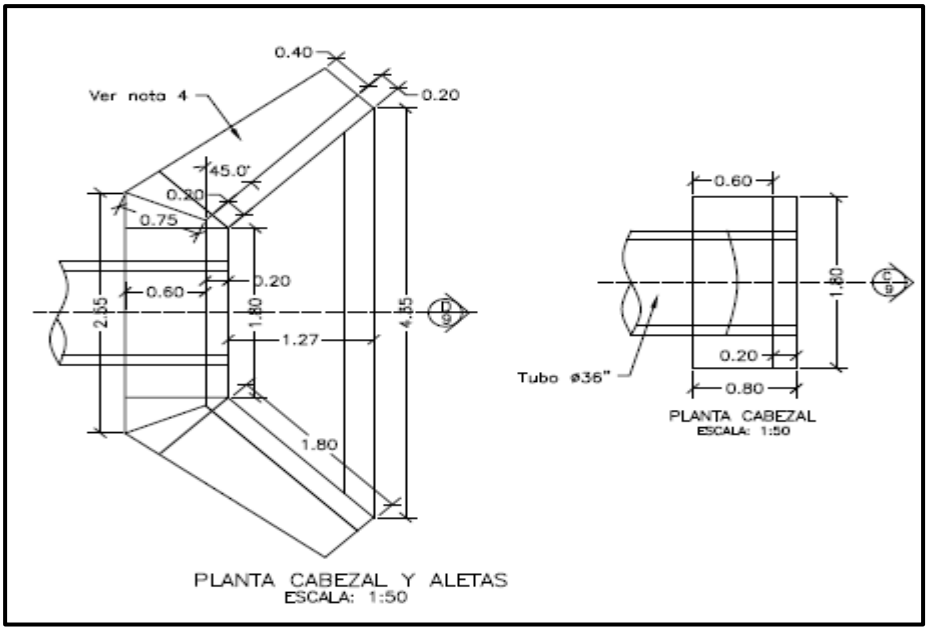


Ilustración 11. Planta Cabezal de salida y aletas. Cartilla Obras Menores y de Drenaje Colombia Rural

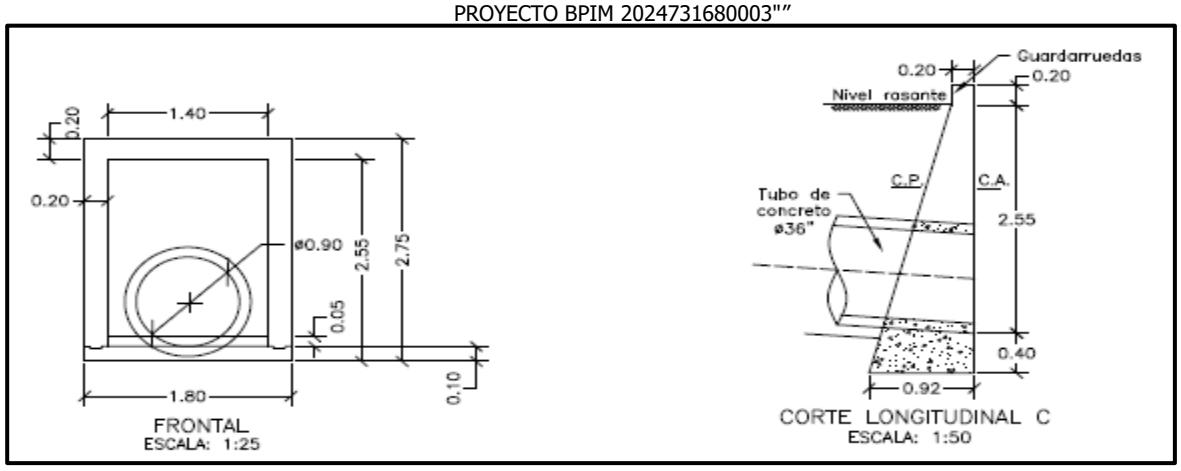
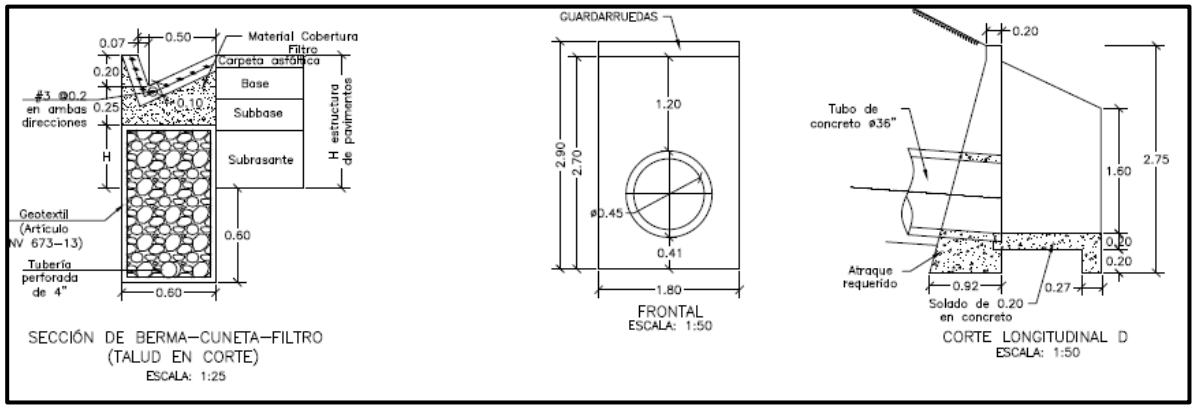


Ilustración 12. Cabezal vista frontal. Manual Cartilla Obras Menores y de Drenaje Colombia Rural.

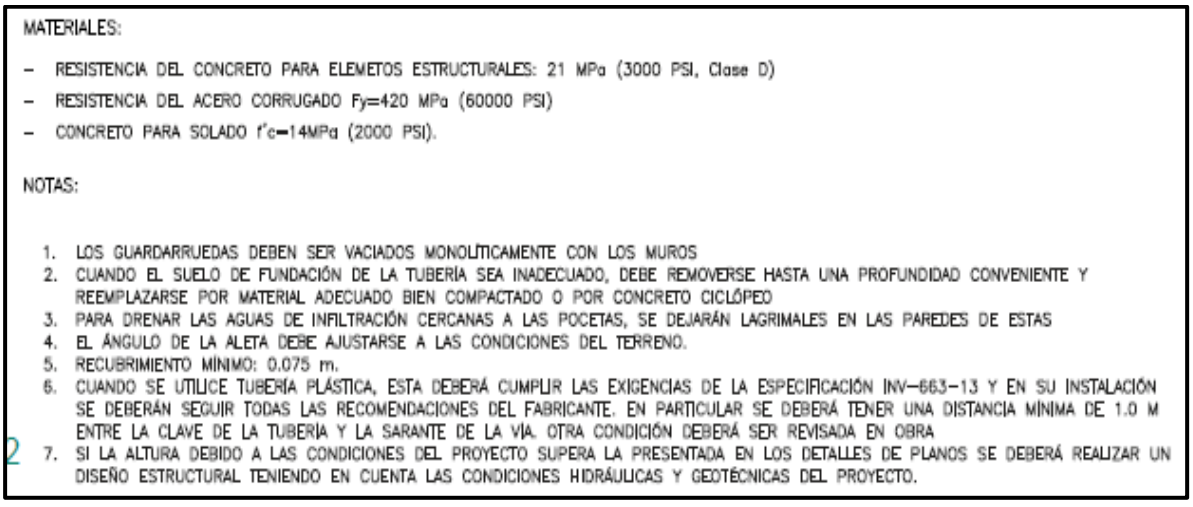


CARACTERÍSTICAS Y RECOMENDACIONES SEGÚN CARTILLA COLOMBIA RURAL

Características De Las Zanjas Y Ductos De Drenaje

La parte absorbente del sistema estará compuesta por tubería de PVC perforada que ira colocada en zanjas de aproximadamente el doble de profundidad y el triple de ancho que el diámetro de estas tuberías. El ancho para las zanjas del drenaje interno será de 30 cms., mientras que para el drenaje longitudinal será de 50 cms. Las tuberías para el drenaje serán rodeadas y tapadas con un material granular drenante, (piedra para filtro), y la zanja sellada con un geotextil NT 1800 o similar. Todas las zanjas construidas deberán estar conectadas entre sí y se construirán cajillas de empalme para alivianar la carga hidráulica en los ductos.

El fin de la colocación de la tela geotextil 1800 NT es para asegurar una prolongada vida útil del sistema evacuador de aguas ya que dicha tela tiene como principal función servir de barrera filtrante para de esta forma impedir que se contamine el material drenante.



MATERIALES:

- RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA ELEMETOS ESTRUCTURALES: 21 MPa (3000 PSI, Clase D)
- RESISTENCIA DEL ACERO CORRUGADO Fy=420 MPa (60000 PSI)
- CONCRETO PARA SOLADO f'c=14MPa (2000 PSI).

NOTAS:

1. LOS GUARDARRUEDAS DEBEN SER VACIADOS MONOLITICAMENTE CON LOS MUROS
2. CUANDO EL SUELO DE FUNDACIÓN DE LA TUBERÍA SEA INADECUADO, DEBE REMOVERSE HASTA UNA PROFUNDIDAD CONVENIENTE Y REEMPLAZARSE POR MATERIAL ADECUADO BIEN COMPACTADO O POR CONCRETO CICLÓPEO
3. PARA DRENAR LAS AGUAS DE INFILTRACIÓN CERCANAS A LAS POCETAS, SE DEJARÁN LAGRIMALES EN LAS PAREDES DE ESTAS
4. EL ÁNGULO DE LA ALETA DEBE AJUSTARSE A LAS CONDICIONES DEL TERRENO.
5. RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 0.075 m.
6. CUANDO SE UTILICE TUBERÍA PLÁSTICA, ESTA DEBERÁ CUMPLIR LAS EXIGENCIAS DE LA ESPECIFICACIÓN INV-663-13 Y EN SU INSTALACIÓN SE DEBERÁN SEGUIR TODAS LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE. EN PARTICULAR SE DEBERÁ TENER UNA DISTANCIA MÍNIMA DE 1.0 M ENTRE LA CLAVE DE LA TUBERÍA Y LA SARANTE DE LA VÍA. OTRA CONDICIÓN DEBERÁ SER REVISADA EN OBRA
7. SI LA ALTURA DEBIDO A LAS CONDICIONES DEL PROYECTO SUPERA LA PRESENTADA EN LOS DETALLES DE PLANOS SE DEBERÁ REALIZAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL TENIENDO EN CUENTA LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS Y GEOTÉCNICAS DEL PROYECTO.

Ilustración 13. tomado de Manual Obras Menores y de Drenaje Colombia Rural.

Perfil de instalación de alcantarilla trasversal

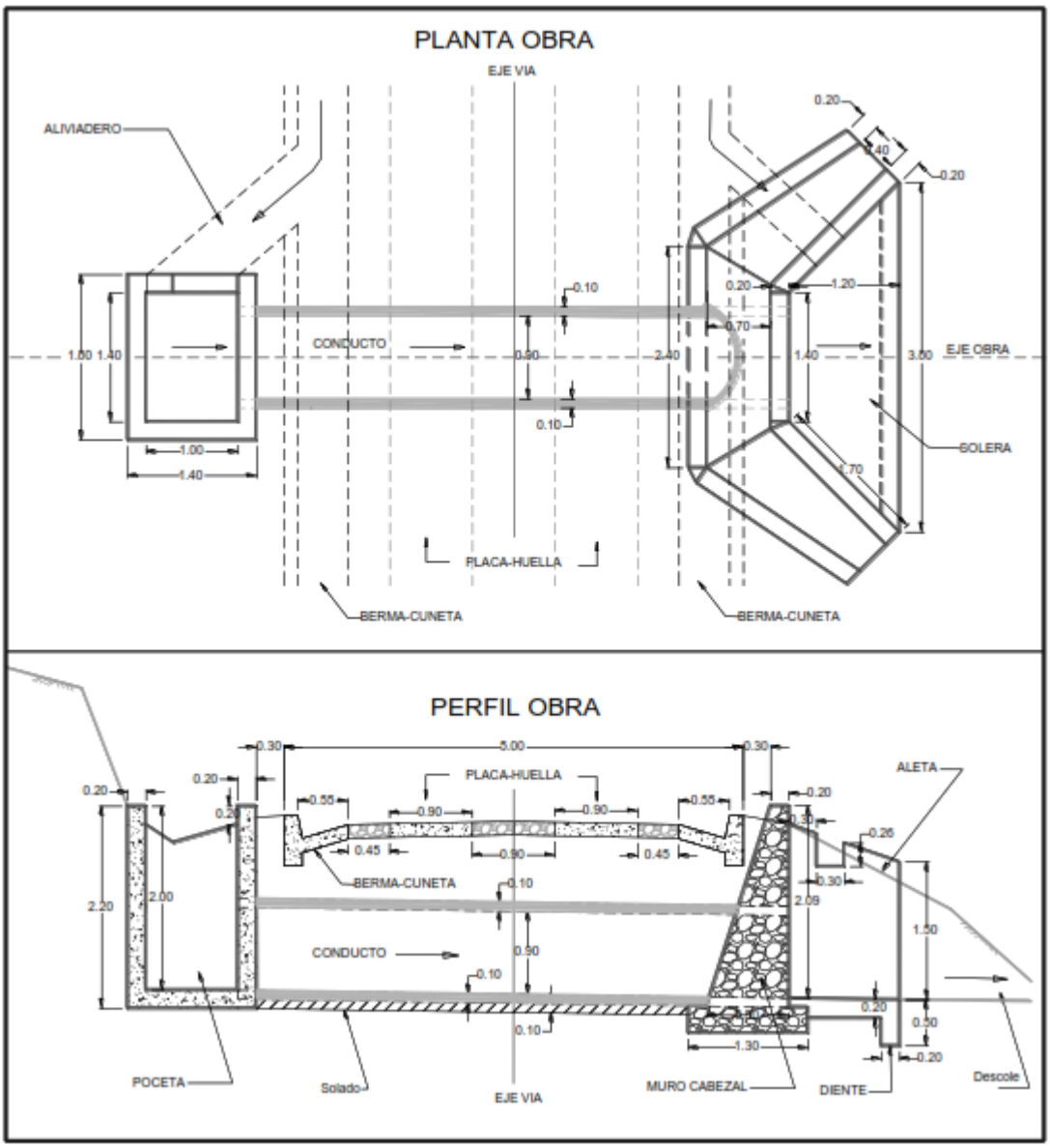


Ilustración 14. Alcantarilla Tipo Fuente: (INVIAS, Guía de diseño de pavimentos con placa huella, 2015).

CONCLUCIONES

De acuerdo a lo analizado en el presente documento de estudio hidráulico de la presente consultoría se determina el uso de alcantarillas trasversales con cabezal de entrada y de descargue, y tubería de 36” para el manejo de aguas lluvias de los tramos de placa huella a intervenir, y de esta manera contribuir en la estabilidad de la estructura de placa huella y hacer un control adecuado de las aguas superficiales.

Se debe de realizar y seguir las recomendaciones del Manual *Cartilla de obras menores y de drenaje del programa Colombia Rural*, emitido por el Instituto Nacional de Vías INVIAS, sobre las disposiciones establecidas en los sistemas de drenaje trasversal, tipo alcantarilla de acuerdo a planos y especificaciones estructurales.

ING. MAURICIO FERNANDO SILVA RUBIO
M.P 25202-30196 CND

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Señores

Alcaldía Municipal Chaparral- Tolima secretaría de Planeación

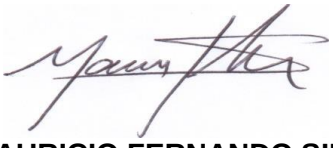
Ciudad

Asunto: Certificación Elaboración estudio hidráulico para construcción de placa huella en zona rural del municipio de Chaparral Tolima. CONSULTORÍA: "CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCION DE DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRITICOS DISPERSOS EN LA ZON RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA - PROYECTO BPIM 2024731680003"

Certifico que he realizado el ***estudio hidráulico***, del Proyecto de PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRITICOS DISPERSOS EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA.", que hace parte integral de la consultoría que se menciona en el asunto, a construirse en el Municipio de Chaparral, Departamento del Tolima, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos y las metodologías reconocidas, cuyo documento que presento está debidamente firmado.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional y certificado de vigencia de la misma y copia de la cédula de ciudadanía.

Att.



ING. MAURICIO FERNANDO SILVA RUBIO
M.P 25202-30196 CND
C.C 14´318.356 de Bogotá D.C


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO
14.318.356
SILVA RUBIO
APELLIDOS
MAURICIO FERNANDO
NOMBRES
FIRMA


FECHA DE NACIMIENTO
06-ENE-1963
HONDA
(TOLIMA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.80
ESTATURA
B+
G.S. RH
M
SEXO
08-ABR-1981 HONDA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
INDICE DERECHO
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES


REPUBLICA DE COLOMBIA
y Arquitectura
MATRICULA No. 25202-30196 CND
Ingeniero Civil
APELLIDOS
Silva Rubio
NOMBRES
Mauricio Fernando
C.C. 14.318.356
UNIVERSIDAD
La Gran Colombia