



**PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA ELABORACION DE LOS ESTUDIOS
Y DISEÑOS PARA REALIZAR LA PAVIMENTACION EN PLACA HUELLA EN
CONCRETO DE LAS VIAS VEREDALES DENOMINADAS ARDOBELAS- SANTA
LUCIA L=4.017 KM, CHIRIVICO L= 1.41 KM, BELLO HORIZONTE O SANTA
MARIA L=3.64 KM Y LA PALESTINA L=0.8KM; DEL MUNICIPIO DE SANTANDER
DE QUILICHAO.**



**GINETH NATHALIA DUARTE PIEDRAHITA
Código: 04101044**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VÍAS Y TRANSPORTE
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN
2016**



**PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA ELABORACION DE LOS ESTUDIOS
Y DISEÑOS PARA REALIZAR LA PAVIMENTACION EN PLACA HUELLA EN
CONCRETO DE LAS VIAS VEREDALES DENOMINADAS ARDOBELAS- SANTA
LUCIA L=4.017 KM, CHIRIVICO L= 1.41 KM, BELLO HORIZONTE O SANTA
MARIA L=3.64 KM Y LA PALESTINA L=0.8KM; DEL MUNICIPIO DE SANTANDER
DE QUILICHAO.**



GINETH NATHALIA DUARTE PIEDRAHITA
Trabajo de Pasantía para optar al título de Ingeniero Civil

Director de Pasantía
GERARDO RIVERA
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VÍAS Y TRANSPORTE
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN
2016



Nota de aceptación

Firma del Director

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Popayán 2016



CONTENIDO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. <i>Introduccion</i> | 7 |
| 2. <i>Justificacion</i> | 8 |
| 3. <i>Objetivo De La Pasantia</i> | 9 |
| 3.1. <i>Objetivos Especificos</i> | 9 |
| 4. <i>Informacion De La Empresa</i> | 10 |
| 4.1. <i>Organización:</i> | 11 |
| 4.2. <i>Servicios Y Aplicaciones</i> | 11 |
| 4.3. <i>Contratos 2016</i> | 17 |
| 5. <i>Proyecto “Estudios Y Diseño Para Realezar La Pavimentacion En Placa Huella En Concreto De Las Vias Veredales Del Municipio De Santander De Quilichao, Denominadas Ardobelas- Santa Lucia L= 4.017 Km, Bello Horizonte- Santa Maria L= 3.64, Chirivico L= 1.41, La Palestina L= 0.8 Km”</i> | 18 |
| 5.2. <i>Justificación Del Proyecto</i> | 19 |
| 5.3. <i>Marco Geografico Y Socioeconomico Del Proyecto</i> | 20 |
| 5.3.1. <i>Ardobelas- Santa Lucia:</i> | 21 |
| □ <i>Economía Y Características Generales Del Municipio</i> | 23 |
| 5.3.2. <i>Santa Aria O Bello Horizonte</i> | 24 |
| □ <i>Economía Y Características Generales Del Municipio</i> | 25 |
| 5.3.3. <i>Chirivico</i> | 27 |
| □ <i>Economía Y Características Generales Del Municipio</i> | 28 |
| 5.3.4. <i>La Palestina</i> | 30 |
| □ <i>Economía Y Características Generales Del Municipio</i> | 31 |
| 5.4. <i>Diseño De Placa Huella</i> | 33 |
| - <i>Pendiente Transversal En Entretangencias Horizontales</i> | 40 |
| 5.4.2. <i>Estudio De Geologia Y Geotecnico</i> | 45 |
| 6. <i>Conclusiones</i> | 65 |
| 7. <i>Bibliografia</i> | 66 |
| 8. <i>Anexos</i> | 67 |
| 8.1. <i>Anexo 1: Resolucion Trabajo De Grado – Pasantia</i> | 67 |



8.2. Anexo 2. Certificado De Cumplimiento De Pasantia. 67

LISTA DE TABLAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Población en el área de influencia..... | 22 |
| Tabla 2. Población en el área de influencia..... | 25 |
| Tabla 3. Población en el área de influencia..... | 28 |
| Tabla 4. Población en el área de influencia..... | 31 |
| Tabla 5. Radio mínimo para peralte máximo de 6%..... | 39 |
| Tabla 6. Tabla bombeo calzada. | 40 |
| Tabla 7. Pendiente Relativa de la Rampa de Peraltes. | 43 |
| Tabla 8. Longitudes Mínimas de Curvas Verticales. | 44 |
| Tabla 9. Criterios de Diseño. Vel. 30 Km/h. VIAS TERCIARIAS DE SANTADER DE QUILICHAO..... | 45 |
| Tabla 10. Apiques Vía Ardobelas – Santa Lucia. K 0+000 – K 4+004..... | 49 |
| Tabla 11. Apiques Vía Santa María – Bello Horizonte. K 0+000 – K3+260/ K 0+000 – K 0+380 | 49 |
| Tabla 12. Apiques Vía Vereda Chirivico. K 0+000 – K 1+438 | 50 |
| Tabla 13. Apiques Vía Vereda Palestina. K 0+000 – K 0+800 | 50 |
| Tabla 14. Resumen C.B.R Inalterado en Inmersión. Vía Ardobela – Santa Lucia. K 0+000 – K 0+4004..... | 51 |
| Tabla 15. Resumen C.B.R Inalterado en Inmersión. Vía Santa María – Bello Horizonte. K 0+000 – K 3+260/ K 0+000 – K 0+380..... | 52 |
| Tabla 16. Resumen C.B.R Inalterado en Inmersión. Vía Vereda Chirivico. K 0+000 – K 1+483 | 53 |
| Tabla 17. Resumen C.B.R Inalterado en Inmersión. Vía Vereda La Palestina. K 0+000 – K 0+800. | 54 |



| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Tabla 18. Análisis estructural y Diseño Momento y Cortante. Vigas de Apoyo o Riostras para diferentes luces en 1 sentido de vía.....</i> | <i>56</i> |
| <i>Tabla 19. Análisis estructural y Diseño Momento y Cortante. Vigas de Apoyo o Riostras ZONAS DE CRUCE.....</i> | <i>58</i> |

LIST DE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Figura 1. DISEÑO Y MODELACION DE PUENTES</i> | <i>12</i> |
| <i>Figura 2 OBTECIION DE LECENCIAS AMBIEMNTALES.....</i> | <i>13</i> |
| <i>Figura 3- Localización directa del proyecto.....</i> | <i>20</i> |
| <i>Figura 4. Área de influencia directa. Ardobelas Santa LuciaI.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Figura 5. Área De Influencia Directa. Bello Horizonte – Santa María</i> | <i>24</i> |
| <i>Figura 6. Área De Influencia Directa.</i> | <i>27</i> |
| <i>Figura 7. Área De Influencia Directa. La Palestina.....</i> | <i>30</i> |
| <i>Figura 8. Sección Típica. Placa huella.</i> | <i>41</i> |
| <i>Figura 9. Sección Típica. Placa huella. SECCION TRANSVERSAL</i> | <i>41</i> |
| <i>Figura 10. Valores de ensayo de placa en función del tipo de material.</i> | <i>47</i> |
| <i>Figura 11. Valores de Módulo de reacción en función del tipo de suelo. Bowless 1997... ..</i> | <i>48</i> |
| <i>Figura 12. Sección Típica de Diseño. Placa Huella Para un Carril de Circulación.....</i> | <i>59</i> |
| <i>Figura 13. Sección Típica en Planta. Placa Huella Para un Carril de Circulación.....</i> | <i>60</i> |
| <i>Figura 14. Distribución Estructural. Placa Huella Para un Carril de Circulación.</i> | <i>61</i> |
| <i>Figura 15. Diseño Estructural Propuesto. Bordillo reforzado.</i> | <i>62</i> |
| <i>Figura 16. Diseño Propuesto para Zonas de Cruce 4 Carriles. Vista en Planta.....</i> | <i>63</i> |
| <i>Figura 17. Diseño Propuesto para Zonas de Cruce 4 Carriles.</i> | <i>64</i> |



1. INTRODUCCION

Este informe busca exponer la experiencia en la práctica como pasante en la empresa C&H INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.S, ubicada en la ciudad de Popayán. Donde la pasante tuvo la oportunidad de participar como auxiliar de ingeniería en diseño en el proyecto **“ELABORACION DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA REALIZAR LA PAVIMENTACION EN PLACA HUELLA EN CONCRETO DE LAS VIAS VEREDALES DENOMINADAS ARDOBELAS- SANTA LUCIA L=4.017 KM, CHIRIVICO L= 1.41 KM, BELLO HORIZONTE O SANTA MARIA L=3.64 KM Y LA PALESTINA L=0.8KM; DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO.”** Donde se pudo poner en práctica el conocimiento adquirido durante la etapa de formación como Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca; así como la adquisición de experiencia fundada en la verificación y realización de trabajos reales en el campo ingenieril.



2. JUSTIFICACION

El objetivo del ingeniero es desenvolverse bajo cualquier problema que se le presente, en el entorno de estudio, ya sea una obra civil en el campo de la construcción, o en el diseño en consultoría que se esté realizando.

En la formación del ingeniero civil se debe tener en cuenta que además de la sólida base teórica adquirida durante la etapa académica, es también importante la práctica, el ejercicio serio y responsable de la actividad profesional, dado que permite comprobar nuestros criterios.

Es primordial para un profesional adquirir experiencia y aplicar los conocimientos obtenidos en la formación universitaria en el desarrollo de actividades del área administrativa de la construcción. Es por eso que la pasantía brinda la oportunidad de participar en el campo laboral al que se tendrá que enfrentar, ayudando al mejoramiento de la calidad profesional de estudiante, así como también en la capacidad de gestión y administración de la comunidad, fortaleciendo las bases formadas en la universidad, lo que beneficia tanto a los estudiantes como futuros profesionales de la ingeniería.

De acuerdo a la resolución No.281 del 10 de junio del 2005, por la cual se reglamenta el trabajo de grado en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, y mediante la cual se establece la modalidad de pasantía o práctica empresarial para optar por el título profesional de ingeniero civil.



3. OBJETIVO DE LA PASANTIA

Participar como auxiliar de ingeniería de diseño en los contratos obtenidos de la empresa C&H INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.S

3.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Participar en la recolección y procesamiento de información de las diferentes variables que participan en el diseño de la placa huella del proyecto
- Revisar información de los diferentes volúmenes solicitados por la interventoría del proyecto
- Hacer los informes correspondientes de cada volumen que se va a entregar, con los resultados dados por los especialistas.
- Manejar programas de computador requeridos para el proceso de la información.
- Calcular cantidades de obras del proyecto para la elaboración de los presupuestos de la obra.
- Atender observaciones dadas por la interventoría.



4. INFORMACION DE LA EMPRESA



C&H INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.S

GERENTE: Carlos Alberto Hernández Galindo

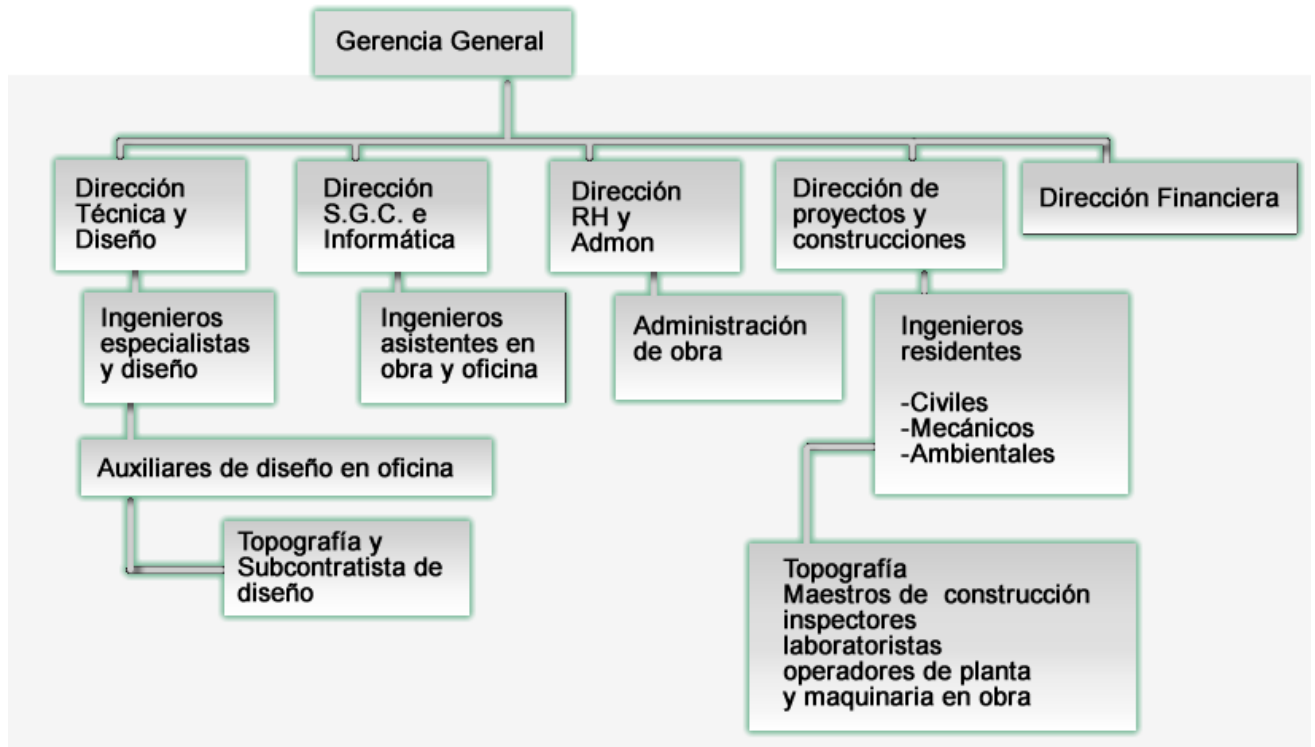
DIRECCION: carrera 6ª # 3N – 45

TELEFONO: 3006206749 – 8353603

CORREO: contactenos@cyhingenieria.com

ACTIVIDAD PRINCIPAL: Consultoría

4.1. ORGANIZACIÓN:



4.2. SERVICIOS Y APLICACIONES

4.2.1. DISEÑO, CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES Y ACOMPAÑAMIENTO

- Diseño y construcción de edificios – bodegas y estructuras en general en concreto, metal y mampostería estructural.
- Diseño y construcción de conexiones metálicas en función del tipo de estructura analizada y placas base.

- Diseño y construcción de cubiertas.
- Diseño y construcción de estructuras compuestas. P.e Puentes metálicos con vigas metálicas y losa en concreto.
- Diseño y construcción de edificaciones de 1 y 2 pisos según NSR-2010. Incluida tipo vis. Todos los procesos cubren asesoría y acompañamiento durante la etapa constructiva en caso de obtener el diseño exclusivamente.
- Diseño de Obras especiales según requerimiento del cliente.



Figura 1. DISEÑO Y MODELACION DE PUENTES

4.2.2. ASESORIA, OBTENCION DE LICENCIAS AMBIENTALES DE INFRAESTRUCTURA

- Aprovechamiento Forestal. (Ley 1021 del 2006).
- Intervención de Cauces. (Decreto 1541 de 1978).
- Concesión de aguas. (Decreto 1541 de 1978).
- Permiso para vertimientos de residuos líquidos. (DECRETO 1594 de 1984).
- Permiso para Emisiones atmosféricas incluido Ruido. (Decreto 948 de 1995).

- Explotación de Materiales Pétreos en Cantera y/o Material de Arrastre. (ley 685 del 2001).
- Transporte, Manejo, Disposición de Escombros y residuos Sólidos.



Figura 2 OBTECIION DE LECENCIAS AMBIEMNTALES

4.2.3. MANTENIMIENTO DE VIAS RURALES Y URBANAS

Mantenimiento rutinario: Zonas verdes, poda y corte de árboles, recolección de Basuras, productos reciclables, barrido de calles, Ornamentación, Parcheo, Bacheo, sello de fisuras en pavimentos, limpieza de obras tales como sumideros, ductos y obras de drenaje, limpieza señales, defensas, retiro de escombros.

Mantenimiento periódico: Reconstrucción de superficies en afirmado y pavimentado, Reconstrucción de obras de drenaje, construcción de obras de protección y obras menores, obras de paisajismo y ornamentación, Demarcación lineal y Señalización vertical.

4.2.4. ESTUDIOS DE SUELO, DISEÑO, CONSTRUCCION DE OBRAS GEOTECNICAS

- Diseño y construcción de cimentaciones superficiales para todo tipo de estructuras: puentes, edificios, vivienda, obras de contención, entre otras.



- Diseño y construcción de cimentaciones profundas: pilotes, micro pilotes, caissons, cajones, anclajes, tablestacados, etc.
- Diseño y construcción de obras de estabilización para taludes; incluido el diseño o planos para construcción, producto del análisis de estabilidad.
- Diseño, construcción y estabilización de suelos para pavimentos. Todos los procesos involucran el acompañamiento durante la fase constructiva.
- Diseño Tipos anclajes Pasivos, activos, obras geotécnicas especiales.
- Diseño Túneles, Presas, estructuras de cimentación para puertos, canales y aeropuertos.

4.2.5. ESTUDIOS DE SUELOS, DISEÑO Y COSTRUCION DE OBRAS GEOTECNICAS.

- Diseño y construcción de cimentaciones superficiales para todo tipo de estructuras: puentes, edificios, vivienda, obras de contención, entre otras.
- Diseño y construcción de cimentaciones profundas: pilotes, micro pilotes, caissons, cajones, anclajes, tablestacados, etc.
- Diseño y construcción de obras de estabilización para taludes; incluido el diseño o planos para construcción, producto del análisis de estabilidad.
- Diseño, construcción y estabilización de suelos para pavimentos. Todos los procesos involucran el acompañamiento durante la fase constructiva.
- Diseño Tipos anclajes Pasivos, activos, obras geotécnicas especiales.



- Diseño Túneles, Presas, estructuras de cimentación para puertos, canales y aeropuertos

4.2.6. DISEÑO GEOMETRICO Y SEÑALIZACION VIAL.

- Procesos topográficos completos mediante el uso de equipos de última tecnología.
- Diseño de vías tanto en planta como en perfil, nuevas y para rehabilitación. El proceso incluye entrega de Memorias y Planos para construcción, reportes de rasante y cálculo de cantidades de obra.
- Diseño de planes de manejo vehicular en vías; con su respectiva señalización tanto definitiva como provisional plasmada en planos para construcción.
- Análisis previos de Estudios de Tránsito y Capacidad y Nivel de Servicio, Análisis financiero del proyecto de Inversión, Estudios especializados de Tránsito para vías nuevas sin ningún tipo de historia y análisis de Tránsito y Capacidad para Mejora y Construcción de Intersecciones a Nivel y Desnivel

4.2.7. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS

- Diseño y construcción de pavimentos afirmado, flexible, concreto (losas, whittopping, adoquín, estabilizaciones, etc.). tanto para vías como para aeropuertos.
- Evaluación tanto funcional como estructural de un pavimento mediante técnicas conocidas durante la etapa de rehabilitación. (Equipos de medición FWD, HWD,



GPR). Asesoría, Diseño y construcción en tratamientos como: reciclajes en frío, en caliente y en general estabilizaciones en vías.

- Evaluación de ÍNDICES DE ESTADO como seguimiento y control durante la operación de la vía, sea en vías concesionadas/ estatales o privadas. EVALUACIÓN FINANCIERA de un proyecto de inversión mediante modelos como el HDM IV, con las alternativas de rehabilitación según el proceso de inversión requerido. (SISTEMA DE GESTION DE PAVIMENTOS)

4.2.8. ESTUDIO DE TRANSITO Y TRANSPORTE

- Capacidad y nivel de servicio en vías de dos y más carriles
- Análisis de Accidentalidad
- Planes de Manejo de Trafico

Todo lo anterior para vías rurales, urbanas, puertos y aeropuertos

4.2.9. ESTUDIO DE GEOLOGIA PARA LA INGENIERIA

Geología para vías

- Análisis fractal
- Túneles
- Obras en general de infraestructura
- Tomografía de suelos
- Geofísica
- Geoléctrica
- Perforaciones hasta 600 m, entre otros.



4.3. CONTRATOS 2016

| EXPERIENCIA ESPECÍFICA EN TRABAJOS C&H INGENIERIA Y CONSTRUCCION | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|
| No. DE ORDEN | TIPO DE CONTRATO | CONTRATANTE | OBJETO DEL CONTRATO | PERÍODO LABORADO | | |
| | | | | INICIA (día-mes-año) | TERMINA (día - mes - año) | DURACIÓN (Mes) |
| 1 | Contrato de consultoría | JORGE FANDIÑO S.A.S | EJECUCION DE EXPLORACION DE PERFORACION PARA SONDEOS EN LOS SUELOS QUE SE ENCUENTREN BASADOS EN LAS SIGUIENTES: EXPLORACION MECANICA ROTACION EN SUELOS BLANDOS EXPLORACION MECANICA ROTACION EN ROCA EXPLORACION MECANICA ROTACION EN ALUVIAL O COLUVION TRABAJOS ADICIONALES EN EL PROYECTO: ENSAYOS DE LABORATORIO PERFORACIONES (VARIANTES, Y PUENTES) | 12/02/2016 | 28/04/2016 | 50 Dias |
| 2 | COTIZACION | LA FORTALEZA | TOPOGRAFIA DE LOTES LA FORTALEZA CON DETALLES DE ACCESOS POR VIVIENDA | 03/03/2016 | 31/03/2016 | 20 DIAS |
| 3 | Contrato de consultoría | UNION TEPORAL DESARROLLO VIAL DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA UTDVVCC | ESTUDIOS DEFLECTOMETRIA PARA COMPLEMENTACION ESTUDIOS, DISEÑO DE REHABILITACION MALLA VIAL – TRAMOS 2 AL 6 L = 15.54 Km. TOTAL PUNTOS 620 | 08/03/2016 | 31/03/2016 | 15 Dias |
| 4 | COTIZACION | LA FORTALEZA | DISEÑO DE ACUEDUCTO, PARCELACION LA FORTALEZA | 28/03/2016 | 18/04/2016 | 15 DIAS |
| 5 | Contrato de consultoría | CONSORCIO CONSULTORES VIALES 093 | ESTUDIOS Y DISEÑOS DE MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE LAS CARRETERAS ROSAS - LA VEGA - SAN SEBASTIAN – SANTIAGO. RUTA 25CC15 Y BOLIVAR – SANTIAGO EN LA RUTA 1203, DEPARTAMENTO DEL CAUCA. | 11/04/2016 | | 3 Meses y Medio |
| 6 | Contrato de consultoría | UNIÓN TEPORAL DESARROLLO VIAL DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA UTDVVCC | COMPLEMENTACION Y DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACION DEPOSITO SANTA BARBARA K76+800. TRAMO BUGA – LOBOGUERRERO. | 20/06/2016 | 19/07/2016 | 20 Dias |
| 7 | COTIZACION | CONSORCIO SUAREZ CAUCA | EVALUACION DEFLECTOMETRICA Y ESTRUCTURAL PARA VIA MORALES - SUAREZ K 21 + 600- K 25 + 000 LONGITUD A EVALUAR 3,4 KM | 07/07/2016 | 21/07/2016 | 2 SEMANAS |
| 8 | CONTRATO DE CONSULTORIA N° 5-31,9/021 DE 2016 | UNIVERSIDAD DEL CAUCA | EVALUACION DEFLECTOMETRICA Y ESTRUCTURAL PARA VIAS DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE, SEGÚN PROYECTO ASOCAÑA. MEDICION DEFLECTOMETRICA Y GEORADAR. LONGITUD 60 KM | 31/08/2016 | 30/09/2016 | 1 MES |
| 9 | Contrato Bucaramanga - Pamplona | AUTOVIA BUCARAMANGA PAMPLONA | Realizacion de Ensayos de laboratorio referentes a la Exploracion Para el Diseño Geotecnicode la via Concesión Bucaramanga - Pamplona | 08/09/2016 | 08/10/2016 | 1 mes |
| 10 | Contrato Bucaramanga - Pamplona | AUTOVIA BUCARAMANGA PAMPLONA | Realizacion de Exploracion Geotecnica directa e Indirecta, Ejecucion de Apiques de la via para la Concesion Bucaramanga Pamplona | 08/09/2016 | 08/10/2016 | 1 mes |
| 11 | ALQUILER DE CAMIONETA | GEOSENSE S.A.S | Servicio de alquiler de vehiculo de transporte de placas CQC-502 marca Ford Sport trac para labores de medicion con georadar en la ciudad de Cali | 01/08/2016 | 05/08/2016 | 5 DIAS |
| 12 | contrato Popayan-Santander | NUEVO CAUCA S.A.S | Medicion de retroreflexion para demarcacion horizontal en el corredor | | | |



5. PROYECTO “ESTUDIOS Y DISEÑO PARA REALEZAR LA PAVIMENTACION EN PLACA HUELLA EN CONCRETO DE LAS VIAS VEREDALES DEL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO, DENOMINADAS ARDOBELAS- SANTA LUCIA L= 4.017 KM, BELLO HORIZONTE- SANTA MARIA L= 3.64, CHIRIVICO L= 1.41, LA PALESTINA L= 0.8 KM”

5.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

LA UNION TEMPORAL DESARROLLO VIAL DELVALLE DEL CAUCA Y CAUCA y CYH INGENIERIA Y CONSTRUCCIONES S.A.S. mediante el contrato 09-2015, se ha convenido celebrar un contrato de consultoría, donde se pactó realizar la pavimentación en placa huella en concreto de las siguientes vías veredales: Vía Ardobelas: Desde el puente caballar hasta la intersección de la vía Al Parmar. Vía Chirivico: desde el Quiebra Patas hasta donde culmine los 1.2 km. Vía Santa María: desde el box coulver hasta donde inicia el pavimento de Barrio Bello Horizonte. Y Vía a Veracruz Palestina: desde la primera casa ante de la escuela La Palestina ubicada en ese mismo caserío hasta donde culmine los 800m. De igual manera se acuerda que los dos callejones del sector de Chirivico se adecuaran en roca muerta por una sola vez, en una longitud total de 800 m. la ejecución se realizara en un periodo de la pavimentación de las vías.

Con el ánimo de dar cumplimiento con el acuerdo pactado en el acta de protocolización de modificación en mención se hace necesario obtener como insumos tanto en la evaluación funcional como la estructural donde se entregaron:

- VOL I. ESTUDIO DE TRANSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.
- VOL II. ESTUDIO DE DISEÑO GEOMETRICO.
- VOL III. ESTUDIO GEOTECNICO.
- VOL IV. ESTUDIO DE SUELO PARA DISEÑO DE FUNDACIONES.



- VOL V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACION DE TALUDES.
- VOL VI. ESTUDIO GEOTECNICO PARA PAVIMENTOS.
- VOL VII. ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y HIDRAULICA.
- VOL VIII. ESTUDIO ESTRUCTURAL PARA DISEÑO DE PUENTES.
- VOL IX. ESTUDIO DE SEÑALIZACION.
- VOL X. PLAN DE MANEJO DE TRÁFICO.
- VOL XI. CANTIDAD DE OBRA.

El cual fue diseñado por especialistas capacitados, y aprobados por la interventoría.

5.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El desarrollo de la Malla Vial de Valle del Cauca y Cauca, se definió la destinación de recursos de la concesión para el mejoramiento de cuatro vías rurales en el municipio de Santander de Quilichao: Chrivico, Ardobela – Santa Lucia, Bello Horizonte – Santa María y La Palestina

Inicialmente se contempló al mejoramiento de estas vías con roca muerta durante (10) años, construcción de cunetas, iluminación y algunos pontones. Posteriormente con el INCO se convino que en el lugar de las actuaciones anteriores sobre las tres vías mencionadas, estas se pavimentaran y se entregaran al municipio de Santander de Quilichao para su posterior mantenimiento.

La superficie de rodadura más conveniente para el proyecto, será La placa huella en concreto, ya que tiene el doble o triple de vida útil del pavimento asfáltico; no requiere maquinaria especializada para la construcción; su reparación puede ser hecha por una cuadrilla al mando de un buen oficial; el mantenimiento es muy bajo; es más apropiado que el flexible para pendientes superiores al 8%.

Las vías Adóbelas, Santa María, atiende áreas rurales amplias, con buen número de habitantes, paso de vehículo más frecuente, incluso vehículos de carga para atender las zonas con producción agrícola intensa y de pequeña industria agropecuaria. La vía La Palestina y Chiribico tienen baja utilización vehicular y atienden población baja.

5.3. MARCO GEOGRAFICO Y SOCIOECONOMICO DEL PROYECTO

Santander de Quilichao es un municipio colombiano ubicado en el sector Norte del Departamento del Cauca, a 97 km al norte de Popayán y a 45 km al sur de Cali.

Límites: al Norte con los Municipios de Villa Rica y Jamundí, al Occidente con el municipio de Buenos Aires, al oriente con los municipios de Caloto y Jambaló y al sur con el Municipio de Caldon.



Figura 3- Localización directa del proyecto

Fuente. Wikipedia, alcaldía de Santander de Quilichao

El proyecto se hizo para cuatro vías veredales del municipio de Santander de Quilichao, que son:

5.3.1. ARDOBELAS- SANTA LUCIA:

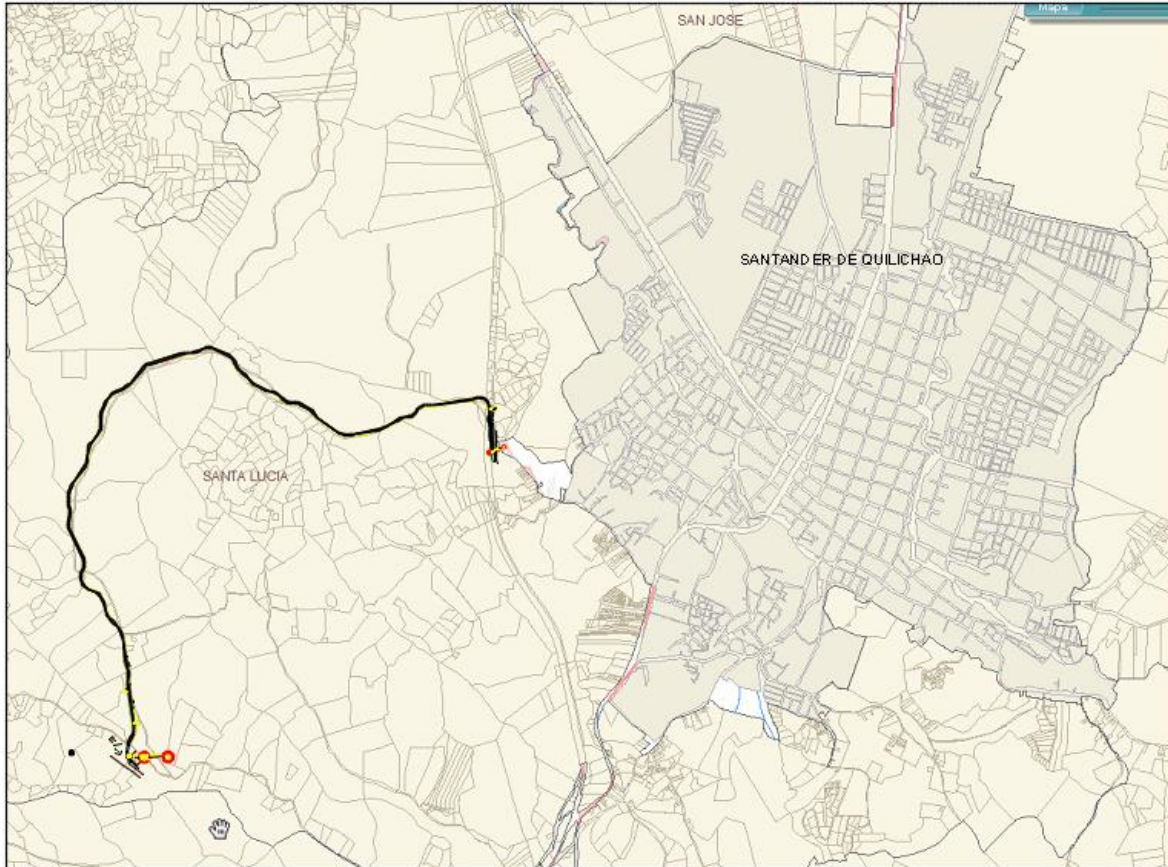


Figura 4. Área de influencia directa. Ardobelas Santa Lucía

El área de influencia directa se podría limitar a un kilómetro a lado y lado de la vía, sin embargo este corredor no se destaca por la producción agrícola o ganadera, simplemente se dedica a los cultivos de manutención sin ningún tipo de industrialización que permitan una comercialización que afecte positivamente la calidad de vida de los habitantes. La economía en los hogares se basa en la extracción de oro en minas ilegales lo que se destaca en la zona.



A continuación se presenta una breve descripción con los aspectos más relevantes del área de influencia directa. Los tramos de vía motivo de estudio, se localiza en la parte norte del departamento del Cauca.

- **Población:** El proyecto cruza por el municipio de Santander de Quilichao. La población del área de influencia directa se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Población en el área de influencia.

| Año | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
|---------|--------|--------|--------|---------|
| Total | 80.282 | 86.502 | 93.545 | 100.681 |
| Hombres | 39.697 | 42.643 | 46.007 | 49.373 |
| Mujeres | 40.585 | 43.859 | 47.538 | 51.308 |

La tasa de crecimiento promedio tiende a ser del 1.5%.

- **Localización:** El área de influencia directa es básicamente el Municipio de Santander de Quilichao que se localiza en el norte del departamento a un lado de la vía panamericana, la vía objeto del estudio se encuentra al lado izquierdo de la variante al municipio de Santander de Quilichao en sentido sur a norte, La vía tiene una longitud aproximada de 4 kilómetros.
- **Topografía:** Topográficamente hay dos zonas bien definidas: la zona plana, donde se inicia el Valle geográfico del río Cauca y con explotaciones agropecuarias y tecnologías apropiadas. La zona de ladera: topografía ondulada suave, con diferencia de pisos térmicos que hacen que el establecimiento de actividades agropecuarias sean muy variadas

- **Economía y características generales del municipio:** A continuación se presenta una breve descripción de las características generales y la economía en cada uno de los municipios afectados por el proyecto. La economía se basa en explotación agrícola principalmente caña de azúcar, café y yuca, pecuaria y minera. Con los beneficios que trajeron la Ley Páez y la instalación de empresas manufactureras, el renglón secundario pasó a ocupar un buen lugar en la economía local y regional, sin desconocer que el sector terciario, el comercio en el casco urbano es fuente generadora de empleo y actividad económica dinámica. La actividad pecuaria se orienta a la crianza de ganado vacuno, pollos y peces; la explotación minera se basa en la extracción de arena sobre la ribera del río Cauca y de oro en diferentes puntos de la geografía municipal. ¹



Fotografía 1. Vía Ardobelas - santa lucia

1. FUENTE: Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Santander_de_Quilichao. Y basado en las visitas de campo hechas a la vía ene estudio

5.3.2. SANTA ARIA O BELLO HORIZONTE

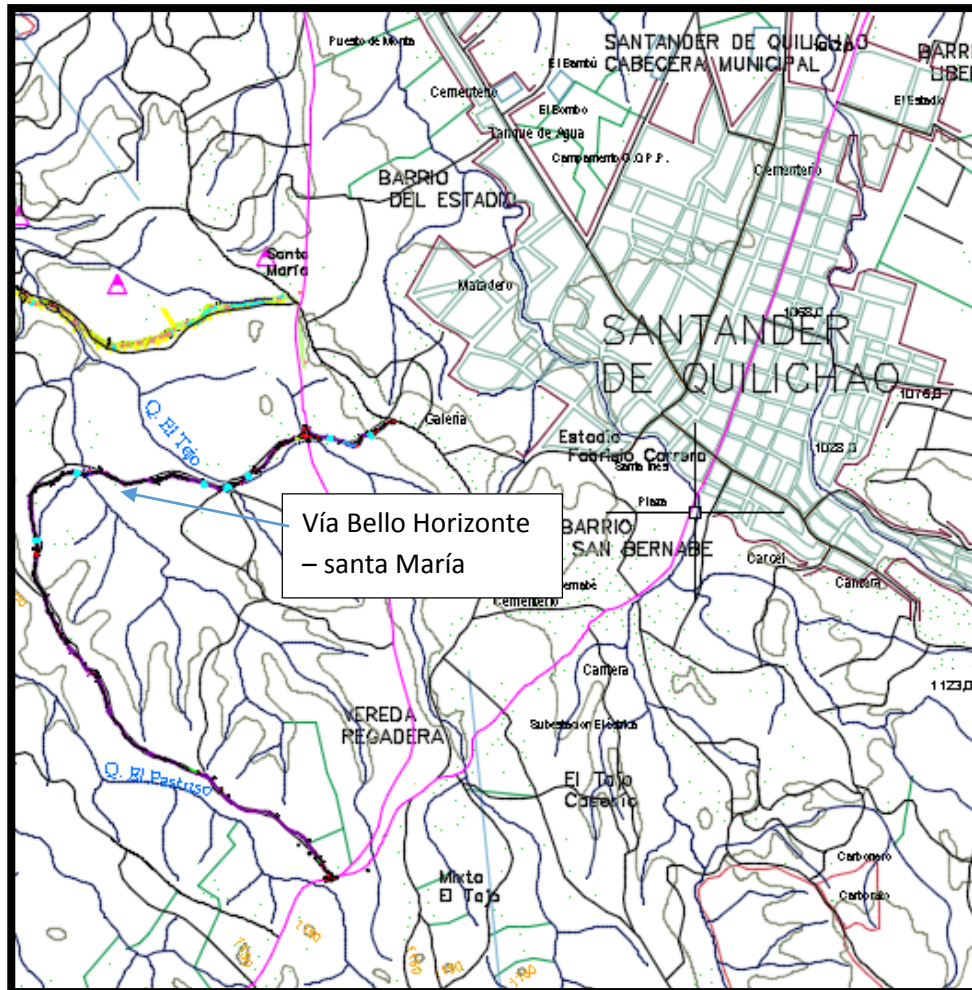


Figura 5. Área De Influencia Directa. Bello Horizonte – Santa María

FUENTE: CARTOGRAFIA IGAC (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI)

A continuación se presenta una breve descripción con los aspectos más relevantes del área de influencia directa. Los tramos de vía motivo de estudio, se localiza en la parte norte del departamento del Cauca.

- **Población:** El proyecto cruza por el municipio de Santander de Quilichao. La población del área de influencia directa se presenta en el la tabla 1.



Tabla 2. Población en el área de influencia

| Año | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
|---------|--------|--------|--------|---------|
| Total | 80.282 | 86.502 | 93.545 | 100.681 |
| Hombres | 39.697 | 42.643 | 46.007 | 49.373 |
| Mujeres | 40.585 | 43.859 | 47.538 | 51.308 |

La tasa de crecimiento promedio tiende a ser del 1.5%.

- **Localización:** El área de influencia directa es básicamente el Municipio de Santander de Quilichao que se localiza en el norte del departamento a un lado de la vía panamericana, la vía objeto del estudio se encuentra al lado izquierdo de la variante al municipio de Santander de Quilichao en sentido sur a norte, La vía tiene una longitud aproximada de 1,4 Kilómetros.
- **Topografía:** Topográficamente hay dos zonas bien definidas: la zona plana, donde se inicia el Valle geográfico del río Cauca y con explotaciones agropecuarias y tecnologías apropiadas. La zona de ladera: topografía ondulada suave, con diferencia de pisos térmicos que hacen que el establecimiento de actividades agropecuarias sean muy variadas
- **Economía y características generales del municipio:** A continuación se presenta una breve descripción de las características generales y la economía en cada uno de los municipios afectados por el proyecto. La economía se basa en explotación agrícola, principalmente caña de azúcar, café y yuca, pecuaria y minera. Con los beneficios que trajo la Ley Páez y la instalación de empresas manufactureras, el renglón secundario pasó a ocupar un buen lugar en la economía local y regional, sin desconocer que el sector terciario, el comercio en el casco urbano es fuente generadora de empleo y actividad

económica dinámica. La actividad pecuaria se orienta a la crianza de ganado vacuno, pollos y peces; la explotación minera se basa en la extracción de arena sobre la ribera del río Cauca y de oro en diferentes puntos de la geografía municipal

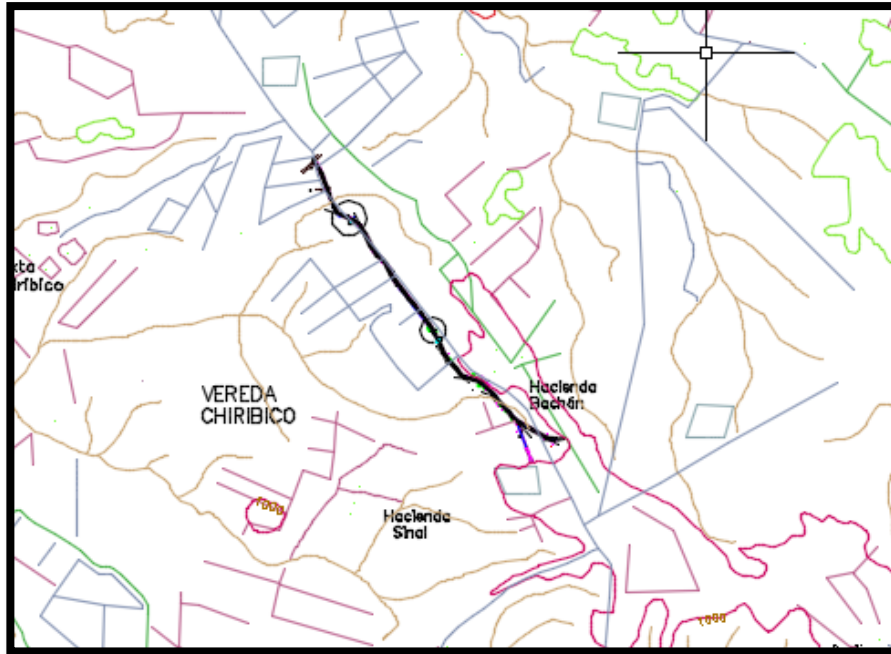
En cuanto al efecto directo del proyecto se tiene que al mejorar las condiciones de la vía, mejora la comodidad en los viajes de los habitantes de las veredas involucradas, pero no puede asegurarse que se incremente la producción debido a que las condiciones de vida de los habitantes y las limitaciones económicas son muy bajas y un incremento en la producción requiere de otro tipo, de apoyo por parte de los entes de gobierno nacional.²



Fotografía 2. Vía Santa María – Bello Horizonte.

2. FUENTE: Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Santander_de_Quilichao. Y basado en las visitas de campo hechas a la vía en estudio

5.3.3. CHIRIVICO



FUENTE: IGAC (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI)

Figura 6. Área De Influencia Directa.

El área de influencia directa es básicamente el pequeño poblado de Chirivico, el cual lo constituyen una pocas viviendas, y una pequeña escuela, de estas viviendas algunas son parcelas de personas que las visitan esporádicamente. No se tienen datos de producción debido a que los habitantes producen alimentos básicamente para subsistencia a continuación se presenta una breve descripción con los aspectos más relevantes del área de influencia directa. Los tramos de vía motivo de estudio, se localiza en la parte norte del departamento del Cauca.

- **Población:** El proyecto cruza por el municipio de Santander de Quilichao. La población del área de influencia directa se presenta en la tabla 3



Tabla 3. Población en el área de influencia.

| Año | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
|---------|--------|--------|--------|---------|
| Total | 80.282 | 86.502 | 93.545 | 100.681 |
| Hombres | 39.697 | 42.643 | 46.007 | 49.373 |
| Mujeres | 40.585 | 43.859 | 47.538 | 51.308 |

La tasa de crecimiento promedio tiende a ser del 1.5%.

- **Localización:** El área de influencia directa es básicamente el Municipio de Santander de Quilichao que se localiza en el norte del departamento a un lado de la vía panamericana, la vía objeto del estudio se encuentra al lado izquierdo de la variante al municipio de Santander de Quilichao en sentido sur a norte, La vía tiene una longitud aproximada de 1,4 kilómetros.
- **Topografía:** Topográficamente hay dos zonas bien definidas: la zona plana, donde se inicia el Valle geográfico del río Cauca y con explotaciones agropecuarias y tecnologías apropiadas. La zona de ladera: topografía ondulada suave, con diferencia de pisos térmicos que hacen que el establecimiento de actividades agropecuarias sean muy variadas.
- **Economía y características generales del municipio:** A continuación se presenta una breve descripción de las características generales y la economía en cada uno de los municipios afectados por el proyecto.

La economía se basa en explotación agrícola principalmente caña de azúcar, café y yuca, pecuaria y minera. Con los beneficios que trajeron la Ley Páez y la instalación de empresas manufactureras, el renglón secundario pasó a ocupar un buen lugar en la economía local y regional, sin desconocer que el

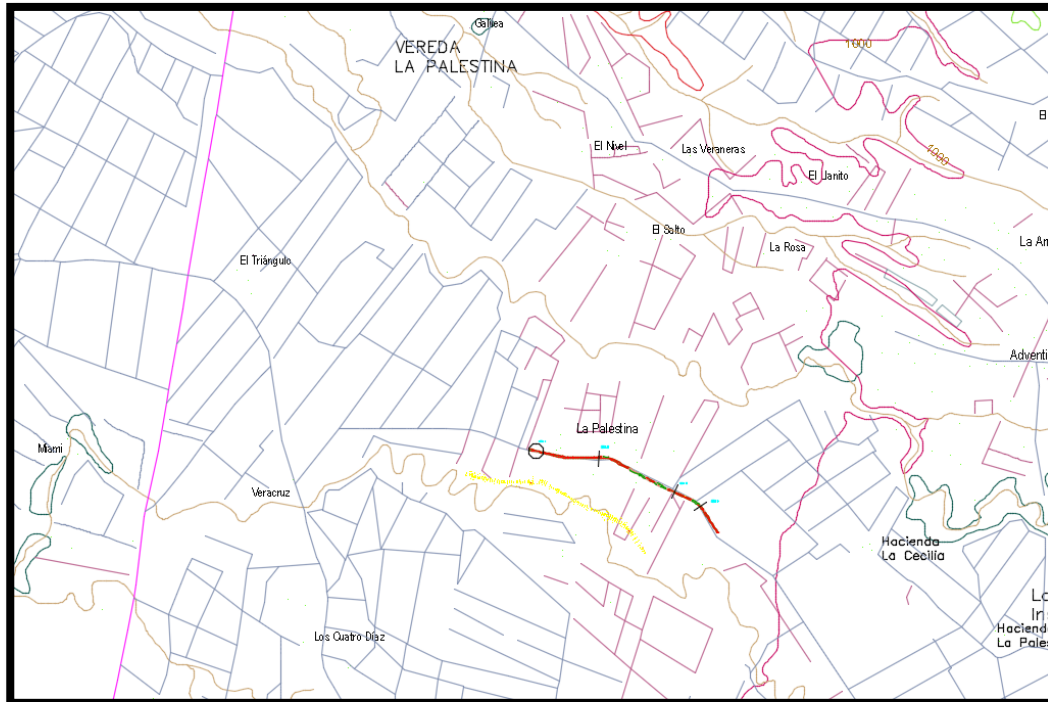
sector terciario, el comercio en el casco urbano es fuente generadora de empleo y actividad económica dinámica. La actividad pecuaria se orienta a la crianza de ganado vacuno, pollos y peces; la explotación minera se basa en la extracción de arena sobre la ribera del río Cauca y de oro en diferentes puntos de la geografía municipal.³



Fotografía 3. Vía Chirivico

3. FUENTE: Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Santander_de_Quilichao. Y basado en las visitas de campo hechas a la vía ene estudio

5.3.4. LA PALESTINA



FUENTE: CARTOGRAFIA IGAC (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI)

Figura 7. Área De Influencia Directa. La Palestina

A continuación se presenta una breve descripción con los aspectos más relevantes del área de influencia directa. Los tramos de vía motivo de estudio, se localiza en la parte norte del departamento del Cauca.

Es importante aclarar que el área directa de influencia a lado y lado del tramo a intervenir corresponde a grandes extensiones de cultivos industriales de caña de azúcar en total producción, la cual es explotada anualmente, extrayendo la cosecha parte por la vía hacia la panamericana y otra parte por vías internas hasta los ingenios.



- **Población:** El proyecto cruza por el municipio de Santander de Quilichao. La población del área de influencia directa se presenta en la Tabla 1

Tabla 4. Población en el área de influencia.

| Año | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
|---------|--------|--------|--------|---------|
| Total | 80.282 | 86.502 | 93.545 | 100.681 |
| Hombres | 39.697 | 42.643 | 46.007 | 49.373 |
| Mujeres | 40.585 | 43.859 | 47.538 | 51.308 |

La tasa de crecimiento promedio tiende a ser del 1.5%.

- **Localización:** El área de influencia directa es básicamente el Municipio de Santander de Quilichao que se localiza en el norte del departamento a un lado de la vía panamericana, la vía objeto del estudio se encuentra al lado izquierdo de la variante al municipio de Santander de Quilichao en sentido sur a norte, La vía tiene una longitud aproximada de 864 metros.
- **Topografía:** Topográficamente hay dos zonas bien definidas: la zona plana, donde se inicia el Valle geográfico del río Cauca y con explotaciones agropecuarias y tecnologías apropiadas. La zona de ladera: topografía ondulada suave, con diferencia de pisos térmicos que hacen que el establecimiento de actividades agropecuarias sean muy variadas.
- **Economía y características generales del municipio:** A continuación se presenta una breve descripción de las características generales y la economía en cada uno de los municipios afectados por el proyecto.

La economía se basa en explotación agrícola, principalmente caña de azúcar, café y yuca, pecuaria y minera. Con los beneficios de la Ley Páez y la

instalación de empresas manufactureras, el renglón secundario pasó a ocupar un buen lugar en la economía local y regional, sin desconocer que el sector terciario, el comercio en el casco urbano es fuente generadora de empleo y actividad económica dinámica. La actividad pecuaria se orienta a la crianza de ganado vacuno, pollos y peces; la explotación minera se basa en la extracción de arena sobre la ribera del río Cauca y de oro en diferentes puntos de la geografía municipal.

Con respecto a los poblados de Palestina y Veracruz en su área de influencia directa la economía se basa en el monocultivo de caña en grandes latifundios, con lo cual el beneficio puntual a los moradores no se puede medir en parámetros económicos sino en beneficios por la comodidad que puede brindar el tener un tramo de vía en buenas condiciones.⁴



Fotografía 4. Vía La Palestina

4. FUENTE: Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Santander_de_Quilichao. Y basado en las visitas de campo hechas a la vía ene estudio



5.4. DISEÑO DE PLACA HUELLA

La evolución de la definición de vía, remonta a tiempos muy antiguos; desde la época de los romanos hasta nuestros días, siempre se ha buscado por parte de la humanidad la forma de mejorar sus caminos sean estos de herradura, peatonales, carreteables; con objetivos claros, como: Transitabilidad, comunicación, intercambio de Productos, entre otros siempre con el ánimo de mejorar la calidad de vida de toda una comunidad.

Es así que se conoce a través de la historia de caminos Nivelados con bloque de piedra en nuestros ancestros indígenas en Sur-América, con el único objetivo de proporcionar durabilidad y sobre todo transitabilidad en épocas invernales, y cuyos fines principales de estos carreteables sería: Demarcación de límites, Tráfico, Circulación de personas y la unidad territorial. Así mismo, durante la conquista española la ciudad se fundaban en piedras pegadas para el paso de personas, carruajes, caballos, bestias, entre otros.

Sin embargo, en la búsqueda de obtener pavimentos de larga duración, con costos razonables, surgen a lo largo de la historia diferentes técnicas y materiales para construcción, que a su vez permitieron catalogar las vías de acuerdo a su importancia es decir, vías con Niveles de Servicio tipo A, B y C, con construcción de estructuras flexibles (carpeta, base, sub-bases, mejoramientos, etc.), pavimentos en concreto rígido reforzados, endovelados, y estructuras mixtas; así mismo para vías de menores niveles de servicio como C ó D y hasta menores, con construcciones muy manuales, rudimentarias, hasta el punto de utilizar solamente afirmados, piedras pegadas (Normalizadas por la Organización Internacional del Trabajo), pavimentos tipo PLV (Pavimentos de Larga duración), estabilizaciones con cemento, entre otras, tal como sucede actualmente en muchas vías del territorio Nacional Colombiano.



Como una alternativa y con el fin de involucrar Mano de Obra sin experiencia, surge en Colombia a mediados de los 90's, el denominado Pavimento de Larga Vida, desarrollado por el Instituto Tecnológico de Medellín (ITM), como una solución a los grandes problemas de mantenimiento de muchas vías terciarias en Colombia, consistiendo básicamente en una estructura de Concreto similar a un Puente, con tres vigas longitudinales, una losa reforzada con acero para flexión y malla de acero para retracción, con vigas transversales y Juntas de Construcción. Dentro de las ventajas que se exponían en su concepción se resaltaba:

1. Aspecto social por la Mano de obra que ocupa en diferentes zonas apartadas.
2. Durabilidad al ser una estructura de Concreto reforzado.
3. Economía en lo referente al costo inicial y en especial ahorros en Mantenimiento.
4. Combinaba las ventajas de un pavimento reforzado con cimentaciones continuas.

Desventajas:

1. En el diseño se aplicaron principios de Módulos de reacción de sub-rasante que no coincidían con los principios de un puente de vigas continuas; siendo cuestionado el Modelo de Winkler.
2. Desde el punto de vista técnico nunca tuvo en cuenta las deformaciones permanentes, así se apoyara en sub-rasantes firmes.
3. No se tenían en cuenta las deformaciones permanentes ante cargas repetitivas.
4. Discrepancia en los Modelos de diseño al ser utilizado directamente en sub-rasantes que probablemente fuesen expansivas.
5. No contemplaba la erosión del suelo de soporte en los Modelos de diseño.



6. Los recubrimientos de 7.5 cm no se alcanzaban con espesores de 12.5 cm.

7 Y un sin número de observaciones, que llevaron a que el PLV fuera aplicado de manera No muy extensiva en el país, quedando relegado por estructuras como la Placa huella, objetivo del presente estudio para las vías terciarias de Santander de Quilichao en una longitud total de 10.9 km, las cuales poseen un ancho reducido variable y en afirmado, y que cumplen las condiciones adecuadas para ser llevadas a Sistema de Placa Huella.

Continuando con el referente historial, es así que, el INVIAS también por la década de los 90's, orienta la construcción de Placas Huellas, con los principios sociales del PLV, pero con unas condiciones técnicas que hasta la fecha de hoy no se conocían, destacando la combinación de la piedra pegada, con concreto reforzado, cunetas, y todo un sistema estructural apoyados sobre capas granulares compactadas en función del tipo de suelo o fundación existente. El sistema según conocimiento de los consultores ha funcionado hasta la fecha, sin embargo se tienen inconsistencias en cuanto al Método constructivo, esto dado que en cada región o cada obra en particular así exista la especificación particular INVIAS para la CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA, y quien determina el tipo de granulares, concreto, acero y forma constructiva, estas son construidas finalmente con bases empíricas de cada contratista e interventor, inclusive en ocasiones el costo llega a ser superior a concretos rígidos de vías de segundo orden, aspecto que in duda debe ser regulado de la mejor forma técnica posible.

Es por las razones anteriores, que el Concesionario Malla Vial del Valle del Cauca y Cauca, ha contratado a C&H INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.S, con el objetivo de diseñar un Modelo de placa Huella, para las vías terciarias de Santander de Quilichao, revisando en principio el Modelo sugerido por EL INVIAS en su manual de construcción de Placa Huella, el cual se anexa al final; de tal forma que para el



proyecto en cuestión se pueda regular dicha construcción tanto desde el punto de vista diseño y durante el control de la misma construcción, dejando variables mínimas al poder decisorio de quienes construyan; y apoyados en diferentes consultores de diversas ramas del proyecto en cuestión (Hidráulica, Diseño geométrico, Ingeniería de Tránsito, Geotecnia, Ingeniería de Pavimentos y Diseño estructural) quienes con su experiencia y conocimiento condujeron al desarrollo del presente diseño, el cual se ha ejecutado para una fácil comprensión, de entender y manejar para cualquier profesional del campo de la ingeniería y para personal de obra, quienes No tendrán que desarrollar diseños sofisticados, dado que se darán los principios que condujeron a las secciones finalmente obtenidas de placa huella, independiente del tráfico, pero si con una carga fija incidente en el diseño con base en unos principios que se explican más adelante, y la sub-rasante de apoyo. El concebir un Vehículo de diseño con un tren de cargas mínimo ha sido la base importante del diseño, tal como lo expresa el Manual de Puente CCP-14 del 2015, bajo los principios de un pavimento comportándose como una cimentación de vigas continuas, cuyas consideraciones estructurales acogen ciertos parámetros de PLV, pero varían en cierto rango con respecto al mismo, desde su geometría hasta la concepción misma del diseño, con la ayuda de software especializado para este tipo de estructuras.

Es importante recalcar, que dado que la carga de diseño es única adoptada para las vías terciarias Ardobelas – Santalucía, Santamaría – Bellohorizonte, Chirivico y Palestina, se elabora un solo informe, donde la única condición cambiante será la sub-rasante, como parte integral del Modelo de diseño, el cual se desglosa en el alcance geotécnico del presente informa para cada vía.

El proceso de apertura económica que en la actualidad se implementa en Colombia y la mayoría de países de la región, exige que el manejo del transporte en los diversos modos implemente grandes estrategias que aumenten la eficiencia de lo



que actualmente poseemos en cuanto a infraestructura vial. Uno de los programas bandera del gobierno nacional es mejorar las comunicaciones a lo largo de toda la geografía nacional de manera que se facilite la movilidad interna de pasajeros y productos, buscando niveles de servicio y capacidad acordes con las características de cada zona y del mercado. La concesionaria de las vías del norte del cauca y sur del departamento del Valle, se encuentra interesada en mejorar la circulación por las vías alimentadoras de la red panamericana específicamente en el municipio de Santander de Quilichao.

Con lo anterior se presenta una serie de beneficios entre los cuales se tiene:

- Mejorar la integración y desarrollo regional, lo cual se traduce en beneficios económicos y sociales.
- Ahorros en tiempos de viaje, y costos de operación.
- Mayor oportunidad y calidad de los productos agrícolas y agroindustriales.
- Reducción de los costos de transporte, los cuales benefician indirectamente a consumidores y productores a través de precios totales más bajos para los bienes y servicios transados.
- Efectos positivos sobre el ingreso de la población beneficiada y en un aumento de su nivel de vida.

5.4.1. ESTUDIO DE DISEÑO GEOMETRICO



El estudio del trazado y Diseño Geométrico del corredor vial Transversal de Las vías terciarias tiene como objetivo optimizar el trazado de la vía actual al llevarlo a unos parámetros mínimos que permitan obtener un diseño geométrico acorde con las normas y criterios establecidos en El Manual de Diseño Geométrico de INVIAS 2008 teniendo como parámetro de referencia una Velocidad de Diseño cómoda y segura para el usuario de la vía.

Teniendo en cuenta las características del terreno y en busca de una mejora significativa en la operación de la vía se consideraron sectores homogéneos donde se optimizaron los diseños.

- **CLASE DE TERRENO.**

El tramo en estudio se encuentra básicamente localizado en valle del río Cauca, en el departamento del Cauca. En este trayecto se destaca una topografía plana, en la cual la vía se desarrolla para la conexión entre veredas.

- **VELOCIDAD DE DISEÑO.**

De acuerdo a la revisión y ajustes a los Estudios y diseños de los tramos de las vías terciarias en busca de una mejora significativa en la operación de la vía, se establece como velocidad mínima de diseño 30 Km/h para las cuatro vías terciarias:

- Ardobelas – Santa Lucia K0+000 – K4+000
- Santa María- Bello Horizonte K0+000 – K3+460
- Chirivico K0+000 – K1+410
- La Palestina K0+000 – K0+800

- **RADIO MÍNIMO:**



De acuerdo a la velocidad de diseño adoptada el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS 2008 establece como radio mínimo el valor de 21 m para 30Km/h. (ver tabla 27)

Tabla 5. Radio mínimo para peralte máximo de 6%

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

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

Fuente: Manual de Diseño Geométrico (INVIAS)

- **ENTRETANGENCIA MÍNIMA:**

Para el alineamiento con curvas circulares en distinto sentido únicamente las longitudes de entretangencia debe satisfacer la mayor de las condiciones dada por la longitud de transición, de acuerdo con los valores de pendiente máxima para rampa de peraltes y por la distancia recorrida en un tiempo de 5 segundos (5s) a la menor de las Velocidades Específicas (V_{CH}) de las curvas adyacentes a la entretangencia en estudio.

Para diseños con curvas circulares especialmente en terrenos plano, la entretangencia no puede ser menor al espacio recorrido en un tiempo no menor de quince segundos (15 s) a la Velocidad Especifica de la entretangencia horizontal (V_{ETH}).



- **DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL**

- **Calzada**

Considerando las características del trazado existente, sus dimensiones, el efecto e impacto que puede causarse a los predios adyacentes por los diferentes mejoramientos que deben aplicarse, los aspectos constructivos relacionados con la construcción de una estructura de pavimento en concreto rígido, la estabilidad de taludes y el nivel de servicio buscado, el proyecto tiene que determinarse contractualmente un ancho de calzada de 5 m para dos carriles.

- **Pendiente Transversal en Entretangencias Horizontales**

Es la pendiente dada a la corona y a la subrasante con el objeto de facilitar el drenaje superficial del agua. De acuerdo con la superficie de rodadura a implementar (Concreto Hidráulico), la pendiente transversal (Bombeo) es de 2%.

Tabla 6. Tabla bombeo calzada.

| TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA | BOMBEO (%) |
|-----------------------------------------------|-------------------|
| Superficie de concreto hidráulico o asfáltico | 2 |
| Tratamientos superficiales | 2 – 3 |
| Superficie de tierra o grava | 2 – 4 |

Fuente: Manual Diseño Geométrico INVIAS

- **Corona**

La corona está conformada por el ancho total de la calzada más el ancho total de las bermas, así pues el ancho de corona proyectado será de 5 m. para los tramos o sectores en donde se requiera la construcción de cunetas, el ancho de cuentas está definido por el estudio hidráulico e hidrológico.

DISEÑO PLACA HUELLA

Figura 8. Sección Típica. Placa huella.

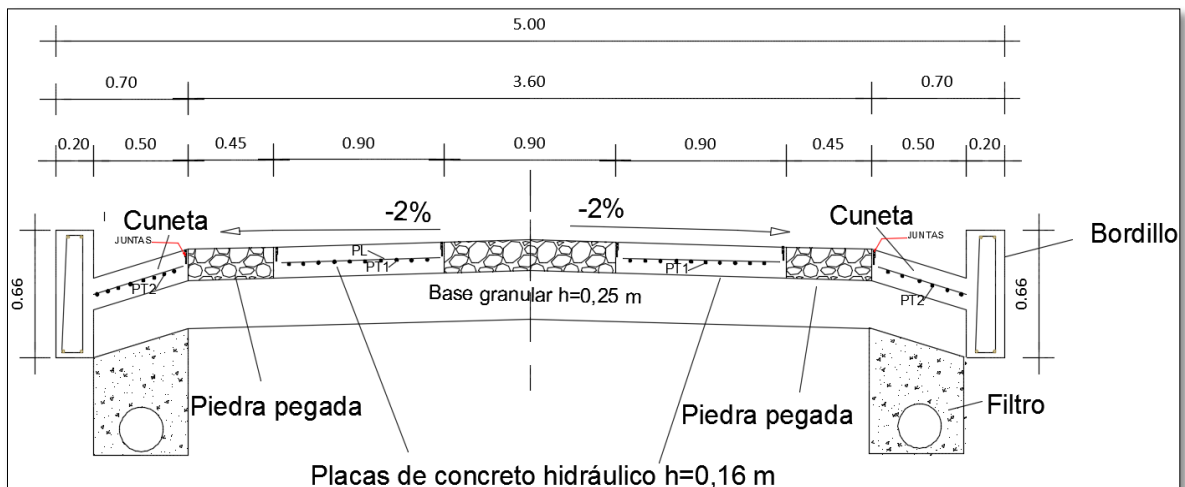
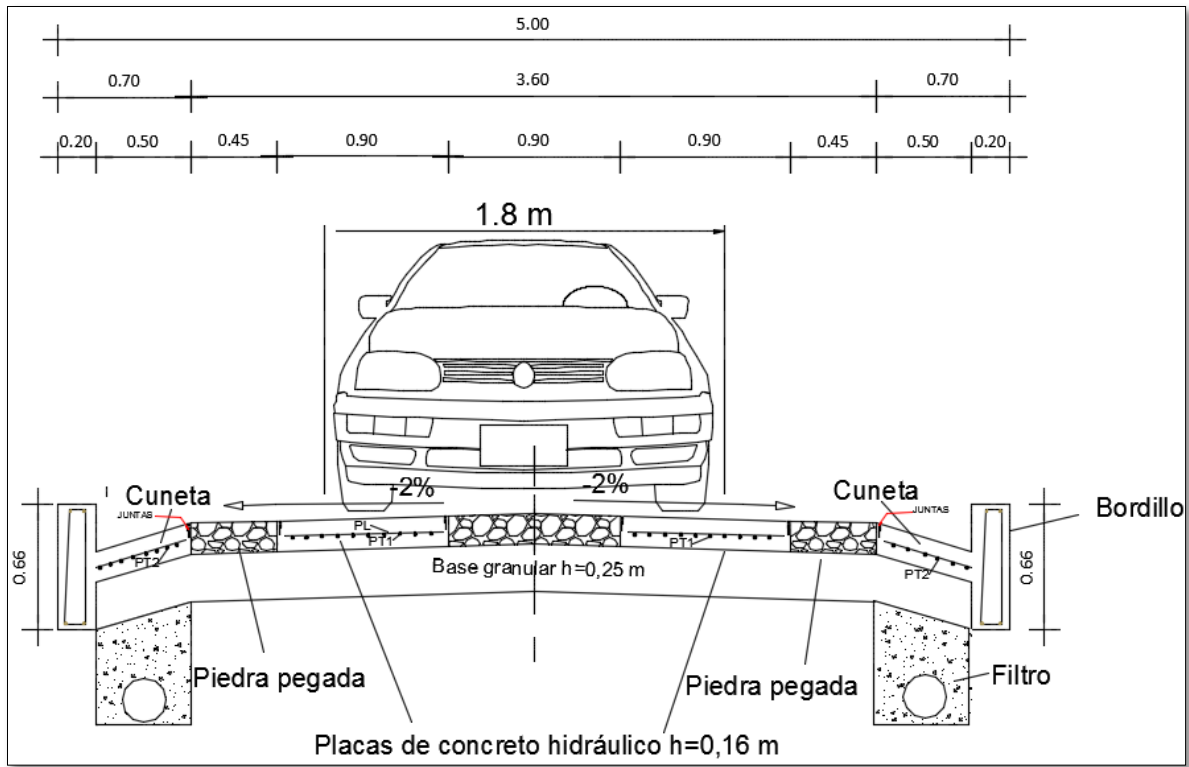


Figura 9. Sección Típica. Placa huella. SECCION TRANSVERSAL



- **PERALTE.**

A cada elemento de curva horizontal se asigna una velocidad específica y con el radio de curva seleccionado se asigna el valor del peralte acorde con la metodología definida por el Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008, aplicando el denominado Método 5 de la AASHTO.

Una vez fue asignada la velocidad específica a cada curva horizontal y con el radio de curva elegido, se asignó el peralte que permita a los vehículos circular con plena seguridad a la velocidad específica.

Siendo esta metodología una que tiene en cuenta la variación de la fuerza centrífuga a lo largo de la trayectoria de la curva, y que tiene en cuenta que para radios con valores superiores al mínimo la fricción transversal que demanda el vehículo no es la máxima sino que tiene un comportamiento parabólico.

El Manual de Diseño Geométrico permite seleccionar un valor de peralte acorde con la velocidad específica del elemento y un radio de curvatura dado. Así pues dada nuestras condiciones el peralte máximo que sugiere el manual de Diseño geométrico es 6%, que para el proyecto de la vía es más que suficiente por su limitación.

- **TRANSICIÓN DE PERALTE.**

Las longitudes de transición son consideradas a partir del punto en donde el borde exterior del pavimento empieza a elevarse partiendo de la inclinación de bombeo normal de la sección transversal. Estas longitudes de transición consideran una distancia de aplanamiento, requerida para que el borde exterior de la sección transversal pase de bombeo normal a peralte 0 o nivel con el eje de la vía y una



longitud adicional que permite pasar de peralte 0 o nivel con la vía a peralte máximo dependiendo del valor adoptado.

La pendiente de la rampa de peraltes, definida como la diferencia relativa que existe entre la inclinación del eje longitudinal de la calzada y la inclinación del borde de la misma, ha buscado conservarse dentro del valor máximo permitido por la norma.

Tabla 7. Pendiente Relativa de la Rampa de Peraltes.

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

Fuente: Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008

- **DISEÑO EN PERFIL**

- **Pendiente Mínima.**

La pendiente mínima longitudinal de la rasante busca garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. La pendiente mínima deseable será de 0.3% para diseño en zonas del proyecto con terreno plano o sitios donde no ha sido posible el diseño con la pendiente mínima deseable, bien por condiciones topográficas o con el fin de evitar elevaciones innecesarias de la calzada que conllevarían a obras de contención y efectos sobre el alineamiento horizontal.



- Pendiente Máxima.

La pendiente máxima está dada en relación directa con la velocidad a la cual circulan los vehículos y al terreno. Acorde con las características topográficas del trazado, la velocidad específica determinada y la necesidad de minimizar los movimientos de tierra, se ha definido una pendiente máxima hasta el 14% para una vía terciaria con velocidad específica de 30 Km/h, pendiente que está asociada a segmentos particulares del trazado en donde por condiciones topográficas no es posible mantener una pendiente máxima del 7%.

- Longitudes Mínimas de Curvas Verticales

Según los criterios para la selección de la curva vertical (Seguridad, Operación y Drenaje) del Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008, se provee la siguiente tabla con la relación para controlar los valores mínimos de curva vertical a implementar en el proyecto:

Tabla 8. Longitudes Mínimas de Curvas Verticales.

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



Fuente: Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008

Tabla 9. Criterios de Diseño. Vel. 30 Km/h. VIAS TERCARIAS DE SANTADER DE QUILICHAO.

| CRITERIO | VELOCIDAD DISEÑO 30 Km/h |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Radio mínimo de curva | 21 m |
| Ancho calzada | 5.0 m |
| Ancho de la berma | 0.50 m |
| Pérlate máximo | 6.00% |
| Bombeo | -1 |
| Tipo de curvas | Circulares |
| Pendiente longitudinal máxima | 14% |
| Pendiente longitudinal mínima | 0.30% |
| Longitud de curva vertical mínima | 20 m cóncava – 20 m convexa |
| Distancia de visibilidad de parada | N/A |
| Distancia de adelantamiento | N/A |

5.4.2. ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOTECNICO

Para el caso de las estructuras de placa huella, se evaluaron los Modelos de elementos finitos entre 8500 Kg/cm³ a 16.000 Kg/cm³ como componentes de las sub-rasantes medias para la zona en estudio, con el fin de interpretar los comportamientos a nivel de los suelos constitutivos de diferentes formaciones, limitando arcillas y limos plásticos, limos orgánicos, entre otros, los cuales durante la etapa de construcción pueden ser objeto de:

- ✓ Estabilización mecánica.
- ✓ Estabilización química.



- ✓ Reemplazo de material de apoyo en una profundidad máxima considerada, para después ser chequeada con ensayo de placa.
- ✓ Elevación de la rasante si es el caso.
- ✓ Entre otros.



| Visión primaria | Grupo de suelos y descripción típica | Símbolo | K (kgs/cm ³) |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------|
| Gravas y Suelos con grava | Gravas con buena granulometría o mezclas de arena y grava. Pocos finos. | GW | 14-20 |
| | Mezclas de arcillas-arena-grava, con buena granulometría, excelente trabazón. | GC | 11-20 |
| | Gravas con pobre granulometría y mezclas de arena y grava. Pocos finos. | GP | 8-14 |
| | Gravas con finos, gravas limosas, gravas arcillosas. Mezclas arcilla, arena y grava con mala granulometría. | GF | 7-14 |
| Arenas y suelos Arenosos | Arenas con buena granulometría y arenas con grava. Pocos finos. | SW | 7-16 |
| | Mezclas de arenas y arcillas con buena granulometría. Excelente trabazón. | SC | 7-16 |
| | Arenas con mala granulometría. Pocos finos. | SP | 5,5-9 |
| | Arenas con finos, arenas limosas, arenas arcillosas. Mezclas arena-arcilla con mala granulometría. | SF | 5-9 |
| Suelos de grano fino con baja o media plasticidad. | Limos inorgánicos y arenas finas. Polvo rocoso, arenas finas limosas o arcillosas con ligera plasticidad. | ML | 4-8,5 |
| | Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres. | CL | 3,5-6 |
| | Limos orgánicos y limo-arcillas de baja plasticidad. | OL | 3-5 |
| Suelos con grano Fino de plasticidad alta | Suelos arenosos finos, con mica o tierra de diatomeas, limos elásticos. | MH | 1,5-5 |
| | Arcillas inorgánicas de plasticidad alta, arcilla gruesas. | CH | 1,5-4 |
| | Arcillas inorgánicas de plasticidad media a alta. | OH | 1,5-3,5 |

Figura 10. Valores de ensayo de placa en función del tipo de material.

Modulos de reacción típicos. Bowles (1997)[Ver](#)

| <i>Tipo de suelo</i> | <i>Ks (KN/m³)</i> |
|---------------------------------------|------------------------------|
| <i>Grava arenosa densa</i> | 220000 – 400000 |
| <i>Arena gruesa de densidad media</i> | 157000 – 300000 |
| <i>Arena Media</i> | 110000 – 280000 |
| <i>Arena fina</i> | 80000 – 200000 |
| <i>Arcilla rigida (húmeda)</i> | 60000 – 220000 |
| <i>Arcilla rigida (húmeda)</i> | 30000 – 110000 |
| <i>Arcilla media (húmeda)</i> | 39000 – 140000 |
| <i>Arcilla media (saturada)</i> | 10000 – 80000 |
| <i>Arcilla blanda</i> | 2000 – 40000 |

Figura 11. Valores de Módulo de reacción en función del tipo de suelo. Bowless 1997.

El objetivo principal de limitar la sub-rasante sobre la cual se apoyará la base granular o afirmado, y la Placa de concreto, será el control de las deflexiones, deformaciones a corto y largo plazo de la fundación, garantizando el diseño de la estructura de rodadura o Placa Huella en el período de diseño, involucrando áreas como la hidráulica, la geotecnia y el diseño geométrico, como control al nuevo sistema propuesto de construcción de placa huella.

Para el caso del proyecto de placa Huella para las vías de Santande de Quilichao (Ardobelas – Santa Lucia, Santamaría – Bello horizonte, Chirivico y Vereda Palestina), fueron tomados apiques, los cuales alcanzaron una profundidad variable entre 1.2 m y 2.0 m de profundidad, y cuyo resumen en cantidad, profundidad y caracterización se presenta a continuación, los análisis de laboratorio y resultados de campo, se anexan tablas resumen de sondeos del Estudio de Fundaciones y Estabilidad de Taludes como complemento a la Geotecnia del diseño del pavimento.



Ardobelas – Santa lucia: K 0+000 – K 4+004

Santa María – Bello Horizonte: K 0+000 – K 3+260/ K 0+000 – K 0+380.

Vereda Chirivico: K 0+000 – K 1+483.

Vereda Palestina: K 0+000 – K 0+800.

| APIQUES PARA DISEÑO DE PAVIMENTO - SISTEMA PLACA HUELLA - ARDOBELAS - SANTA LUCIA | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|---------------------------------------|
| No | Abscisa | H explorado (m) | Tipo de Ensayo |
| 1 | K 0+000 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 2 | K 0+410 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 3 | K 0+730 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 4 | K 1+350 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 5 | K 1+700 | 1.5 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 6 | K 2+250 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 7 | K 2+370 | 1.8 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 8 | K 2+600 | 1.5 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 9 | K 2+900 | 1 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 10 | K 3+200 | 1.5 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 11 | K 3+500 | 1.5 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 12 | K 4+000 | 1.5 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |

Tabla 10. Apiques Vía Ardobelas – Santa Lucia. K 0+000 – K 4+004.

| APIQUES PARA DISEÑO DE PAVIMENTO - SISTEMA PLACA HUELLA SANTAMARIA - BELLOHORIZONTE | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|---------------------------------------|
| No | Abscisa | H explorado (m) | Tipo de Ensayo |
| 1 | K 0+015 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 2 | K 0+250 | 1.3 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 3 | K 0+680 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 4 | K 1+080 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 5 | K 1+500 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 6 | K 1+800 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 7 | K 2+250 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 8 | K 2+630 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 9 | K 3+260 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |

Tabla 11. Apiques Vía Santa María – Bello Horizonte. K 0+000 – K3+260/ K 0+000 – K 0+380



APIQUES PARA DISEÑO DE PAVIMENTO - SISTEMA PLACA HUELLA VEREDA CHIRIVICO

| No | Abscisa | H explorado (m) | Tipo de Ensayo |
|----|---------|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | K 0+000 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 2 | K 0+250 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 3 | K 1+000 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 4 | K 1+438 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |

Tabla 12. Apiques Vía Vereda Chirivico. K 0+000 – K 1+438

APIQUES PARA DISEÑO DE PAVIMENTO - SISTEMA PLACA HUELLA VEREDA PALESTINA

| No | Abscisa | H explorado (m) | Tipo de Ensayo |
|----|---------|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | K 0+010 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |
| 2 | K 0+600 | 2 | Clasificación, CBR, Correlación Placa |

Tabla 13. Apiques Vía Vereda Palestina. K 0+000 – K 0+800



| APIQUES PARA DISEÑO DE PAVIMENTO - SISTEMA PLACA HUELLA ARDOBELAS - SANTA LUCIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|-------------------------|-----|------|------|------|-------|------|------|------|------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------------|---------------|
| No | Abscisa | H explorado (m) | ANALISIS GRANULOMETRICO | | | | | | | | | | | | | | | USCS | | | | Expansión % | CBR Inmersión |
| | | | GRAVA | | | | | ARENA | | | | | LIMITES DE ATTEMBERG | | | | | | | | | | |
| | | | 1 1/2" | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | 4 | 10 | 40 | 100 | 200 | LL | LP | IP | IL | Wn | Weq | | | | | |
| 1 | K 0+000 | 0.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95.1 | 56.9 | 34.8 | 22.1 | 0.5 | 45 | 30.3 | MH | 1.44 | 5.96 | |
| | | 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 84.4 | 58.6 | 36.1 | 22.5 | -0.1 | 34.9 | 31.1 | MH | | | |
| | | 0.7 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 89.9 | 86.3 | 85.9 | 81.3 | 72.9 | 47.6 | 25.3 | 0.5 | 60.2 | 37.9 | MH | | | | |
| 2 | K 0+410 | 0.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97.5 | 88.1 | 63.5 | 24.5 | -0.4 | 52.8 | 45 | MH | 1.36 | 9.52 | | |
| | | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97.6 | 90.3 | 63.3 | 26.9 | -0.4 | 53.7 | 46 | MH | | | | |
| 3 | K 0+730 | 0.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 91.1 | 60.2 | 39.5 | 20.7 | -0.2 | 34.9 | 31.9 | MH | 0.44 | 7.3 | | |
| | | 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 79.5 | 67.1 | 49.2 | 17.9 | -0.5 | 39.9 | 35.1 | MH | | | | |
| 4 | K 1+350 | 0.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 88.3 | 74.1 | 50.2 | 23.8 | -0.3 | 43.4 | 38.4 | MH | 1.95 | 8.11 | | |
| | | 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 92.1 | 78.7 | 50.8 | 27.9 | 0 | 49.6 | 40.6 | MH | | | | |
| 5 | K 1+700 | 0.3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95 | 64.7 | 51.5 | 13.3 | -0.6 | 44.2 | 34 | MH | 1.94 | 18.04 | | |
| 6 | K 2+250 | 0.3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 82.2 | 53.4 | 35.4 | 18.1 | -0.4 | 27.9 | 28.7 | MH | | | | |
| | | 1.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 89.1 | 59.4 | 40.2 | 19.2 | -0.3 | 35.4 | 31.5 | MH | 2.63 | 3.86 | | |
| 7 | K 2+370 | 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95.5 | 93.6 | 89.5 | 89.5 | 82 | 102 | 48.5 | 53.5 | -0.1 | 45.7 | 51.5 | MH | | | | |
| | | 0.9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99.2 | 96.9 | 96.9 | 87.7 | 86 | 48.8 | 37.2 | 0.2 | 55.9 | 44 | MH | 0.11 | 4.06 | | |
| 8 | K 2+600 | 0.2 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 93.6 | 83.5 | 55.8 | 27.6 | 0.1 | 57.7 | 42.8 | MH | | | | |
| | | 0.9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 71.2 | 55 | 53.2 | 1.8 | 0 | 53.1 | 29.4 | MH | 2.36 | 5.53 | | |
| 9 | K 2+900 | 0.4 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 86.2 | 81.2 | 77.1 | 77.1 | 67.4 | 64.6 | 55.2 | 9.4 | 0.5 | 60.3 | 34 | MH | | | | |
| | | 0.7 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 79.9 | 69.4 | 51.2 | 51.2 | 42.5 | 45.6 | 37.6 | 8.1 | -1.8 | 23.1 | 25.1 | SM | 1.72 | 5.29 | | |
| 10 | K 3+200 | 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 75.2 | 62.7 | 47.4 | 15.4 | -1.1 | 30 | 33.1 | MH | 1.82 | 12.39 | | |
| 11 | K 3+500 | 0.25 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90.9 | 59.4 | 41.2 | 18.2 | -0.7 | 29.3 | 31.5 | MH | | | | |
| | | 0.8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90.4 | 74.7 | 48.1 | 26.6 | -0.1 | 45.8 | 38.7 | MH | 2.5 | 9.33 | | |
| 12 | K 4+000 | 0.2 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 78.3 | 60.2 | 41.6 | 18.6 | -0.5 | 33.1 | 31.9 | MH | | | | |
| | | 0.8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 73.2 | 60.7 | 43.1 | 17.6 | -0.4 | 35.4 | 32.1 | MH | 1.54 | 9.55 | | |

Tabla 14. Resumen C.B.R Inalterado en Inmersión. Vía Ardobela – Santa Lucia. K 0+000 – K 0+4004.



| APIQUES PARA DISEÑO DE PAVIMENTO - SISTEMA PLACA HUELLA SANTAMARIA - BELLO HORIZONTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|-------------------------|-----|------|------|------|-------|------|------|------|------|----------------------|------|------|------|------|------|-----------|---------------|-------|--|
| No | Abscisa | H explorado (m) | ANALISIS GRANULOMETRICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | GRAVA | | | | | ARENA | | | | | LIMITES DE ATTEMBERG | | | | | USCS | Expansión | CBR Inmersión | | |
| | | | 1 1/2" | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | 4 | 10 | 40 | 100 | 200 | LL | LP | IP | IL | Wn | Weq | | | | |
| 1 | K 0+015 | 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 94.7 | 68.6 | 39 | 29.8 | -0.2 | 33.4 | 35.9 | MH | 0.38 | 6.74 | |
| 2 | K 0+250 | 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 94.3 | 53.2 | 30.3 | 22.8 | -0.1 | 28.5 | 28.6 | MH | 0 | 6.35 | |
| 3 | K 0+680 | 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98.4 | 96.9 | 96.9 | 90 | 49.2 | 35.5 | 13.6 | -0.5 | 28.3 | 26.7 | ML | 0.28 | 5.65 | |
| 4 | K 1+080 | 0.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97.5 | 97.5 | 93.9 | 61.1 | 43.8 | 17.3 | -0.4 | 36.5 | 32.3 | MH | | | |
| | | 0.8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96.3 | 61.8 | 43.5 | 18.3 | -0.5 | 33.8 | 32.6 | MH | 0.07 | 18.85 | |
| 5 | K 1+500 | 0.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 97 | 93.3 | 53.4 | 37.8 | 15.8 | -0.3 | 32.8 | 28.7 | MH | | | |
| | | 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97.9 | 97.9 | 95.2 | 67.6 | 43.6 | 23.9 | -0.2 | 39.4 | 35.4 | MH | | | |
| | | 0.8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98.5 | 96.5 | 95.8 | 80 | 50.9 | 29.1 | -0.3 | 41.4 | 41.2 | MH | 0.23 | 7.1 | |
| 6 | K 1+800 | 0.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 79.7 | 42.4 | 37.3 | -0.2 | 36.5 | 41 | MH | | | |
| | | 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99.7 | 98.5 | 98.5 | 87.9 | 73.8 | 51.9 | 21.7 | -0.2 | 47 | 38.2 | MH | 0.03 | 10.2 | |
| 7 | K 2+250 | 0.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 94.8 | 79.4 | 58.6 | 20.8 | -0.2 | 55.4 | 40.9 | MH | | | |
| | | 0.9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95.5 | 96.5 | 74.9 | 21.5 | -0.4 | 66 | 49 | MH | 0.06 | 1.26 | |
| 8 | K 2+630 | 0.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98 | 98 | 91.6 | 59.6 | 42.9 | 16.7 | -0.5 | 34.7 | 31.6 | MH | | | |
| | | 0.6 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95.7 | 67.2 | 48.8 | 18.4 | -0.3 | 43.9 | 35.2 | MH | | | |
| | | 1.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96.6 | 96.3 | 56.6 | 39.7 | -0.2 | 50.2 | 48.8 | MH | 0.4 | 4.91 | |
| 9 | K 3+260 | 0.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99.7 | 99.7 | 89.8 | 67.7 | 47 | 20.8 | -0.2 | 43.5 | 35.4 | MH | | | |
| | | 0.4 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96.9 | 90 | 46.4 | 43.8 | -0.1 | 43.1 | 45.9 | MH | | | |
| | | 0.9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97.2 | 79.9 | 51.3 | 28.7 | -0.2 | 44.6 | 41.2 | MH | 0.75 | 3.56 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 15. Resumen C.B.R Inalterado en Inmersión. Vía Santa María – Bello Horizonte. K 0+000 – K 3+260/ K 0+000 – K 0+380.



| APIQUES PARA DISEÑO DE PAVIMENTO - SISTEMA PLACA HUELLA VEREDA CHIRIVICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|-------------------------|-----|------|------|------|-------|------|------|------|------|----------------------|------|------|------|------|--------------------------------|------|------|------|
| No | Abscisa | H explorado (m) | ANALISIS GRANULOMETRICO | | | | | | | | | | | | | | | USCS % Expansión CBR INMERSION | | | |
| | | | GRAVA | | | | | ARENA | | | | | LIMITES DE ATTEMBERG | | | | | | | | |
| | | | 1 1/2" | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | 4 | 10 | 40 | 100 | 200 | LL | LP | IP | IL | Wn | Weq | | | |
| 1 | K 0+000 | 0.3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98.4 | 92.3 | 92.3 | 85.9 | 70.3 | 40.3 | 30 | -0.2 | 34.1 | 36.7 | MH | | |
| | C.B.R | 0.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.63 | 2.42 |
| | | | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98.5 | 98.5 | 90.5 | 68.1 | 32.5 | 35.6 | 0.2 | 38.2 | 35.6 | MH | |
| 2 | K 0+250 | 0.15 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98.8 | 93.6 | 93.6 | 85.1 | 73.8 | 35 | 38.8 | 0.1 | 37.1 | 38.3 | MH | | |
| | C.B.R | 0.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.19 | 2.64 |
| | | | 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97.5 | 97.5 | 96.4 | 102.8 | 36.7 | 66.1 | 0.2 | 46.7 | 51.9 | CH | | |
| 3 | K 1+000 | 0.4 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98.6 | 98.6 | 94.1 | 51.3 | 37.5 | 13.8 | -0.8 | 26.4 | 27.7 | MH | | |
| | C.B.R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.65 | 2.05 |
| | | | 1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97.1 | 76.5 | 51.7 | 24.7 | -0.5 | 39.6 | 39.5 | MH | |
| 4 | K 1+438 | 0.4 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99.4 | 82.1 | 74.5 | 74.5 | 69.8 | 73.3 | 45.7 | 27.6 | -0.4 | 33.5 | 38 | MH | 0.18 | 2.42 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 16. Resumen C.B.R Inalterado en Inmersión. Vía Vereda Chirivico. K 0+000 – K 1+483



| APIQUES PARA DISEÑO DE PAVIMENTO - SISTEMA PLACA HUELLA VEREDA PALESTINA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|-------------------------|-----|------|------|------|-------|-----|------|------|------|----------------------|------|------|------|------|------|---------------|-----|
| No | Abscisa | H explorado (m) | ANALISIS GRANULOMETRICO | | | | | | | | | | | | | | | USCS | CBR INMERSION | |
| | | | GRAVA | | | | | ARENA | | | | | LIMITES DE ATTEMBERG | | | | | | | |
| | | | 1 1/2" | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | 4 | 10 | 40 | 100 | 200 | LL | LP | IP | IL | Wn | Weq | | |
| 1 | K 0+010 | 0.8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97.5 | 97.5 | 89.3 | 65.7 | 48.9 | 16.8 | -0.6 | 39.6 | 34.5 | MH | |
| | C.B.R | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3.5 |
| | | 1.6 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98.8 | 98.8 | 93.3 | 67.4 | 46.4 | 21 | 0.2 | 41.9 | 35.3 | MH | |
| 2 | K 0+600 | 0.6 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96.3 | 96.3 | 93.9 | 66.4 | 46.3 | 21.9 | -0.2 | 41.6 | 35.6 | MH | |
| | C.B.R | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3.2 |
| | | 1.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98 | 66.4 | 46.3 | 20.1 | 0 | 47.2 | 34.8 | MH | |

Tabla 17. Resumen C.B.R Inalterado en Inmersión. Vía Vereda La Palestina. K 0+000 – K 0+800.



RESULTADOS FINALES DEL ANALISIS ESTRUCTURAL PLACA – HUELLA 1 SENTIDO VEHICULAR

| PLACA RESISTENCIA I | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|--------------------|------------------|------------------|-----------------------|-----------------|------------------------|--------------------|------------------|
| GEOMETRIA | | CARGAS EJES | | ACERO DE FLEXION | | | ACERO DE CORTANTE | | |
| Espesor | Luz libre | Cargas Puntuales | | M Diseño | Acero principal | Acero a flexión | Acero Distribución A.D | Retracción | Acero a cortante |
| cm | cm | Eje delantero (Tn) | Eje trasero (Tn) | Tn-m/m | As cm ² /m | | 50% | cm ² /m | |
| 15 | 1.6 | 2.31 | 8.49 | 2.43 | 11.88 | 6# 5 @0.15 | 43% | 3.00 | NO REQUIERE |
| 16 | 1.9 | 2.28 | 8.37 | 2.71 | 11.88 | 6# 5 @0.15 | 40% | 3.00 | NO REQUIERE |
| 17 | 2.2 | 2.25 | 8.26 | 3.57 | 13.86 | 7# 5 @0.13 | 37% | 3.00 | NO REQUIERE |
| 18 | 2.5 | 2.22 | 8.15 | 4.30 | 13.86 | 7#5 @ 0.13 | 35% | 3.00 | NO REQUIERE |

| MOMENTO DE FISURACION | | | | ESFUERZO DE FATIGA ACERO SEECION MEDIA ESFUERZOS | | | | | | | | | Control deformación | |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------|---------|--------------------------------------------------|------------|--------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|---------------------|-------|
| lg | Chequeo con M _{cr} | 1.2φ M _n | CHEQUEO | Acero | | | Momento D | f _{min} | f _{max} | Delta f | ff | Chequeo | def | L/800 |
| m4 | Ton-m | Ton-m/m | | As cm ² /m | p sección | j | kg-cm | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | Kg/cm ² | | mm | mm |
| 0.000253125 | 0.30 | 0.36 | OK | 11.88 | 0.00495 | 0.9054 | 32 | 0 | 26 | 25 | 1470 | OK | 0.9 | 2.0 |
| 0.0003072 | 0.35 | 0.41 | OK | 11.88 | 0.00390789 | 0.9138 | 26 | 0 | 19 | 19 | 1470 | OK | 1.15 | 2.4 |
| 0.000368475 | 0.39 | 0.47 | OK | 13.86 | 0.00370588 | 0.9156 | 35 | 0 | 33 | 33 | 1470 | OK | 1.04 | 2.8 |
| 0.0004374 | 0.44 | 0.52 | OK | 13.86 | 0.00308 | 0.9239 | 775 | 7 | 649 | 643 | 1470 | OK | 1 | 3.1 |



RESULTADOS FINALES DEL ANALISIS ESTRUCTURAL VIGA-RIOSTRA DE APOYO SISTEMA PLACA - HUELLA

| Sección | | RIOSTRA (0.25*0.25) | | | | | | |
|------------------------|----|---------------------|--------------|--------------|------------|----------------|---------------------|----------------|
| H | b | Longitud | Cortante Max | Cortante Max | Vu (Mpa) | 0.125f'c (Mpa) | Smax | Chequeo |
| cm | cm | cm | Ton-m | KN | | | cm | V (KN) |
| 25 | 25 | 160.0 | 14.23 | 142.30 | 0.45 | 2.625 | 14.4 | NO REQUIERE |
| 26 | 25 | 190.0 | 14.58 | 145.80 | 0.45 | 2.625 | 14.976 | NO REQUIERE |
| 26 | 25 | 220.0 | 14.91 | 149.10 | 0.46 | 2.625 | 14.976 | NO REQUIERE |
| 25 | 25 | 250.0 | 15.18 | 151.80 | 0.48 | 2.625 | 14.4 | NO REQUIERE |
| Elimina efecto Torsión | | | | | | | | |
| Sección | | RIOSTRA (0.25*0.25) | | | | | | |
| H | b | Longitud | Cortante Max | Cortante Max | Av | Mu | Av | t placa |
| cm | cm | cm | Ton-m | KN | min | KN | mim | cm |
| 25 | 25 | 160.0 | 14.23 | 142.30 | # 3@ 14 cm | 20.2 | 2# 4 Arriba y abajo | 15 |
| 26 | 25 | 190.0 | 14.58 | 145.80 | # 3@14 cm | 17.4 | 2# 4 Arriba y abajo | 16 RECOMENDADA |
| 26 | 25 | 220.0 | 14.91 | 149.10 | # 3@ 14 cm | 15.07 | 2# 4 Arriba y abajo | 17 |
| 25 | 25 | 250.0 | 15.18 | 151.80 | # 3@ 14 cm | 13.9 | 3# 4 Arriba y abajo | 18 |
| Elimina efecto Torsión | | | | | | | | |

Tabla 18. Análisis estructural y Diseño Momento y Cortante. Vigas de Apoyo o Riostras para diferentes luces en 1 sentido de vía.



RESULTADOS FINALES DEL ANALISIS ESTRUCTURAL PLACA – HUELLA ZONAS DE CRUCE

| PLACA RESISTENCIA I | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|--------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------|------------------|
| GEOMETRIA | | CARGAS EJES | | ACERO DE FLEXION | | | ACERO DE CORTANTE | | |
| Espesor | Luz libre | Cargas Puntuales | | Momento M22 | Acero principal | Acero a flexión | Acero Distribución A.D | Retracción | Acero a cortante |
| cm | cm | Eje delantero (Tn) | Eje trasero (Tn) | Tn-m/m | As cm2/m | | 50% | cm2/m | |
| 16 | 1.9 | 2.31 | 8.49 | 6.65 | 22.86 | 18 # 4 @0.30 | 40% | 3.00 | NO REQUIERE |
| | | | | | | | | | |

| PLACA RESISTENCIA I | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|--------------------|------------------|-----------------------|-----------------|---------|---------|---------------------|-------|
| GEOMETRIA | | CARGAS EJES | | MOMENTO DE FISURACION | | | | Control deformación | |
| Espesor | Luz libre | Cargas Puntuales | | lg | Chequeo con Mcr | 1.2φ Mn | CHEQUEO | def | L/800 |
| cm | cm | Eje delantero (Tn) | Eje trasero (Tn) | m4 | Ton-m | Ton-m/m | | mm | mm |
| 16 | 1.9 | 2.31 | 8.49 | 0.000341333 | 0.38 | 0.46 | OK | 0.9 | 2.4 |



RESULTADOS FINALES DEL ANALISIS ESTRUCTURAL VIGA - RIOSTRA ZONAS DE CRUCE

| Sección | | RIOSTRA (0.25*0.25) | | | | | | |
|------------------------|----|---------------------|--------------|--------------|----------|----------------|--------|---------|
| H | b | Longitud | Cortante Max | Cortante Max | Vu (Mpa) | 0.125f'c (Mpa) | Smax | Chequeo |
| cm | cm | cm | Ton-m | KN | | | cm | V (KN) |
| 26 | 25 | 190.0 | 14.19 | 141.90 | 0.43 | 2.625 | 14.976 | MINIMO |
| Elimina efecto Torsión | | | | | | | | |

| Sección | | RIOSTRA (0.25*0.25) | | | | | | |
|------------------------|----|---------------------|--------------|--------------|------------|-------|----------------------|-------------|
| H | b | Longitud | Cortante Max | Cortante Max | Av | Mu | As Momento | t placa |
| cm | cm | cm | Ton-m | KN | min | KN | mim | cm |
| 26 | 25 | 190.0 | 14.19 | 141.90 | # 3@ 14 cm | 19.15 | 2 # 4 Arriba y abajo | 16 |
| Elimina efecto Torsión | | | | | | | | RECOMENDADA |

Tabla 19. Análisis estructural y Diseño Momento y Cortante. Vigas de Apoyo o Riostras ZONAS DE CRUCE.

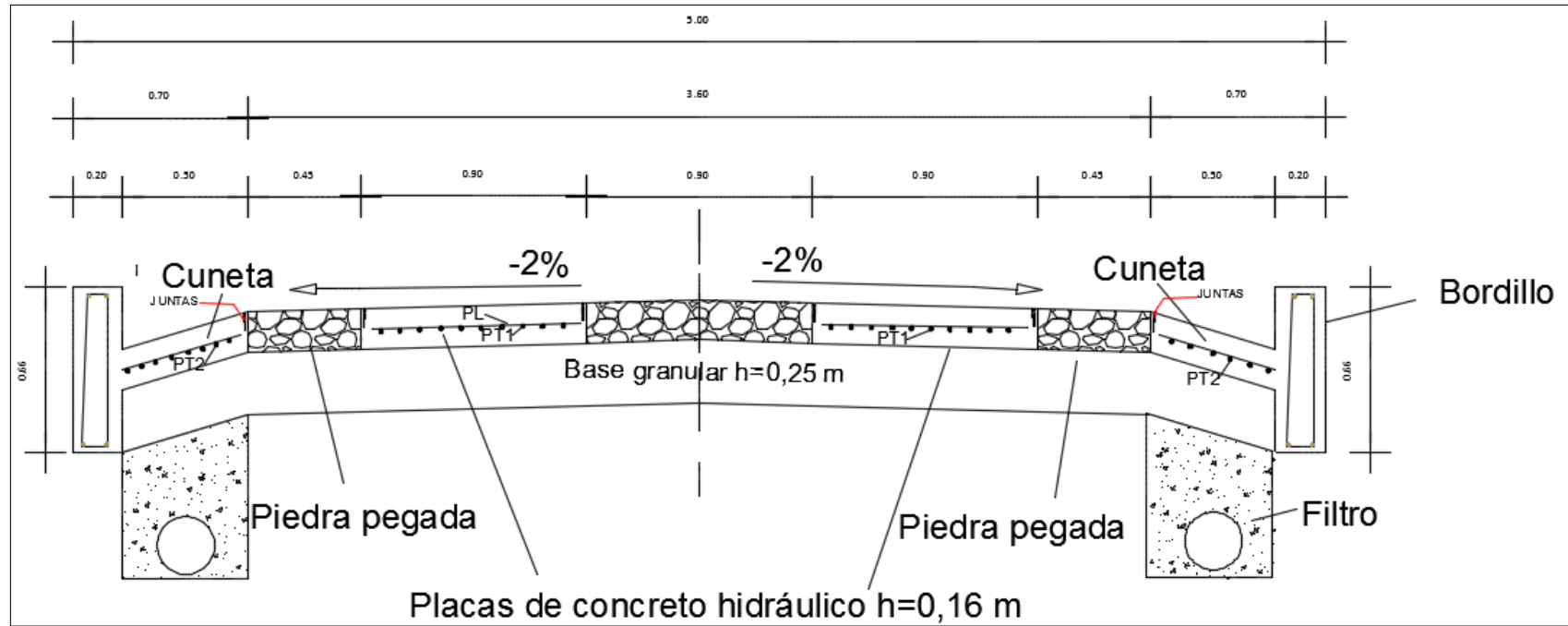


Figura 12. Sección Típica de Diseño. Placa Huella Para un Carril de Circulación

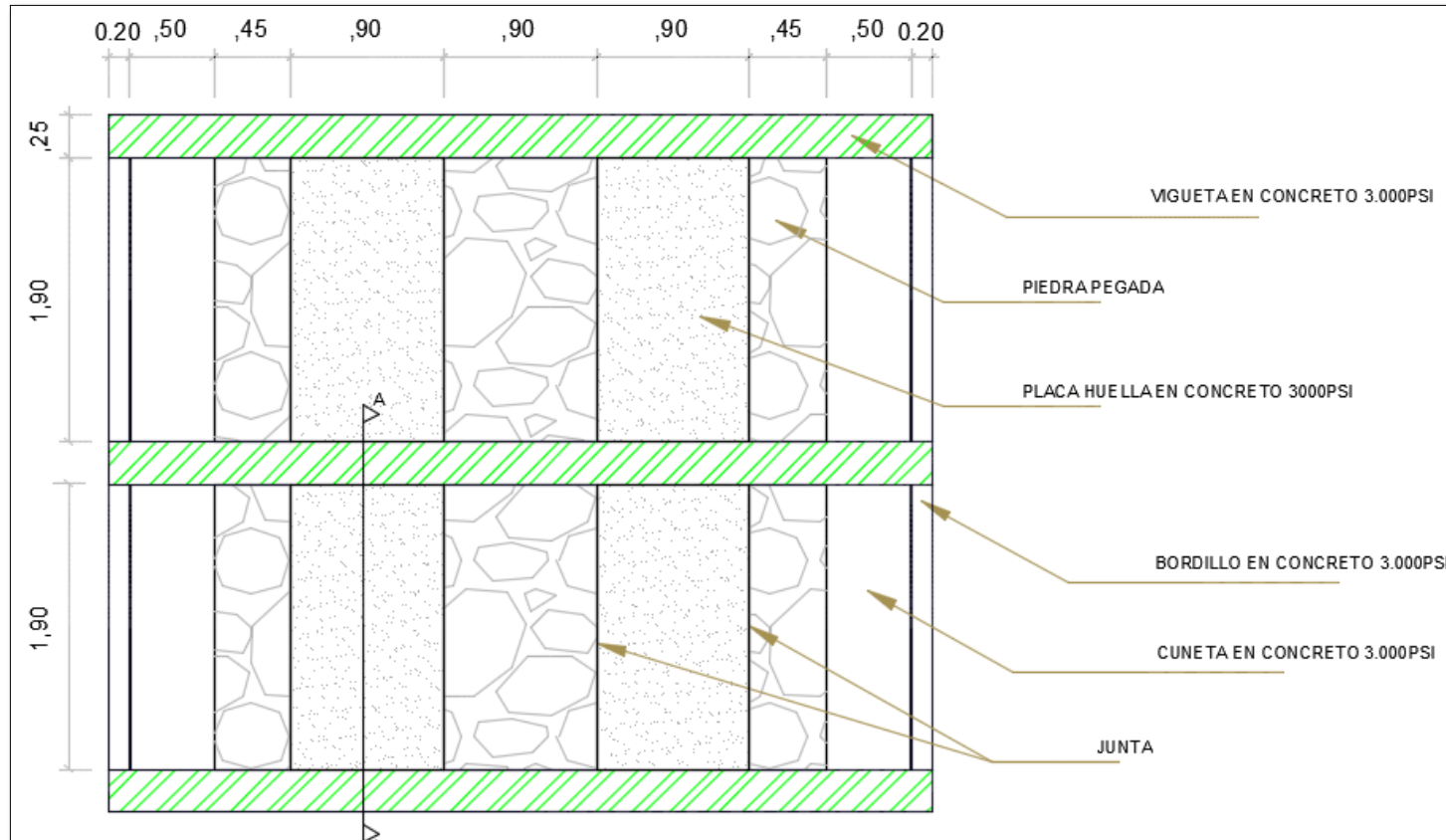


Figura 13. Sección Típica en Planta. Placa Huella Para un Carril de Circulación.

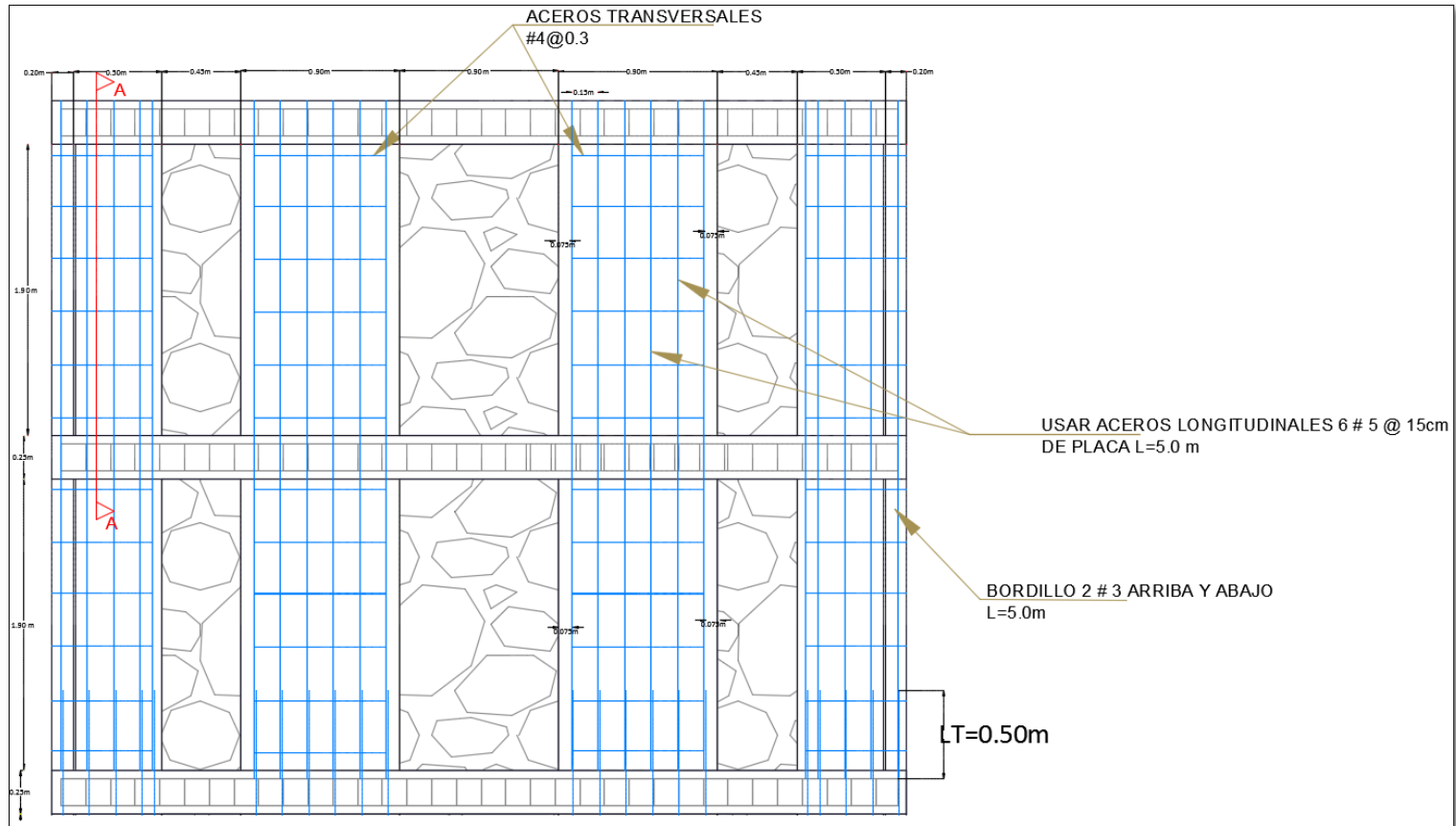


Figura 14. Distribución Estructural. Placa Huella Para un Carril de Circulación.

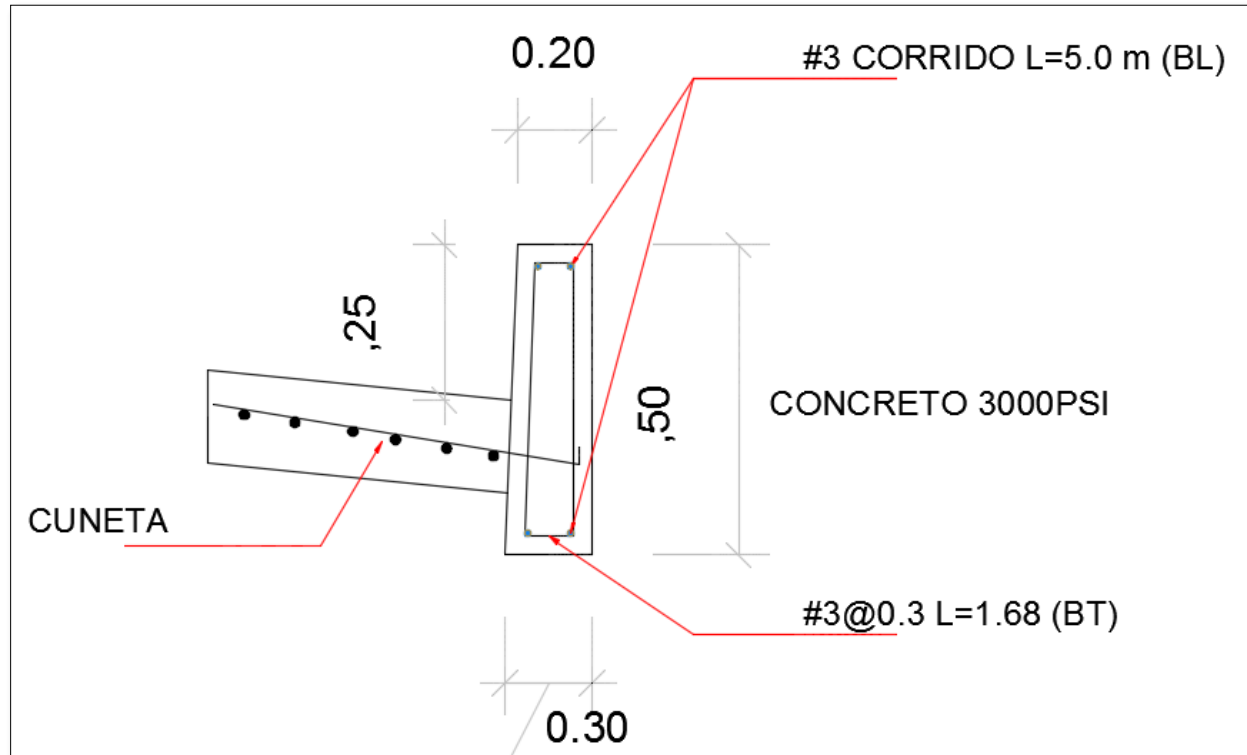


Figura 15. Diseño Estructural Propuesto. Bordillo reforzado.

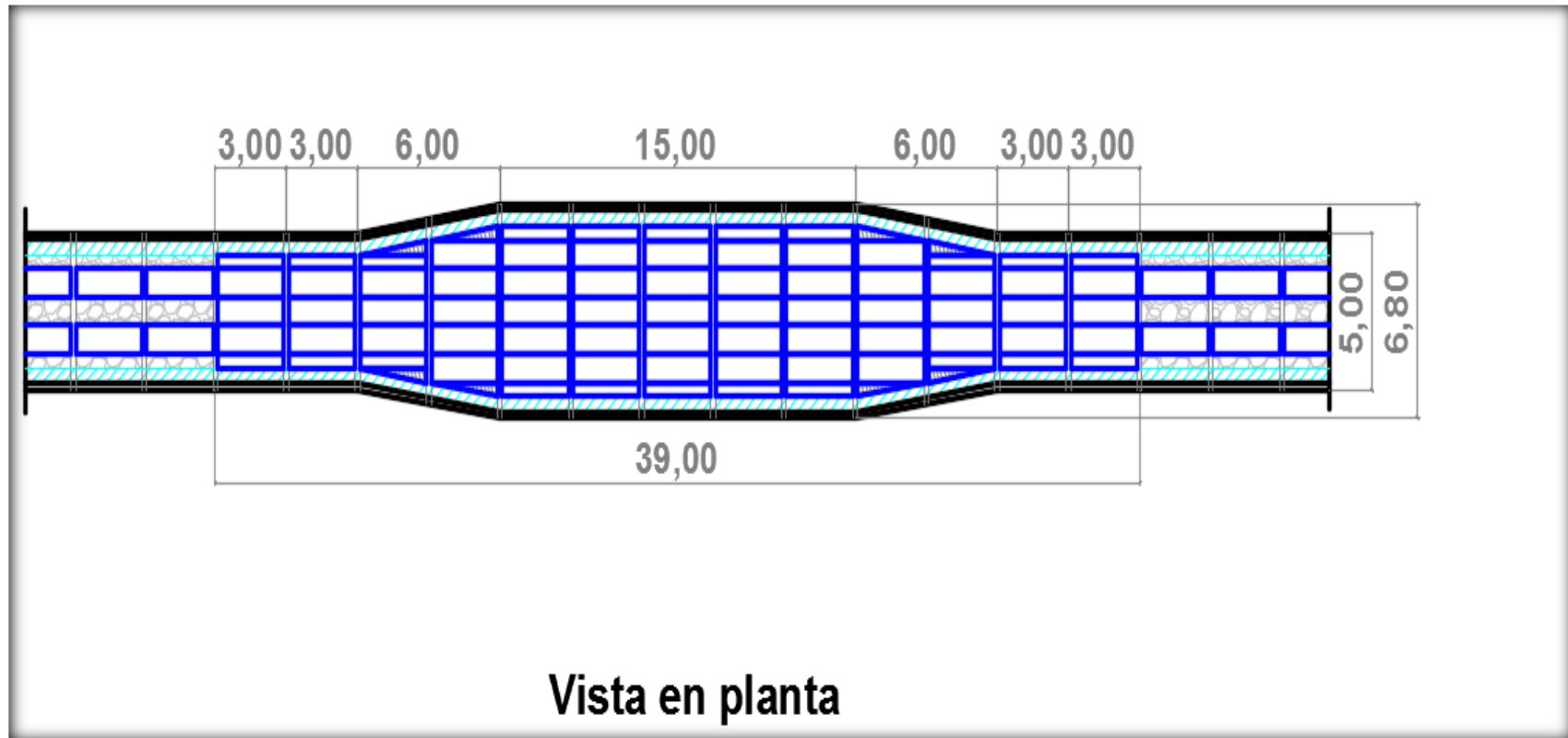


Figura 16. Diseño Propuesto para Zonas de Cruce 4 Carriles. Vista en Planta

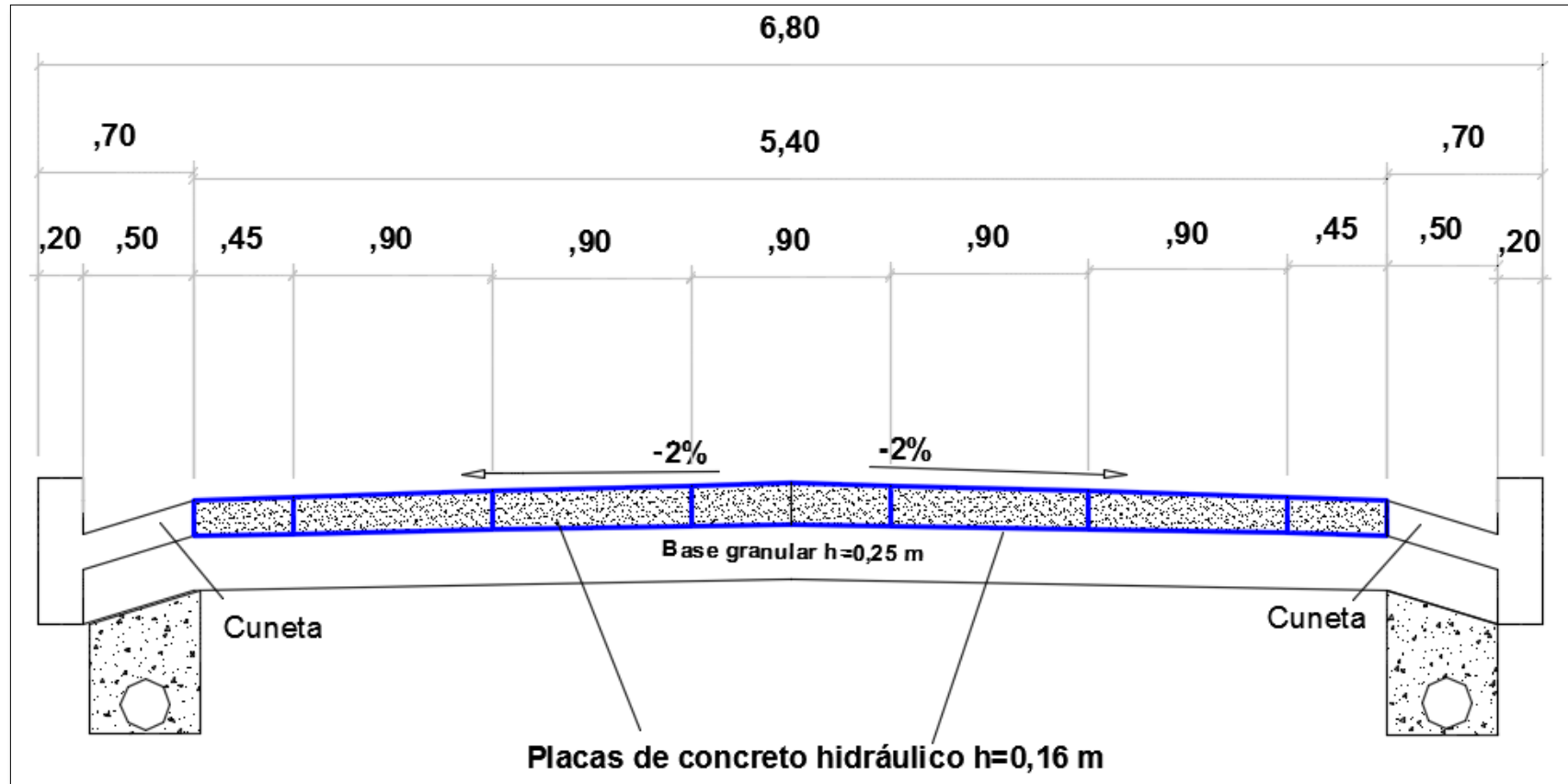


Figura 17. Diseño Propuesto para Zonas de Cruce 4 Carriles.



6. CONCLUSIONES

- Complementar o enlazar los conocimientos formados a lo largo del programa de pregrado en la universidad con la realidad del estudio y diseños que está haciendo el gobierno nacional para el mejoramiento de las vías del país, para mejorar la movilidad interna del país.
- Crear una experiencia y obtener conocimientos prácticos, al ser pasante de la empresa C&H INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAS.
- Utilizar de manera adecuada los manuales que nos aporta el INVIAS 2013
- Aprender a usar herramientas de manejo de programas de computación de cálculo y diseño sobre planos digitales (Ej. AutoCad), tablas de cálculo (Ej. Excel) y todas las herramientas computaciones que ayudan al ingeniero a resolver todas las ocupaciones que se generan en la ejecución de un proyecto.
- Adquirir nuevos conocimiento al participar en otros proyectos aparte del asignado para este tiempo de pasantía.



7. BIBLIOGRAFIA

- WWW.CYHINGENIERIA.COM.CO
- WIKIPEDIA
- MANUALES INVIAS 2013
 - MANUAL DE PLACA HUELLA
- DISEÑOS ESPECIALISTAS.



8. ANEXOS

- 8.1. ANEXO 1: RESOLUCION TRABAJO DE GRADO – PASANTIA.**
- 8.2. ANEXO 2. CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE PASANTIA.**