

**ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III DEL CORREDOR VIAL
AGUACLARA – GUARUMITO, DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER**

JESÚS ALBERTO ARIZA FONTECHA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

2009

**ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III DEL CORREDOR VIAL
AGUACLARA – GUARUMITO, DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER**

JESÚS ALBERTO ARIZA FONTECHA

Trabajo de grado Modalidad Práctica Empresarial

Para optar título de:

Ingeniero Civil

Director:

EDUARDO ALBERTO CASTAÑEDA PINZÓN

Ingeniero Civil, M. Sc., Ph D

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS**

BUCARAMANGA

2009

*Este trabajo se lo dedico a Dios, por haberme dado la oportunidad de
cumplir una meta y un sueño.*

*A mis padres José de Jesús y María Inés por haber creído en mí, brindarme
todo el amor, la confianza y el apoyo durante toda la carrera.*

*A mis hermanas quienes al igual que mis padres siempre confiaron en mí y me
dieron su apoyo.*

*A mi tía Elizabeth y el Pastor Danilo, quienes durante dos años me
acogieron en su hogar, ofreciéndome toda la tranquilidad y bienestar.*

A mi prima Carolina con quien aprendí y compartí gratos momentos.

*y a todas las personas que directa o indirectamente estuvieron respaldándome
durante este proceso*

JESÚS ALBERTO ARIZA FONTECHA.

AGRADECIMIENTOS

Mis mas sinceros agradecimientos al Ingeniero Eduardo Alberto Castañeda, quien como Director de la práctica fue un guía y me brindó su orientación para que le trabajo de grado se desarrollará de la mejor forma.

A los compañeros con quienes realice la práctica Empresarial, ya que formamos un excelente equipo de trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
GENERALES.....	2
ESPECÍFICOS.....	2
1. LA EMPRESA	3
1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS QUE PRESTA LA UNIVERSIDAD	3
1.1.1 Políticas De Extensión.....	3
1.1.2 La Extensión y el vínculo de la Universidad con el Sector Productivo.....	4
1.1.3 La Extensión y el Vínculo de los Estudiantes a sus Programas y Proyectos	4
1.2. OBJETIVOS DE LA EXTENSIÓN.	5
1.3. PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE EXTENSIÓN.....	6
1.4. ASESORÍA Y CONSULTORÍA PROFESIONAL	6
1.5. PRÁCTICAS ACADÉMICAS	7
2. EL PROYECTO	9
2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO	11

3. ORGANIGRAMA DE TRABAJO.....	13
4. ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS	16
4.1. ESTUDIOS EN CAMPO	17
4.2. ESTUDIOS EN EL LABORATORIO.....	20
4.3. ANÁLISIS Y DISEÑOS.....	21
5. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES EN DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	25
6. PLAN DE CALIDAD	26
6.1. POLÍTICA DE CALIDAD	26
6.2. COMUNICACIÓN INTERNA	27
6.3. COMUNICACIÓN EXTERNA.....	27
6.4. REQUISITOS DE LA DOCUMENTACIÓN.....	27
6.4.1 Control de documentos.....	27
6.4.2 Control de registros.....	27
6.4.3 Planificación de la realización de los diseños.....	28
6.5. AUDITORIAS INTERNAS	28
7. APORTE.....	29
OBJETIVO	29
ALCANCE	29
7.1. CONCEPTUALIZACIÓN	30
7.2. PROCEDIMIENTO.....	31

7.2.1	Trabajos De Campo.....	31
7.2.2	Estudios De Tránsito.....	31
7.2.3	Generación De Modelos De Tránsito En La Vía Afectada.....	32
7.2.4	Estimación De Tránsito Atraído Y Generado.....	33
7.2.5	Proyección De Tránsito Para Periodo De Análisis.....	33
7.2.6	Capacidad Y Niveles De Servicio	34
7.3.	ORGANIGRAMA.....	35
8.	CONCLUSIONES.....	36
	BIBLIOGRAFÍA.....	37

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
ILUSTRACIÓN 1. CORREDOR INTER-OCEÁNICO TRIBUGÁ-LAGO DE MARACAIBO.....	10
ILUSTRACIÓN 2. PANORÁMICA DEL CORREDOR VIAL.....	11
ILUSTRACIÓN 3. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	12
ILUSTRACIÓN 4. ORGANIGRAMA DE TRABAJO.....	15
ILUSTRACIÓN 5. ENCUESTAS Y AFOROS.....	17
ILUSTRACIÓN 6. EJECUCIÓN DE SONDEOS.....	18
ILUSTRACIÓN 7. SITIO PROBABLE DE PONTEADERO SOBRE EL RÍO PAMPLONITA.....	19
ILUSTRACIÓN 8. SITIO PROBABLE DE PONTEADERO SOBRE EL RÍO GUARUMITO.....	20
ILUSTRACIÓN 9. MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS EN EL LABORATORIO.....	21

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A: INFORME ESTUDIO DE TRÁNSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO, PROYECTO VIAL AGUACLARA-GUARUMITO.....	38
ANEXO B: CRONOGRAMA PROYECTO AGUACLARA-GUARUMITO	124

RESUMEN

TITULO:

ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III DEL CORREDOR VIAL AGUACLARA – GUARUMITO, DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER*

AUTORES:

ARIZA FONTECHA Jesús Alberto**

PALABRAS CLAVES:

SERVICIOS DE EXTENSIÓN
TRÁNSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

DESCRIPCIÓN

El presente documento está basado en la Práctica Empresarial desarrollada en los Estudios y Diseños a nivel Fase III, mediante un convenio entre la Universidad Industrial de Santander y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS). El documento presenta las características de los servicios que la Universidad presta por medio de las Políticas de Extensión, siendo la Consultoría el servicio mediante el cual, la Universidad desarrolla los estudios; además se hace una descripción general del proyecto, junto con las diferentes actividades y políticas de calidad que se siguieron durante todo el proceso, esto con el fin de cumplir con los requerimientos establecidos.

Durante la práctica se desarrollaron varias funciones, entre las que se destacan el de Ingeniero Auxiliar en la parte de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio y el seguimiento del proyecto. Como Auxiliar de ingeniería se debían hacer trabajos de campo y de oficina, los cuales estaban supervisados por el Especialista y el Director General del proyecto, cuyos resultados se presentan en los Anexos del documento.

El aporte se describe como una guía que servirá para próximos estudios, que plantea una metodología y junto con el informe final de los estudios de tránsito Capacidad y Niveles de Servicio (Anexo A), permitirán desarrollar las actividades necesarias para cumplir con los requerimientos planteados al inicio del proyecto. La guía tendrá como fin facilitar el desarrollo de los estudios por parte del Auxiliar de Ingeniería al presentar los resultados de acuerdo a los parámetros establecidos en el archivo final.

* Proyecto de Grado

** Facultad de ingenierías físico mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ing. EDUARDO ALBERTO CASTAÑEDA PINZÓN.

ABSTRACT

TITLE:

STUDIES AND DESIGNS ON PHASE III LEVEL IN AGUACLARA - GUARUMITO ROAD CORRIDOR, Department OF NORTE DE SANTANDER*

AUTHORS:

ARIZA FONTECHA Jesús Alberto**

KEYWORDS:

EXTENSION SERVICES
TRAFFIC, CAPACITY AND SERVICE LEVELS
SCHEDULE OF ACTIVITIES

DESCRIPTION

This document is based on the Business Practice developed in Studies and Designs of Phase III level, through an agreement between the Universidad Industrial de Santander and the National Roads Institute (INVIAS). The paper presents the characteristics of the services provided through the University Policy Outreach, with the Consulting service through which the University develops the studies, also provides an overview of the project, together with the different activities and quality policies that were followed throughout the process, this in order to comply with the requirements established.

During the practice were developed several functions, among which feature the Assistant Engineer in the Transit issues, Capacity and Service Levels and project monitoring. As Engineering Assistant is needed to do field work and office, which were supervised by the Specialist and the Director General of the project, whose results are presented in the Annexes to the document.

The contribution is described as a guide that will help future studies, which poses a methodology along with the final report of the Capacity Transit Study and Levels of Service (Attachment A), will provide the necessary activities to meet with the requirements established at the beginning of the project. The guide will aim to facilitate the development of the study by the Engineering Assistant presenting the results according to the established parameters in the final file.

* Degree Thesis

** Physical-Mechanical Engineering Faculty. Civil Engineering. Director: Ing. EDUARDO ALBERTO CASTAÑEDA PINZÓN

INTRODUCCIÓN

Una de las modalidades de trabajo de grado que exige la Universidad Industrial de Santander, para optar por el título de Ingeniero Civil, son los de las Prácticas Empresariales, que buscan la aplicación de los conocimientos para permitir un desarrollo de las habilidades profesionales y uno de sus objetivos es el desarrollar proyectos que contribuyan al mejoramiento de las condiciones del medio, mediante la vinculación de profesores y estudiantes. Por tal motivo y al ver que el Proyecto de la vía Aguaclara-Guarumito cumplía con estos requisitos, se solicitó la participación de Auxiliares de Ingeniería que contribuyeran con el cumplimiento de los estudios a nivel Fase III.

En la práctica empresarial desarrollada, el Auxiliar de Ingeniería participaba en los diferentes temas del proyecto, con la asesoría del Ingeniero Director y Los Especialistas; además de plasmar los resultados en informes mensuales

El contenido de este documento se ha dividido en 7 capítulos, donde se presentará los servicios prestados por la Universidad en sus políticas de Extensión, el Organigrama del proyecto, las funciones realizadas por el Auxiliar de Ingeniería junto con un resumen del Plan de calidad y las conclusiones finales obtenidas en la Práctica.

OBJETIVOS

GENERALES

Realizar los estudios a nivel fase III de la vía comprendida entre Aguaclara y Guarumito, poblaciones ubicadas en el departamento de Norte de Santander.

ESPECÍFICOS

- Absorber la mayor cantidad de conocimiento que solo una Práctica Empresarial puede ofrecer.
- Dar un aporte para el progreso del departamento de Norte de Santander y por tanto al País.
- Desarrollar como Ingeniero las capacidades obtenidas en la Alma Mater, en beneficio de la sociedad.
- Ejecutar los estudios con la supervisión del Especialista a cargo o el Ingeniero Director.
- Conocer todos los estudios y procedimientos que se necesitan para la construcción de una vía.
- Aprovechar la oportunidad de trabajar con Especialistas para adquirir y fortalecer conocimiento.

1. LA EMPRESA

La Universidad Industrial de Santander, a través de la Escuela de Ingeniería Civil, fue seleccionada como consultor para realizar los estudios a nivel fase III de la vía entre Aguaclara y Guarumito en el departamento de Norte de Santander.

1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS QUE PRESTA LA UNIVERSIDAD

A C U E R D O No. 006 DE 2005 (7 de febrero)

Por medio del cual se adoptan las Políticas y se definen los principios orientadores y los objetivos de la función de Extensión de la Universidad Industrial de Santander.

1.1.1 Políticas De Extensión

La Extensión, Función Sustantiva y Proyecto Académico de la Universidad.

En consideración de la misión institucional que reconoce nuestra participación activa en los procesos de cambio del entorno social, conducentes al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad, la Extensión propiciará una adecuada articulación con la Docencia y la Investigación, teniendo como referente fundamental los criterios de calidad y excelencia académica. En este sentido, las distintas unidades académicas y administrativas ofrecerán servicios y el desarrollo de programas y proyectos solo en aquellos campos en los que tengan fortalezas reconocidas.

En el desarrollo de estas actividades se podrán establecer alianzas estratégicas entre varias unidades académico administrativas, propiciando la interdisciplinariedad y la cultura de trabajo en equipo. En casos específicos, las alianzas se establecerán con instituciones externas, que propicien a partir de su experiencia un aprendizaje institucional.

1.1.2 La Extensión y el vínculo de la Universidad con el Sector Productivo

Las relaciones que establece la Universidad con el sector productivo se corresponden con un modelo de desarrollo institucional que le ha permitido al Alma Máter, desde sus orígenes, mantener un diálogo fecundo con los distintos sectores económicos y sus representantes. Las relaciones de la Universidad con el sector productivo están orientadas a fortalecer la excelencia académica y a fomentar una cultura de la investigación en el seno de la comunidad universitaria, mediante la generación y adecuación de conocimientos, así como la apropiación, uso y transferencia de tecnología. La relación con el sector productivo no puede concebirse tan solo como una relación de estricta conveniencia económica, sino como una relación en la que éste aporta al modelo universitario el conocimiento científico y los desarrollos tecnológicos alcanzados. La Universidad reconoce en el sector productivo un interlocutor válido que permite articular las actividades de Docencia e Investigación con las de Extensión a fin de lograr una verdadera comunicación universidad sociedad y un mayor impacto positivo en el medio.

1.1.3 La Extensión y el Vínculo de los Estudiantes a sus Programas y Proyectos

Las unidades académico administrativas de la Universidad desarrollaran proyectos y programas de extensión que faciliten la apropiación del conocimiento y su aplicación en los distintos ámbitos de la vida social. Por medio de estos programas

se incentivará en los estudiantes una actitud de compromiso y responsabilidad social y ética con la sociedad.

1.2. OBJETIVOS DE LA EXTENSIÓN.

a. Establecer un diálogo permanente, confiable y estable en el tiempo con la comunidad, sus actores sociales, el sector productivo, las instituciones en el ámbito local, regional, nacional por medio de determinadas acciones que se derivan de los procesos de Docencia e Investigación con el fin de intercambiar experiencias y saberes que deriven en un aprendizaje institucional .

b. Promover la transferencia de conocimiento científico y tecnológico desde la Universidad hacia los sectores productivos y sociales y la generación de conocimiento a partir de las necesidades que surjan al interior de las empresas y organizaciones.

c. Fomentar una comunicación efectiva con la sociedad, conducente a ampliar el proceso de interacción e integración con sus actores sociales, atendiendo las demandas de la región y la nación con el propósito de que las distintas disciplinas nutran sus procesos de formación e investigación aportando a la construcción de capacidades individuales y sociales.

d. Propiciar una actitud proactiva, que posibilite el desarrollo de un modelo de universidad que le permita participar y cooperar con las instituciones gubernamentales en la elaboración y diseño de políticas públicas.

e. Establecer relaciones de intercambio con comunidades, organizaciones y gremios que permitan el desarrollo de un equilibrio entre población y recursos, respetando las formas de organización simbólica y productiva que en ellas se generan, sus identidades y valores culturales.

1.3. PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE EXTENSIÓN

La extensión en la Universidad Industrial de Santander se desarrolla mediante diversas modalidades o campos de realización, los cuales son ofrecidos por las diferentes unidades académicas y administrativas de la institución. Estos programas, proyectos y actividades son:

1.4. ASESORÍA Y CONSULTORÍA PROFESIONAL

A través de estos servicios la Universidad se vincula y coopera con el sector social y empresarial, para la transferencia de conocimientos y la búsqueda de solución a sus problemas, con el propósito de contribuir a una mejor la calidad de vida de la comunidad. Estos servicios se ofrecen en las siguientes modalidades:

a. Asesoría. Consiste en la búsqueda global de soluciones, o en la emisión de conceptos, por parte de la Universidad, que apoyen el proceso de toma de decisiones sin que implique desarrollos operativos específicos. A través de este servicio se da una transferencia de tecnología, de conocimientos hacia la organización, a partir de los cuales se generan cambios significativos de cierta permanencia.

b. Consultoría. Son conceptos especializados que se emiten como respuesta a solicitudes formuladas sobre asuntos específicos, y que no implican una transferencia significativa de tecnología. Esta actividad busca que las soluciones propuestas sean las más adecuadas desde los puntos de vista técnico, económico y social.

c. Asistencia Técnica. Es la cooperación que la Universidad da a entidades, tanto del sector público como privado, para la solución de problemas puntuales, coyunturales.

Generalmente implica el uso de instrumentos, desarrollos operativos, montajes, o puesta en marcha de procesos.

d. Interventoría. Comprende la verificación de que el desarrollo o la ejecución de un proyecto se lleven a cabo de acuerdo con las especificaciones, planos, normas y demás elementos estipulados o convenidos en el contrato. Tal vigilancia se adelanta en nombre de la entidad que dispone la ejecución del proyecto.

e. Veeduría. Es una forma de Interventoría que se efectúa con fines sociales, comúnmente para defender los intereses de la comunidad general en el desarrollo de proyectos de impacto público.

SERVICIOS TECNOLÓGICOS. Comprende los servicios de análisis, pruebas y ensayos de laboratorio, transferencia, innovación y desarrollo de procesos y productos, resultantes de las actividades de investigación y docencia, realizadas por las distintas unidades académicas y administrativas.

SERVICIOS EDUCATIVOS: Dentro de estos servicios se incluye tanto las prácticas académicas como la educación no formal.

1.5. PRÁCTICAS ACADÉMICAS

Las prácticas son la materialización del compromiso de la Universidad con la sociedad, y buscan la aplicación de los conocimientos teóricos a situaciones socioeconómicas y culturales concretas, con el fin de lograr la validación de saberes, el desarrollo de habilidades profesionales y la atención directa de las necesidades del medio.

Las prácticas pretenden dos objetivos concretos:

a. Académico. Lograr una mayor cualificación de profesores y de estudiantes, obtener una adecuada interrelación entre los aspectos teóricos y prácticos de los distintos saberes, y permitir el enriquecimiento académico de los procesos curriculares.

b. Social. Desarrollar programas y proyectos que contribuyan al mejoramiento de las condiciones reales del medio social, mediante la vinculación de profesores y estudiantes a esta actividad.

Las Prácticas académicas podrán desarrollarse de diferentes formas: Asistenciales, comunitarias, de servicio, educativas, de diagnóstico y de intervención, en entidades del sector público y privado. En esta categoría se incluyen entre otras, la práctica empresarial y la modalidad de servicio social, planteadas como modalidad de trabajo de grado en el reglamento estudiantil de pregrado.

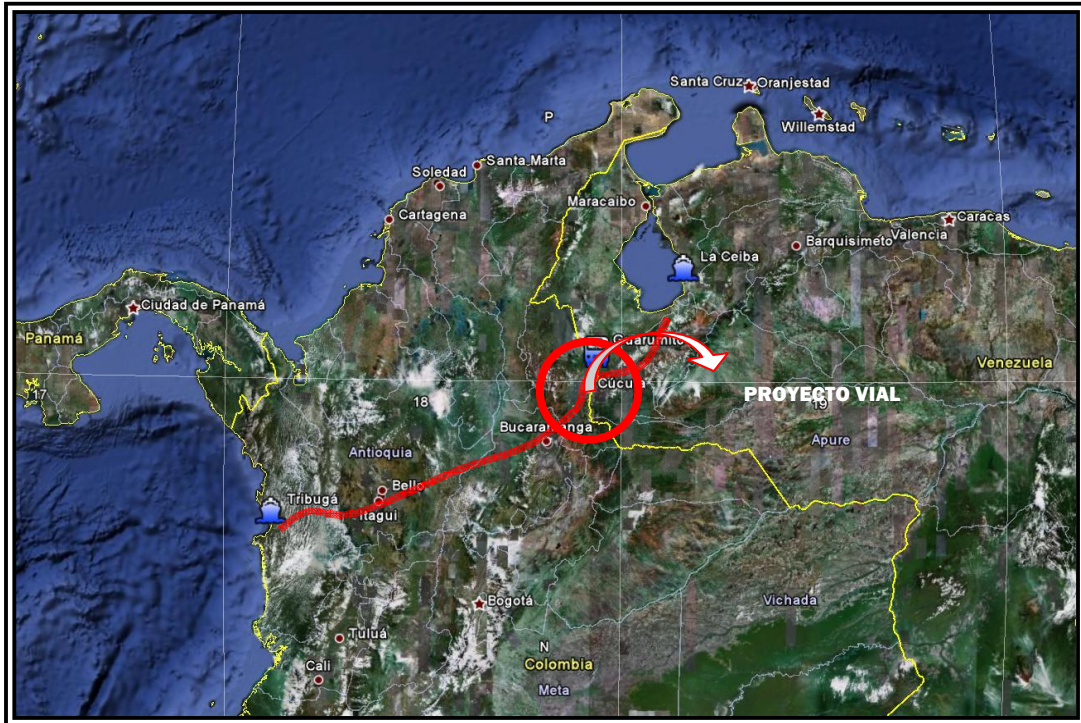
2. EL PROYECTO

El proyecto forma parte de la interconexión vial Aguaclara - Guarumito - La Fría, el cual está referenciado como una opción de mejoramiento de la infraestructura física de la conexión vial entre Colombia y Venezuela. El avance de este proyecto contribuirá de manera decisiva al fomento del comercio regional y la integración de ambos países. Contempla la construcción de puentes y tramos de carretera pavimentados. La construcción, permitirá incrementar el intercambio de bienes y servicios en la frontera común de las dos naciones.

El área de influencia en Colombia, estará enmarcada dentro del corredor vial internacional Colombo-Venezolano comprendido entre el Área Metropolitana de Cúcuta, es decir los municipios de Cúcuta, Villa del Rosario y Los Patios y su enlace con La república Bolivariana de Venezuela, hacia La Fría. En esta zona está concentrada la influencia económica y social del paso de frontera. Se puede considerar también este último corredor, como parte integral del, a su vez corredor vial inter-oceánico: Lago de Maracaibo-Tribugá, puerto de aguas profundas colombiano sobre el océano Pacífico.

En la ilustración 1 se presenta el esquema del corredor inter-oceánico.

Ilustración 1. Corredor Inter-oceánico Tribugá-Lago de Maracaibo



Fuente: Elaboración Propia basado en Imágenes proporcionadas por el software Google Earth

El proyecto ofrecerá un desarrollo importante para el sector minero de Colombia, en especial para el carbón, ya que permitirá la salida de este producto hacia el lago de Maracaibo, ofreciendo ventajas en comodidad, reducción de tiempo y costos. Se espera que para el inicio de la vida útil, la vía tenga una atracción del 50% de camiones que en el momento transportan el carbón hacia el Caribe. La vía de exportación actualmente es por Puerto Santander, por donde se va a Maracaibo y desde allí, por mar a las Antillas y el este de los Estados Unidos. La producción de carbón muestra buenas perspectivas, dependiendo del mejoramiento del transporte por carretera, a través del nuevo proyecto Aguaclara-Guarumito - La Fría.

La vía tendrá una distancia aproximada de 5.8 Km. en terreno plano. Se proyecta la construcción de 5 puentes, de los cuales dos serán de gran envergadura que atravesarán los ríos Pamplonita y Guarumito, con luces de 160 y 110 metros respectivamente.

En la ilustración 2, se detalla la dirección del corredor vial. El proyecto se desarrolla en sentido Este-Oeste, sobre una topografía plana en terrenos que se utilizan para ganadería y cultivos de arroz.

Ilustración 2. Panorámica del Corredor vial



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Aguaclara – Guaramito – La Fría, se desarrolla en la zona limítrofe de la República de Colombia y la República Bolivariana de Venezuela. En el territorio Colombiano el proyecto inicia en la Ruta 55 que es una vía troncal de la red vial nacional, la cual tiene su desarrollo desde Bogotá, pasando por Tunja, Duitama,

Soatá, Málaga, Pamplona, Cúcuta y terminando su recorrido en Puerto Santander en el Puente Internacional La Unión en la frontera con Venezuela.

En la ilustración 3, se puede observar tanto la ubicación del proyecto como la de los puentes internacionales que unen a Colombia con Venezuela.

Ilustración 3. UBICACIÓN DEL PROYECTO



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA, Basado en imágenes de GOOGLE MAPS

3. ORGANIGRAMA DE TRABAJO

Para el desarrollo de los trabajos, la universidad conformó un equipo multidisciplinario conformado por:

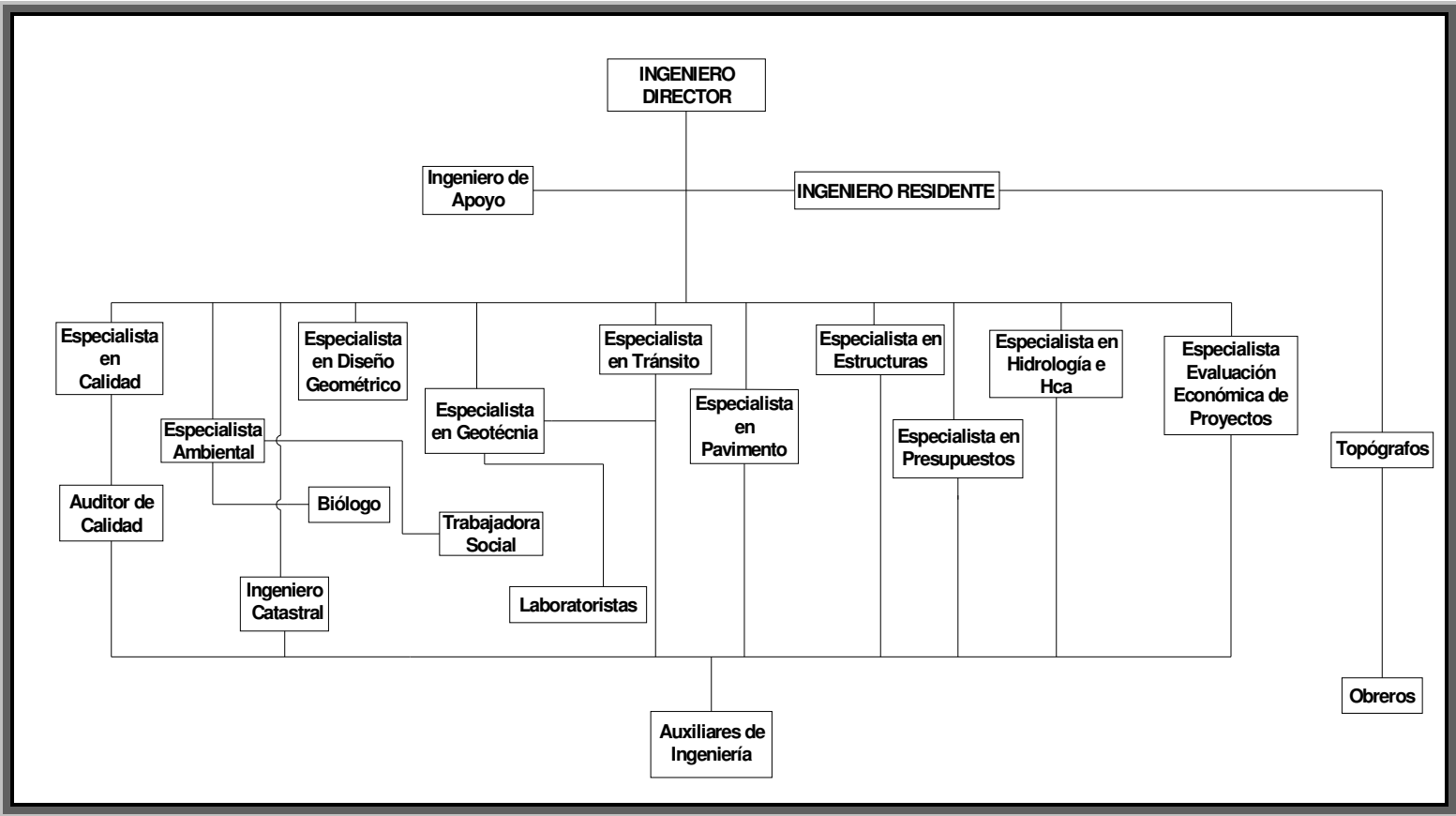
- 1 Ingeniero Director
- 1 Ingeniero Residente
- Ingenieros Especialistas en los siguientes temas:
 - Tránsito
 - Diseño Geométrico
 - Pavimentos
 - Estructuras
 - Hidrología e Hidráulica
 - Geotecnia
 - Evaluación Económica de Proyectos
 - Calidad
 - Ambiental
 - Presupuesto

Adicionalmente el grupo de trabajo lo conformaron:

- 1 Ingeniero Catastral
- 1 Trabajadora Social
- 1 Ingeniero de Apoyo
- 1 Topógrafo
- 1 Biólogo
- Laboratorista
- 5 Auxiliares de Ingeniería

En la ilustración 4 se representa la estructura organizativa del proyecto.

Ilustración 4. ORGANIGRAMA DE TRABAJO



Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

4. ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS

Para desarrollar los Estudios a Nivel Fase III, es necesario ejecutar diferentes trabajos tanto en campo como en el laboratorio. La información obtenida se procesa para hacer los respectivos análisis y diseños.

Lo primero que se debe hacer es conseguir toda la información de estudios previos, para tener un punto de referencia de lo que va hacer el proyecto.

Uno de los trabajos en campo necesarios para desarrollar los estudios de Tránsito, es el de las Encuestas Origen-Destino y aforos en la zona aferente al proyecto, información que permitirá establecer si la sección transversal propuesta es adecuada, encontrando la Capacidad y Nivel de Servicio que ofrecerá la vía durante su vida útil. El estudio de Tránsito servirá como base para el diseño del pavimento.

Los trabajos de campo que deben tener mayor atención, son los de topografía y los suelos, ya que esta información es indispensable para hacer el diseño geométrico de la vía, los puentes y obras de arte.

Se debe tener en cuenta que los análisis de las muestras obtenidas en los sondeos, deben ser llevados a un laboratorio que cumpla con todas las certificaciones de los equipos, es decir, que cumplan con los requisitos de Calidad.

En la parte social los estudios tanto de Investigación Catastral como el de Impacto Ambiental, son fundamentales para obtener una aceptación por parte de la

población afectada, estableciendo un presupuesto de los predios que serán intervenidos, para compensar económicamente a los dueños de los terrenos por donde pasará la vía y permitiendo minimizar la afectación que la obra tenga, tanto en la población humana como el impacto sobre el medio ambiente.

En la parte económica los trabajos de campo, permiten establecer los costos de los materiales que se pueden conseguir en la región.

A continuación se detallará cada una de las actividades desarrolladas en los Estudios a Nivel Fase III.

4.1. ESTUDIOS EN CAMPO

Los estudios realizados en campo comprendieron las siguientes actividades.

Estudios de Tránsito: Aforos, Encuesta de origen y destino, Recopilación de información de sectores productivos en la zona, Recopilación de información de tránsito en vías que unen Colombia-Venezuela.

Ilustración 5. Encuestas y Aforos



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

Estudio de Trazado y Diseño Geométrico: Localización de referencias amarradas al sistema de coordenadas, Levantamiento Curvas de Nivel, Planteamiento de la poligonal preliminar de topografía y del corredor de ruta, Topografía de corredor de ancho 200 metros donde se localizará la vía, Localización de mojones de la poligonal de topografía, Localización del eje de diseño en campo y nivelación del mismo, Levantamiento en zonas de estructuras de contención y de cruce.

Investigación Catastral: Adquisición de planchas catastrales, Socialización de las posibles afectaciones a cada predio, Levantamiento y elaboración de fichas prediales para zonas de botaderos.

Estudio de Geología para Ingeniería y Geotecnia: Ejecución de 5 sondeos en el corredor de ruta.

Estudio de Suelos para el Diseño de Fundaciones de Puentes, Obras de Arte y otras Estructuras de Contención: Definición de sitios de sondeo y profundidad de los mismos, Ejecución de sondeos.

Ilustración 6. Ejecución de Sondeos



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

Estudio de Estabilidad y Estabilización de Taludes: Identificación de sitios de inestabilidad, Definición de sitios de sondeo y profundidad de los mismos, ejecución de sondeos.

Estudio Geotécnico para el Diseño del Pavimento: Localización de sitios para sondeos, por lo menos uno cada 500 metros, Ejecución de sondeos hasta alcanzar suelos con capacidad portante suficiente ó 2 metros de profundidad, Toma de muestras para caracterización de la subrasante, Estudio exploratorio en la zona sobre fuentes de materiales, Ejecución de sondeos para localización de estratos de conglomerados.

Estudio Estructural para Diseño de Puentes: Levantamiento topográfico de las zonas de ponedero, Estudio geotécnico para la cimentación de los puentes.

En la ilustración 7, se muestra el posible sitio de ponedero sobre el río Pamplonita, el cual tiene un ancho aproximado de 70 metros.

Ilustración 7. Sitio probable de ponedero sobre el río Pamplonita



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

En la ilustración 8 se puede observar el probable sitio de ponteadero sobre el río Guarumito, con una distancia aproximada de 60 metros de ancho.

Ilustración 8. Sitio probable de ponteadero sobre el río Guarumito.



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

Estudio de Impacto Ambiental: Zonificación de manejo ambiental del proyecto.

Presupuesto de Construcción: Investigación de campo sobre costos en la región.

4.2. ESTUDIOS EN EL LABORATORIO

Los estudios realizados en el laboratorio se muestran a continuación, según el área correspondiente a cada tema.

Estudio de Suelos para el Diseño de Fundaciones de Puentes, Obras de Arte y otras Estructuras de Contención: Ejecución de ensayos para hacer la caracterización de los suelos.

Estudio Geotécnico para el Diseño del Pavimento: Ejecución de ensayos de laboratorio para caracterización general de la subrasante, Selección de unidades homogéneas de diseño y del suelo característico, Selección de muestras y realización de ensayos de CBR, Ejecución de ensayos de laboratorio sobre muestras de las diferentes fuentes.

Ilustración 9. Muestras para los ensayos en el laboratorio



Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

4.3. ANÁLISIS Y DISEÑOS

Los análisis y diseños necesarios para desarrollar los estudios a Nivel Fase III, cuya información es procesada de acuerdo a los resultados obtenidos en los trabajos de campo y en el laboratorio, se dividen en las siguientes actividades.

Estudios de Tránsito: Generación de modelos de tránsito en la vía proyectada, Estimación de tránsito atraído y generado, Proyección de tránsito para periodo de

análisis, Cálculo de costos de operación de vehículos, Cálculo de carga en ejes equivalentes, Estudio de capacidad y Nivel de servicio de la vía.

Estudio de Trazado y Diseño Geométrico: Selección de especificaciones del trazado, Diseño en planta del eje de la vía, Diseño en perfil de la vía y de las secciones transversales, Cálculo de secciones transversales y de movimiento de tierras, Elaboración de planos de diseño geométrico.

Investigación Catastral: Determinación del tipo de tenencia de cada predio, Definición de área requerida y sobrante en cada predio, Definición de áreas cubiertas y clasificación en cada predio, Definición de materiales, acabados y características especiales de las construcciones, Medición y cuantificación de áreas de cultivos, Elaboración de planos prediales, Elaboración de fichas prediales.

Estudio de Geología para Ingeniería y Geotecnia: Estudios de antecedentes, Definición de zonas homogéneas en la zona del proyecto, Elaboración de perfiles con base en observación de superficie, Elaboración de planos geológicos.

Estudio de Suelos para el Diseño de Fundaciones de Puentes, Obras de Arte y otras Estructuras de Contención: Elaboración de perfiles estratigráficos, Definición de socavación en sitios de ponteadero, Selección de la capacidad del suelo de cimentación y del tipo de cimiento.

Estudio de Estabilidad y Estabilización de Taludes: Elaboración de perfiles estratigráficos, Ejecución de ensayos de laboratorio, Evaluación de estabilidad de taludes y diseño de los mismos, Presentación de alternativas para sitios inestables, Diseños de estabilización.

Estudio Geotécnico para el Diseño del Pavimento: Recopilación de información existente sobre tránsito, geología, suelos y fuentes de materiales, Diseño de mezclas de concreto hidráulico y bituminoso, Elaboración de planos de fuentes de materiales, Análisis de utilización de cada una de las fuentes seleccionadas. Selección del periodo de análisis, Definición de tránsitos promedios diarios en el periodo de análisis, Definición de valores de factores de equivalencia para los vehículos, Cálculo de la carga de diseño. Dimensionamiento de estructuras de pavimento rígido, Dimensionamiento de estructuras de pavimento flexible, alternativa 1, Dimensionamiento de estructuras de pavimento flexible, alternativa 2, Evaluación económica de las alternativas propuestas, Selección de estructura para diseño de secciones transversales, Diseño de secciones transversales.

Estudio de Hidrología, Hidráulica y Socavación: Información de caudales de los ríos de la zona, Información de estaciones meteorológicas en zona, Información de cartografía, Predicción de precipitación de diseño, Cálculo de caudales y socavación en zonas de ponteaderos, Dimensionamiento y diseño de obras de cruce.

Estudio Estructural para Diseño de Puentes: Estudio geotécnico para la cimentación de los puentes, Definición de alternativas para puentes de luces inferiores a 20 metros, Evaluación económica de las alternativas de puentes menores, Diseño de superestructura de puentes menores, Definición de alternativas puentes mayores, Evaluación económica de las alternativas de puentes mayores, Predimensionamiento de infraestructura puentes menores, Diseño de infraestructura de puentes menores, Predimensionamiento de superestructura de puentes mayores, Diseño de superestructura de puentes mayores, Predimensionamiento de infraestructura puentes mayores, Diseño

definitivo de infraestructura de puentes mayores, Elaboración de planos de construcción.

Estudio de Impacto Ambiental: Descripción técnica del proyecto, Caracterización del área de influencia (Línea Base), Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, Evaluación ambiental, Plan de Manejo Ambiental, Programa de seguimiento y monitoreo del proyecto, Plan de contingencia, Informe final.

Presupuesto de Construcción: Investigación de campo sobre costos en la región, Elaboración de precios unitarios, Cálculo de cantidades de obra, Elaboración de presupuesto.

Evaluación Económica: Cálculo de costos de operación sin proyecto, Cálculo de costos de operación con proyecto, Determinación de beneficios del proyecto, Cálculo de indicadores económicos.

5. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES EN DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

El trabajo en la oficina consistió en realizar los estudios a nivel fase III de la vía comprendida entre Aguaclara y Guarumito en el departamento de Norte de Santander, dirigido por un especialista, quien por medio de reuniones, se encargaba de establecer los parámetros que se debían seguir, según el tema que se necesitara desarrollar.

Los resultados obtenidos eran presentados en informes para su respectiva revisión, primero por el especialista y luego por el director del proyecto.

Como Auxiliar se debía estar dispuesto a trabajar en cualquier tema que fuera asignado por parte del Ingeniero Director o colaborando en las diferentes actividades presentes en la oficina, entre otras, la organización de la información que iba hacer enviada.

Para el correcto desarrollo de los estudios, se siguió un Plan de Calidad que controla el adecuado proceso de la información obtenida de cada especialidad, además de exigir soportes en caso de que ocurra cualquier eventualidad.

Durante la ejecución de la práctica, fue necesario desarrollar diferentes hojas de cálculo para procesar la información, además de la digitalización de planos en Autocad y Ms Project para el seguimiento del proyecto.

En los anexos se presenta cada una de las actividades realizadas en la práctica empresarial.

6. PLAN DE CALIDAD

El Plan de Calidad tiene como objeto, establecer la metodología para controlar las actividades relacionadas con los estudios y diseños del proyecto.

El Plan de Calidad se elaboró tomando como referencia los siguientes documentos:

Las Normas técnicas para diseño, construcción, operación y mantenimiento del Instituto Nacional de Vías – INVIAS.

Propuesta Técnica y Económica.

Documentos Convenio INVIAS – UIS

Norma NTC-ISO 9001 Versión 2000.

Normas INVIAS.

Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, versión 2007, adoptadas mediante Resolución No. 003288 del 15 de AGOSTO de 2007, emanada del MINISTERIO DE TRANSPORTE.

A continuación se mostrará los parámetros más importantes que como Auxiliar de Ingeniería se debían seguir.

6.1. POLÍTICA DE CALIDAD

La UIS, tiene como política de calidad, satisfacer los requisitos de su cliente, entregando proyectos de calidad, a tiempo, utilizando personal competente, idóneo y comprometido, buscando el mejoramiento continuo de sus procesos.

6.2. COMUNICACIÓN INTERNA

Se realizará a través de reuniones internas y mediante memorandos, el responsable de estas actividades será el Ingeniero Residente (Coordinador de Diseños).

6.3. COMUNICACIÓN EXTERNA

Toda comunicación ya sea con el INVIAS, la Interventoría o cualquier otro ente externo que se relacione con el proyecto, será en forma escrita. Para asegurar una adecuada comunicación con el cliente se establecen los siguientes medios de acuerdo al evento:

6.4. REQUISITOS DE LA DOCUMENTACIÓN

6.4.1 Control de documentos

El control de los documentos como planos, estudios, memorias, serán controlados a través del un listado maestro.

Los documentos de origen externo, como son los documentos suministrados por el Cliente, o las Normas aplicables serán controlados también a través del Listado Maestro de Documentos Externos.

6.4.2 Control de registros

Los registros serán relacionados en la Matriz de Registros de Calidad, con el fin de garantizar el adecuado control de éstos.

6.4.3 Planificación de la realización de los diseños.

El plan de calidad, pretende garantizar que se cumplan los requisitos y expectativas del cliente, la UIS, la comunidad y demás partes interesadas estableciendo la metodología para realizar adecuadamente las actividades relacionadas con el Proceso de Desarrollo y Control de Estudios y Diseños.

6.5. AUDITORIAS INTERNAS

Se realizarán mínimo 2 auditorias internas al proyecto.

7. APORTE

OBJETIVO

Este documento junto con el informe Final, Anexo A, tienen por objeto servir de guía para próximos estudios a Nivel Fase III de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio en que la Universidad preste sus servicios de consultoría.

ALCANCE

Los Estudios de Tránsito se dividen en trabajos de Campo y de Oficina, los cuales se clasifican a continuación:

Trabajos de Campo

- Encuesta de Origen y Destino
- Recopilación de información de sectores productivos en la zona
- Recopilación de información de tránsito en vías aferentes al proyecto.
- Velocidades Medias y Volúmenes Horarios (Método del Vehículo Flotante)

Trabajos de Oficina

- Generación de modelos de tránsito en la vía proyectada
- Estimación de tránsito atraído y generado
- Proyección de tránsito para periodo de análisis
- Cálculo de costos de operación de vehículos
- Cálculo de carga en ejes equivalentes

- Estudio de capacidad y Nivel de servicio de la vía

7.1. CONCEPTUALIZACIÓN

Tráfico Normal: Para determinada fecha, será el tráfico futuro que resulta del crecimiento normal.

Trafico Atraído: Tráfico con el mismo origen y destino, susceptible de ser transferido a un nuevo tramo construido o mejorado. El tráfico atraído estará constituido por la sumatoria de los tráficos desviados desde las diferentes alternativas de enlace.

Trafico Generado: Transporte de personas y/o mercancías, como consecuencia del desarrollo económico y social de la Zona de Influencia.

Tráfico Inducido: Constituido por la sumatoria del Tráfico Atraído y el Tráfico Generado.

Capacidad y Niveles de Servicio: Estudios que permiten verificar si el Diseño Geométrico propuesto para el proyecto, cumple con las especificaciones necesarias que permitan un flujo adecuado durante la vida útil de la vía.

7.2. PROCEDIMIENTO

A continuación se desagregan los trabajos a realizar con sus respectivas actividades y resultados que se deben hallar en un Estudio de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio.

7.2.1 Trabajos De Campo

- Recopilación de Información de sectores productivos en la zona.
- Detectar los corredores viales que se encuentre en el área de influencia del proyecto.
- Recopilación de información de tránsito en vías aferentes al proyecto: Volúmenes de tránsito de los últimos 10 años de las estaciones aferentes al proyecto. Datos proporcionados por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y el Banco de la República.

7.2.2 Estudios De Tránsito

- Establecer los puntos donde se van a realizar los Aforos y Encuestas, sitios estratégicos, cuyos resultados puedan ser comparados con los datos de las estaciones dispuestas por el INVIAS.
- Aforos y Encuestas Origen-Destino: Buscan establecer las condiciones actuales de la demanda vehicular. Deben cumplir con todos los requisitos mencionados en el Anexo A. Capítulo 2.
- Con la información recogida en los Aforos y Encuestas O-D, se procede a digitar la totalidad de los datos, minimizando los posibles errores al transcribir los resultados.

- Con los datos en hojas de cálculo, se halla el TPDS (Tráfico Promedio Diario Semanal), por tipo de Vehículo (Autos, Buses, Camiones), de cada uno de los sitios donde se realizaron los Aforos.

7.2.3 Generación De Modelos De Tránsito En La Vía Afectada

- El TPDS de las estaciones propuestas por el consultor, se anexará a la información obtenida del INVIAS (TPDS de los últimos 10 años), y se procederá a realizar las correspondientes proyecciones de cada estación hasta el año de vida útil. (Generalmente 20 años).
- Se tendrá en cuenta como criterios de selección de alternativas, la cercanía de los valores de cada modelo de regresión a los volúmenes reportados por el INVIAS, los mayores coeficientes de correlación y las tasas de crecimiento medio anual más acordes con las tendencias de crecimiento de las variables socioeconómicas analizadas.
- La información en formato digital de las Encuestas de Origen y Destino, junto con los Costos de Operación, serán utilizados para hallar el Tráfico Atraído.
- Las vías deben ser clasificadas, de acuerdo al tipo de terreno, ya sea Plano, Ondulado o Montañoso; según su sección transversal y tipo de pavimento.
- Se deberá hacer una clasificación detallada de los sectores de las vías aferentes al proyecto, esto con el fin de hallar los costos de Operación.
- Para hallar el tráfico Atraído se podrá utilizar programas de computadora en los cuales se pueda hacer un modelamiento del flujo de vehículos en una red vial, en cuyo caso, se entregará el listado con las especificaciones del lenguaje utilizado y los resultados debidamente interpretados. Ver anexo A, capítulo 3.

7.2.4 Estimación De Tránsito Atraído Y Generado

- La determinación del Tráfico Atraído, se podrá efectuar mediante la utilización del software TransCAD, con asignaciones de tráfico en función de las Distancias, Velocidades Medias, y Costos de Operación, obtenidos mediante los estudios de campo inicialmente mencionados.
- Los datos básicos de alimentación del modelo, son los obtenidos con base en la información suministrada por los Conteos Horarios, las Encuestas O-D y las mediciones directas de las Distancias de Recorrido, Velocidades Medias y Volúmenes Horarios, cuyos valores pueden ser hallados por el método del Vehículo Flotante.
- Por medio de Estudios económicos de la zona de influencia del proyecto se podrá establecer el tráfico que se pueda sentir atraído hacia el nuevo corredor vial, datos que tienen que ser soportados por entidades públicas o privadas que faciliten dicha información.

7.2.5 Proyección De Tránsito Para Periodo De Análisis

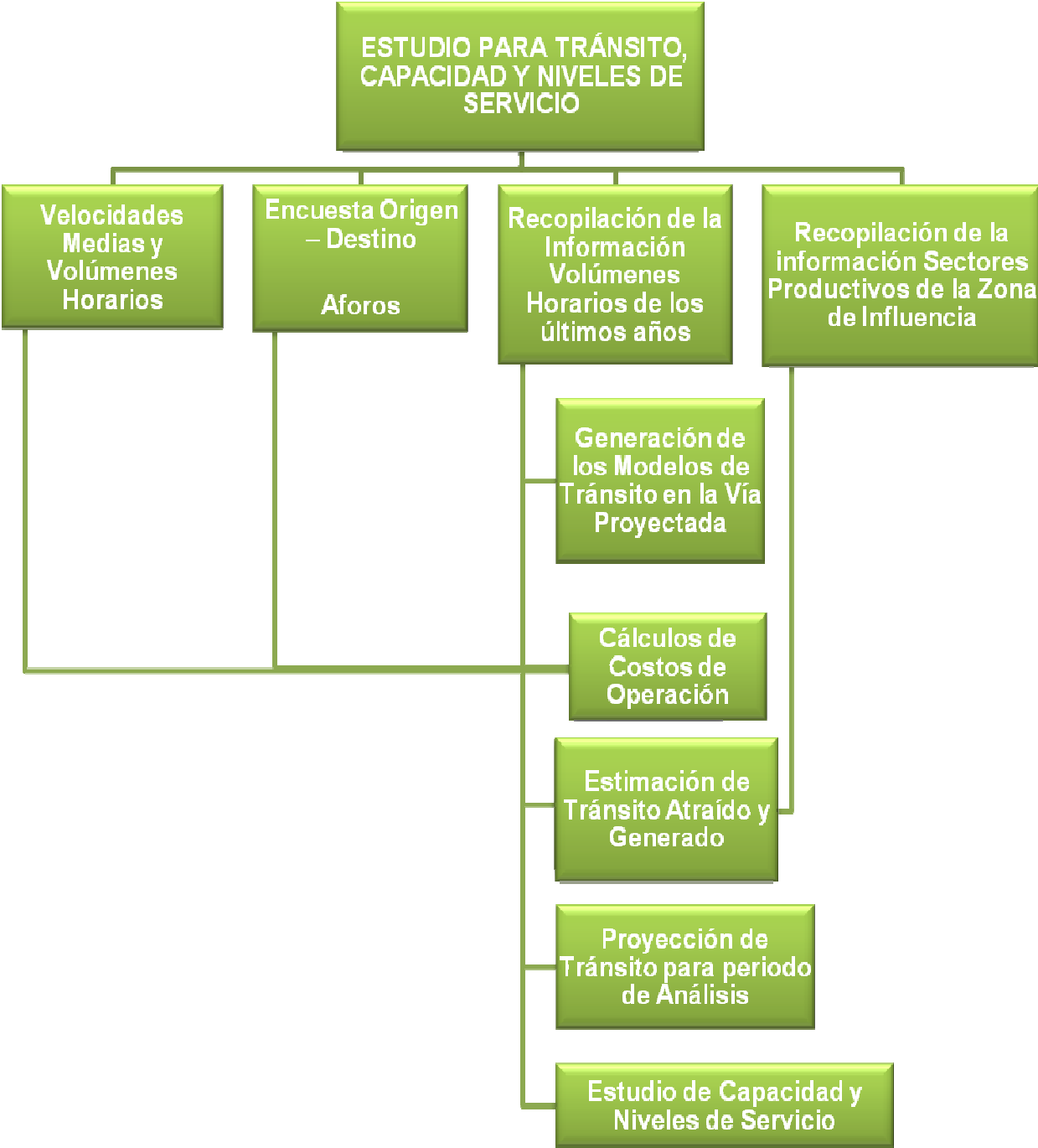
- Por medio de los estudios del tránsito atraído, se obtendrá el TPD, del proyecto, junto con los diferentes porcentajes de atracción por tipo de Vehículo. Estos resultados servirán de base para hacer la proyección del tráfico que va a tener la vía, por tipo de vehículo, durante el periodo de análisis, cuyos resultados tanto para el año de inicio que se prevea entre en funcionamiento, y el año final, permitirán hallar el TPD que se utilizará para hallar la Capacidad y Nivel de Servicio que prestará la vía.
- Para el Tráfico Normal se utilizará la tasa de crecimiento de las vías adyacentes.

7.2.6 Capacidad Y Niveles De Servicio

Para hallar la capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles, se recomienda utilizar el MANUAL DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES, realizado por el Ministerio de Transporte y la Universidad del Cauca, ya que este manual presenta una metodología propia para las condiciones de las carreteras de dos carriles en Colombia.

- Los datos necesarios par realizar este estudio son:
- Sección Transversal
 - Ancho de carril
 - Ancho de las Bermas
- Tipo de terreno
- Tránsito Promedio Diario
- Volumen Total en Ambos sentidos
- % Vehículos Pesados
- Pendiente de la vía
- Zonas de no rebaso
- Estado de la Superficie de Rodadura (IRI)
- Radio y Deflexión de la curva más cerrada

7.3. ORGANIGRAMA



8. CONCLUSIONES

- Se aprendieron nuevos e importantes temas acerca de las diferentes características que comprende el diseño de una vía.
- Se comenzó a ejercer la Ingeniería de una forma que genera progreso para el País.
- Lo realizado durante este tiempo, es de gran crecimiento personal, puesto que no solo se aprenden temas puntuales, sino que también se adquieren experiencias que solo se obtienen durante la vida laboral.
- La participación en el convenio con Especialistas, dio un mayor aporte a la práctica. Con su gran experiencia y manejo de los temas el aprendizaje era diario.
- Se desarrollaron funciones primordiales para la vida laboral de un Ingeniero, como la preparación y presentación adecuada de un informe; de igual manera los procesos en el área de calidad que son indispensables para la buena ejecución de cualquier proyecto.
- El correcto seguimiento del Plan de Calidad, garantiza el orden y la administración de la información, permitiendo una mejor entrega de resultados.
- El trabajo en equipo fue fundamental para el éxito del proyecto, ya que como Auxiliar de Ingeniería, se debía estar atento a colaborar, en cualquier tema relacionado con alguna especialidad o ayudando a organizar los informes que se entregaban mensualmente.

BIBLIOGRAFÍA

ARBOLEDA, Germán. Cálculo y Diseño de Glorietas. Edición. AC Editores

CASTELLANOS NIÑO, Víctor. Principios Fundamentales de Diseño Vial. Edición. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, 1993.

MANUAL DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES. Instituto Nacional de Vías, Universidad del Cauca, 1996.

**ANEXO A: INFORME ESTUDIO DE TRÁNSITO,
CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO,
PROYECTO VIAL AGUACLARA-GUARUMITO**

1. OBJETIVO Y ALCANCES

El proyecto forma parte de la interconexión vial Aguaclara - Guarumito - La Fría, el cual esta referenciado como una opción de mejoramiento de la infraestructura física de la conexión vial entre Colombia y Venezuela.

1.1. OBJETIVO

Realizar los ESTUDIOS DE TRÁNSITO, CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO DE LA VÍA AGUACLARA – GUARUMITO, DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER, cumpliendo con los plazos estipulados y con el valor del presupuesto oficial. Para lograrlo se requiere desarrollar los siguientes objetivos específicos:

- Obtener los datos actualizados de tránsito que permitan valorar la eficiencia del sistema de transporte.
- Definir el tipo de proyecto.
- Con base en el tráfico actual, el análisis de las variaciones reales de crecimiento de tráfico respecto a los asumidos en estudios anteriores del año 2006, establecer nuevas proyecciones y los requerimientos mínimos de servicio futuros para esta vía.
- Con base en la demanda estimada según los tráficos proyectados y las consideraciones económicas se definirán los parámetros de diseño geométrico.
- Servir de base al diseño de pavimento.

- Determinar los costos de operación y junto con los estudios de capacidad y niveles de servicio y su adaptación a la demanda en el año o años establecidos como horizonte del proyecto.
- Cuantificar los costos de operación de los vehículos, así como los costos de conservación de la carretera y facilitar la programación de la ejecución de las obras.

1.2. ALCANCES

Obtener información adicional a través de aforos y encuestas Origen-Destino, que junto con la información existente del INVIAS en las diferentes estaciones de conteo, permitirá establecer el crecimiento del tránsito futuro para un periodo de 20 años a partir de la fecha de inicio del proyecto en el año 2014.

La fase de asignación del tráfico en la red de estudio se hará mediante modelación, empleando el software TransCAD. Los atributos de cada uno de los arcos de la red serán alimentados con la información de campo obtenida y las proyecciones de tráfico realizadas.

1.3. DESCRIPCIÓN

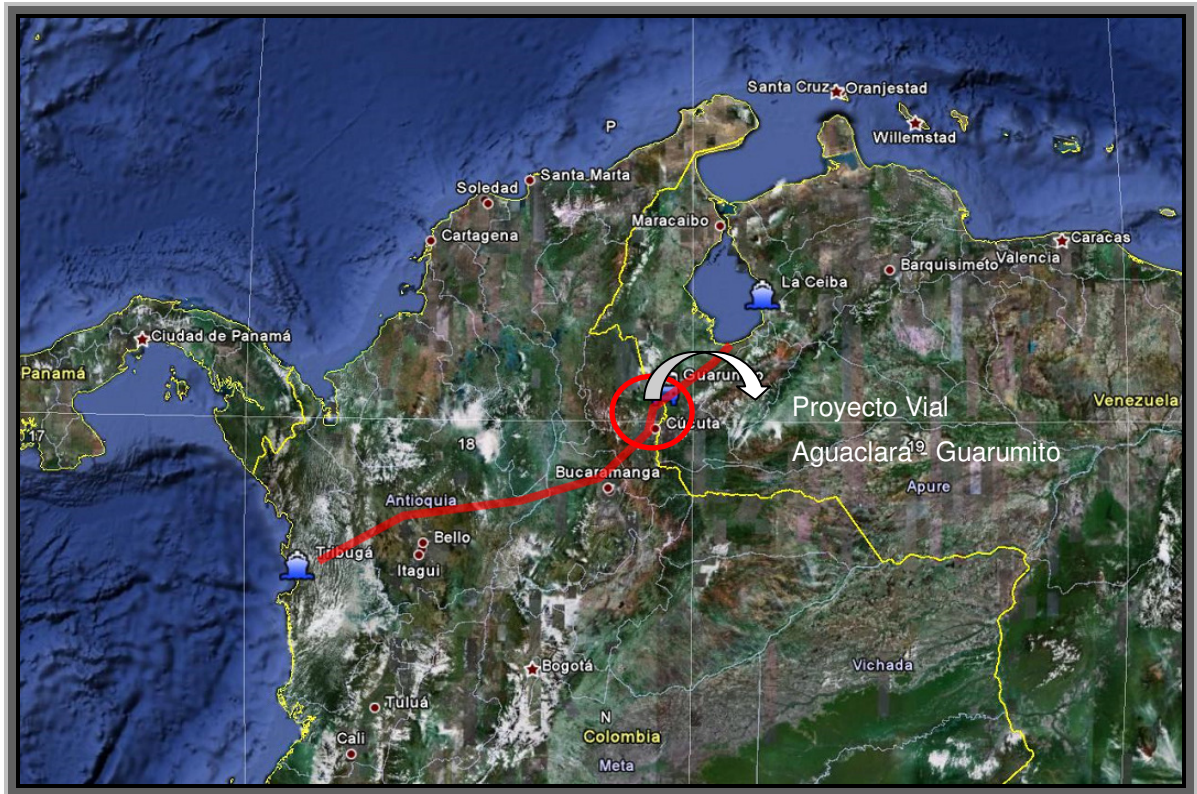
El proyecto forma parte de la interconexión vial Aguaclara - Guarumito - La Fría, el cual está referenciado como una opción de mejoramiento de la infraestructura física de la conexión vial entre Colombia y Venezuela. El avance de este proyecto contribuirá de manera decisiva al fomento del comercio regional y la integración de

de ambos países. Contempla la construcción de puentes y tramos de carretera pavimentados. La construcción, permitirá incrementar el intercambio de bienes y servicios en la frontera común de las dos naciones.

El área de influencia en Colombia, estará enmarcada dentro del corredor vial internacional Colombo-Venezolano comprendido entre el Área Metropolitana de Cúcuta, es decir los municipios de Cúcuta, Villa del Rosario y Los Patios y su enlace con La república Bolivariana de Venezuela, hacia La Fría. En esta zona está concentrada la influencia económica y social del paso de frontera. Se puede considerar también este último corredor, como parte integral del, a su vez corredor vial inter-oceánico: Lago de Maracaibo-Tribugá, puerto de aguas profundas colombiano sobre el océano Pacífico.

En la Figura 1.1, se presenta el esquema del corredor inter-oceánico.

Figura 1.1. Corredor Inter-oceánico Tribugá-Lago de Maracaibo



Fuente: Elaboración Propia basado en Imágenes proporcionadas por el software Google Earth

La vía tendrá una distancia aproximada de 5.8 Km. en terreno plano. Se proyecta la construcción de 5 puentes, de los cuales dos serán de gran envergadura que atravesarán los ríos Pamplonita y Guarumito, con luces de 160 y 110 metros respectivamente.

En la fotografía 1.1, se detalla la dirección del corredor vial. El proyecto se desarrolla en sentido Este-Oeste, sobre una topografía plana en terrenos que se utilizan para ganadería y cultivos de arroz.

Fotografía 1.1 Panorámica del Corredor vial



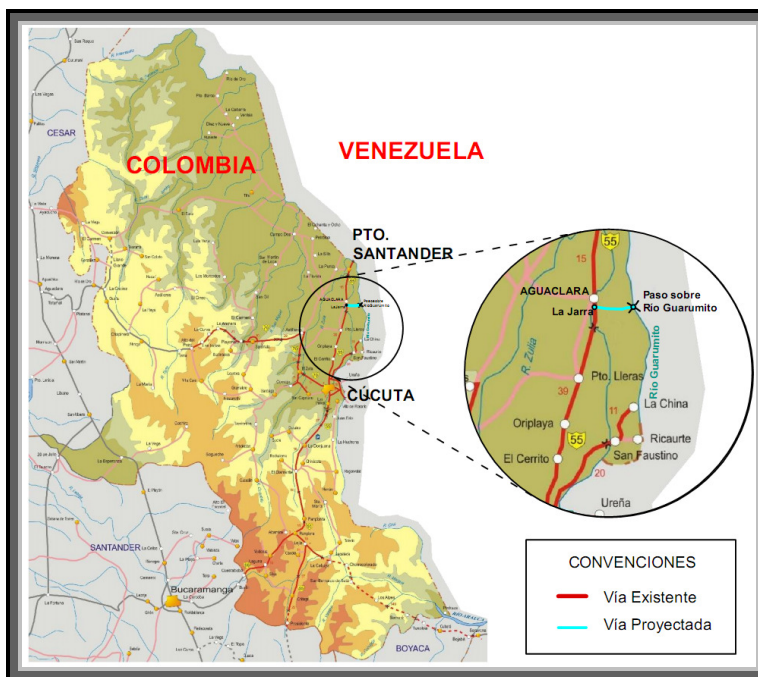
Fuente: Registro Fotográfico del Proyecto

1.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Aguaclara – Guaramito – La Fría, se desarrolla en la zona limítrofe de la República de Colombia y la República Bolivariana de Venezuela. En el territorio Colombiano el proyecto inicia en la Ruta 55 que es una vía troncal de la red vial nacional, la cual tiene su desarrollo desde Bogotá, pasando por Tunja, Duitama, Soatá, Málaga, Pamplona, Cúcuta y terminando su recorrido en Puerto Santander en el Puente Internacional La Unión en la frontera con Venezuela.

En la Figura 1.2, se puede observar tanto la ubicación del proyecto como la de los puentes internacionales que unen a Colombia con Venezuela.

Figura 1.2. Ubicación del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia, Basado en imágenes de GOOGLE MAPS

1.5. METODOLOGÍA EMPLEADA

El estudio de Tránsito dentro de los Estudios de Fase III del Proyecto vial Aguaclara - Guarumito, involucró la ejecución de las siguientes actividades:

Recopilación de la Información Existente

Incluye la revisión de estudios anteriores; consulta a entidades públicas y privadas, como el INVIAS, Ministerio de Transporte, DANE, PRONORCO y otras, con el fin de obtener datos acerca de la evolución y el comportamiento actual del transporte en sus diferentes modos y algunas variables socioeconómicas del área de influencia directa del proyecto.

Toma de información de Campo

Se realizaron aforos vehiculares, estudio de origen y destino, en las fechas y lugares indicados en el Capítulo 2, con el objeto de corroborar la demanda actual y estimar la demanda potencial del proyecto.

Proyecciones del tráfico

Producto de la revisión de la información disponible y de la aplicación de los modelos de regresión lineal, logarítmico, potencial y exponencial a las series históricas del tránsito, ajustados mediante la eliminación de datos evidentemente atípicos, se escogieron como proyecciones del tráfico normal las de los modelos con los mayores coeficientes de correlación y tasas de crecimiento más razonables de acuerdo con la experiencia del Consultor, para el período 2010 - 2033.

Con los resultados de las encuestas de origen y destino junto con el diagnóstico del transporte actual, fue posible estimar el tráfico atraído por el proyecto.

Procesamiento de la información de campo

La digitalización y consolidación de los datos de aforos vehiculares con ayuda del programa MS - Excel, permitió obtener la variación diaria y horaria, así como la distribución direccional de los volúmenes de tránsito registrados.

Las encuestas de origen y destino realizadas, permitieron obtener matrices O/D para el área de influencia del proyecto, gracias al empleo de la opción de Tablas Dinámicas que ofrece el Programa MS - Excel.

La determinación del Tráfico Atraído, se efectuó, mediante la utilización del software TransCAD, con asignaciones de tráfico en función de las Distancias, Velocidades Medias, y Costos de Operación, obtenidos mediante los estudios de

campo inicialmente mencionados, dentro de ciertos límites de Capacidad entre centroides representativos de las diferentes zonas. Los datos básicos de alimentación del modelo, son los obtenidos con base en la información suministrada por los Conteos Horarios, las Encuestas O-D y los Costos de Operación actualizados, con base en estudios efectuados por el Ministerio de Transportes para el año 2006, las mediciones directas de las Distancias de Recorrido, Velocidades Medias y Volúmenes Horarios, por el método del Vehículo Flotante. La zonificación, definición de centroides y demás aplicaciones dentro del Software TransCAD, se exponen adelante en este informe, Capítulo 3.

Análisis de Capacidad y Niveles de servicio

Con las especificaciones de diseño del tramo en proyecto, se establecen los Costos de Operación y utilizando la metodología establecida por el Ministerio de Transporte, se determina su Capacidad y NDS

2. TRABAJOS DE CAMPO

A continuación se presentan el propósito, las principales actividades y resultados obtenidos a través de las labores de campo, realizadas dentro de los Estudios de Fase III del Proyecto Aguaclara – Guarumito.

2.1. AFOROS VEHICULARES

Dentro de las actividades de toma de información primaria, para establecer las condiciones actuales de la demanda vehicular se desarrolló un trabajo de campo en los tres pasos fronterizos terrestres ubicados en la zona de influencia del proyecto. Estos son:

- 1.** Puente Simón Bolívar.
- 2.** Puente Francisco de Paula Santander.
- 3.** Puente Unión.

Consistió en la realización de la toma de información de demanda vehicular en puntos estratégicos de la vía en estudio. Los Conteos Horarios de Tránsito, las 24 horas del día, tres días entre semana, se tomaron dos días típicos (Jueves y Viernes), y 1 día atípico (Sábado).

Los aforos vehiculares, se programaron para ser ejecutados durante tres días, las 24 horas continuas.

La información de campo se registra en formatos en periodos de 1 hora, clasificándolos de acuerdo con el tipo de vehículos (autos, buses, busetas y camiones), en el caso de camiones se discriminará por número de ejes. A

continuación se muestra la clasificación utilizada para la toma de información, de acuerdo a la clasificación propuesta por el Ministerio de Transportes.

Livianos (automóviles, camperos)

Buses

Busetas

Camiones: C-2: pequeño

C-2: grande

C-3



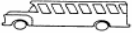










C-4

C-5

Mayor a C-5

En la Figura 2.1, se presenta la clasificación de camiones utilizada en la toma de información, recomendada por el Ministerio de Transporte.

Figura 2.1. Clasificación general de tipo de vehículos

TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA
AUTOS		
BUSES	BUSETA	
	BUS	
	BUS METROPOLITANO	
C2-P	CAMION DE DOS EJES PEQUEÑO	
C2-G	CAMION DE DOS EJES GRANDE	
C3 Y C4	CAMION C3	
	CAMION C4	
	TRACTO-CAMION C2-S1	
	TRACTO-CAMION C2-S2	
	TRACTO-CAMION C3-S1	
C5	TRACTO-CAMION C3-S2	
> C5	TRACTO-CAMION C3-S3	

Fuente: Ministerio del Transporte. Instituto Nacional de vías 1988

El formato de campo que se empleó para la toma de campo de los volúmenes vehiculares, se presenta en la Figura 2.2.

En la primera parte aparece el encabezamiento.

En la segunda parte del formato se solicita la siguiente información general como:

- Fecha: Es el día, mes y año correspondiente a la toma de información.

- Hora de inicio: Es la hora inicial correspondiente al formato que en ese momento se está diligenciando. Es decir, cada formato tiene su propia hora inicial.
- Hora final: Es la hora final correspondiente al formato que en ese momento se está diligenciando. Es decir, cada formato tiene su propia hora final.
- Condiciones climáticas: Anotar las condiciones climáticas que existen en el corredor (soleado, nublado o lluvioso).
- Ubicación: Anotar la ubicación del aforador (kilómetro – hito).
- Sentido: Anotar el sentido en el que se hace el aforo (Población la Población2).
- Aforador: Corresponde al nombre de la persona encargada de tomar la información.
- Supervisor: Corresponde al nombre de la persona encargada de la supervisión de la toma de información.
- En la tercera parte del formato, aparece un cuadro cuyas columnas representan la siguiente información:
- Período: Corresponde al período de 1 hora durante el cual se está registrando la información de campo. Las horas se anotan con horario militar.
- Observación: Se anota cualquier observación en cuanto a la toma de información.

Figura 2.2 Formato de campo para toma de información de volúmenes

ESTUDIO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO <i>Formato de Campo</i>										
Fecha: _____		Hoja _____ de _____								
Día de la semana: _____		Ubicación: _____		Sentido: _____						
Hora Inicio: _____		Hora Final: _____		Condición Climática: _____						
Aforador: _____		Supervisor: _____								
Periodo	Auto		Buseta	Bus	Camión					
					C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
.00 .00										
Subtotal										
.00 .00										
Subtotal										
.00 .00										
Subtotal										
.00 .00										
Subtotal										
Observaciones: _____ _____ _____										
Firma Encuestador: _____					Firma Supervisor: _____					
Fuente: Elaboración Propia										

Fuente: Elaboración propia.

2.2. OBSERVACIONES DE ORIGEN Y DESTINO

El estudio corresponde a la determinación del nivel de demanda vehicular de este nuevo corredor vial carretero, la cual básicamente está relacionada con un tránsito atraído de los tres posibles corredores de asignación en la zona de influencia del proyecto. Estos corredores son:

Orope – La Fría – San Juan de Colón - Michelena – Palmira – San Antonio – Cúcuta.

Orope – Boca de la Grita – Puerto Santander – Aguaclara – Cúcuta.

Orope – La Fría – San Juan de Colón – San Pedro de Río Frío – Ureña – Cúcuta.

Se empleará el formato que se presenta en la Figura 2.3.

Figura 2.3 Formato de campo – Encuesta Origen - Destino

ENCUESTA DE ORIGEN - DESTINO												
Fecha: _____				Hoja: ___ de ___				Sentido: _____				
Día de la semana: _____				Punto de aforo: _____								
Hora inicio: _____				Hora final: _____				Condición climática: _____				
Aforador: _____								Supervisor: _____				
N°	HORA ENCUESTA	TIPO DE VEHÍCULO	OCUPACIÓN (personas)	MOTIVO DEL VIAJE	FRECUENCIA (días)	VIAJES		CAMIONES		CARGA		
						LUGAR DE ORIGEN	LUGAR DE DESTINO	TIPO	EJES	TIPO	PESO	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
CLAVES	TIPO DE VEHÍCULO			MOTIVO			TIPO DE CAMIÓN		EJES		TIPO DE CARGA	
	1	Automóvil		1	Trabajo		1	Estacas	1	C2-P	1	Productos agrícolas y animales vivos
	2	Taxi		2	Estudio		2	Furgón	2	C2-G	2	Productos Alimenticios y Forrajes
	3	Camión		3	Hogar		3	Contenedor	3	C3	3	Productos minerales y petrolíferos
	4	Bus		4	Compras		4	Carrolanque	4	C4	4	Abonos, Productos Químicos
				5	Asuntos personales		5	Volqueta	5	C5	5	Maquinaria, vehículos
				6	Negocios		6	>C5	6	>C5	6	Vacio
								7		7	Otro	
Observaciones: _____												
Firma del Aforador: _____						Firma del Supervisor: _____						

Fuente: Elaboración propia.

Las encuestas Origen y Destino, se realizaron en un periodo de 12 horas continuas (entre 06:00 y 18:00 horas) durante dos días típicos y uno atípico. Se ejecutaron con el apoyo de la Policía de Carreteras.

Personal Requerido

Para las encuestas O-D se realizaron con la presencia de 2 encuestadores por sentido, mas un supervisor coordinador.

En términos generales el personal de campo requerido y sus funciones para el desarrollo de la toma de información es el siguiente:

Coordinador

- Debe ser una persona con experiencia en este tipo de trabajo.
- Debe tener estudios superiores.
- Es el encargado del manejo de los supervisores y aforadores.
- Debe verificar que los puntos de toma de información sean los asignados.
- Debe recorrer en el menor tiempo posible todos los puntos de toma de información para hacer un inventario del personal existente y poder subsanar rápidamente los posibles faltantes, para ello debe contar con algunos aforadores adicionales que le servirán como comodines.
- Debe revisar que se esté tomando la información de una manera correcta, para esto hará visitas durante todo el periodo a cada uno de los puntos de conteo y revisará a cada aforador la forma en que toma la información.
- Controlará que se estén cumpliendo cada una de las tareas asignadas al personal a su cargo, cumpliendo horarios, fechas y turnos.
- Se encarga de repartir el material a los supervisores e igualmente debe recoger los formularios diligenciados.

- Debe revisar, organizar y clasificar el material recogido en cada uno de los periodos de toma de información.

Supervisor

- Se requiere que sea un estudiante universitario, o su equivalente, dada la alta responsabilidad que tiene.
- Debe participar activamente en la toma directa de información.
- Debe llegar con anterioridad al acceso que le es asignado para recibir de manos del coordinador el material y la dotación para posteriormente entregarlo a los aforadores.
- Debe tener claridad sobre los ejercicios a realizar, para dirigir y asignar las labores a los aforadores que tiene a su cargo.
- Debe verificar que cuenta con el personal necesario para realizar la toma de información, si no es así, debe optimizar el recurso con que cuenta y garantizar que se tome toda la información mientras se le soluciona el inconveniente.
- Debe coordinar con su personal para que la toma de información inicie y termine en los horarios indicados.
- Vela por que la información se esté tomando correctamente y tiene informado al coordinador del desarrollo de la toma de información.

- Al terminar la toma de información debe recibir de manos de los aforadores el material, ordenarlo, revisarlo y posteriormente entregarlo al coordinador.

Aforador /Encuestador

- Debe ser estudiante universitario, preferiblemente en el área de ingeniería.
- Es el encargado de realizar la toma de información, debe hacerlo en una forma clara y ordenada.
- Debe llegar con anterioridad al sitio indicado para recibir del supervisor el material y la instrucción sobre la labor a realizar.
- Al terminar la toma de información debe ordenar el material y revisar que los formularios estén diligenciados en su totalidad para posteriormente entregarlos al supervisor.
- Debe seguir las recomendaciones para la toma de información que se enuncian mas adelante.

Todos los supervisores y aforadores deben presentarse puntualmente en el sitio, día y hora asignados.

Para llevar a cabo la toma de información es muy importante informar con anterioridad a las autoridades competentes, para poder contar con su apoyo, en especial en el ensayo de encuestas Origen – Destino para los operativos de selección y detención de los vehículos.

Material Requerido para la Toma de Información

Cada una de las personas que participan en la toma de información debe recibir el material necesario para el adecuado cumplimiento de sus funciones. Es importante que este material se mantenga en buen estado, lo que facilita el trabajo del personal participante.

Cada aforador debe recibir el siguiente material:

- Capa impermeable para la lluvia.
- Formatos de campo, en número suficiente.
- Tabla de apoyo.
- Lápices y/o esferos.
- Cronómetro o reloj

Se debe contar con una planilla en la cual se llevará el control de asistencia de los supervisores y aforadores en cada uno de los periodos de toma de información. Se dispondrá de sistemas de comunicación que permitan la coordinación adecuada entre coordinadores y supervisores y faciliten y agilicen la toma de decisiones.

Capacitación de Personal

Con el fin de realizar una adecuada toma de información de campo se efectuó previo al trabajo de campo, una inducción al personal de aforo sobre los diferentes

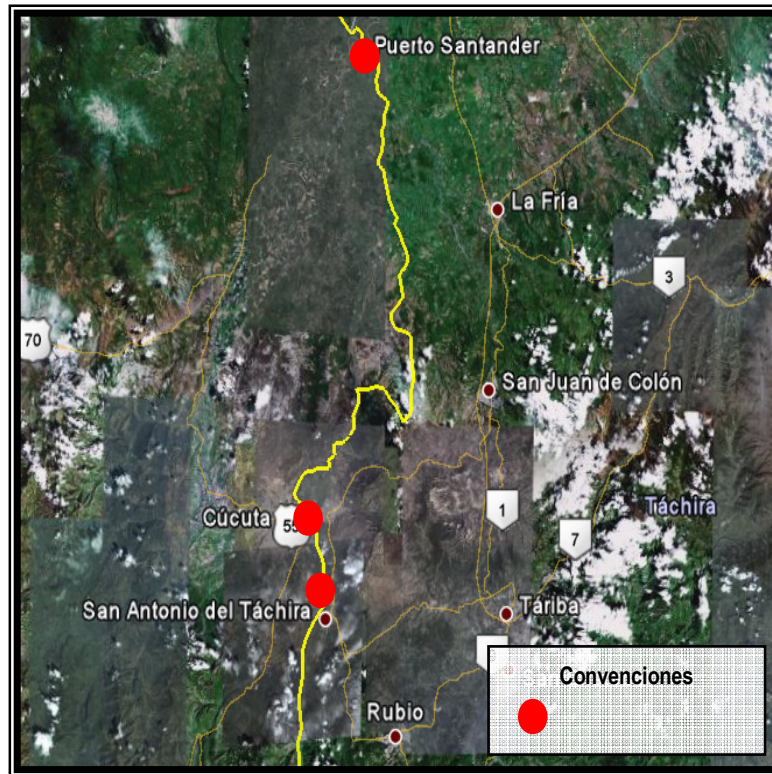
aspectos relacionados con el procedimiento de conteo, enfatizándose en la técnica y forma de diligenciamiento de los formatos. Adicionalmente, dentro del proceso de ejecución de los trabajos se efectuó un seguimiento detallado con el fin de garantizar la adecuada toma de información.

Se contó con un equipo de trabajo encargado de la supervisión de los trabajos, el cual tuvo la responsabilidad de verificar el cumplimiento de las instrucciones técnicas impartidas durante la inducción a los aforadores y llevar a cabo el seguimiento de las labores encomendadas durante el periodo de conteo programado.

Toma de Información

Se realizó la toma de información relacionada con conteos vehiculares, velocidades sobre el corredor y encuestas origen-destino. La información de volúmenes vehiculares y encuestas Origen-Destino se basó en la toma de información de campo adelantada durante los días 28,29 y 30 de Mayo de 2009 en tres estaciones maestras ubicadas en los Puentes Internacionales de La Unión (Puerto Santander), Francisco de Paula Santander y Simón Bolívar. Se aforaron los movimientos presentes en los corredores, correspondientes a los flujos que circulan en dirección Oriente-Occidente y en dirección Occidente-Oriente durante las 24 horas del día. Para el caso específico de las encuestas se midieron los deseos de viajes de una muestra de 5673 vehículos. La figura 2.4, muestra la ubicación del punto de control.

Figura 2.4 Puntos de Aforo



Fuente: **Elaboración propia**

Finalmente, sobre los corredores del área de influencia del proyecto, se realizó la medición de velocidades, Tiempos y Volúmenes Horarios Medios, utilizando el método del vehículo flotante.

En el Anexo E de este documento muestran los formatos utilizados, así como los datos de campo recolectados.

ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia local directa, se define a través de la equidistancia entre los ejes viales, del proyecto Aguaclara-La Fría, con las vías adyacentes en servicio.

El área de influencia principal, estará enmarcada dentro del corredor vial internacional Colombo-Venezolano comprendido entre el Área Metropolitana de Cúcuta, es decir los municipios de Cúcuta, Villa del Rosario y Los Patios y su enlace con La república Bolivariana de Venezuela, hacia La Fría. En esta zona está concentrada la influencia económica y social del paso de frontera. Se puede considerar también este último corredor, como parte integral del, a su vez corredor vial inter-oceánico: Lago de Maracaibo-Tribugá, puerto de aguas profundas colombiano sobre el océano Pacífico.

Minería

El sector minero tiene importancia en el departamento, y en algunos productos, en el área metropolitana de Cúcuta. Los principales productos del sector son: Carbón, Petróleo y Arcilla.

El carbón es un producto que tiene como destino las plantas térmicas de generación eléctrica de la región y, fundamentalmente la exportación (cerca de las dos terceras partes de la producción) Los principales municipios carboníferos son: Cúcuta y El Zulia (muy cerca al área de influencia) que producen cerca del 65% del total del departamento, Sardinata con el 13% y otros 9 municipios. La producción en la zona de Cúcuta y El Zulia se destina principalmente a la exportación. La vía de exportación es por Puerto Santander, por donde se va a

Maracaibo y desde allí, por mar a las Antillas y el este de los Estados Unidos. La producción de carbón muestra buenas perspectivas, dependiendo del mejoramiento del transporte por carretera, especialmente a través del Puente en Puerto Santander o alternativa y preferentemente a través del nuevo proyecto Aguaclara- La Fría. Conviene considerar la incertidumbre que se perfila en lo concerniente al comercio internacional Colombo- Venezolano, especialmente en los últimos meses.

Agricultura

Al tratarse de un área urbana, la agricultura no tiene mayor importancia en la estructura productiva de Cúcuta. En el departamento como un todo es muy importante, esa producción además de abastecer gran parte del mercado de Cúcuta y del área colindante en Venezuela, puede convertirse en fuente de materias primas para una agroindustria en estas zonas. Los estudios O-D, por otra parte, no muestran volúmenes importantes movilizados por esta red.

En la zona del proyecto se encuentran cultivos de arroz, los cuales se desarrollan en torno a una carretera terciaria que se encuentra en la zona del proyecto. De todas maneras, parece que el nuevo proyecto no va a tener gran incidencia en la producción marginal que se pueda generar.

Identificación de los pasos de frontera

Para propósitos del estudio se identificaron varios pasos de frontera que se reseñarán a continuación:

Puente Internacional Simón Bolívar: Está situado entre el Municipio de Villa del Rosario, departamento de Norte de Santander, república de Colombia y San Antonio, municipio Bolívar, estado Táchira República de Venezuela.

Puente Internacional Francisco de Paula Santander: Está situado entre el Municipio de Cúcuta, departamento de Norte de Santander, República de Colombia y Ureña, municipio Pedro María Ureña, estado Táchira, República de Venezuela.

Puente Unión: Es el paso entre las poblaciones de Puerto Santander en el lado colombiano y Boca de Grita en el lado venezolano, por esta vía se transporta principalmente carbón con destino al Lago de Maracaibo para ser exportado por vía marítima a otros países. El puente de La Unión presenta problemas por su reducido tamaño, ya que solo posee un carril, lo que impide el paso de vehículos grandes y la carga que se transporta por esta región debe ser descargada y pasada a camiones pequeños que puedan atravesar el puente.

3. ESTUDIO DE TRÁNSITO

El impacto de la asignación de tráfico sobre la red vial se convierte en un aspecto relevante en la configuración de la infraestructura que atenderá a los usuarios de la nueva vialidad. Dentro de estas directrices se ha configurado un modelo de asignación de viajes que tiene como punto de partida la red vial actual y servirá para determinar el comportamiento del flujo de tráfico sobre la red proyectada.

3.1. METODOLOGÍA USADA PARA EL ESTUDIO

A continuación se describe la serie de procedimientos llevados a cabo para la estructuración del modelo de tránsito necesario para cumplir los objetivos propuestos en el estudio.

Conceptualización General

Conceptos básicos de la composición del tráfico y metodología de proyección:

- **Tráfico Normal:** para determinada fecha, será el tráfico futuro que resulta del crecimiento normal. para el Proyecto Aguaclara-Guarumito, a la fecha, se puede considerar como inexistente o muy cercano a cero.
- **Trafico Atraído:** Tráfico con el mismo origen y destino, susceptible de ser transferido a un nuevo tramo construido o mejorado. Para el proyecto Aguaclara-Guarumito, el tráfico atraído estará constituido por la sumatoria de los tráficos desviados desde las tres alternativas de enlace Cúcuta-La Fría, detectado mediante Encuestas de Origen y Destino, sobre Puente Bolívar, Puente Santander y Puente Unión y complementado por los

Conteos Horarios efectuados en los mismos tres puntos estratégicos. En cuanto a la eventual atracción del tráfico carbonero para la exportación, hacia carreteras venezolanas, actualmente movilizado por carreteras colombianas hacia puertos sobre el mar Caribe, según estudios de PRONORCO¹, anexo A y tendencias mostradas por la comercialización entre las dos naciones, todo parece indicar que hacia el futuro, la situación será lo contrario; se muestra una tendencia y un propósito, tratar de movilizar todo el carbón para exportación, por carreteras colombianas.

La determinación del Tráfico Atraído, se efectúa mediante la utilización del software TransCAD, con asignaciones de tráfico en función de las Distancias, Velocidades Medias y Costos de Operación, obtenidos mediante los estudios de campo inicialmente mencionados, dentro de ciertos límites de Capacidad entre centroides representativos de las diferentes zonas, gobernada por la relación matemática mostrada en el Capítulo 3, numeral 3.3.7. Los datos básicos de alimentación del modelo, son los obtenidos con base en la información suministrada por los Conteos Horarios, las Encuestas O-D y las mediciones directas de las Distancias de Recorrido, Velocidades Medias y Volúmenes Horarios, por el método del Vehículo Flotante. Los costos de Operación son calculados con base a estudios del Ministerio del Transporte efectuado en el 2006 y actualizados para su utilización en TransCAD. Considerando que los Costos de Operación son utilizados por el software TransCAD para efectos de asignación de tráfico, la precisión final en el cálculo de los mismos, no afecta la asignación, ya que lo esencial es que los diferentes enlaces sean medidos con la misma

¹ PROMOTORA NORTE SANTANDEREANA DE INFRAESTRUCTURA PARA LA COMPETIVIDAD

precisión. La zonificación, definición de centroides y demás aplicaciones dentro del Software TransCAD, se exponen adelante en este informe, Capítulo 3.

- **Crecimiento Normal:** Debido a la evolución económica y social de la Zona de Influencia y a las características técnicas de la carretera. Este tráfico, para la vía en proyecto se determina estableciendo la tendencia histórica del crecimiento del tránsito, con base en las estadísticas publicadas por el Ministerio de Transportes, Instituto Nacional de Vías: “**Volúmenes de Tránsito**” correspondiente al periodo 1997 – 2007, estaciones # 629, 669, & 748. Se establece el crecimiento mediante análisis de regresión utilizando los métodos del Crecimiento Lineal, Logarítmico, Exponencial y Potencial. Se escoge la tendencia que ofrezca un mejor coeficiente de correlación. Teniendo en cuenta la estrecha relación existente entre el crecimiento del Ingreso y el del Tráfico, se estableció también la tendencia de crecimiento del PIB del Departamento de Norte de Santander, sin encontrar correlación alguna con el crecimiento del tráfico. Las estadísticas correspondientes al comercio internacional Colombo - Venezolanos, fueron también evaluadas. Pero ante la incertidumbre de su última evolución, no parece razonable darle mucho peso para las proyecciones del tránsito.
- **Trafico Generado:** Transporte de personas y/o mercancías, como consecuencia del desarrollo económico y social de la Zona de Influencia. Se considera que en la Zona de Influencia Local directa del proyecto no se va a generar un incremento sensible en la producción marginal de bienes y/o servicios, puesto que ya existe una red vial local enlazada a la red vial regional. La generación de nuevo tráfico por los incrementos en la producción carbonera en Norte de Santander, tampoco se vería afectada,

por las mismas razones expuestas anteriormente al conceptuar sobre el tráfico atraído.

- **Trafico Inducido:** Constituido por la sumatoria del Tráfico Atraído y el Tráfico Generado. Siendo consecuentes con observaciones anteriores, ante la no generación de tráfico por la construcción del nuevo proyecto, El Tráfico Inducido será el mismo Tráfico Atraído.

Reconocimiento Físico de la Zona de Influencia del Proyecto

En un paso previo a las labores de campo se efectuó una visita de reconocimiento a los puntos programados para recopilar información relacionada con las condiciones particulares de operación del tránsito; a partir de esta información y con base en las características de los diferentes sitios se estableció la asignación del personal necesario y su ubicación específica para garantizar la adecuada toma de información.

Tabulación de la información

La información consignada en los formatos diseñados, se clasificó según fecha, periodo y sentido de observación. Esta organización es uno de los parámetros básicos que permitió un manejo óptimo de los datos en el proceso de oficina.

Las hojas de campo con la información recopilada durante los periodos de aforo, una vez organizadas, fueron revisadas por personal auxiliar en oficina; de esta manera se garantizó el proceso de depuración de la información, minimizando la posibilidad de transcribir datos erróneos o inconsistentes.

3.2. CONTEOS HISTÓRICOS DE TRÁFICO POR TIPO DE VEHÍCULO.

A continuación se presenta el TPDS (Tránsito Promedio Diario Semanal), de cada una de las estaciones propuestas por el consultor, hallado durante los conteos de tránsito, realizados el 28, 29 y 30 de Mayo del 2009. Los cuadros muestran en las primeras tres columnas, el número de vehículos livianos, buses y camiones y sus correspondientes porcentajes sobre el TPDS. En la parte superior aparece la suma de los tres. La cuarta columna muestra el TPDS total de camiones que se repite en la columna TOTAL. Las últimas 5 columnas muestran Tráfico Total Semanal de vehículos pesados y su composición.

Tabla 3.1 TPDS Puente Simón Bolívar

TPDS PUENTE SIMÓN BOLÍVAR								
22718			TOTAL CAMIONES	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	>C-5
A	B	C						
21138	632	947		302	366	86	82	112
93.00%	2.80%	4.20%	947	32%	39%	9%	9%	12%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.2 TPDS Puente Francisco de Paula Santander

TPDS 2009 PUENTE FRANCISCO DE PAULA SANTANDER								
19956			TOTAL CAMIONES	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	>C-5
A	B	C						
17547	572	1837		327	634	116	158	603
87.90%	2.90%	9.20%	1837	18%	35%	6%	9%	33%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.3 TPDS Puente Unión

TPDS 2009 PUENTE UNIÓN								
3970			TOTAL CAMIONES	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	>C-5
A	B	C						
2792	24	1154		1130	25	0	0	0
70.30%	0.60%	29.10%	1154	98%	2%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración Propia

3.3. ORIGEN Y DESTINO DEL TRÁFICO PARA EL SECTOR EN ESTUDIO

Configuración de la Red Vial

Con el fin de contar con cada uno de los “links” y nodos requeridos para la modelación, el equipo consultor ha digitalizado la red en Autocad con base en los planos de la malla vial de Norte de Santander, fotos satelitales² y las observaciones realizadas en campo. Posteriormente, se han importado los archivos y las bases de datos asociadas a los “links” y nodos utilizando las herramientas de importación que contiene TransCad. De este proceso se ha obtenido una red conformada por 236 “links” y 248 nodos.

Así mismo, se ha generado una capa conformada por un “link” y dos nodos correspondientes a la frontera entre los países de Colombia y Venezuela, y una capa de poblaciones conformada por 94 nodos. La figura 5 muestra la red de modelación estructurada.

² Software Google Earth

Con la red de “links” y nodos definida se dispuso su caracterización categorizando cada una de las vías en primarias y secundarias. La información necesaria para cada “link” se describe a continuación:

- ID: Identificación automática dada por el software a cada uno de los “links”. Este campo se convierte en la llave maestra de la base de datos.
- Length: Corresponde a la longitud del “link” dada en kilómetros y asignada automáticamente por el software.
- Dir: Corresponde a la dirección de flujo admisible en cada “link”.
- Velocidad: Corresponde a las velocidades permisibles por cada uno de los “links”. Las unidades utilizadas son km/hr. Las velocidades utilizadas fueron el producto de las mediciones realizadas en campo, estableciéndose las siguientes categorías:

Tabla 3.4 Tipología Vial en función de la Velocidad

Corredor		Tipo	Velocidad Medida (Km/hr)	Velocidad Asumida (Km/hr)
Inicio	Fin			
San Antonio	San Cristóbal	1	29,6	29,6
San Cristóbal	Lobatera	2	37,0	38,6
Orope	Pto Santander		42,4	
Colón	La Fría		38,7	
Lobatera	Colón	3	63,0	60,5
La Fría	Orope		57,3	
Cúcuta	Pto. Santander	4	49,8	49,8
La Jarra	Guarumito	5	-	80

Fuente: Elaboración propia

Las velocidades asumidas corresponden al promedio ponderado de las velocidades en los diferentes segmentos de la ruta. Para los “links” externos a la red principal se estableció una velocidad media de 30 km/hr correspondiente a la velocidad mínima medida sobre las tres alternativas de enlace Cúcuta-La Fría.

- Capacidad: Corresponde a la capacidad máxima en hora pico soportada por la vialidad de acuerdo a sus condiciones geométricas y físicas. Esta capacidad fue asignada con base en los criterios establecidos en la Tabla

- FlowBA: Corresponde al flujo real aforado en el sentido topológico BA. Se encuentra representado por vehículos equivalentes por en hora pico.
- Así mismo la red de nodos contará con la siguiente información:
- ID: Identificación automática dada por el software a cada uno de los nodos. Este campo se convierte en la llave maestra de la base de datos.
- Longitude: Corresponde a la longitud geográfica dada por el software al nodo para su ubicación espacial.
- Latitude: Corresponde a la latitud geográfica dada por el software al nodo para su ubicación espacial.
- PA: Corresponde al punto de aforo utilizado. Este valor es 1 si es punto de aforo o 0 si no lo es.

Periodo de Análisis

Se determinó como periodo de análisis la ***hora de máxima demanda para el día con mayor representatividad durante la semana***. De esta manera, se realizó el procesamiento de la información aforada en cada uno de los puntos de control generando curvas espaciales de demanda de tránsito. El análisis dio como resultado el periodo pico modelación de 7:00 – 8:00 horas y como día representativo el viernes.

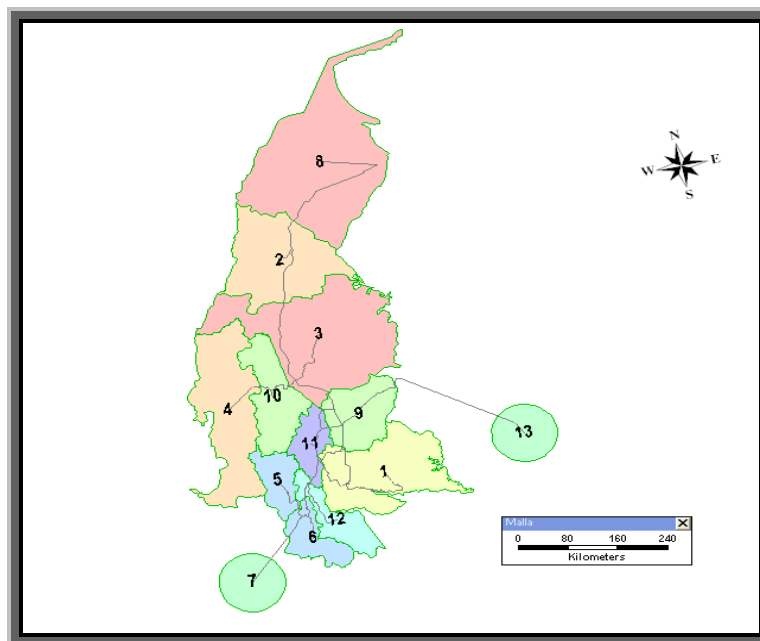
Zonificación

Se realizó la construcción en formato TransCad de la zonificación definida para representar las concentraciones de viajes en el sector de análisis. La zonificación se basa en la base cartográfica de la división política y administrativa de los municipios intentando agrupar subzonas con similar comportamiento de viajes. Se

estructuró un “shape” independiente compuesto por trece zonas, de las cuales dos zonas representan las externalidades.

Se asume que cada zona concentra sus viajes en un centroide, el cual se encuentra conectado a la red vial y permite asignar los viajes contenidos en la matriz de viajes. Estos centroides son un conjunto de trece nodos de la red, diferenciados de los demás elementos por una codificación específica. La figura 3.2 presenta la zonificación propuesta.

Figura 3.2 Zonificación



Fuente: Elaboración propia

Conectores

Estos elementos permiten la conexión entre los centroides de las zonas y la red vial. Al igual que los centroides, estos elementos contienen una codificación específica que los particulariza dentro de la red.

Matriz de Demanda

Con base en las encuestas origen-destino, realizadas se procedió a realizar una depuración de la información. Esta depuración incluyó la determinación de los viajes en la franja horaria y en el día típico de modelación establecidos. La metodología utilizada fue la siguiente:

- Determinación de los viajes en la franja horaria de análisis para cada uno de los puntos de encuesta utilizados.
- Creación de submatrices de viajes por punto de control.
- Creación de submatrices de distribución porcentual de viajes por punto de control.
- Creación de submatrices expandidas de viajes de acuerdo a la distribución porcentual y a la carga presente en cada uno de los puntos de control. Para esta expansión se utilizaron vehículos equivalentes.
- Creación de la matriz de viajes con base en la consolidación de las submatrices obtenidas por punto.
- Depuración de la matriz de viajes
- Consolidación de los pares origen-destino comunes en cada una de las submatrices.
- Generación de matrices por tipo de vehiculo

Como resultado del análisis propuesto se obtienen matrices de demanda por tipo de vehiculo para hora pico con dimensiones 52x52, las cuales posteriormente son reducidas a matrices de dimensión 13x13 como resultado de la agregación de pares O-D comunes a los correspondientes enlaces viales. A continuación se presentan las matrices obtenidas por tipo de vehiculo para la hora de máxima demanda.

Tabla 3.5 Matriz de Demanda Autos

ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	108	2	0	0	0	10	15	0	0	4	1316	0	4
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
8	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	5	0	0
9	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	89	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	1123	0	0	0	0	0	0	0	105	0	1	0	34
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
13	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	132	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.6 Matriz de Demanda Buses

ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	4	1	0	0	0	1	1	0	0	1	38	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	33	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	1
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.7 Matriz de Demanda Camiones C2

ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	9	1	0	0	0	1	2	0	0	1	107	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	92	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	0	3
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.8 Matriz de Demanda Camiones C3

ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	2	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración Propia

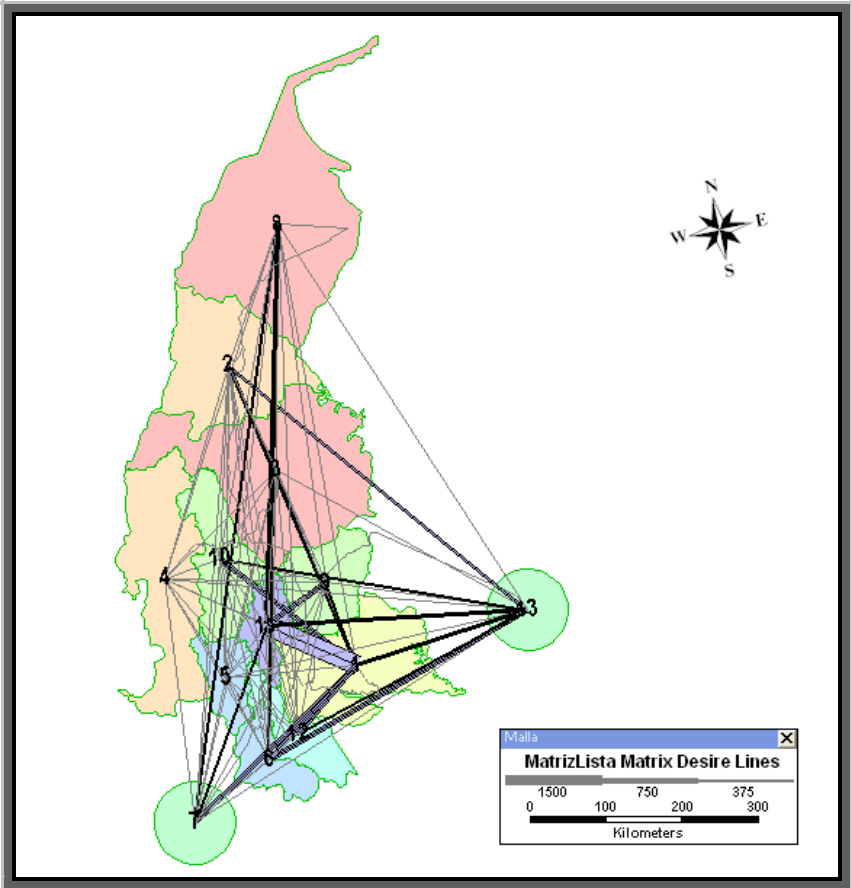
Tabla 3.9 Matriz de Demanda Camiones C3-S

ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	1	0	0	0	1	1	0	0	1	23	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	20	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Con la zonificación y la matriz de viajes generada se procedió a crear un “shape” o esquema de líneas de deseo que sirvió de herramienta para la posterior calibración de la red. La Figura 3.3 muestra la representación gráfica del intercambio de viajes entre los pares origen-destino.

Figura 3.3 Líneas de Deseo de Viaje



Fuente: Elaboración propia

Asignación de Viajes y Calibración del Modelo

Para la etapa de asignación del proyecto se utilizan básicamente dos elementos descritos anteriormente: (1) La red vial involucrada y (2) la matriz de viajes relacionada con la zonificación propuesta, Figura 3.2.

El proceso de asignación se realiza mediante la aplicación de un modelo que minimiza el costo generalizado de viaje involucrando las variables de costos operacionales por tipo de vehículo, el costo del tiempo, las equivalencias vehiculares mostradas en la tabla 3.10, el tiempo en función de las distancias y velocidades de cada corredor, y la capacidad tomada de los valores sugeridos por el HCM 2000 Tabla 12-15.

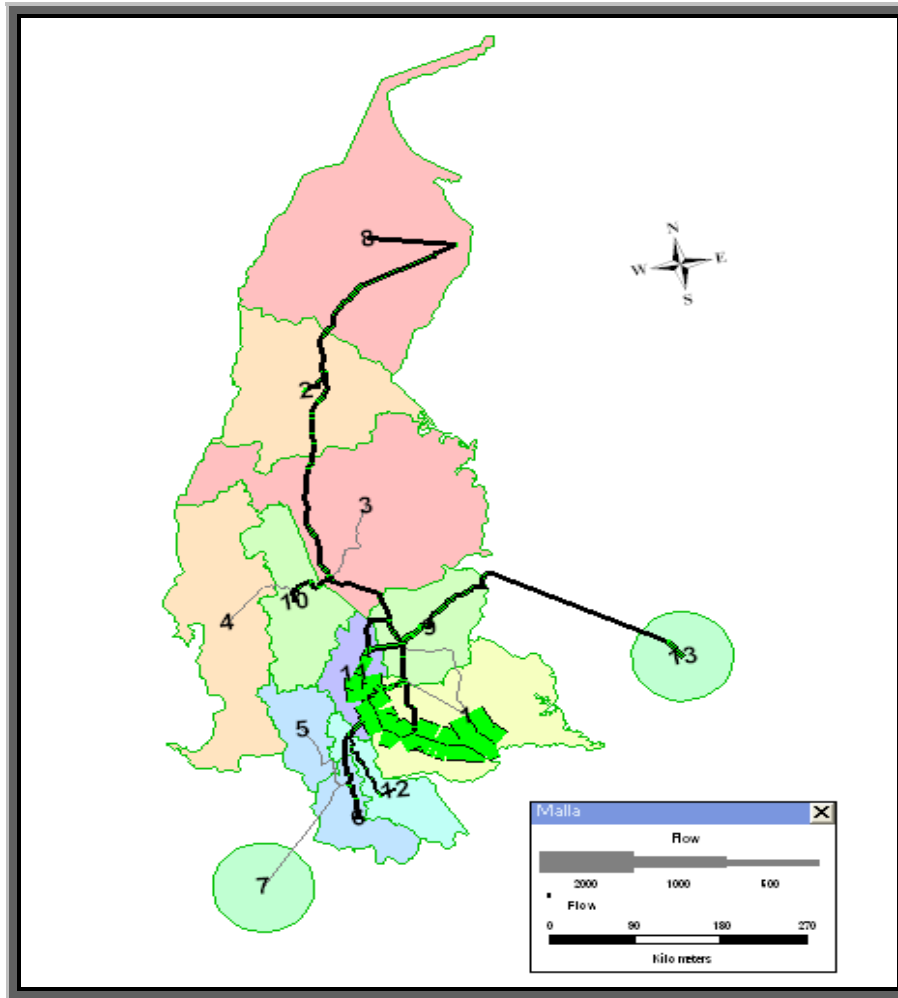
Tabla 3.10 Factores de conversión a vehículos equivalentes

TIPOLOGÍA	Factor
Autos	1.0
Buses – Busetas	2.0
Camiones	2.5

Fuente: Grupo de semaforización de la Secretaria de Movilidad de Bogotá D.C.

La Figura 3.4 muestra la carga de flujos sobre la red.

Figura 3.4 Asignación de transporte privado



Fuente: Elaboración propia

Nótese que el tramo de proyecto Aguaclara-La Fría es parte del enlace entre el par O-D, 9 -11.

Resultados Obtenidos

En una primera aplicación del modelo se produjo una asignación de viajes, teniendo en cuenta velocidades teóricas en los corredores, y realizando la aplicación de un modelo que asigna teniendo básicamente la minimización del tiempo de recorrido y la restricción de capacidad de cada "link", obteniéndose como resultado un flujo sobre el proyecto correspondiente a 473 (Vehículos Livianos equivalente Hora Pico). Total ambos sentidos, correspondientes a su vez a la suma de 291 y 182 VLEHP para los dos sentidos. **Posteriormente** con la inclusión en el modelo de las velocidades registradas se realizó una nueva asignación generándose un nuevo flujo sobre el corredor de 310 y 195 VLEHP para los sentidos Oriente-Occidente y Occidente-Oriente, respectivamente. **Finalmente** se realizó la asignación aplicando un modelo, que como ya se explico, involucra variables adicionales de costos operacionales y costos del tiempo. Con este modelo se obtuvo un flujo total de 494 VLEHP distribuidos en 297 y 197 VLEHP para ambos sentidos.

La distribución vehicular asignada por el modelo es la siguiente:

$$gc_{OD}^m = \sum_{a=A_{OD}^m} \left\{ VOT^m \cdot VDF \left(t_a, C_a, \sum_m PCE_m x_{a,\dots} \right) \right\}$$

Donde :

gc_{OD}^m = *Generalized cost Between origin and destination for mode m*

m = *Mode*

a = *Link*

OD = *Origin – Destination*

A_{OD}^m = *Set of links on the shortest path from O to D for mode m*

$VOT^m =$ Value of time of mode m

$t_a =$ Free flow travel time on link a

$C_a =$ Capacity on link a

$M_{OD}^m =$ Set of node based toll sections between origin and destination for mode m

$VDF =$ Volume Delay Function

$x_a =$ Total volume on link $a, \sum_m (PCE^m x_a^m)$

$x_a^m =$ Flow of type m on link a

$PCE^m =$ Passenger car equivalent for mode m

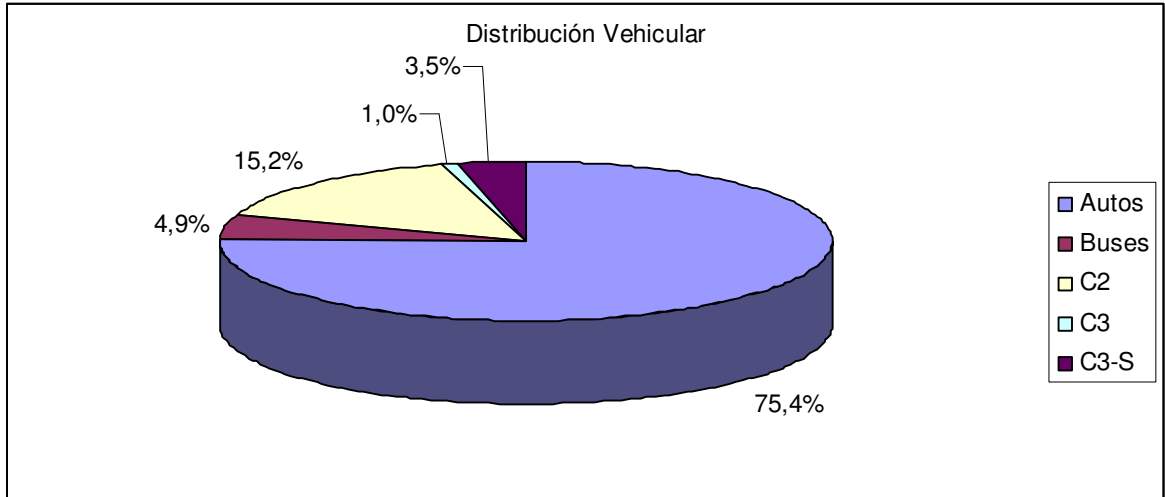
A continuación se presentan los resultados obtenidos con la implantación del proyecto:

Tabla 3.11 Distribución Vehicular

CORREDOR	SIN PROYECTO (VLEHP)		CON PROYECTO (VLEHP)		% de Atracción
	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 1	Sentido 2	
Puente Unión	274	188	13	29	90,93%
Puente Fco. de Paula	963	638	945	619	2,31%
Puente Simón Bolívar	547	1371	529	1352	1,93%
Proyecto	-	-	297	197	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 3.1 Distribución vehicular de la Red



Fuente: Elaboración Propia

Matriz de Viajes sin Proyecto

Son los datos obtenidos en las encuestas originales, conteos y estudios O/D corridos sin el link Aguaclara – la Fría

Tabla 3.12 Matriz de Demanda Autos

ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	108	2	0	0	0	10	15	0	0	4	1316	0	4
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
8	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	5	0	0
9	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	89	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	1123	0	0	0	0	0	0	0	105	0	1	0	34
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
13	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	132	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.13 Matriz de Demanda Buses

ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	4	1	0	0	0	1	1	0	0	1	38	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	33	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	1
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.14 Matriz de Demanda Camiones C2

ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	9	1	0	0	0	1	2	0	0	1	107	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	92	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	0	3
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.15 Matriz de Demanda Camiones C3

ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	2	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.16 Matriz de Demanda Camiones C3-S

ORIGEN	DESTINO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	1	0	0	0	1	1	0	0	1	23	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	20	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Matriz de Viajes con Proyecto

La matriz de viajes del proyecto corresponde a la matriz de viajes actual ya que los viajes entre las zonas O-D no cambian, esto ocurre porque con la construcción del proyecto se reasigna el flujo a otro corredor por los orígenes y destinos de viajes no cambia.

Con la asignación realizada se encuentran porcentajes de atracción del 90,9%, del 2,31% y del 1,93%%, proveniente del sector norte (Puente Unión) y del sector sur (Puente Francisco de Paula Santander y Puente Simón Bolívar) respectivamente. EL alto porcentaje de atracción del sector norte está justificado principalmente en que la mayor parte del flujo que actualmente carga este corredor proviene del sector sur, el cual con la construcción del nuevo proyecto, se reasignará disminuyendo sus costos operacionales y tiempos de viajes.

Con el fin de obtener el TPDS (Tránsito Promedio Diario Semanal), se realizó el cálculo de flujo total en la red de modelación, correspondiente a la suma de los flujos vehiculares de los tres puntos de aforo. El análisis incluyó el cálculo del promedio aritmético entre los días jueves, viernes y sábado, los cuales se incluyeron en la siguiente fórmula para la obtención del TPDS:

$$TPDS = \frac{\left(\frac{f_{jueves} + f_{viernes} * 5}{2} \right) + (f_{sábado} * 2)}{7} VLE$$

Donde :

TPD = Tráfico promedio diario

f_{jueves} = Flujo presente en la red el jueves

f_{viernes} = Flujo presente en la red el viernes

f_{sábado} = Flujo presente en la red el sábado

Luego;

$$TPDS = \frac{\left(\frac{54.464 + 54660 * 5}{2} \right) + (48333 * 2)}{7}$$

$$TPDS = 52.782 VLE$$

Sobre la Tabla 3.11, tomando el flujo total de la red, sin proyecto, como la sumatoria de los flujos en los dos sentidos, es decir:

$$274+963+547+188+638+1371=3981$$

Que debe ser igual a la sumatoria de los flujos en los dos sentidos, con proyecto:

$$13+945+529+297+297+29+619+1352+197=3981$$

Se procede a calcular la proporción entre el flujo total del proyecto, en la red en la hora pico, y el TPDS de la red, así:

$$\%TPDS = \frac{3.981 * 100}{52.782}$$

$$\%TPDS = 7.54\%$$

Lo que nos permite concluir que el TPDS para el corredor en estudio corresponde a:

$$TPDS_{\text{corredor}} = \frac{\text{vehículos corredor}}{\%TPDS}$$

$$TPDS_{\text{corredor}} = \frac{494}{0,0754} VLE$$

$$TPDS_{\text{corredor}} = 6551 VLE$$

El volumen total obtenido corresponderá a la base para las proyecciones de tráfico a partir del año 2009.

3.4. FÓRMULAS O MODELOS EMPLEADOS PARA EL CÁLCULO DEL CRECIMIENTO NORMAL DEL TRÁFICO, POR TIPO DE VEHÍCULO, DURANTE LA VIDA ECONÓMICA DEL SECTOR

Con el fin de definir la tendencia de crecimiento del tránsito futuro que mejor se ajusta a las series históricas de tránsito, se proyectaron las series históricas del TPDS en el período comprendido entre 1997 y 2007 para el total de vehículos, en las siguientes estaciones del INVIAS: Estación 629 Rumichaca – Puente Simón Bolívar; Estación 669, Cúcuta – Puente Simón Bolívar; Estación 748, Cúcuta –

Puerto Santander; haciendo uso de los modelos de regresión lineal, potencial, logarítmica y exponencial.

Estos resultados permitieron realizar un análisis de consistencia sobre las series, eliminando cada uno y la totalidad de los datos atípicos y estableciendo el efecto de cada una de las alternativas planteadas, identificándose los valores que al suprimirse generan mayores coeficientes de correlación, los cuales no difirieron sustancialmente de las series originales.

Se tuvo en cuenta como criterios de selección de alternativas, la cercanía de los valores de cada modelo de regresión a los volúmenes reportados por el INVIAS, los mayores coeficientes de correlación y las tasas de crecimiento medio anual más acordes con las tendencias de crecimiento de las variables socioeconómicas analizadas.

Adicionalmente, las figuras anexas a cada una de las series históricas del tránsito, presentan la tendencia de crecimiento de las series históricas y de los modelos matemáticos propuestos,

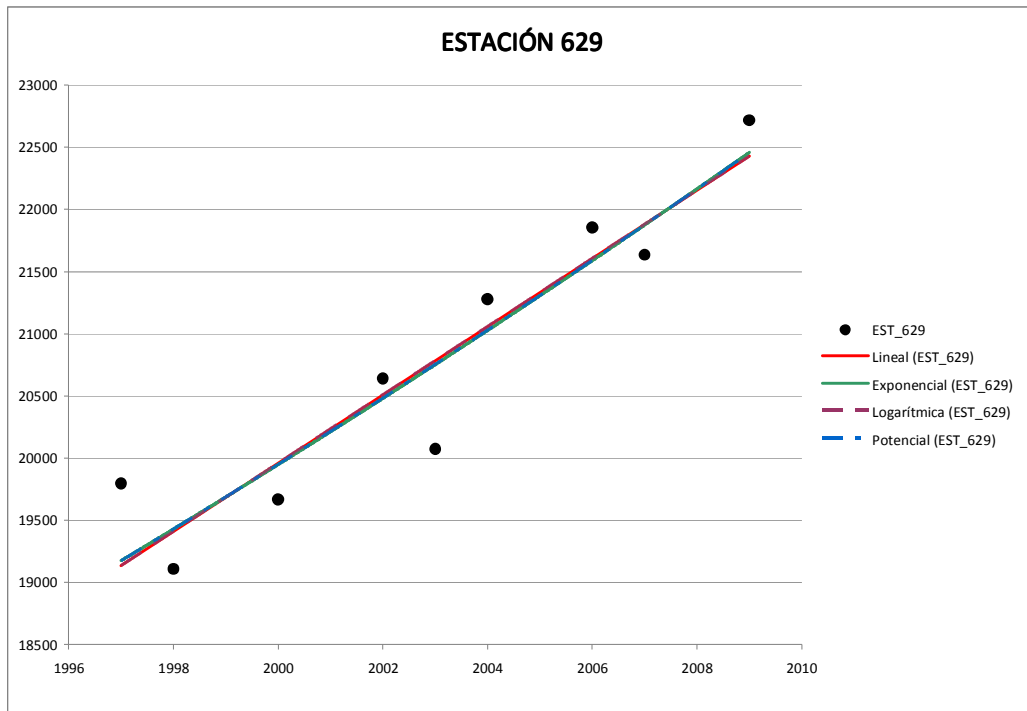
A continuación se presenta los principales resultados de análisis de regresión de las series históricas del Ministerio de Transporte, para establecer el modelo de crecimiento con mejor índice de correlación. En términos generales, los mejores coeficientes de correlación corresponden a los modelos de regresión exponencial y Lineal.

Tabla 3.17 Análisis de la Serie Histórica TPDS INVIAS Estación 629

ESTACIÓN 629 RUMICHACA - PUENTE SIMÓN BOLÍVAR							
FUNCIÓN	ECUACIÓN	a	b	r ²	n (años)	r (lineal)	r(expon)
LINEAL	$Y=a+bx$	-529259.82	274.61	0.878	20	0.95%	0.99%
EXPONENCIAL	$Y=a*EXP(bx)$	0.00000007	0.0132	0.878	20	1.20%	1.25%
POTENCIAL	$Y=a*x^b$	2E-83	26.389	0.878	20	1.19%	1.24%
LOGARÍTMICO	$Y=a+b*Ln(x)$	-4159839.96	549908.36	0.878	20	0.94%	0.98%

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica 3.2 Variación del TPDS Estación N° 629



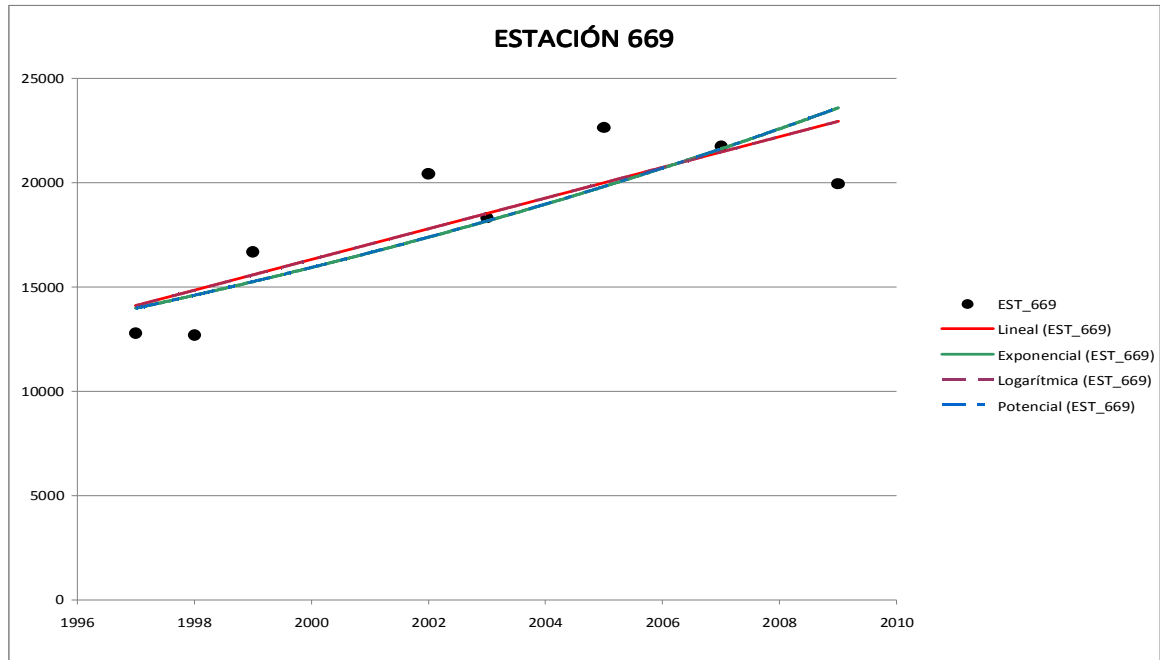
Fuente: Elaboración Propia. Series Históricas del Ministerio de Transporte de la República de Colombia

Tabla 3.18 Análisis de la Serie Histórica TPDS INVIAS Estación 669

ESTACIÓN 669 CÚCUTA – PUENTE FRANCISCO DE PAULA SANTANDER							
FUNCIÓN	ECUACIÓN	a	b	r ²	n (años)	r (lineal)	r(expon)
LINEAL	$Y=a+bx$	-1456502	736.412	0.7	20	2.03%	2.11%
EXPONENCIAL	$Y=a*EXP(bx)$	2E-34	0.0436	0.699	20	4.02%	4.14%
POTENCIAL	$Y=a*x^b$	1E-284	87.311	0.7	20	3.98%	4.10%
LOGARÍTMICO	$Y=a+b*Ln(x)$	-11199155.6	1475545.84	0.701	20	2.02%	2.10%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 3.3 Variación del TPDS Estación N° 669



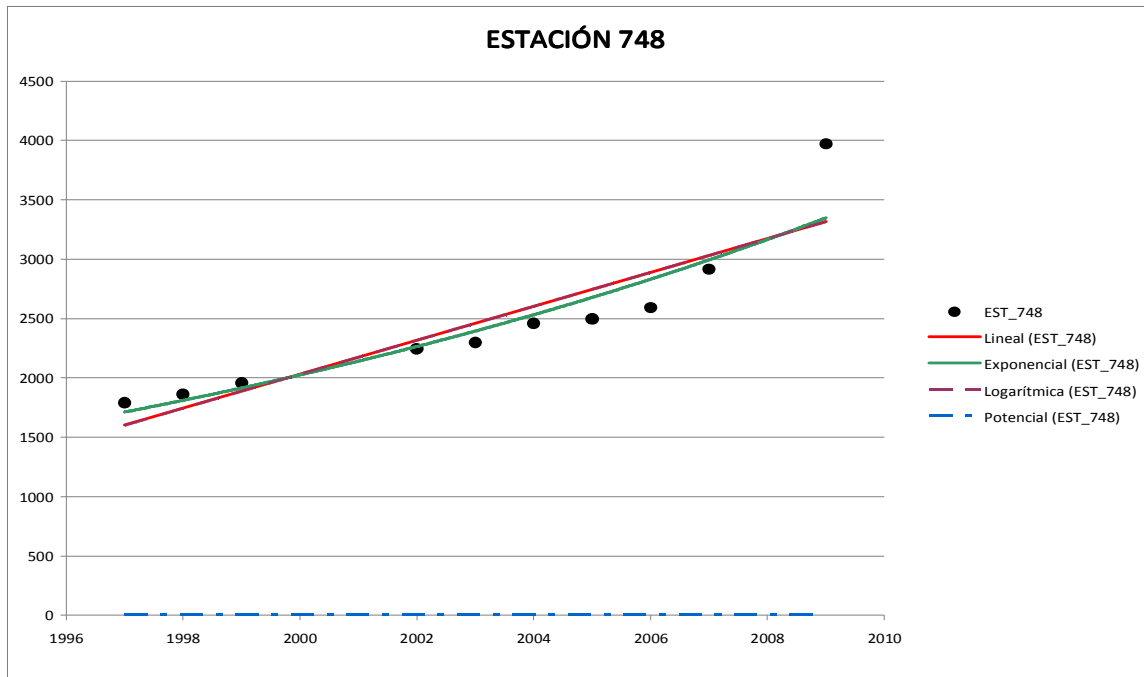
Fuente: Elaboración Propia. Series Históricas del Ministerio de Transporte de la República de Colombia

Tabla 3.19 Análisis de la Serie Histórica TPDS INVIAS Estación 748

ESTACIÓN 748 CÚCUTA - PUERTO SANTANDER							
FUNCIÓN	ECUACIÓN	a	b	r ²	n (años)	r (lineal)	r(expon)
LINEAL	$Y=a+bx$	-283873.23	142.95	0.809	20	2.48%	2.58%
EXPONENCIAL	$Y=a*EXP(bx)$	6E-46	0.0559	0.903	20	5.19%	5.31%
POTENCIAL	$Y=a*x^b$	6E-46	11.84	0.903	20	0.53%	0.56%
LOGARÍTMICO	$Y=a+b*Ln(x)$	-2173245.68	286186.5	0.808	20	2.46%	2.56%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 3.4 Variación del TPDS Estación N° 748



Fuente: Elaboración Propia. Series Históricas del Ministerio de Transporte de la República de Colombia

Tabla 3.20 TPDS ESTACIONES ESTUDIADAS

AÑO	TPDS DE LAS ESTACIONES		
	629	669	748
2010	23324	23686	3456
2011	23634	24423	3599
2012	23948	25159	3742
2013	24266	25895	3885
2014	24588	26632	4028
2015	24915	27368	4171
2016	25246	28105	4314
2017	25582	28841	4457
2018	25922	29577	4600
2019	26266	30314	4743
2020	26615	31050	4886
2021	26969	31787	5029
2022	27327	32523	5172
2023	27690	33259	5315
2024	28058	33996	5458
2025	28431	34732	5601
2026	28809	35469	5743
2027	29191	36205	5886
2028	29579	36942	6029
2029	29972	37678	6172
2030	30371	38414	6315
2031	30774	39151	6458
2032	31183	39887	6601
2033	31597	40624	6744

Fuente: Elaboración Propia.

Proyecciones de las estaciones desde el año 2010 hasta el año 2033.

Para efectos de la proyección de la composición en las proyecciones del Tráfico Normal, se trató de establecer tendencias de crecimiento por tipo de vehículo, pero las correlaciones encontradas no presentan ninguna consistencia. En nuestro concepto puede ser más representativo utilizar el promedio de la composición con base en las estadísticas históricas.

Tabla 3.21. Proyección de la Estación 629 por tipo de Vehículo

ESTACIÓN 629								
Año	TPDS			TOTAL SEMANAL CAMIONES				
	Autos	Buses	Total Camiones	C 2-P	C 2-G	C 3-4	C 5	> C5
2010	21854	676	793	2877	1812	425	702	542
2011	22145	685	804	2936	1849	434	716	553
2012	22439	694	814	2995	1886	442	730	564
2013	22737	704	825	3054	1923	451	745	575
2014	23039	713	836	3112	1961	460	759	587
2015	23345	723	847	3171	1998	468	773	598
2016	23656	732	858	3230	2035	477	788	609
2017	23970	742	870	3289	2072	486	802	620
2018	24288	752	881	3348	2109	494	816	631
2019	24611	762	893	3407	2146	503	831	642
2020	24938	772	905	3466	2183	512	845	653
2021	25270	782	917	3525	2220	521	860	664
2022	25605	792	929	3583	2257	529	874	675
2023	25946	803	941	3642	2294	538	888	686
2024	26290	814	954	3701	2331	547	903	697
2025	26640	824	967	3760	2368	555	917	709
2026	26994	835	979	3819	2406	564	931	720
2027	27352	847	993	3878	2443	573	946	731
2028	27716	858	1006	3937	2480	581	960	742
2029	28084	869	1019	3996	2517	590	974	753
2030	28457	881	1033	4054	2554	599	989	764
2031	28835	892	1046	4113	2591	607	1003	775
2032	29219	904	1060	4172	2628	616	1018	786
2033	29607	916	1074	4231	2665	625	1032	797

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.22 Proyección de la Estación 669 por tipo de Vehículo

ESTACIÓN 669								
Año	TPDS			TOTAL SEMANAL CAMIONES				
	Autos	Buses	Total Camiones	C 2-P	C 2-G	C 3-4	C 5	> C5
2010	20583	1397	1705	3207	4531	909	867	1182
2011	21223	1441	1758	3324	4696	942	898	1225
2012	21863	1484	1811	3445	4867	977	931	1270
2013	22503	1528	1864	3571	5045	1012	965	1316
2014	23143	1571	1917	3701	5229	1049	1000	1364
2015	23783	1615	1971	3836	5419	1087	1036	1414
2016	24423	1658	2024	3975	5617	1127	1074	1465
2017	25063	1702	2077	4120	5822	1168	1113	1519
2018	25703	1745	2130	4270	6034	1211	1154	1574
2019	26343	1789	2183	4426	6254	1255	1196	1631
2020	26983	1832	2236	4587	6482	1300	1240	1691
2021	27623	1875	2289	4755	6718	1348	1285	1752
2022	28263	1919	2342	4928	6963	1397	1332	1816
2023	28902	1962	2395	5108	7216	1448	1380	1882
2024	29542	2006	2448	5294	7479	1501	1430	1951
2025	30182	2049	2501	5487	7752	1555	1483	2022
2026	30822	2093	2554	5687	8035	1612	1537	2096
2027	31462	2136	2607	5894	8327	1671	1593	2172
2028	32102	2180	2660	6109	8631	1732	1651	2251
2029	32742	2223	2713	6331	8946	1795	1711	2333
2030	33382	2266	2766	6562	9272	1860	1773	2419
2031	34022	2310	2819	6801	9610	1928	1838	2507
2032	34662	2353	2872	7049	9960	1998	1905	2598
2033	35302	2397	2925	7306	10323	2071	1974	2693

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.23 Proyección de la Estación 748 por tipo de Vehículo

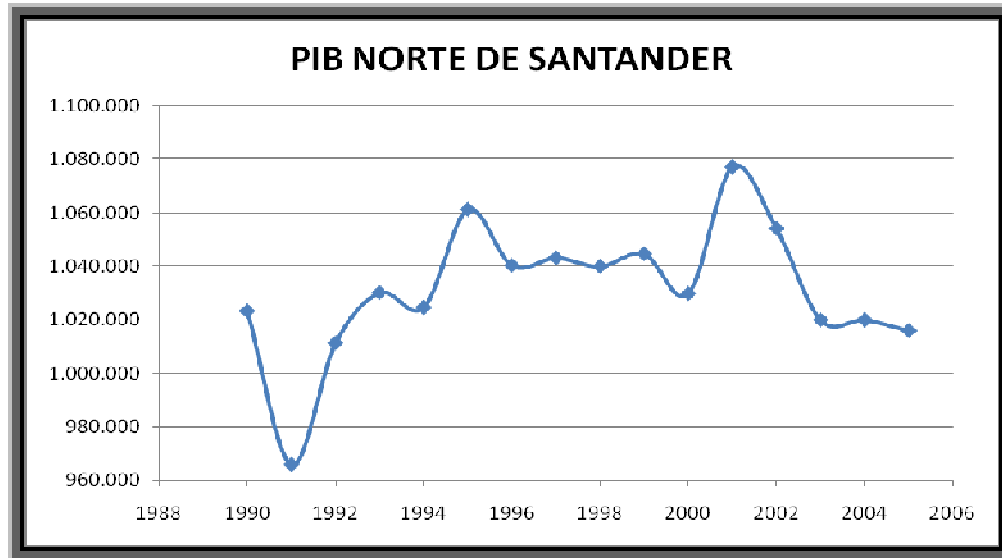
ESTACIÓN 748								
Año	TPDS			TOTAL SEMANAL CAMIONES				
	Autos	Buses	Total Camiones	C 2-P	C 2-G	C 3-4	C 5	> C5
2010	2288	256	912	220	613	57	6	16
2011	2383	266	950	229	638	60	6	17
2012	2477	277	988	238	663	62	6	18
2013	2572	287	1026	247	689	65	6	18
2014	2667	298	1063	256	714	67	7	19
2015	2761	309	1101	265	739	69	7	20
2016	2856	319	1139	275	765	72	7	20
2017	2950	330	1177	284	790	74	7	21
2018	3045	340	1214	293	815	77	8	22
2019	3140	351	1252	302	841	79	8	22
2020	3234	362	1290	311	866	81	8	23
2021	3329	372	1328	320	891	84	8	24
2022	3424	383	1365	329	917	86	9	24
2023	3518	393	1403	338	942	88	9	25
2024	3613	404	1441	347	967	91	9	26
2025	3708	414	1479	356	993	93	9	26
2026	3802	425	1516	366	1018	96	10	27
2027	3897	436	1554	375	1043	98	10	28
2028	3991	446	1592	384	1069	100	10	28
2029	4086	457	1629	393	1094	103	10	29
2030	4181	467	1667	402	1120	105	11	30
2031	4275	478	1705	411	1145	107	11	30
2032	4370	488	1743	420	1170	110	11	31
2033	4465	499	1780	429	1196	112	11	32

Fuente: Elaboración Propia.

Una rápida visión a la eventual correlación entre el tráfico y algunos de los principales parámetros socio-económicos, indica:

- **PIB Norte de Santander:** una total irregularidad de su evolución histórica y un muy bajo coeficiente de correlación.

Gráfica 3.5 PIB Norte de Santander

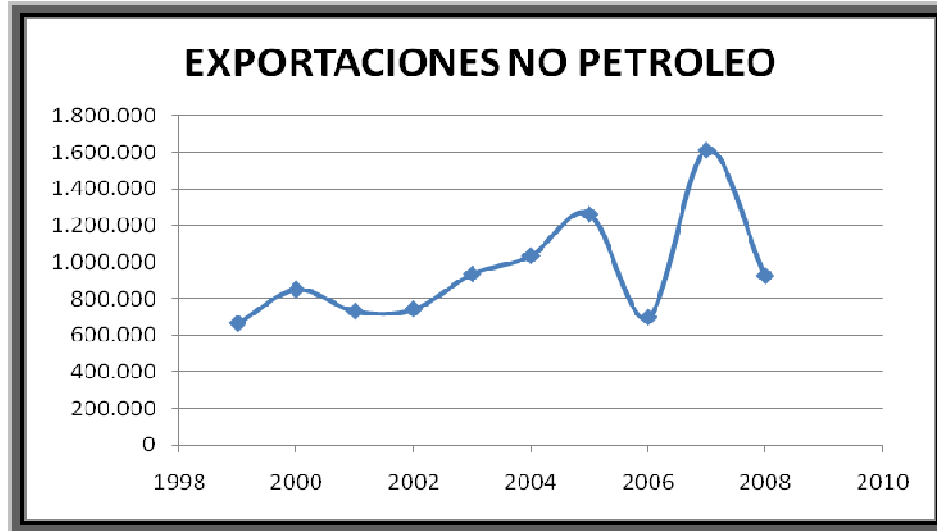


Fuente: Elaboración Propia. Datos proporcionados por el DANE

- **Balanza Comercial-Tráfico:** según estadísticas mostradas por el BANCOEX³, excluyendo las exportaciones de petróleo, muestra una fuerte inestabilidad a partir del año 2005, con tendencia marcada a la baja durante el último año.

³ Banco de Comercio Exterior de La República Bolivariana Venezuela

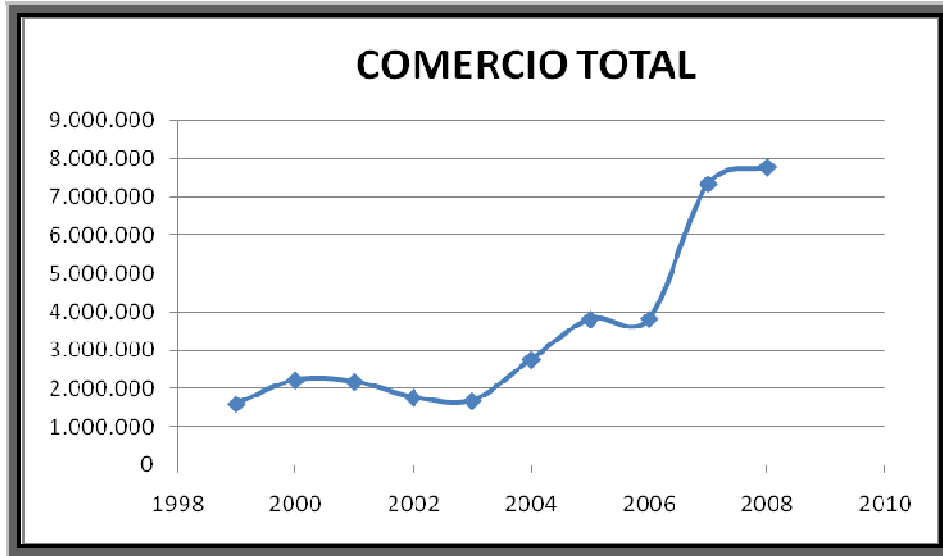
Gráfica 3.6 Comercio entre Colombia y Venezuela sin Petróleo



Fuente: Elaboración Propia. Datos proporcionados por el BANCOEX

- El comercio total por su parte, muestra un fuerte crecimiento partir del año 2003. La incertidumbre de lo que pueda suceder en el futuro, nos cohibe de utilizar este parámetro como factor de correlación. Por otro lado, las exportaciones de carbón de Colombia, se mueven en aproximadamente 300.000 toneladas, a través de la infraestructura vial venezolana, con una fuerte tendencia a ser desviadas hacia carreteras colombianas, como se puede deducir del informe de PRONORCO, Anexo A. Lo anterior rectifica el concepto erróneamente utilizado en el último informe, sobre una eventual atracción del tráfico carbonero, actualmente movilizado por la red vial nacional colombiana, hacia carreteras venezolanas.

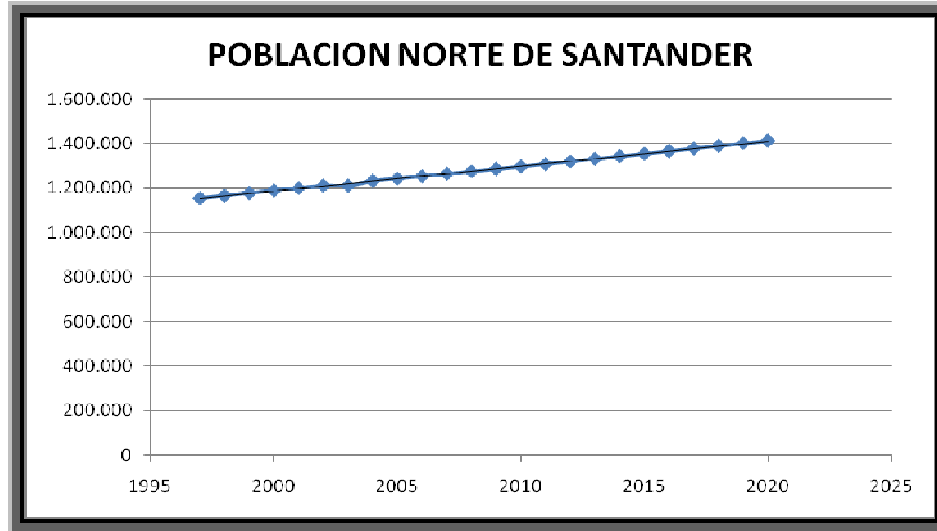
Gráfica 3.7 Comercio entre Colombia y Venezuela



Fuente: Elaboración Propia.

- **El crecimiento de la población y el tráfico:** Las estadísticas del DANE de Colombia, indican un crecimiento anual del orden del 0,88 %, obviamente inferior al mostrado por la evolución del tráfico total, parámetro éste que definitivamente parecería ser el indicado para correlacionarlo con las proyecciones del Crecimiento Normal, a no ser por las marcadas inconsistencias mostradas con respecto a los otros parámetros analizados.

Gráfica 3.8 Crecimiento Poblacional Norte de Santander



Fuente: Elaboración Propia. Datos proporcionados por el DANE

3.5. PROYECCIONES DE TRÁFICO POR TIPO DE VEHÍCULO DURANTE LA VIDA ECONÓMICA DEL SECTOR

Conservando la composición porcentual del tráfico, correspondiente a los resultados proporcionados por el modelo, para el tramo de proyecto, se calcula la proyección del tráfico hasta el año meta, mostrada en la Tabla 3.16.

Las proyecciones se realizaron haciendo la atracción hacia el proyecto, correspondiente a cada estación, 90.9% del Puente Unión; 2.31% Puente Francisco de Paula Santander y el 1.93% del Puente Simón Bolívar, por tipo de vehículo.

Tabla 3.24 PROYECCIÓN DE LA ASIGNACIÓN DE PROMEDIO DIARIO AL PROYECTO

PROYECCIÓN TPDS PROYECTO AGUACLARA-GUARUMITO									
Año	Autos	Buses	Camiones	C 2-P	C 2-G	C 3-4	C 5	> C5	TPDS VPD
2010	2977	278	884	219	578	57	10	20	4139
2011	3084	289	920	227	602	59	10	21	4292
2012	3190	299	956	236	625	61	11	22	4445
2013	3297	310	991	245	649	63	11	23	4598
2014	3403	321	1027	254	673	66	11	24	4751
2015	3510	332	1063	262	696	68	12	24	4905
2016	3617	343	1099	271	720	70	12	25	5058
2017	3724	353	1134	280	743	73	13	26	5211
2018	3831	364	1170	289	767	75	13	27	5365
2019	3938	375	1206	297	791	77	13	27	5518
2020	4045	386	1242	306	814	79	14	28	5672
2021	4152	397	1277	315	838	82	14	29	5826
2022	4259	407	1313	324	862	84	14	30	5980
2023	4367	418	1349	332	885	86	15	30	6134
2024	4474	429	1385	341	909	89	15	31	6288
2025	4582	440	1420	350	932	91	15	32	6442
2026	4689	451	1456	359	956	93	16	33	6596
2027	4797	462	1492	367	980	95	16	33	6750
2028	4905	472	1528	376	1003	98	16	34	6905
2029	5013	483	1564	385	1027	100	17	35	7059
2030	5121	494	1599	394	1051	102	17	36	7214
2031	5229	505	1635	402	1074	105	17	37	7369
2032	5337	516	1671	411	1098	107	18	37	7524
2033	5445	527	1707	420	1122	109	18	38	7679

Fuente: Elaboración Propia.

3.6. METODOLOGÍAS, CRITERIOS O MODELOS EMPLEADOS PARA EL CÁLCULO DEL TRÁFICO GENERADO Y/O DESVIADO

En cuanto al tráfico generado, tal como se mencionara con anterioridad, se considera que por existir ya una red vial local, integrada a la red regional, no se presentará un incremento sensible de la producción, que genere un tráfico apreciable. El tráfico desviado por su parte, correspondería al tráfico atraído, calculado con base del modelo TransCAD.

3.7. COSTOS DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS EN EL SECTOR, “SIN” Y “CON PROYECTO”

Los costos de operación fueron estimados tomando como base las estimaciones de costos de operación realizadas por el Ministerio de Transporte actualizándolas con la tasa del 6.7%. Esta tasa fue calculada en base a los datos históricos de costos operacionales del Ministerio de Transporte y es similar a la tasa de incremento anual de salarios del país.

A continuación se presentan las matrices de costos en la situación actual y sin proyecto. Las unidades de las matrices se dan en pesos.

Tabla 3.25 Matriz de Costos sin Proyecto Autos

Suma de AUTOS	Destination													
Origin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total general
1		288652576	288107840	293342144		319998240	323038016	288590240	289042656	293407328	317714880	315576224	307639744	3325109888
2	238779376		5065311	12333857		50017132	53056928	0	18157096	12399048	36706560	45595148	36754208	508864664
3	233714064	544732.563		7268546		44951820	47991616	482410.656	13091785	7333737	31641248	40529836	31688900	459238695.2
4	234852464	3717309.5	3172577.25			45589688	48629484	3654987.5	14230175	65191.2109	25143696	41167704	32827288	453050564.5
5														
6	255154512	35046540	34501808	39444504			4283257	34984220	35436620	39509696	41351184	686902.813	54033736	574432979.8
7	255592144	35484172	34939440	39882136		1681100		35421852	35874252	39947328	41788816	1124537.88	54471368	576207145.9
8	245280528	6563452.5	11566442	18834988		56518264	59558060		24658226	18900180	43207688	52096280	43255340	580439448.5
9	238988560	17976196	17431462	22665822		50226312	53266108	17913874		22731014	47038520	45804328	18597114	552639310
10	234865488	3730348	3185615.5	13038.2422		45602728	48642524	3668026	14243213		25156734	41180744	32840328	453128786.7
11	252235088	21099950	20555216	18153634		40506312	43546108	21037628	31612814	18218826		36084328	50209928	553259832
12	255461744	35353780	34809048	39751740		5416130	8455922	35291460	35743856	39816932	41658420		54340972	586100004
13	294779904	73767528	73222792	78457152		106017656	109057448	73705208	55791336	78522344	102829856	101595664		1147746888

COSTOS DE OPERACIÓN PROMEDIO DIARIOS

\$ 9,770,218,207

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.26 Matriz de Costos sin Proyecto Buses

Suma de BUSES ACTUAL	Destination													
Origin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total general
1		7453770	7439978.5	7639639		8605713	8682671	7452192	7376688.5	7641289.5	8608889	8493763	7847507	87242100.5
2	6106089		128237.203	379396.719		1779904.63	1856862.25	0	515250.125	381047.156	1348646.38	1667954.25	986068.563	15149456.27
3	5977851	13790.8555		251159.5		1651667.38	1728625	12213.0674	387012.938	252809.922	1220409.13	1539717	857831.313	13893087.09
4	6047041	134479.984	120689.133			1701143.75	1778101.38	132902.203	456203.063	1650.42944	988768.75	1589193.38	927021.438	13877194.5
5														
6	6828324	1350197.38	1336406.5	1524579.25			108438.125	1348619.63	1273116.25	1526229.63	1608742.63	17390.1445	1743934.63	18665978.14
7	6839403	1361276.88	1347486	1535658.75		42559.9805		1359699.13	1284195.75	1537309.13	1619822.13	28469.6367	1755014.13	18710894.49
8	6270676	166165.234	292824.656	543984.063		1944492.13	2021449.75		679837.563	545634.5	1513233.88	1832541.75	1150656	16961495.52
9	6055813	542055.375	528264.375	727924.813		1729628.88	1806586.5	540477.563		729575.25	1697174.63	1617678.5	470818.375	16445997.25
10	6047372	134810.078	121019.219	330.085876		1701474	1778431.63	133232.297	456533.188		989098.875	1589523.63	927351.563	13879176.55
11	6733669	821107.5	807316.5	706146.438		1502685	1579642.63	819529.688	1142830.5	707796.875		1390734.63	1613648.88	17825107.63
12	6836102	1357975.63	1344184.75	1532357.5		137118.797	214076.438	1356397.88	1280894.5	1534007.88	1616520.88		1751712.88	18961349.11
13	7468268	1954510.38	1940719.5	2140380		3142084	3219041.25	1952932.63	1412455.13	2142030.5	3109629.5	3030133.5		31512184.38
Total general	71210608	15290139.3	15407126.3	16981556.1		23938471.5	24773925.9	15108196.1	16265017.5	16999380.8	24320935.8	22797099.4	20031564.8	283124021.4

COSTOS DE OPERACIÓN PROMEDIO DIARIOS \$
566,248,043

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.27 Matriz de Costos sin Proyecto Camiones C2

Suma de C2ACTUAL	Destination													
Origin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total general
1		21039960	21001032	21564620		24291580	24508812	21035506	20822382	21569278	24300548	23975574	22151374	246260666
2	17235822		361978.688	1070933.38		5024186.5	5241416.5	0	1454410.75	1075592.13	3806861	4708180.5	2783402.5	42762783.94
3	16873844	38927.8242		708954.688		4662207.5	4879437.5	34474.1602	1092432	713613.375	3444882.5	4346201.5	2421423.75	39216398.8
4	17069148	379600.313	340672.5			4801866	5019096	375146.656	1287736.88	4658.71191	2791024.5	4485860	2616728.75	39171538.31
5														
6	19274496	3811238.5	3772311	4303471.5			306091.25	3806784.75	3593660.25	4308130	4541042	49087.6367	4922652.5	52688965.39
7	19305770	3842512.75	3803585.25	4334746		120135.219		3838059	3624934.25	4339404.5	4572316.5	80362.0234	4953926.5	52815751.99
8	17700408	469039.188	826564.188	1535518.88		5488772.5	5706002.5		1918996.25	1540177.63	4271446.5	5172766.5	3247988	47877680.13
9	17093908	1530074.5	1491146.5	2054733.5		4882271	5099501	1525620.88		2059392.25	4790661	4566265	1328991.88	46422565.5
10	17070080	380532.031	341604.219	931.742432		4802797.5	5020027.5	376078.375	1288668.63		2791956.5	4486791.5	2617660.5	39177128.49
11	19007312	2317762.25	2278834.75	1993259		4241671	4458900.5	2313308.5	3225899.25	1997917.75		3925665	4554891.5	50315421.5
12	19296452	3833194.25	3794266.75	4325427.5		387048.938	604279.375	3828740.5	3615615.75	4330086	4562998		4944607.5	53522716.56
13	21080882	5517049.5	5478122	6041709		8869245	9086475	5512596	3986975.5	6046367.5	8777637	8553240		88950298.5

COSTOS DE OPERACIÓN PROMEDIO DIARIOS \$ 799,181,915

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.28 Matriz de Costos sin Proyecto Camiones C3

Suma de C3 ACTUAL	Destination													
Origen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total general
1		436305.656	436305.656	445734.781		495921	499673.25	436305.656	432490.438	445734.781	501621.75	491874.563	453055.688	5075023.219
2	348838.625		0	9429.11719		82265.6641	86017.9219	0	18835.1328	9429.11719	65316.0977	78219.2422	39400.3398	737751.2578
3	348838.625	0		9429.11719		82265.6641	86017.9219	0	18835.1328	9429.11719	65316.0977	78219.2422	39400.3398	737751.2578
4	354756.219	5917.58398	5917.58398			88183.25	91935.5078	5917.58398	24752.7168	0	55886.9805	84136.8281	45317.9219	762722.1758
5														
6	395250.969	69062.7188	69062.7188	78491.8359			4592.81006	69062.7188	65247.5156	78491.8359	92943.7266	0	85812.7266	1008019.576
7	395250.969	69062.7188	69062.7188	78491.8359		840.552856		69062.7188	65247.5156	78491.8359	92943.7266	0	85812.7266	1004267.318
8	348838.625	0	0	9429.11719		82265.6641	86017.9219		18835.1328	9429.11719	65316.0977	78219.2422	39400.3398	737751.2578
9	356200.313	30012.0234	30012.0234	39441.1406		89627.3594	93379.6172	30012.0234		39441.1406	95328.1172	85580.9375	20565.207	909599.9023
10	354756.219	5917.58398	5917.58398	0		88183.25	91935.5078	5917.58398	24752.7168		55886.9805	84136.8281	45317.9219	762722.1758
11	394809.938	45971.3359	45971.3359	40053.75		84799.0547	88551.3125	45971.3359	64806.4688	40053.75		80752.6328	85371.6719	1017112.586
12	395250.969	69062.7188	69062.7188	78491.8359		4046.42676	7798.68359	69062.7188	65247.5156	78491.8359	92943.7266		85812.7266	1015271.876
13	437058.938	110870.672	110870.672	120299.789		170486	174238.281	110870.672	80858.6484	120299.789	176186.766	166439.578		1778479.805
Total general	4129850.41	842183.012	842183.012	909292.32		1268883.89	1310158.74	842183.012	879908.934	909292.32	1359690.07	1227579.09	1025267.61	15546472.41

COSTOS DE OPERACIÓN PROMEDIO DIARIOS \$ 31,092,945

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.29 Matriz de Costos sin Proyecto Camiones C3 S

Suma de C3S ACTUAL	Destination													
Origin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total general
1		8288173	8272813	8484965		9466603	9552323	8286415.5	8202316.5	8486803	9564581	9341905	8726746	96673644
2	6800582		142839.375	412353.375		1876418.75	1962139.5	0	573920.938	414191.75	1491970	1751720.75	1098350.75	16524487.19
3	6657742.5	15361.2002		269514		1733579.38	1819300.13	13603.752	431081.563	271352.375	1349130.63	1608881.38	955511.375	15125058.26
4	6728651.5	143633.453	128272.258			1804488.63	1890209.38	141876	501990.688	1838.36133	1101358.38	1679790.63	1026420.5	15148529.76
5														
6	7529783	1427191.63	1411830.5	1623981.13			120785.813	1425434.13	1341333.5	1625819.5	1791822.5	19370.334	1865763.38	20183115.4
7	7542124	1439532.75	1424171.63	1636322.25		47406.2227		1437775.25	1353674.63	1638160.63	1804163.5	31711.4316	1878104.63	20233146.9
8	6983910	185086.234	326168.156	595682.188		2059747.63	2145468.5		757249.688	597520.563	1675298.75	1935049.63	1281679.5	18542860.83
9	6744581	603778.313	588417.063	800568		1820418	1906138.75	602020.875		802406.375	1880184.63	1695720	524429.75	17968662.75
10	6729019	144001.125	128639.93	367.672272		1804856.25	1890577	142243.672	502358.375		1101726	1680158.25	1026788.13	15150735.4
11	7493464	908446.188	893084.938	786554.438		1673489.38	1759210.13	906688.75	1266803.38	788392.813		1548791.38	1791233.38	19816158.75
12	7538446.5	1435855.5	1420494.38	1632645		152732.297	238452.984	1434098	1349997.38	1634483.38	1800486.38		1874427.38	20512119.16
13	8317870	2177068	2161706.25	2373857.25		3393707.5	3479428.25	2175310.5	1573289.38	2375695.5	3453474.25	3269009.5		34750416.38

COSTOS DE OPERACIÓN PROMEDIO DIARIOS \$ 310,628,935
TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN SIN PROYECTO 11,477,370,044

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.30 Matriz de Costos con Proyecto Autos

Suma de AUTOS	Destination													
Origin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total general
1		282619776	282075040	282926848		319998240	323038016	282557440	289042656	282992032	300722560	315576224	307639744	3269188576
2	234852976		5065311	7951361		46090720	49130516	0	14230681	8016552	25747032	41668736	32827796	465581681
3	229787664	544732.563		2886049.75		41025408	44065204	482410.656	9165370	2951241	20681720	36603424	27762484	415955708
4	228073712	864973.375	320240.75			39012660	42052456	802651.438	7451424	65191.2109	18566664	34590676	26048538	397849186.8
5														
6	252725520	26584806	26040072	26891936			4283257	26522484	33007656	26957128	41351184	686902.813	51604768	516655713.8
7	253163184	27022442	26477708	27329572		1681100		26960120	33445292	27394764	41788816	1124537.88	52042408	518429943.9
8	241354096	6563452.5	11566442	14452491		52591848	55631644		20731812	14517682	32248162	48169864	39328924	537156417.5
9	238988560	11943422	11398690	12250553		50226312	53266108	11881100		12315744	30046224	45804328	18597114	496718155
10	228086736	878011.625	333279	13038.2422		39025696	42065492	815689.688	7464463		18579704	34603712	26061576	397927397.6
11	241175696	13966968	13422236	13872989		40506312	43546108	13904646	20553420	13938180		36084328	39150532	490121415
12	253032784	26892044	26347310	27199174		5416130	8455922	26829722	33314894	27264366	41658420		51912008	528322774
13	294779904	67734768	67190032	68041888		106017656	109057448	67672448	55791336	68107080	85837560	101595664		1091825784

COSTOS DE OPERACIÓN PROMEDIO DIARIOS \$ 9,125,732,752

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.31 Matriz de Costos con Proyecto Buses

Suma de BUSES	Destination													
Origin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total general
1		7216098.5	7202307	7229311.5		8605713	8682671	7214520.5	7376688.5	7230962	7939448.5	8493763	7847507	85038990.5
2	5951401		128237.203	206741.031		1625216.88	1702174.5	0	360562.5	208391.453	916877.563	1513266.5	831380.938	13444249.56
3	5823164	13790.8555		78503.8125		1496979.75	1573937.38	12213.0674	232325.297	80154.2422	788640.375	1385029.38	703143.688	12187881.84
4	5779981	22107.4766	8316.62305			1442030.75	1518988.38	20529.6895	189142.922	1650.42944	729655.625	1330080.38	659961.313	11702444.58
5														
6	6732631	1016833.38	1003042.38	1030047.13			108438.125	1015255.56	1177423.25	1031697.56	1608742.63	17390.1445	1648241.63	16389742.77
7	6743711	1027912.88	1014121.88	1041126.63		42559.9805		1026335.06	1188502.75	1042777.06	1619822.13	28469.6367	1659321.13	16434660.12
8	6115988	166165.234	292824.656	371328.469		1789804.38	1866762		525149.875	372978.906	1081465	1677854	995968.313	15256288.83
9	6055813	304384.156	290593.313	317598.156		1729628.88	1806586.5	302806.375		319248.594	1027734.75	1617678.5	470818.375	14242890.59
10	5780311	22437.5625	8646.70898	330.085876		1442360.75	1519318.38	20859.7754	189473.016		729985.688	1330410.38	660291.375	11704424.71
11	6297966	540092	526301	537503.313		1502685	1579642.63	538514.188	707127.25	539153.75		1390734.63	1177945.75	15337665.5
12	6740409	1024611.5	1010820.5	1037825.31		137118.797	214076.438	1023033.69	1185201.5	1039475.75	1616520.88		1656019.88	16685113.23
13	7468268	1716839.25	1703048.38	1730053.25		3142084	3219041.25	1715261.5	1412455.13	1731703.63	2440189.75	3030133.5		29309077.63

COSTOS DE OPERACIÓN PROMEDIO DIARIOS \$ 257,733,430

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.32 Matriz de Costos con Proyecto Camiones C2

Suma de C2	Destination													
Origin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total general
1		20369080	20330152	20406380		24291580	24508812	20364626	20822382	20411038	22410902	23975574	22151374	240041900
2	16799182		361978.688	583573.5		4587545	4804775	0	1017769.56	588232.188	2588095.5	4271539	2346761.25	37949451.69
3	16437203	38927.8242		221594.859		4225566	4442796	34474.1602	655790.938	226253.578	2226116.75	3909560.5	1984782.75	34403066.36
4	16315311	62403.3867	23475.5605			4070459.75	4287690	57949.7227	533898.875	4658.71191	2059618.88	3754454.25	1862890.75	33032810.88
5														
6	19004380	2870242.75	2831315.25	2907542.75			306091.25	2865789	3323545.25	2912201.5	4541042	49087.6367	4652537.5	46263774.89
7	19035656	2901517	2862589.5	2938817	120135.219			2897063.25	3354819.25	2943475.75	4572316.5	80362.0234	4683811.5	46390562.99
8	17263766	469039.188	826564.188	1048159		5052131	5269361		1482355.25	1052817.75	3052681	4736125	2811347	43064346.38
9	17093908	859193.438	820265.563	896492.813		4882271	5099501	854739.75		901151.5	2901014.75	4566265	1328991.88	40203794.69
10	16316242	63335.1289	24407.3027	931.742432		4071391.5	4288622	58881.4648	534830.625		2060550.63	3755386	1863822.5	33038400.89
11	17777440	1524532.25	1485604.25	1517225.5		4241671	4458900.5	1520078.63	1996027.5	1521884.25		3925665	3325019.25	43294048.13
12	19026336	2892198.5	2853271	2929498.5		387048.938	604279.375	2887744.75	3345500.75	2934157.25	4562998		4674492.5	47097525.56
13	21080882	4846168.5	4807241	4883468.5		8869245	9086475	4841715	3986975.5	4888127	6887990.5	8553240		82731528
Total general	196150306	36896638	37226864.3	38333684.2		64799044.4	67157303.1	36383061.7	41053895.5	38383997.5	57863326.5	61577258.4	51685830.9	727511210.4

COSTOS DE OPERACIÓN PROMEDIO DIARIOS \$ 1,455,022,421

Tabla 3.33 Matriz de Costos con Proyecto Camiones C3

Suma de C3	Destination													
Origin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total general
1		422389.125	422389.125	422389.125		495921	499673.25	422389.125	432490.438	422389.125	463104.063	491874.563	453055.688	4948064.625
2	340104.813		0	0		73531.8516	77284.1094	0	10101.3164	0	40714.9531	69485.4297	30666.5234	641888.9961
3	340104.813	0		0		73531.8516	77284.1094	0	10101.3164	0	40714.9531	69485.4297	30666.5234	641888.9961
4	340104.813	0	0			73531.8516	77284.1094	0	10101.3164	0	40714.9531	69485.4297	30666.5234	641888.9961
5														
6	389956.469	49851.6953	49851.6953	49851.6953			4592.81006	49851.6953	59953.0156	49851.6953	90566.6484	0	80518.2188	874845.6382
7	389956.469	49851.6953	49851.6953	49851.6953		840.552856		49851.6953	59953.0156	49851.6953	90566.6484	0	80518.2188	871093.381
8	340104.813	0	0	0		73531.8516	77284.1094		10101.3164	0	40714.9531	69485.4297	30666.5234	641888.9961
9	356200.313	16095.5049	16095.5049	16095.5049		89627.3594	93379.6172	16095.5049		16095.5049	56810.457	85580.9375	20565.207	782641.415
10	340104.813	0	0	0		73531.8516	77284.1094	0	10101.3164		40714.9531	69485.4297	30666.5234	641888.9961
11	370636.781	30531.9941	30531.9941	30531.9941		84799.0547	88551.3125	30531.9941	40633.3125	30531.9941		80752.6328	61198.5195	879231.584
12	389956.469	49851.6953	49851.6953	49851.6953		4046.42676	7798.68359	49851.6953	59953.0156	49851.6953	90566.6484		80518.2188	882097.9385
13	437058.938	96954.1484	96954.1484	96954.1484		170486	174238.281	96954.1484	80858.6484	96954.1484	137669.094	166439.578		1651521.281

COSTOS DE OPERACIÓN PROMEDIO DIARIOS \$ 14,098,941

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.34 Matriz de Costos con Proyecto Camiones C3 S

Suma de C3S	Destination													
Origin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total general
1		8023439	8008079	8037328.5		9466603	9552323	8021681.5	8202316.5	8039167	8828328	9341905	8726746	94247916.5
2	6628280		142839.375	229452.5		1704117.13	1789837.88	0	401619.188	231290.859	1020451.25	1579419.13	926049	14653356.3
3	6485440.5	15361.2002		86613.1406		1561277.75	1646998.5	13603.752	258779.813	88451.5	877611.875	1436579.75	783209.625	13253927.41
4	6437309.5	24592.9102	9231.70996			1513146.38	1598867.13	22835.4609	210648.438	1838.36133	812740.438	1388448.38	735078.25	12754736.94
5														
6	7428411.5	1061086	1045724.81	1074974.75			120785.813	1059328.5	1239962.25	1076813.13	1791822.5	19370.334	1764392.13	17682671.71
7	7440752.5	1073427.13	1058066	1087315.88		47406.2227		1071669.63	1252303.38	1089154.25	1804163.5	31711.4316	1776733.38	17732703.28
8	6811609	185086.234	326168.156	412781.313		1887445.88	1973166.63		584948	414619.688	1203780	1762747.88	1109377.88	16671730.64
9	6744581	339043.875	323682.688	352932.75		1820418	1906138.75	337286.438		354771.125	1143931.5	1695720	524429.75	15542935.88
10	6437677	24960.582	9599.38281	367.672272		1513514	1599234.75	23203.1328	211016.109		813108.125	1388816	735445.875	12756942.63
11	7014275.5	601559.375	586198.125	598708.188		1673489.38	1759210.13	599801.938	787614.875	600546.563		1548791.38	1312044.63	17082240.06
12	7437075	1069749.88	1054388.75	1083638.63		152732.297	238452.984	1067992.38	1248626.13	1085477	1800486.38		1773056.13	18011675.53
13	8317870	1912333.25	1896972.13	1926222		3393707.5	3479428.25	1910575.75	1573289.38	1928060.38	2717220.75	3269009.5		32324688.88
													COSTOS DE OPERACIÓN PROMEDIO DIARIOS	\$ 282,715,526
													TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN CON PROYECTO	\$ 11,135,303,070
													DIFERENCIA	\$ 342,066,974

Fuente: Elaboración Propia.

4. ESTUDIOS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

4.1. VÍA AGUACLARA - GUARUMITO

El estudio correspondiente para hallar la Capacidad y Nivel de Servicio se realizó de acuerdo al MANUAL DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES del Ministerio de Transporte, UNICAUCA. Los resultados se obtuvieron haciendo una hoja de cálculo de acuerdo a las especificaciones del manual. Los datos de las tablas son las propuestas por el manual.

Para efectos de cálculos, se toma un Volumen Horario de Diseño, VHD, correspondiente a la Hora 100 de Volumen Máximo Horario Anual, aproximadamente el 10 % del TPDA, según estadísticas mostradas por diferentes estudios extranjeros y nacionales, y una Distribución Direccional 60/40, de acuerdo al resultado proporcionado por TransCad. La carretera así diseñada, estaría eventualmente sometida a congestión, durante 99 horas en el año.

Parece conveniente aclarar que para el análisis de Capacidades y NDS, se propone un Volumen Horario de Diseño, $VHD=K.D.TPDA$, Siendo el Factor K, como se ha mencionado, del orden del 10 %, del TPDA ($K=0,10$), diferente a la proporción de 7,53 % sobre el TPDS total del estudio, correspondiente al Volumen Máximo Horario observado durante los conteos de campo. El Factor D, para una distribución Direccional 60/40, corresponde a $D=0,6$.

Se hallaron los valores tanto para el año 2014 como para el año 2033.

RUTA : Aguaclara – La Fría

Tramo : Aguaclara – Guarumito

Características Tramo

ABSCISA : K0+ 00

Características De La Vía

Ancho de carril : 3.65 m

Ancho de berma : 2.5 m

Tipo de terreno y pendiente promedio : Ondulado

Longitud del sector : 5 Km

Radio de la curva más cerrada : 860 m

Deflexión de la curva : 25 °

Estado de la superficie de rodadura : IRI= 3.5 mm/m

Características Del Tránsito

Distribución por sentidos : 60/40

Porcentaje de zonas de no rebase : 0%

Composición vehicular

% automóviles : 72

% buses y camiones : 28

Volumen Horario total en ambos

sentidos año 2014 : 475 veh/h

Volumen Horario total en ambos

sentidos año 2033 : 768 veh/h

A continuación se hará un resumen de los resultados obtenidos.

En el Anexo G se muestran las hojas de cálculo.

Resultados

Año 2014

TPD : 4751 veh/h

Capacidad en condiciones ideales (Ci) : 3200 veh/h

C60 (Capacidad en vehículos Mixtos) : 2523 veh/h

C5 : 2412 veh/h

Relación Volumen/Capacidad (C60) : 0.19

Relación Volumen/Capacidad (C5) : 0.20

Nivel de Servicio : B

Año 2030

TPD : 7679 veh/h

Capacidad en condiciones ideales (Ci) : 3200 veh/h

C60 (Capacidad en vehículos Mixtos)	: 2523 veh/h
C5	: 2412 veh/h
Relación Volumen/Capacidad (C60)	: 0.30
Relación Volumen/Capacidad (C5)	: 0.32
Nivel de Servicio	: C

5. CAPACIDAD DE LA GLORIETA

Se estableció la Capacidad de la Glorieta de acuerdo con las expresiones del Transport And Road Research Laboratory, TRRL⁴.

$$Q_e = F - f_c Q_c$$

Donde

$$F = 233 e_1 \left(1.5 - \frac{1}{\sqrt{r1}} \right) - 255, \text{ Unidades de flujo de entrada por hora, ufe / hora}$$

$$f_c = 0.0449 (2e_1 - W) + 0.282$$

Q_c : capacidad de flujo de entrada

Q_c : flujo en circulación, en ade / hora

Los rangos de los parámetros empleados en el estudio estadístico que originó las anteriores expresiones son:

e_1 : 4,0 a 12.5 metros

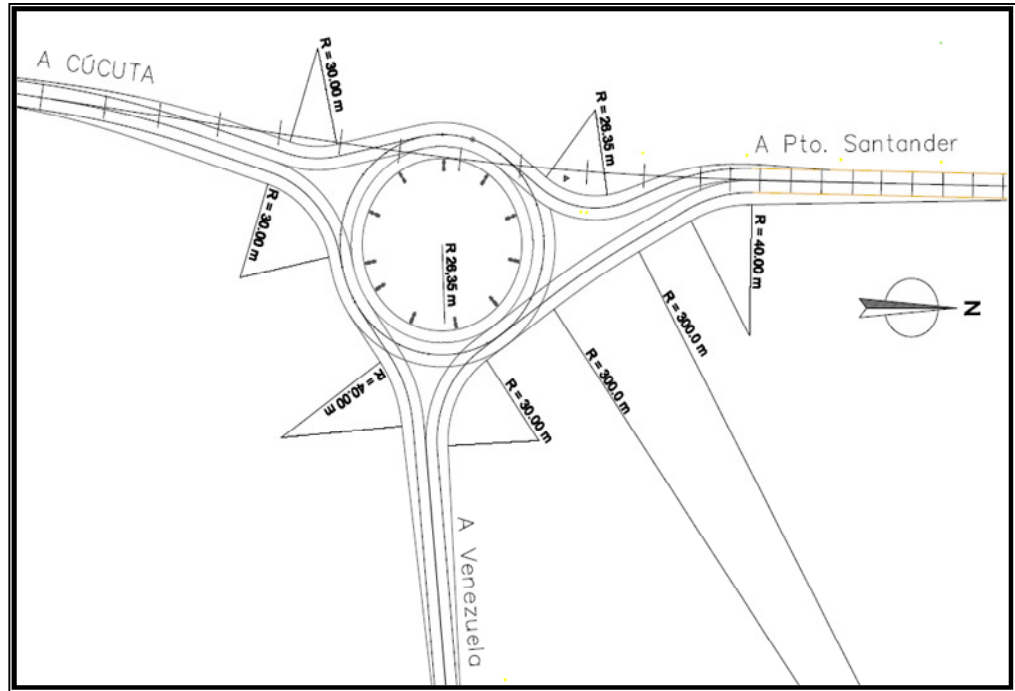
$\frac{e_1}{\sqrt{r1}}$: 0,74 a 3,30 metros

$2e_1 - W$: 2,5 a 9,5 metros

Q_c : 580 a 3890 ade / hora

⁴ ARBOLEDA, Germán. Cálculo y Diseño de Glorietas

Figura 5.1 Glorieta



Fuente: Elaboración Propia.

Los parámetros de cálculo se establecen a partir del diseño geométrico y se ilustran en la tabla 4.1

Tabla 5.1 Parámetros de Diseño

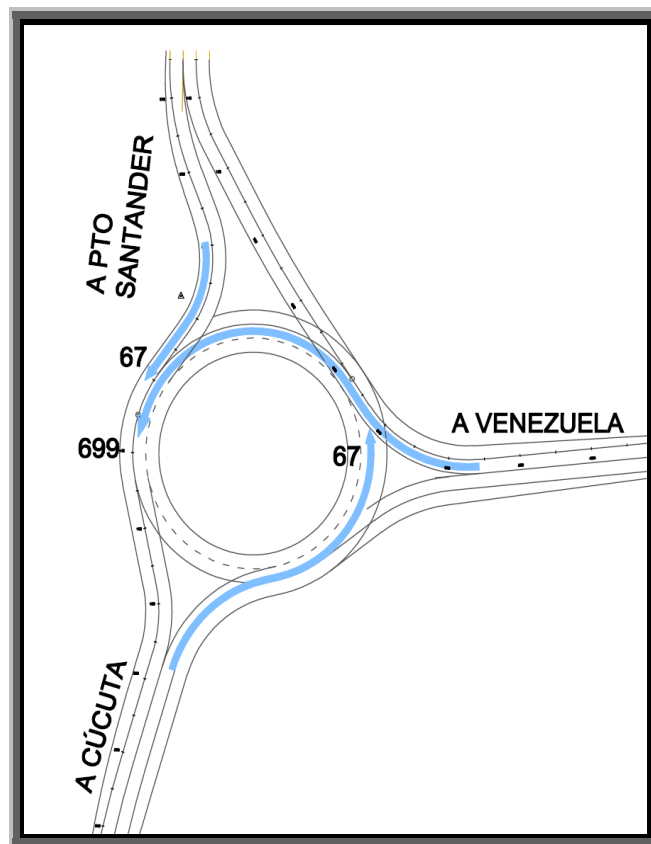
ACCESOS	e_1 (m)	$e_1/\sqrt{r_1}$ (m)	$2 e_1 - W$ (m)	Q_c ade/hora
Cúcuta-Guarumito	7.3	1.3	3.6	853
Guarumito- Pto Santander	7.3	1.3	3.6	768
Pto Santander- Cúcuta	7.3	1.4	3.6	853

Fuente: Elaboración Propia.

Porcentaje de vehículos pesados = 28%

En la Figura 4.2 se muestran los volúmenes de tránsito estimados en la hora de máxima demanda.

Figura 5.2 Flujo en la Glorieta



Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en la Figura 4.2, en las secciones críticas de la glorieta se va a presentar un flujo de 766 vehículos/hora. A continuación se presenta el cálculo de capacidad de las secciones estudiadas.

Tabla 5.2 Análisis para los Flujos

Ruta	Flujo que quiere entrar (ade/h)	F (ufe/h)	fc	Qc (ade/h)	Qe (ade/h)
Guarumito - Cúcuta	699	1986	0.44	768	1645
Cúcuta - Puerto Santander	67	1986	0.44	674	1687
Puerto Santander - Cúcuta	67	1965	0.44	674	1666

Fuente: Elaboración Propia.

La magnitud del flujo que quiere entrar a la glorieta es del orden del 42% de la capacidad del flujo Q_e , lo que significa una operación satisfactoria de la intersección diseñada.

6. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

- El tráfico definitivo es el obtenido por las atracciones desde los otros enlaces.
- El crecimiento Normal obtenido con los factores de atracción hacia el nuevo proyecto, desde los puntos de encuesta en los puentes Unión, Santander y Bolívar, se perfila como el más acertado por la independencia que muestra con respecto a variación de otros parámetros socioeconómicos
- El *Tráfico Generado* podría deberse principalmente al crecimiento de actividades correlacionadas, como el ingreso, el comercio internacional y/o la población. Como puede observarse a través del estudio, las variaciones de estos parámetros son bastante irregulares, por lo cual no parece prudente correlacionarlos directamente con el tráfico, por la incertidumbre que muestran hacia el futuro. La generación de tráfico por el eventual crecimiento de la producción en la zona de Influencia es insignificante; cualquier incremento de producción en Zona de Influencia Local Directa es igualmente insignificante y se traduciría en un tráfico totalmente local.
- El comercio de carbón, inicialmente considerado como un gran aportante de tráfico al nuevo proyecto, según conclusiones del estudio de PRONORCO y las tendencias de la balanza comercial Colombo Venezolana, pierde tal carácter, debido, por una parte a la incertidumbre de la evolución comercial y por otra a las políticas empresariales que buscan comerciar sus exportaciones por la red vial nacional.
- Las tendencias de tipo lineal y exponencial se ajustan de forma coherente al tráfico determinado en los conteos manuales realizados. Con estas

regresiones se obtienen tasas de crecimiento del tráfico que no superan el 2,2%.

- El software TransCAD fue empleado para determinar el tráfico atraído al proyecto Aguaclara-Guarumito. Dicha atracción de tráfico proviene de los tráficos desviados detectados en la Encuesta de Origen y Destino realizada sobre Puente Bolívar, Puente Santander y Puente Unión.
- Para ejecutar el modelo de asignación del TransCAD, fue necesario realizar una distribución del área de influencia en 13 zonas para representar las concentraciones de viajes en el sector de análisis. Además, para cada uno de los arcos de la red vial involucrada se determinaron los respectivos atributos físicos y de operación.
- Con el software TransCAD se modelaron las dos situaciones de análisis: “sin” y “con” proyecto. En cada uno de los análisis se determinó como función objetivo minimizar el costo generalizado del viaje.
- Para la situación con proyecto se obtuvieron los siguientes porcentajes de atracción de tráfico. Proveniente del corredor Puente Unión el 90,9%; del Puente Francisco de Paula el 2,3% y del Puente Simón Bolívar el 1,9%.
- La diferencia en costos de operación vehicular con y sin proyecto, muestra un apreciable ahorro del orden de los \$ 342'066.974 pesos promedio diarios, en el total de la red con lo cual parece garantizada la rentabilidad del proyecto
- Las capacidades y NDS no muestran eventuales problemas de congestión durante la vida útil del proyecto, ni en el nuevo enlace, ni sobre el resto de la red estudiada.
- En cuanto a los resultados encontrados en el Nivel de Servicio se pueden analizar varios aspectos:

- El porcentaje de vehículos pesados obtenido en las proyecciones de tránsito es del 28%.
- Considerando un volumen vehicular del 10% del TPD, en la hora de máxima demanda, el nivel de servicio inicial de la vía de dos carriles se clasificaría en nivel de servicio B y al final de un período de operación de veinte años, el nivel de servicio aún estaría en un aceptable nivel C.
- Se recomienda construir una vía de dos carriles, cada uno de ellos de 3.65 m, con bermas de ancho superior a 1.8 m.

Figura 6.1 Sección Transversal Terraplén

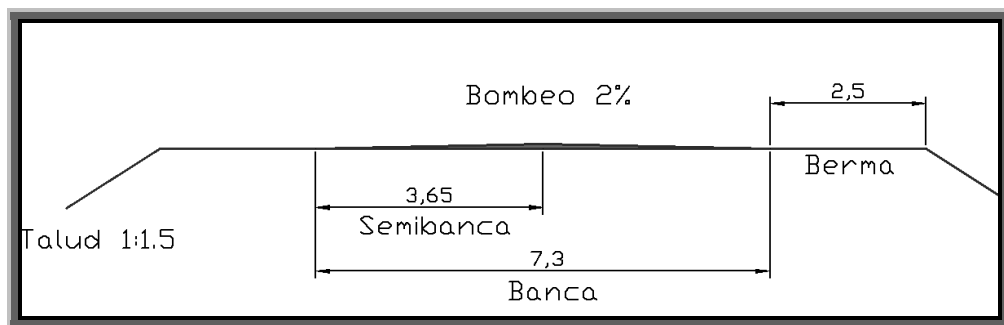
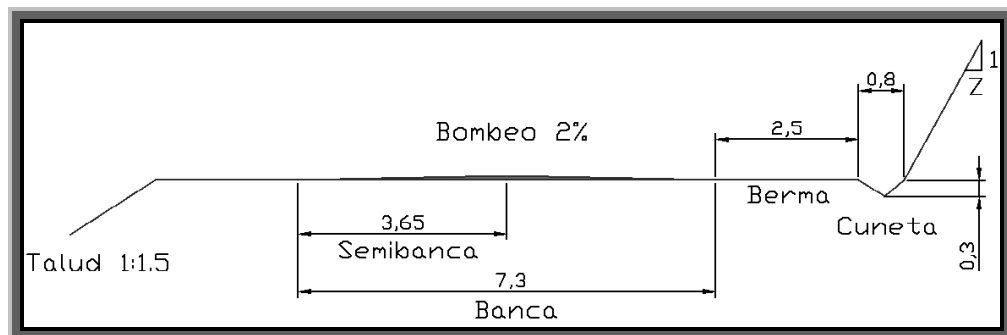


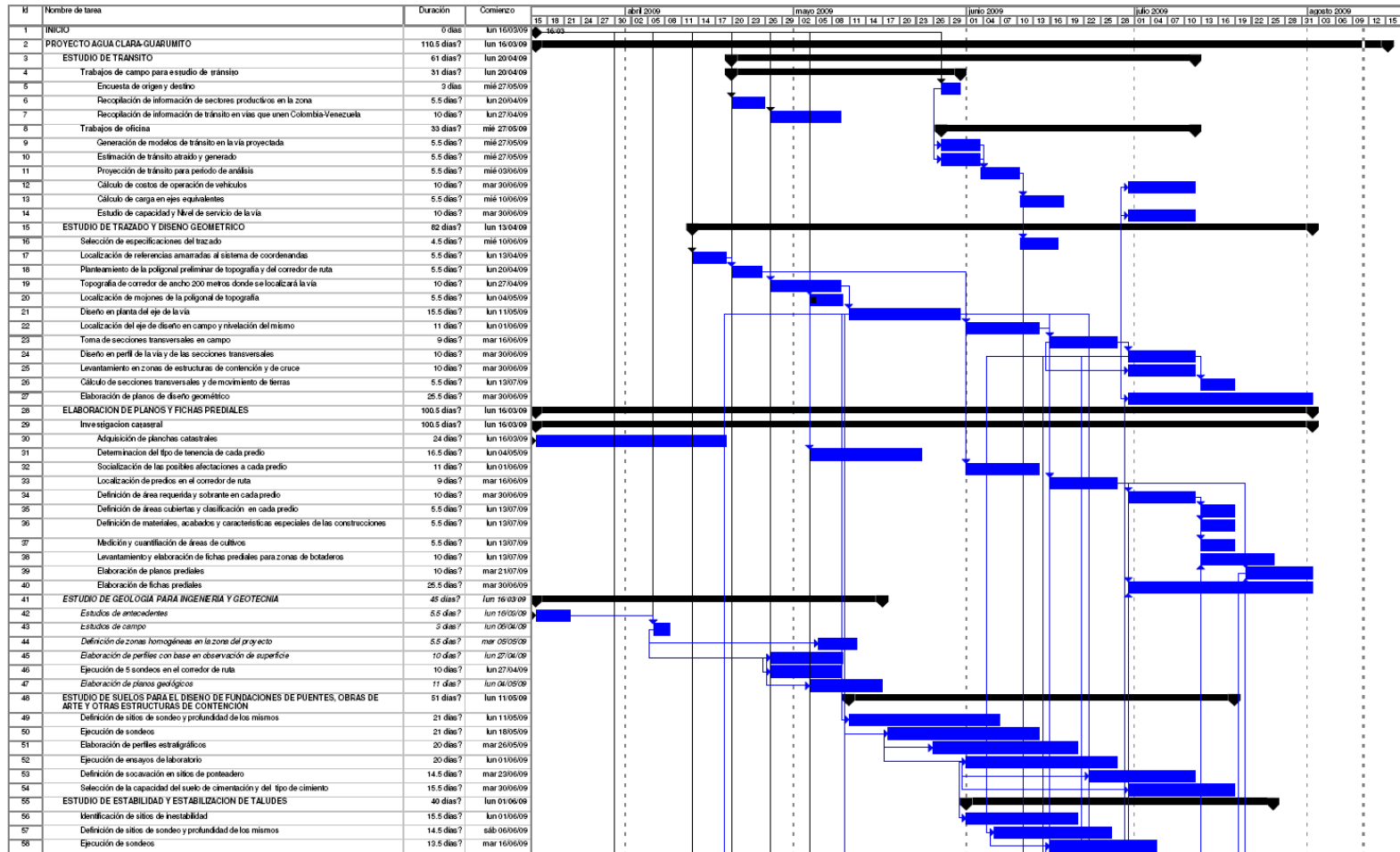
Figura 6.2. Sección Transversal Corte



**ANEXO B: CRONOGRAMA PROYECTO
AGUACLARA-GUARUMITO**

Se presentaran la versión del cronograma de actividades. El primero es el cronograma inicial planteado para el proyecto, el cual tenía una duración de 5 meses. La segunda versión presenta una duración de 6.5 meses, ya que por razones ajenas al proyecto, se necesito de una prorroga para la culminación de todos los estudios.

**CRONOGRAMA ESTUDIOS FASE III PROYECTO AGUA CLARA-GUARUMITO DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER
CONVENIO 3616 DE 2008**

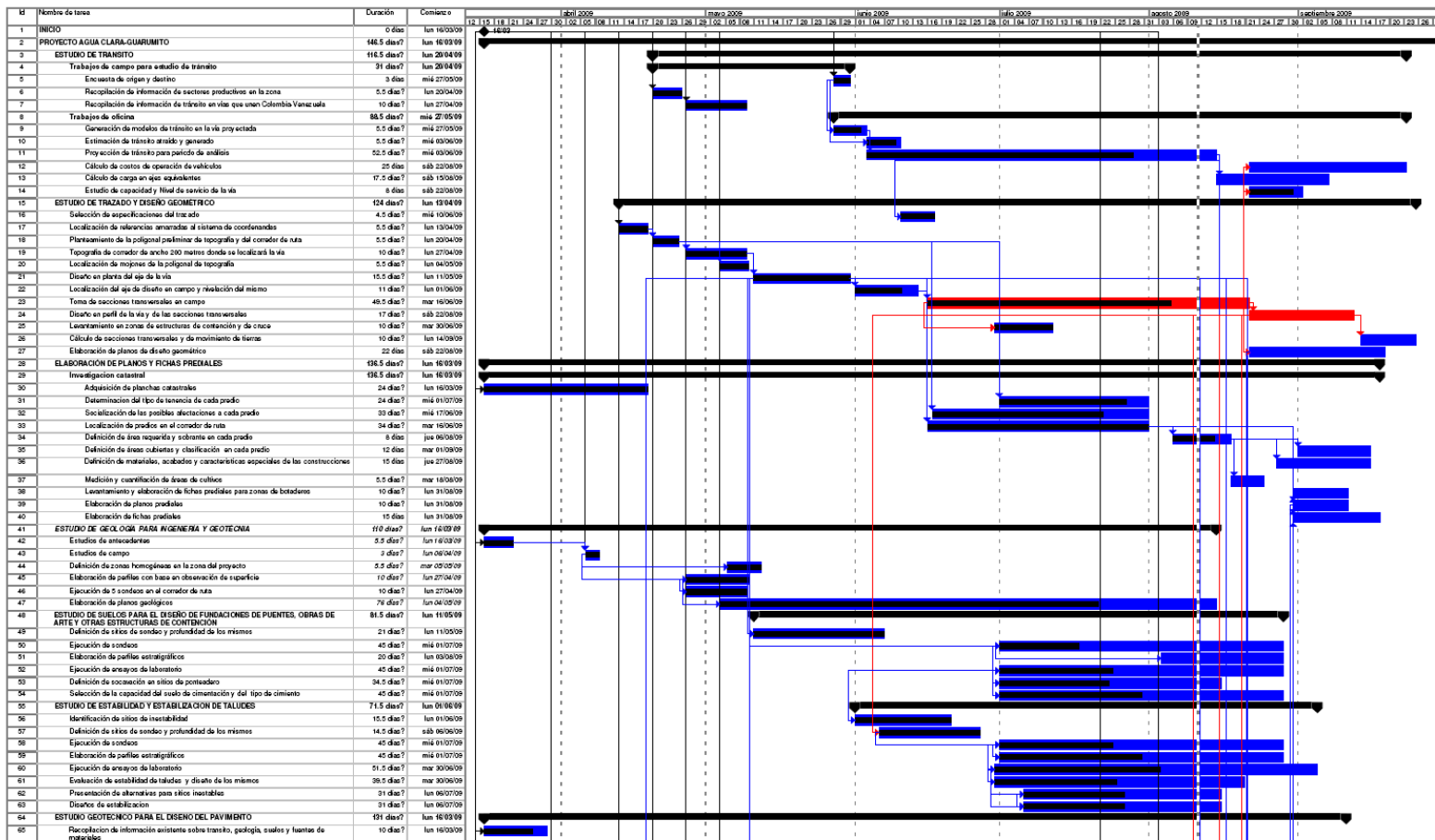


Proyecto: CONVENIO UIS-INVIAS
 Fecha:

Tarea: [Barra azul] Progreso, [Barra roja] Hito
 Resumen: [Barra negra] Resumen, [Barra negra con flecha] Tarea resumida, [Barra azul con flecha] Hitos resumido
 Tareas externas: [Barra negra con flecha] Tareas externas, [Barra negra con flecha] Resumen del proyecto
 Agregar por síntesis: [Barra gris con flecha] Agregar por síntesis, [Barra gris con flecha] Fecha límite

CRONOGRAMA ESTUDIOS DE FASE III PROYECTO AGUACLARA -GUARUMITO DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

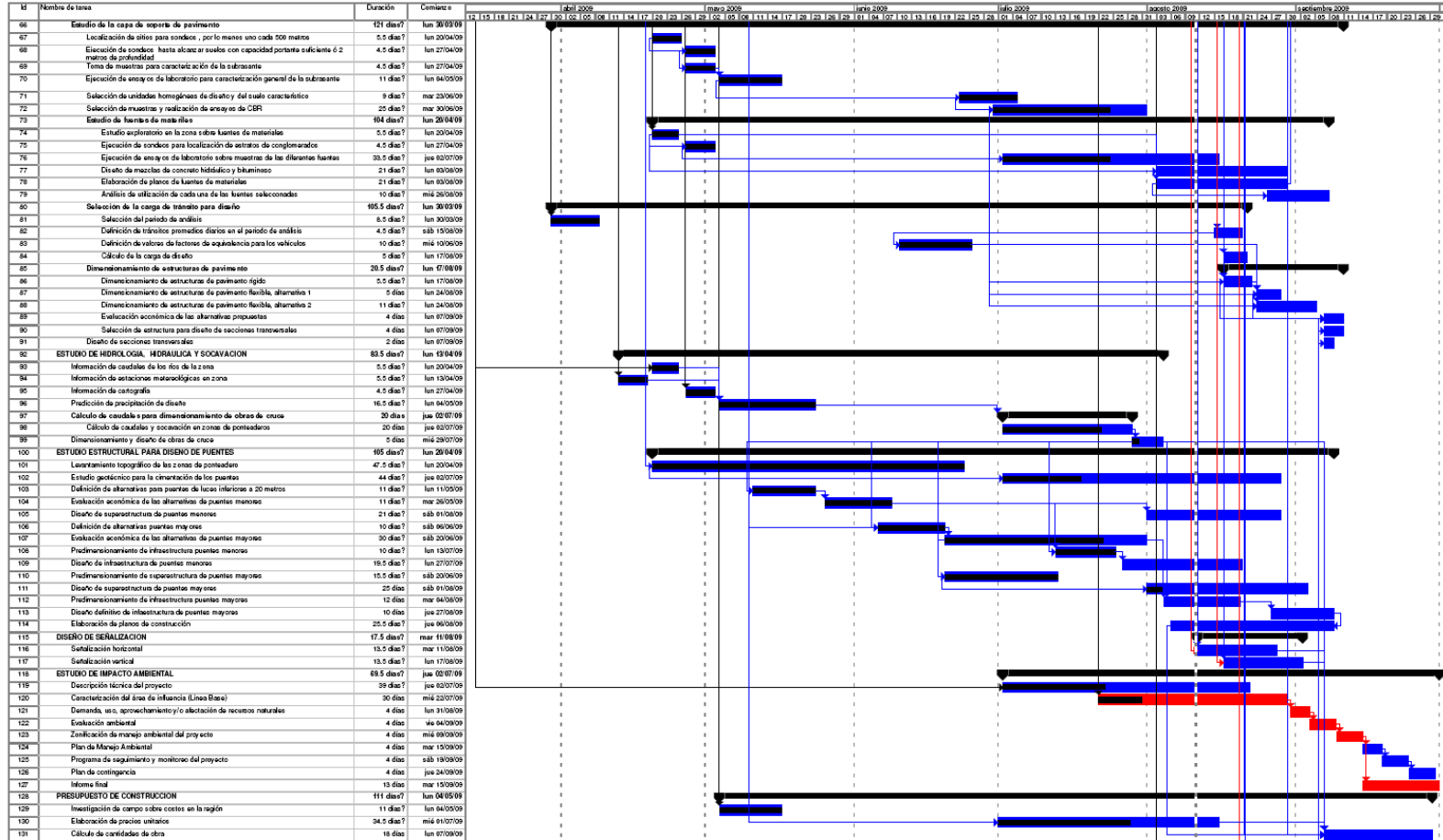
CONVENIO 3616 DE 2008



Tarea Progreso Resumen Tarea crítica resumida Progreso resumido Tareas externas Agrupar por síntesis
 Tarea crítica Hito Tarea resumida Hito resumido División Resumen del proyecto Fecha limite

CRONOGRAMA ESTUDIOS DE FASE III PROYECTO AGUA CLARA - GUARUMITO DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

CONVENIO 3616 DE 2008



Tarea: Progreso (Barra azul), Resumen (Barra negra), Tarea crítica resumida (Barra negra con triángulo negro), Progreso resumido (Barra roja), Tareas externas (Barra negra con triángulo negro), Agrupar por síntesis (Barra gris), Fecha límite (Barra negra con triángulo negro)
 Tarea crítica: Hit (Barra roja), Tarea resumida (Barra negra con triángulo negro), Hit resumido (Barra azul con triángulo negro), División (Barra blanca con triángulo negro), Resumen del proyecto (Barra negra con triángulo negro)

CRONOGRAMA ESTUDIOS DE FASE III PROYECTO AGUA CLARA - GUARUMITO DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

CONVENIO 3616 DE 2008

